

Johannes Rattinger

Rüstungsdynamik im internationalen System

Mathematische Reaktionsmodelle für Rüstungswettläufe
und die Probleme ihrer Anwendung

Mit 14 Abbildungen



R. Oldenbourg Verlag
München Wien
1975

Gedruckt mit Unterstützung der Deutschen Gesellschaft
für Friedens- und Konfliktforschung.

CIP-Kurztitelaufnahme der Deutschen Bibliothek

Rattinger, Johannes

Rüstungsdynamik im internationalen System :
mathemat. Reaktionsmodelle f. Rüstungswett-
läufe u. d. Probleme ihrer Anwendung.

(Forschungsergebnisse bei Oldenbourg)

ISBN 3-486-48051-0

© 1975 R. Oldenbourg Verlag GmbH, München

Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, der Funksendung, der Wiedergabe auf photomechanischem oder ähnlichem Wege sowie der Speicherung und Auswertung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Werden mit schriftlicher Einwilligung des Verlags einzelne Vervielfältigungsstücke für gewerbliche Zwecke hergestellt, ist an den Verlag die nach § 54 Abs. 2 UG zu zahlende Vergütung zu entrichten, über deren Höhe der Verlag Auskunft gibt.

ISBN 3-486-48051-0

Before a situation can be controlled, it must be understood.

Lewis Fry Richardson

Vorwort

Die vorliegende Arbeit ist im Sommersemester 1973 von der Philosophischen Fakultät der Universität Freiburg im Breisgau als Dissertation akzeptiert worden. Die Anregung zur Arbeit auf dem Feld der Rüstungsdynamik verdanke ich Professor Dr. Klaus Faupel von der Universität Salzburg. Professor Dr. Dieter Oberndörfer hat mir den notwendigen Freiraum eingeräumt und die Mühe auf sich genommen, die Arbeit zu betreuen. Meine Freunde Klaus Faupel und Reinhard Zintl haben durch die Lektüre vorläufiger Fassungen und durch anregende Diskussionen dazu beigetragen, daß ich die Verantwortung für verbleibende Schwächen alleine tragen muß. Die Deutsche Gesellschaft für Friedens- und Konfliktforschung hat durch einen großzügigen Druckkostenzuschuß die Publikation dieser Arbeit erst ermöglicht. Meine Frau Hanne und unsere Tochter Angela haben andererseits ihr Bestes gegeben, um diese Arbeit zu verhindern. Ihnen ist sie dankbar gewidmet.

Cambridge, Massachusetts, im Oktober 1974

Johannes Rattinger

Inhaltsübersicht

1. Einleitung.....	1
2. Die literarische Szene.....	5
2.1. Einführung.....	5
2.2. Systemmodelle zur Analyse von Rüstungs- wettläufen.....	15
2.3. Strategische Modelle zur Analyse von Rüstungswettläufen.....	85
3. Kritik des Forschungsstandes.....	104
3.1. Einführung.....	104
3.2. Nochmals: Der Test seines Zwei-Nationen Modells durch Richardson.....	108
3.3. Definition von "Rüstungswettlauf".....	119
3.4. Operationalisierung von "Rüstung".....	142
3.5. Zu den bislang angebotenen Reaktions- modellen.....	198
4. Vorschläge zur Operationalisierung und ein Beitrag zur Modellkonstruktion.....	232
4.1. Einführung: Zur Systematik.....	232
4.2. Operationalisierung des Terms "Rüstung".....	234
4.3. Zur Abgrenzung der Fallmenge.....	332
4.4. Offene Modelle für Rüstungswettläufe: Ein Versuch der Modellkonstruktion.....	349
5. Abschließende Bemerkungen.....	417
Anhänge.....	420
Literaturverzeichnis.....	426
Sachregister.....	462
Summary.....	469

Inhalt

1. <u>Einleitung</u>	1
2. <u>Die literarische Szene</u>	5
2.1. Einführung.....	5
2.2. Systemmodelle zur Analyse von Rüstungswettläufen.....	15
2.2.1. Die Modelle.....	15
2.2.1.1. Richardsons "klassisches" Modell....	15
2.2.1.1.1. Das Zwei-Nationen Modell.....	15
2.2.1.1.2. Weiterentwicklungen seines Zwei- Nationen Modells durch Richardson.....	22
2.2.1.1.2.1. Numerische Werte der Parameter.....	22
2.2.1.1.2.2. Sonderfälle und Verallgemeinerungen des Zwei-Nationen Modells.....	25
2.2.1.1.2.2.1. "Rivalität".....	25
2.2.1.1.2.2.2. "Unterwürfigkeit".....	27
2.2.1.1.2.2.3. Das n-Nationen Modell.....	29
2.2.1.2. Systemmodelle - Modifikationen der "klassischen" Modelle.....	30
2.2.1.2.1. Vorbemerkung.....	30
2.2.1.2.2. Fehlgeschlagene Versuche der Fort- entwicklung.....	32
2.2.1.2.3. Kleinere Modifikationen der "klas- sischen" Modelle durch zusätzliche Annahmen.....	39
2.2.1.2.4. Operationalisierung von Parametern..	43
2.2.1.2.5. Neue Modelle und neue Variablen....	47
2.2.1.2.5.1. Neue Modelle aus zusätzlichen Annah- men zum "klassischen" Modell.....	47
2.2.1.2.5.2. Neue Modelle aus eigenen Annahmen...	49
2.2.1.2.5.3. Verwendung exogener Variabler.....	52
2.2.1.2.6. Schlußbemerkung zur Systematik.....	58
2.2.2. Tests von Systemmodellen für Rüstungswettläufe.....	60

2.2.2.1.	Die Tests Richardsons.....	60
2.2.2.1.1.	Der einfache Test des Zwei-Natio- nen Modells.....	60
2.2.2.1.2.	Ein weiterer Test des Zwei-Natio- nen Modells.....	62
2.2.2.1.2.1.	Methode.....	62
2.2.2.1.2.2.	Durchführung.....	66
2.2.2.1.3.	Weitere Tests des n-Nationen und des Zwei-Nationen Modells.....	68
2.2.2.2.	Weitere Tests von Richardsons Modellen.....	69
2.2.2.3.	Tests anderer Systemmodelle.....	77
2.2.2.3.1.	Vorbemerkung.....	77
2.2.2.3.2.	Lagerstroms Systemmodell.....	78
2.2.2.3.3.	Lambelets Systemmodell.....	81
2.2.2.3.4.	Mihalkas Systemmodell.....	83
2.3.	Strategische Modelle zur Analyse von Rüstungswettläufen.....	85
2.3.1.	Die Modelle.....	85
2.3.1.1.	Vorbemerkung.....	85
2.3.1.2.	Reaktionskurven als Berührungspunkt mit Systemmodellen.....	87
2.3.1.3.	Annahmen über die Entscheidungs- situation.....	89
2.3.1.4.	Annahmen über den Nutzen der Rüstung für die Entscheidungseinheit.....	91
2.3.1.5.	Bewertung der Rüstung über ihre Resultate.....	94
2.3.1.5.1.	Annahmen über den Zusammenhang der Rüstung mit ihren Resultaten.....	94
2.3.1.5.1.1.	Die Annahmen.....	94
2.3.1.5.1.2.	Konkurrenz um knappe Ressourcen.....	96
2.3.1.5.2.	Submodelle für den Zusammenhang der Rüstung mit ihren Resultaten.....	98
2.3.1.5.2.1.	Die Submodelle.....	98
2.3.1.5.2.2.	Konkurrenz um knappe Ressourcen....	100

2.3.1.6.	Schlußbemerkung.....	102
2.3.2	Tests von strategischen Modellen für Rüstungswettläufe.....	103
3.	<u>Kritik des Forschungsstandes</u>	104
3.1.	Einführung.....	104
3.2.	Nochmals: Der Test seines Zwei- Nationen Modells durch Richardson..	108
3.2.1.	Die Rezeption des Tests in der Literatur.....	108
3.2.2.	Falsifizierung des Modells.....	112
3.3.	Definition von "Rüstungswettlauf"..	119
3.3.1.	Vorbemerkung.....	119
3.3.2.	"Rüstungswettlauf" als Menge von geordneten n-Tupeln bestimmter Ver- haltensakte.....	121
3.3.3.	Weitere Eigenschaften der Ver- haltensakte.....	123
3.3.3.1.	Reaktion auf fremde Verhaltensakte.	123
3.3.3.2.	Die für die Verhaltensakte verant- wortliche Entscheidungseinheit.....	125
3.3.4.	Die Zahl der n-Tupel.....	128
3.3.5.	Zum Stand der Operationalisierung von "Rüstungswettlauf".....	132
3.3.6.	Der Zusammenhang zwischen Rüstungs- wettläufen und Kriegen.....	135
3.3.6.1.	Dekrete über den Zusammenhang zwi- schen Rüstungswettläufen und Kriegen.....	135
3.3.6.2.	Empirische Evidenz über den Zu- sammenhang von Rüstungswettläufen und Kriegen.....	139
3.4.	Operationalisierung von "Rüstung"..	142
3.4.1.	Vorbemerkung.....	142
3.4.2.	Absolute Rüstungsausgaben als Rüstungsindikator.....	149
3.4.2.1.	Reliabilität des Indikators.....	149
3.4.2.2.	Validität des Indikators.....	160
3.4.2.2.1.	Vorbemerkung.....	160
3.4.2.2.2.	Verzerrung der Beschaffungskosten..	161

3.4.2.2.3.	Inflation.....	164
3.4.2.2.4.	Aufspaltung von Rüstungsausgaben in Unterhaltung und Beschaffung.....	168
3.4.2.2.5.	Schlußbemerkung.....	172
3.4.2.3.	Konversionsprobleme beim interna- tionalen Vergleich.....	173
3.4.3.	Rüstungsindizes mit "Rüstungsaus- gaben" als einer Dimension.....	183
3.4.3.1.	Vorbemerkung.....	183
3.4.3.2.	Jährliche pro-Kopf Rüstungsaus- gaben als Rüstungsindex.....	184
3.4.3.2.1.	Reliabilität der Dimension "Be- völkerungszahl".....	184
3.4.3.2.2.	Validität des Index.....	185
3.4.3.3.	Anteil der Rüstungsausgaben am Staatshaushalt als Rüstungsindex....	187
3.4.3.3.1.	Reliabilität der Dimension "Staatshaushalt".....	187
3.4.3.3.2.	Validität des Index.....	189
3.4.3.4.	Anteil der Rüstungsausgaben am Bruttosozialprodukt als Rüstungs- index.....	193
3.4.3.4.1.	Reliabilität der Dimension "Bruttosozialprodukt".....	193
3.4.3.4.2.	Validität des Index.....	194
3.5.	Zu den bislang angebotenen Reak- tionsmodellen.....	198
3.5.1.	Vorbemerkung.....	198
3.5.2.	Systemmodelle zur Analyse von Rüstungswettläufen.....	199
3.5.2.1.	Vorbemerkung.....	199
3.5.2.2.	Die Erklärung des Rüstungsverhal- tens in einem Rüstungswettlauf durch die umlaufenden Systemmodelle	203
3.5.2.3.	Andeutungen zur Operationalisie- rung der Parameter bei Richardson und seinen Nachfolgern.....	209
3.5.2.4.	Exogene Variablen in System- modellen.....	214
3.5.3.	Strategische Modelle zur Analyse von Rüstungswettläufen.....	221

3.5.3.1.	Vorbemerkung.....	221
3.5.3.2.	Modelle für Kriegsabläufe.....	222
3.5.3.3.	Zerlegung von Rüstungswettläufen in Teilwettläufe.....	225
3.5.3.4.	Informationsprobleme.....	228
3.5.3.5.	Schlußbemerkung.....	230
4.	<u>Vorschläge zur Operationalisierung und ein Beitrag zur Modellkonstruktion.....</u>	232
4.1.	Einführung: Zur Systematik.....	232
4.2.	Operationalisierung des Terms "Rüstung".....	234
4.2.1.	Vorbemerkung: Explikation des Terms.....	234
4.2.2.	Ein aggregierter Rüstungsindex.....	238
4.2.2.1.	Vorbemerkung.....	238
4.2.2.2.	Kampfkraftindizes.....	243
4.2.2.2.1.	Dimensionen eines Kampfkraftindex..	243
4.2.2.2.2.	Kombination der Dimensionen zu dem Kampfkraftindex k	257
4.2.2.2.3.	Erster Validitätstest: Vergleich der Kampfkraft von Kampfflugzeugen mittels k	263
4.2.2.3.	Aggregationsprozeduren.....	279
4.2.2.3.1.	Aggregation des Kampfkraftindex einer Waffengattung aus den Indizes ihrer einzelnen Waffen.....	279
4.2.2.3.2.	Zweiter Validitätstest: Vergleich der Kampfkraft von Bodentruppen mittels k_E	282
4.2.2.3.3.	Dritter Validitätstest: Vergleich der Waffen und Einheiten verschie- dener Waffengattungen mittels k und k_E	291
4.2.2.3.4.	Aggregation eines Rüstungsindex.....	297
4.2.2.4.	Spezialfall: Rüstungswettläufe mit strategischen Kernwaffen.....	300
4.2.3.	Ein Ersatzindikator für die Rü- stung eines Staates.....	310
4.2.3.1.	Vorbemerkung.....	310
4.2.3.2.	Rüstung und Rüstungsausgaben.....	312

4.2.3.2.1.	Beschaffung von Waffen als Akkumulation von Rüstung.....	312
4.2.3.2.2.	Veraltung von Waffen und natürliche Abnutzung.....	314
4.2.3.3.	Test der Validität des Ersatzindikators b_k	318
4.2.4.	Abschließende Bemerkungen zur Operationalisierung des Terms "Rüstung".....	331
4.3.	Zur Abgrenzung der Fallmenge.....	332
4.3.1.	Vorbemerkung.....	332
4.3.2.	Definition des Terms "Rüstungswettlauf".....	334
4.3.2.1.	"Rüstungswettlauf" als Paar von geordneten n -Tupeln.....	334
4.3.2.2.	Reaktivität des Rüstungsverhaltens im Rüstungswettlauf.....	337
4.4.	Offene Modelle für Rüstungswettläufe: Ein Versuch der Modellkonstruktion.....	349
4.4.1.	Vorbemerkung.....	349
4.4.2.	Modellcharakter und formale Darstellung: Ein Exkurs.....	353
4.4.3.	Ein einfaches offenes Modell für Rüstungswettläufe.....	357
4.4.3.1.	Vorbemerkung.....	357
4.4.3.2.	Die Grundform des offenen Rüstungswettlaufmodells.....	358
4.4.3.3.	Exogene Variablen.....	363
4.4.3.3.1.	Auswahl der exogenen Variablen.....	363
4.4.3.3.1.1.	Vorbemerkung.....	363
4.4.3.3.1.2.	Elemente der Definition der Situation als exogene Variablen.....	367
4.4.3.3.1.2.1.	Elemente der kognitiven Komponente der Definition der Situation als exogene Variablen.....	367
4.4.3.3.1.2.2.	Elemente der affektiven Komponente der Definition der Situation als exogene Variablen.....	375
4.4.3.3.1.3.	Elemente der objektiven Situation als exogene Variablen.....	380

4.4.3.3.2.	Methodologische Probleme bei der Verwendung der exogenen Variablen im offenen Rüstungswettlaufmodell..	389
4.4.3.3.2.1.	Vorbemerkung.....	389
4.4.3.3.2.2.	Perzeption von Feindseligkeit.....	390
4.4.3.3.2.3.	Feindseliges Verhalten.....	393
4.4.3.3.2.4.	Spannung.....	396
4.4.3.4.	Komplizierung der Grundform: Die Rolle knapper Ressourcen.....	401
4.4.4.	Zwei Spezialprobleme bei der Anwen- dung des offenen Rüstungswettlauf- modells.....	405
4.4.4.1.	Vorbemerkung.....	405
4.4.4.2.	Rüstungswettläufe zwischen Allian- zen: Bestimmung der Werte der exo- genen Variablen.....	407
4.4.4.3.	Überlagerung von Rüstungswett- läufen.....	411
5.	<u>Abschließende Bemerkungen</u>	417
	<u>Anhang 1</u>	420
	<u>Anhang 2</u>	424
	<u>Literaturverzeichnis</u>	426
	<u>Sachregister</u>	462
	<u>Summary</u>	469

1. Einleitung

Da in der Literatur eine halbwegs konsensuelle Operationaldefinition des Terms "Rüstungswettlauf" vergeblich gesucht wird, müssen die folgenden Ausführungen zur Einordnung der Probleme dieser Arbeit in einen umfassenderen Zusammenhang und zum Erkenntnisinteresse auf die Alltagssprache rekurrieren, was durch die Tatsache erleichtert wird, daß ein nicht unbeträchtlicher Teil der einschlägigen Forschung selbst diese Sprachebene nicht verläßt. Mit wenigen Ausnahmen stimmt man darin überein, daß Rüstungswettläufe nur ein Teil des immer und überall zu beobachtenden staatlichen Rüstungsverhaltens sind. Allerdings ein besonders wichtiger Teil, denn in einem Rüstungswettlauf rüsten zwei Einheiten, Staaten oder Allianzen aus solchen, hauptsächlich als Reaktion auf die Rüstung der jeweils anderen Einheit, weil eine jede sich von der jeweils anderen bedroht fühlt oder ihr feindlich gesonnen ist. Die Rüstung beider Seiten dient also nicht zur Befriedigung eines diffusen Sicherheitsbedürfnisses oder als Attribut staatlicher Souveränität, sondern ihr Einsatz in einer bestimmten Richtung stellt eine prominente Alternative im außenpolitischen Verhaltensrepertoire dar - sei es zur Abschreckung oder zur defensiven oder offensiven Gewaltanwendung.

Man kann nun - keineswegs kontraintuitiv - argumentieren, daß die Anwendung physischer Gewalt zwischen zwei Einheiten nicht dadurch unwahrscheinlicher wird, daß diese Einheiten diesen Fall als Alternative kalkulieren und ihre Ressourcen entsprechenden Vorbereitungen zufließen lassen. Ganz im Gegenteil! Diese von unsystematischen Beobachtungen gestützte Überlegung erklärt das Interesse, das Rüstungswettläufe in der wissenschaftlichen Behandlung der internationalen Beziehungen erfahren haben, und legt es nahe, Rüstungswettläufe,

wenn nicht als alleinige Ursache, so doch als eine der Ursachen oder zumindest als mögliche Vorboten gewaltsamer Auseinandersetzungen zwischen Staaten oder Allianzen aus solchen zu betrachten. Unabhängig davon, ob diese Überlegung der wünschbaren Überprüfung an der Empirie standhält, kann jedoch festgehalten werden, daß Rüstungswettläufe durch die Betonung gewaltsamer Mittel der Konfliktbewältigung von einem Klima der Feindseligkeit und der Spannung zwischen den beteiligten Einheiten begleitet sind und damit eine latente Störungsquelle für zwar nicht konflikt-, aber gewaltfreie internationale Beziehungen darstellen.

Die Erklärung der Abläufe von Rüstungswettläufen - das heißt die Angabe eines oder mehrerer allgemeiner Sätze, aus denen mit Hilfe singulärer Randbedingungen die einzelnen aufeinanderfolgenden Rüstungsstände der an einem Rüstungswettlauf beteiligten Seiten deduziert werden können - die das Anliegen der Arbeiten ist, auf denen diese Dissertation aufbaut, besitzt, sofern sie glückt, einen von allen praktischen Verwertungen unabhängigen Erkenntniswert. Wie jede Erkenntnis der Realität ist aber auch diese zu deren Manipulation einsetzbar, über deren gewünschte Richtung der jeweils bezogene normative Standpunkt entscheidet.

Wenn man einerseits, wie der Autor, die Anwendung von Gewalt zwischen Staaten ablehnt - geschehe sie im Namen noch so hehrer Werte - und andererseits erkennt, daß noch ein weiter Weg bis zur Zivilisierung der internationalen Beziehungen, der Unterordnung von Gewalt unter Recht, zurückzulegen ist, dann muß man an der Vermeidung und Entschärfung aller Situationen arbeiten, in denen die Anwendung von Gewalt befürchtet werden muß, also auch an der Vermeidung und Entschärfung von Rüstungswettläufen. Die Wissenschaft kann dazu auf zweierlei Weisen beitragen. Sie kann sich erstens um

die Erkenntnis der Ursachen von Rüstungswettläufen bemühen und Handlungsanweisungen zu ihrer Beseitigung formulieren. Sie kann zum zweiten die Gesetzmäßigkeit der Abläufe von Rüstungswettläufen erforschen, die Faktoren ihrer Eskalation und Deeskalation, um daraus Anweisungen zur Eindämmung, Verlangsamung oder gar Beendigung von Rüstungswettläufen zu entwickeln.

Die vorliegende Arbeit stellt einen ersten Schritt auf dem zweiten Weg dar; der erste wird durch diese Entscheidung weder für uninteressant noch für unwichtig erklärt. Ausschlaggebend für diese Wahl ist, daß - trotz der zahlreichen ideologisch gefärbten Patentlösungen - mir die Antwort auf die Frage nach den Ursachen von Rüstungswettläufen noch schwieriger zu beantworten scheint als die nach den Regelmäßigkeiten im Ablauf von Rüstungswettläufen, obwohl auch die Ermittlung der letzteren Mühe erfordert, wie die folgenden Seiten zeigen.

Auf ihnen gebe ich zunächst einen kritischen Überblick über die dominanten Arten der Behandlung des soeben umrissenen Problems, die erhaltenen Antworten und ihre empirische Gültigkeit. Da in diesem Überblick über die literarische Szene sich das Ergebnis aufdrängt, daß die Forschung in einer Sackgasse steckt, wird anschließend nach den Ursachen dafür gefragt. Dabei stellt sich heraus, daß erstens die Verbindung zwischen formaler Modellkonstruktion und empirischer Basisarbeit in dem thematischen Forschungszweig noch nie sorgsam gepflegt worden ist und daß zweitens die umlaufenden Modelle eher ästhetischen als inhaltlichen Überlegungen entspringen und deshalb von zu geringer Komplexität sind. Dem ersten Einwand wird abgeholfen durch Operationaldefinitionen für die zentralen Terme einer jeden Theorie der Rüstungswettläufe, dem zweiten durch die Präsentation eines eigenen offenen Rüstungswettlaufmodells.

Der nächste Schritt zur Formulierung von Handlungsanweisungen zur Kontrolle von Rüstungswettläufen muß die Inventarisierung von realweltlichen Rüstungswettläufen und die Überprüfung der Erklärungskraft des Modells sein. Diese Arbeit bleibt zukünftigen Studien vorbehalten.

2. Die literarische Szene

2.1. Einführung

Mit dem Inhalt dieses Kapitels könnte man zweifellos eine ganze Dissertation bestreiten. Da ich dies nicht tun will, muß im folgenden notwendig gestrafft und vereinfacht werden. Bietet sich in dieser Situation nicht an, ganz auf dieses weitgehend referierende Kapitel zu verzichten? In der Tat ist die Versuchung groß, das Ziel der Arbeit auf kürzerem Weg anzusteuern. Dagegen sprechen zwei sachliche Gründe.

Erstens ist der Stand der Theorie über Rüstungswettläufe nicht in dem Maß Bestandteil politikwissenschaftlichen Standardwissens, daß beim Leser ausreichende Kenntnis der literarischen Szene vorausgesetzt werden kann, deren Zustand Anlaß und dessen Besserung Inhalt dieser Arbeit ist.

Zweitens bedeutet es sowohl für die Zwecke dieser Arbeit als auch darüber hinaus einen echten Fortschritt, wenn die vorliegenden Forschungsbeiträge geordnet und klassifiziert werden können. Hier wird dies anhand einer einzigen Dichotomie erreicht, welche die gesamte Fallmenge sehr scharf in zwei disjunkte Untermengen unterteilt, deren einzelne Elemente zwar stets aufeinander verweisen, aber ohne von diesen Verweisen zu profitieren, ohne zu explizieren, daß hier völlig verschiedene Fragestellungen und Ansätze koexistieren. Neben der Information des Lesers soll dieses Kapitel der Explizierung des Unterschieds zwischen den beiden dominanten Verfahren dienen, Rüstungswettläufe zu modellieren¹.

¹ Zum Modellcharakter beider Typen cf. 4.3.1.; inwiefern ich beide im Titel der Arbeit als Reaktionsmodell bezeichnen kann, wird sich in 2.2.1. und 2.3.1. zeigen. Eine detailliertere Analyse findet sich bei W.R. Caspary (1969), pp. 3-7.

Ich unterscheide dabei zwischen "Systemmodellen"² ("Prozeßmodellen") und "strategischen Modellen" ("Entscheidungsmodellen"). Von "Systemmodellen" spreche ich, wenn die Beziehungen angegeben werden, die zwischen einer Anzahl von Variablen bestehen.

Herkömmliche Variationen des Systembegriffs sind nicht scharf genug, um diesen Punkt klarzustellen³. Die Einführung von Variablen als Systemeinheiten⁴ und von Funktionen als systemischen Relationen⁵ erlaubt die Präzisierung eines funktionalen Systemkonzepts⁶ als "... Menge in ihrem jeweiligen Wert voneinander abhängiger Variabler"⁷.

- 2 Mit dem gleichlautenden Term bei F. Naschold (1969), pp. 45-47, hat dieser Term gar nichts zu tun.
- 3 Z.B. die Definition von A.D. Hall (1956), pp. 18, 21, die weitgehend akzeptiert worden ist; cf. O.R. Young (1968), pp. 14-16, oder G. Klaus (1969b), pp. 634 f.
- 4 K. Faupel (1971a), pp. 164-166; auch A. Rapoport (1966a), p. 131, und W.R. Ashby (1964), p. 40.
- 5 K. Faupel (1971a), pp. 178-180.
- 6 Ibid., p. 183.
- 7 Ibid., p. 182. Zum Systemkonzept findet sich ein scherzhaftes Gedicht von K.E. Boulding in M. Mesarović (1964), p. 1. Die angesprochene Unterscheidung zwischen offenen und abgeschlossenen Systemen wird noch in 3.5.2. und 4.4. hilfreich sein.

According to Mesarović
 A set of proper statements which
 Has mastered in well-ordered schools
 A set of transformation rules
 Which rules in turn have rules to twist 'em
 Deserves the name of general system.

All systems, it is now proposed
 Are either open, or are closed,
 The closed have one-to-one relations,
 But don't result in innovations.
 The open are disturbed, adaptive
 Or Heisenberg-observer-captive.

Damit heißt jede Menge von formalisierten oder formalisierbaren Aussagen über den Zusammenhang der Rüstung zweier oder mehrerer Nationalstaaten ein "Systemmodell". Die Einbeziehung der Zeit in diese Modelle, die meist in der Form deterministischer Gleichungssysteme vorliegen, erfolgt über Aussagen, die den Zusammenhang der Werte der Variablen "Rüstung" für die einzelnen Staaten in verschiedenen Zeitpunkten festlegen. Da somit das Verhalten des konkreten Systems in der Zeit beschrieben und erklärt wird, möchte ich äquivalent zu "Systemmodell" auch "Prozeßmodell" gebrauchen.

Von "strategischen Modellen" dagegen spreche ich, wenn ausgehend von den langfristigen Zielen der beiden am Rüstungswettlauf beteiligten Seiten die Rüstung jeder Seite so behandelt wird, als sei sie auf den jeweiligen Stand in der Absicht festgelegt worden, den eigenen Gesamtnutzen angesichts der gegebenen Rüstung des Gegners zu maximieren. Da ein Rüstungswettlauf damit als zwischen zwei Entscheidungseinheiten alternierende Sequenz von rationalen Entscheidungen aufgefaßt wird, nenne ich derartige Modelle auch "Entscheidungsmodelle" ⁸.

⁸ Man könnte hier einwenden, daß "spieltheoretische Modelle" eine treffendere Bezeichnung sei, da ja die Spieltheorie nichts anderes ist als die Theorie interdependenter rationaler Entscheidungen unter verschiedenen Graden der Sicherheit über die Strategie des Gegners (T.C. Schelling (1967), pp. 213 f.; zu diesem Zusammenhang auch die Einleitungen zu R.D. Luce (1957) und (1959) und zu H. Raiffa (1968)). Ich gebrauche das Etikett "Entscheidungsmodelle", weil in den darunter fallenden Modellen die Entscheidung des Gegners nur über ihr Ergebnis einbezogen wird. Von ihm hängt die bei der eigenen Entscheidung berücksichtigte Alternativenmenge ab. Interessanterweise handelt es sich dabei um eine unendliche, kontinuierliche Alternativenmenge und nicht, wie sonst in der Entscheidungstheorie üblich, um eine Menge diskreter Alternativen. Die Entscheidungssituation des Gegners, also seine Alternativen

Ob ich ein beliebiges Rüstungswettlaufmodell mit dem Term "Systemmodell" oder dem Term "strategisches Modell" bezeichne, ist also ausschließlich eine Frage des jeweils interpretierten Kalküls⁹. Ein Modell, das exakte Beziehungen zwischen den Variablen, den Systemeinheiten, herstellt, heißt ein Systemmodell und stellt eine Interpretation der regelungs- und steuerungstechnischen Bestandteile der allgemeinen Kybernetik dar¹⁰. Ein Modell, das die Wahl des Wertes der Variablen Rüstung als rationale Entscheidung erklärt, welche die Kosten der Rüstung gegen ihren Beitrag zur "nationalen Sicherheit" aufwiegt, heißt ein strategisches Modell und besteht aus wiederholten Interpretationen der allgemeinen Entscheidungstheorie.

Forts. 8:

und Ziele, ist für die eigene Entscheidung nicht relevant (zu diesem Kriterium cf. J. Feldman (1965), pp. 615-618, 638 f.).

Das schließt nicht aus, daß eine zeitliche Folge solcher Einzelentscheidungen über die eigene Rüstung als "Spiel" bezeichnet wird, wenn abwechselnd die Entscheidungen beider Seiten betrachtet werden, wie z.B. im zweiten Teil von A. Rapoport (1960), oder daß in eher spekulativen Abhandlungen die beiderseitigen Entscheidungssituationen berücksichtigt werden (T.C. Schelling (1963d)). Bei den in 2.3.1. referierten Modellen ist das nicht der Fall, aber um Diskussionen wie der eben geführten zu entgehen, habe ich mich für "strategische Modelle" als Mengenterm entschieden. Von "Systemmodellen" spreche ich hier nicht, weil die systemischen Relationen, d.h. hier natürlich Funktionen (cf. K. Faupel (1971a), pp. 178-180), nicht spezifiziert werden. Sobald das in strategischen Modellen geschieht, wie z.B. bei M.D. Intriligator (1968b), pp. 5-7, kann von einem Systemmodell gesprochen werden.

9 Nach dem interpretierten Kalkül klassifiziert auch R.H. Cady (1966), pp. 2-10, jedoch ohne die hier präsentierte Diskussion des Zusammenhangs der verschiedenen Modelltypen; dasselbe gilt für die kurzen einschlägigen Ausführungen von R. Tanter (1972), pp. 8 f.

10 Cf. 4.4.2.

Man kann jede Untersuchungseinheit ein System nennen, also auch die beiderseitigen Entscheidungsprozesse in einem Rüstungswettlauf. Ihre simultane Analyse als Optimierungsprobleme in Entscheidungs- oder strategischen Modellen muß aber präzise von Systemmodellen im oben explizierten Sinn unterschieden werden. Im Gegensatz zu den letzteren können nämlich bei den strategischen Modellen die Beziehungen zwischen den Rüstungen der beiden am Rüstungswettlauf beteiligten Seiten nicht exakt angegeben werden.

Das liegt nicht etwa an den Autoren, die Entscheidungs- oder strategische Modelle benutzen, sondern an den Modellen selbst. Die Beziehungen zwischen den Rüstungen auf beiden Seiten können bei Entscheidungsmodellen nur angegeben werden, wenn die beiderseitigen Nutzenfunktionen der Rüstung und der mit ihr konkurrierenden Güter bekannt sind. Dazu muß man aber die Präferenzen der Akteure kennen. Sobald Annahmen über die Nutzenfunktionen gemacht sind und Vorschriften über die Einbeziehung der Zeit vorliegen, ist aus dem strategischen Modell ein Systemmodell geworden. Sehr schön zeigt sich das in der Behandlung des "klassischen" Systemmodells von Richardson durch Boulding als ein ökonomisches Entscheidungsmodell mit besonders simplen Annahmen über die Nutzenfunktionen ¹¹.

Natürlich will ich nicht in Anspruch nehmen, den soeben explizierten Unterschied zwischen den beiden Modelltypen entdeckt zu haben ¹². Andererseits findet man ihn

11 K.E. Boulding (1963b), Kapitel 2, besonders pp. 26, 36-39, Anm. 5, p. 28; unverändert übernommen bei K.J. Gantzel (1969), pp. 112-117. Das Problem der Überführung seiner statischen in dynamische Konfliktmodelle behandelt Boulding (1963b), pp. 243-245.

12 Diese Unterscheidung folgt, unter Vorbehalt der Ausführungen in Anm. 8, der zwischen "fights" und "games" bei A. Rapoport (1960) und der zwischen "systemischen" und "strategischen" Modellen für

auch nicht allzu häufig angesprochen. In der Forschungsliteratur ist es üblich, Vertreter des anderen Ansatzes entweder mit oder ohne Verweis auf ihre herausragende Bedeutung in der inhaltlichen Arbeit zu ignorieren ¹³. In der Überblicksliteratur stehen die zwei Ansätze meist unverbunden nebeneinander ¹⁴. Wo differenziert wird, geschieht das erstens für eine viel größere Menge von Modellen, als es die Rüstungswettlaufmodelle sind, und zweitens wird die Klassifikation nach einem anderen Kriterium vorgenommen als von mir.

Die größere Fallmenge, die dichotomisiert wird, ist die aller Modelle ¹⁵ zur Analyse von sozialen Konflikten ¹⁶. Das geschieht z.B. bei Boulding, der zwischen

Forts. 12:

Konfliktverhalten bei A. Rapoport (1957), ähnlich A. Rapoport (1966e). Die unterschiedlichen Annahmen über die Rationalität der Kontrahenten sind bei R. Jervis (1972), pp. 1-10, gut herausgearbeitet, der allerdings Systemmodelle und Abschreckungstheorie kontrastiert. Wie in 2.3.1. deutlich wird, stimmen die Annahmen der letzteren und der strategischen Modelle für Rüstungswettläufe weitgehend überein.

- 13 Z.B. M.C. McGuire (1965), pp. 33 f., 37 f., der L.F. Richardsons Systemansatz immerhin noch nennt, bevor er sein strategisches Modell entwickelt; andererseits P. Smokers Arbeiten, die den strategischen Ansatz nicht einmal erwähnen.
- 14 Z.B. bei P.A. Busch (1970), P. Chatterjee (1971), pp. 1-15, C.S. Gray (1971).
- 15 Dafür könnte hier ebenso der Term "konzeptuelle Systeme" stehen.
- 16 Konflikt ist dabei definiert als eine Situation, in der zwei oder mehr Akteure Ziele verfolgen, deren Realisierung inkompatibel ist und/oder von den Akteuren als inkompatibel perzipiert wird. Boulding läßt nur die Konjunktion zu (K.E. Boulding (1963b), p. 5).
Im Gegensatz zu Boulding würde ich nicht zum Definiens machen, daß die Inkompatibilität den Akteuren

"statischen" und "dynamischen" Theorien sozialen Konflikts unterscheidet ¹⁷, und bei Rapoport, der die Trennung zwischen "systemischen" und "strategischen" Konflikttheorien, synonym zwischen "fights" und "games", zieht ¹⁸. Das Kriterium bei Boulding ist klar: Es ist die Einbeziehung der Zeit als unabhängiger Variabler. Die Dichotomie Rapoport's, deren Teilmengen sich mit denen Bouldings decken ¹⁹, beruht auf einem anderen Kriterium.

Rapoport vermutet hinter der Wahl bestimmter Ansätze jeweils eine philosophische Grundorientierung, die den Ablauf eines Konflikts einmal als weitgehend determiniert, von den Zielen und Zügen der Akteure unbeeinflusst, bei den "strategischen" Konflikttheorien dagegen

Forts. 16:

bewußt und gleichzeitig real sein muß. Für den Fall der von den Akteuren nicht artikulierten Perzeption der Inkompatibilität, den Boulding "competition" nennt (pp. 4 f.), möchte ich von "Interessenkonflikt" oder "Zielkonflikt" sprechen, wenn vereinbare Ziele als inkompatibel perzipiert werden, von "imaginärem Konflikt". Zur Definition des Terms "Interessenkonflikt" cf. auch D.G. Pruitt (1972), pp. 133 f.

Zu eng für den hier verfolgten Zweck ist die am in derartigen Situationen zu erwartenden Verhalten, der Einmischung in die Zielerreichung des Kontrahenten, orientierte Definition von Schmidt und Kochan; cf. S.M. Schmidt (1972), pp. 361-363.

- 17 K.E. Boulding (1963b) behandelt in den Kapiteln 1, 3 und 12 als statisch und in Kapitel 2 als dynamisch bezeichnete Konfliktmodelle.
- 18 Erstere Dichotomie findet sich in A. Rapoport (1966b), letztere in A. Rapoport (1960), A. Rapoport (1966e) spricht statt von "systemisch" von "kataklismisch"; zur Gegenüberstellung der beiden Ansätze cf. besonders pp. 266-273.
- 19 Wie übrigens auch die Teilmengen der Dichotomie von R. Jervis (1972), pp. 1-10, deren Kriterium bei der Unterteilung in "Spiralmodelle" und "Abschreckungsmodelle" unterschiedliche Annahmen über die Absichten der Kontrahenten sind.

als Abfolge rationaler Entscheidungen sieht, durch die Akteure, frei von außerhalb ihrer Kontrolle liegenden Zwängen, ihren Nutzen zu maximieren suchen. Unter "Determinismus" darf dabei keine teleologische Geschichtsphilosophie verstanden werden. Es handelt sich vielmehr um einen starken Probabilismus ²⁰, der von der Beobachtung der Gleichartigkeit individuellen Verhaltens und individueller Attitüden ausgeht und daraus das wahrscheinliche Verhalten des Aggregats vorhersagt ²¹. An Rapoport's Kriterium mißfällt mir zweierlei.

Erstens ist es problemlos nur anwendbar, wenn der einzuordnende Autor hinreichend deutlich kundtut, ob er "Determinist" oder "Strategie" ist. Glücklicherweise gibt es genügend Wissenschaftler, die darauf verzichten, vor Beginn ihrer Analyse ihre innersten Überzeugungen über das "Wesen" ihres Untersuchungsgegenstandes preiszugeben. Daß Rapoport dennoch dieses Kriterium an Beiträge anlegt, die mit genügend diversen Kalkülen arbeiten, um sie anhand der letzteren zu klassifizieren, scheint mir ein Indiz für jene bei Rapoport gelegentlich zu beobachtende Bestrebung zu sein, wissenschaftlicher Betrachtungsweise nicht zugängliche Reservate zu erhalten ²², die er auch in seinen Brand-

20 Diese verschiedenen Spielarten deterministischer Philosophien sind bei A. Rapoport (1957), pp. 249-252, herausgearbeitet; cf. auch A. Rapoport (1966b), pp. 255-259, und besonders ausführlich A. Rapoport (1960), pp. 86-103.

21 Ein Musterbeispiel dafür ist L.F. Richardsons Theorie über Kriegeausbruch und -beendigung in Abhängigkeit von der Verteilung latenter und manifester Aggression in den Bevölkerungen der Kombattanten; cf. L.F. Richardson (1948a), (1948b) und L.F. Richardson (1960), pp. 232-236.

22 Mit dieser Einschätzung stehe ich nicht allein da. Cf. M.A. Kaplan (1971) sowie A. Wohlstetter (1966), ein Kommentar zu A. Rapoport (1966c), und Rapoport's Entgegnung (1966d); weiter auch das Protokoll der

schriften gegen strategische Analysen an den Tag legt ²³. Zweitens erweckt Rapoports Dichotomie den Eindruck zweier ontologisch fundierter Kategorien, während es sich in Wirklichkeit um die willkürliche Zweiteilung eines Kontinuums handelt, wobei über die Lage des Schnitts nur der erwartete Nutzen für die Theoriebildung entscheidet.

Die eben kritisierten Klassifikationsschemata beziehen sich allgemein auf sozialen Konflikt, wogegen meine Dichotomie nur für Modelle zur Analyse von Rüstungswettläufen Anwendbarkeit und Produktivität beansprucht. Eine Verallgemeinerung halte ich für interessant, will ich an dieser Stelle jedoch nicht vornehmen. Auf jeden Fall war es gerechtfertigt, gängige Klassifikationen der Theorien sozialen Konflikts an dem Sonderfall der Rüstungswettlaufmodelle auf ihre Brauchbarkeit zu überprüfen.

Ich will nur noch kurz das Verhältnis meiner Dichotomie der Rüstungswettlaufmodelle zu der Rapoports klären. Logisch bestünde kein Grund für die beiden Paare von Mengen, paarweise äquivalent zu sein. Empirisch ist das der Fall: Es gibt niemanden, der Rüstungswettläufe für deterministische Prozesse hält und dann dafür strategische Modelle konstruiert.

Meine persönliche Spekulation geht dahin, daß Rapoport bei seiner Klassifikation von einer Hypothese darüber ausging, warum bestimmte Leute bestimmte Typen von Modellen für sozialen Konflikt verwenden. Ganz ähnlich hat sich der Denkprozeß bei R. Jervis abgespielt, nur

Forts. 22:

Diskussion von Rapoport (1966c) in K. Archibald (1966), bes. pp. 102-106, und A.L. Burns (1968), p. 191.

23 Besonders deutlich in A. Rapoport (1964), (1966c) und (1965), besonders pp. 381-387.

stellt der diese Fragestellung klar ²⁴. Außerdem fällt Jervis' Antwort anders aus. Er meint, daß vor allem die Perzeption der Intentionen der Kontrahenten durch den Analytiker (handelt es sich um mindestens einen potentiellen Aggressor oder um zwei tragisch fehlerperzipierende friedliche Lämmlein?) über die Wahl des Analyseinstruments entscheide ²⁵. Wie dem auch sei, zu systematischen Zwecken verlasse ich mich lieber darauf, daß mir der Kalkül, den ein Autor interpretiert, leichter zugänglich ist als des Autors Philosophie.

Ich werde also jetzt erst Systemmodelle und dann strategische Modelle für Rüstungswettläufe vorstellen, über die jeweiligen Tests berichten und beim Referat der Modelle eine Inventarisierung gängiger Definitionen des Terms "Rüstungswettlauf" anstreben. Im Zusammenhang der Modelle auftauchende Meßprobleme werde ich erst im dritten Kapitel behandeln. Eine Wiedergabe des literarischen Sachverhaltes lohnt an dieser Stelle nicht, sie kann vielmehr zwanglos mit der Kritik verbunden werden.

Generell werde ich auf Vollständigkeit der Darstellung verzichten, besonders dort, wo einfach abgeschrieben wird ²⁶ - und stattdessen dort Schwerpunkte setzen, wo ich Kritik anzumelden habe oder selbst eine teilweise Übernahme beabsichtige. Um das dritte Kapitel nicht zu einer Serie von Rezensionen werden zu lassen, will ich schon in diesem zweiten Kapitel all jene Kritikpunkte

24 R. Jervis (1972), pp. 44 f.

25 Ibid., pp. 1-10, 55-58. Dabei wird zunächst das "law of the instrument" vernachlässigt, cf. ibid., p. 52.

26 Obwohl es erstaunlich ist, wieviele Druckseiten sich im Lauf der Zeit mit ein und demselben Gedanken füllen lassen. Man nennt das wohl "kumulative Forschung".

anbringen, die sich entweder auf Arbeiten beziehen, die aufgrund dieser Kritik für meine Zwecke unbrauchbar sind, oder die sich nicht unter den vier Hauptpunkten des dritten Kapitels unterbringen lassen.

2.2. Systemmodelle zur Analyse von Rüstungswettläufen

2.2.1. Die Modelle

2.2.1.1. Richardsons "klassisches" Modell

2.2.1.1.1. Das Zwei-Nationen Modell

Die mehr oder weniger sklavisch beibehaltene Vorlage fast aller Systemmodelle zur Analyse von Rüstungswettläufen ist die mathematische Theorie von Lewis Fry Richardson²⁷. Im angelsächsischen Bereich ist sie nach ihrer intensiven Publizierung²⁸ schnell und auf breiter Basis rezipiert worden²⁹. In der deutschen poli-

27 Erstmals zusammenhängend veröffentlicht als L.F. Richardson (1939). Diese Arbeit ist in einem der beiden posthum veröffentlichten Hauptwerke, L.F. Richardson (1960), verwertet.

28 Vor allem durch das hervorragend kommentierte, leicht verständliche Exzerpt von Richardsons wichtigsten Arbeiten von A. Rapoport (1957), über Rüstungswettläufe besonders pp. 275-282. Eine neuere, aber recht simple Darstellung ist M. Nicholson (1970), pp. 121-133.

29 Leider hat diese Rezeption nicht nur Korrekturen, theoretische Weiterentwicklungen und empirische Tests, die alle noch erwähnt werden, sondern auch eine Unmenge von Literatur hervorgebracht, bei der sich die Rezeption darauf beschränkt, jeden zweiseitigen Rückkopplungsprozeß - vom Ehekrach bis zur Eskalation von Kriegen - einen "Richardson-process" zu nennen; cf. H.R. Alker (1971), pp. 11-18. Einige besonders gedankenlose Übertragungen von Richardsons Ideen werden im Abschnitt 2.2.1.2. erscheinen.

tischen Wissenschaft hat eine Rezeption dagegen kaum stattgefunden ³⁰. Da ich einen beträchtlichen Teil meines Vorhabens auf die "klassische" Zwei-Nationen Theorie Richardsons stütze, will ich sie hier referieren.

Richardson geht aus von einer Klassifikation der Motive, die einen Staat dazu bringen, in Friedenszeiten seine eigene Rüstung ³¹ zu steigern oder zu verringern, und faßt sie in drei Gruppen zusammen. Die Motive der ersten Gruppe hängen von der eigenen Rüstung ab, die der zweiten von der Rüstung anderer Staaten, und die der dritten sind von irgendwelcher vorhandenen Rüstung unabhängig.

Von der Rüstung anderer Staaten fühlt sich ein Staat bedroht. Er sieht ihre Bereitschaft, Krieg zu führen, und er kennt nicht ihre diesbezüglichen Absichten. Getreu dem Grundsatz, daß sich für den Krieg rüsten solle, wer ihn vermeiden wolle, muß der Staat seine Rüstung erhöhen, um sein legitimes Recht auf Selbstverteidigung wahrnehmen zu können ³². Unter der ver-

30 Auch K.J. Gantzel (1969) bildet nur indirekt eine Ausnahme. Er stützt sich fast ausschließlich auf K.E. Boulding (1963b). Zum Verhältnis von Bouldings Behandlung von Rüstungswettläufen zu der Richardsons cf. die Angaben in Anm. 11. Bei Gantzel ist auch übernommen die kritisierbare Synonymität von "Rüstung" und "Feindseligkeit", cf. W.R. Caspary (1969), p. 21.

31 Zur Messung der Variablen "Rüstung" cf. 4.2.

32 Diesen Gedankengang stellt sehr klar W.K.H. Panofsky (1971), p. 16, dar. Cf. weiter auch P. Noel-Baker (1958), pp. 32, 37, L. Watson (1967), pp. 1-4, T.C. Schelling (1963d), p. 606, R. Naroll (1970), p. 28. Die Unsicherheit des Staates kann sich natürlich nicht nur auf die Absichten des potentiellen Gegners, sondern auch auf dessen Rüstung erstrecken. Im allgemeinen erhöht das noch die Neigung, von ihm eine "greater than expected threat" zu erwarten", cf. G.W. Rathjens (1969a), pp. 24-29.

einfachenden Annahme, daß die bedrohliche Umwelt aus einem einzigen anderen Staat besteht - was natürlich nur heißt, daß die Rüstung aller anderen Staaten, aus welchen Gründen auch immer, nicht als bedrohlich angesehen wird - kann die verbale Formulierung, die Zuwachsrates der Rüstung eines Staates sei proportional der Bedrohung durch die Rüstung des Gegners, folgendermaßen in Symbole "übersetzt" werden:

$$dx/dt=ky \quad (1)$$

Dabei ist x die Rüstung des ersten, sich bedroht fühlenden Staates, y ist die Rüstung seines Gegners, von der er sich bedroht sieht, t ist die Zeit, und k ist eine positive Konstante, die über die Stärke der Reaktion des ersten Staates (ich nenne ihn fortan A) auf die Bedrohung durch die Rüstung des zweiten (B) Auskunft gibt. Richardson nennt diese Konstante den "defense coefficient". Analog gilt für den Staat B:

$$dy/dt=lx \quad (2)$$

Die allgemeine Lösung ³³ des Gleichungssystems ((1), (2)) lautet ³⁴:

$$x=c_1(kl)^{1/2}e^{t(kl)^{1/2}}+c_2(kl)^{1/2}e^{-t(kl)^{1/2}} \quad (3)$$

$$y=c_1le^{t(kl)^{1/2}}-c_2le^{-t(kl)^{1/2}} \quad (4)$$

³³ Zu Lösungen von Differentialgleichungssystemen cf. allgemein S.L. Ross (1966), pp. 216-223.

³⁴ Diese Lösung unterscheidet sich von der bei L.F. Richardson (1960), Anm. 1, p. 14, angegebenen, weil dort die vereinfachende Annahme gleicher "defense coefficients" ($k=l$) gemacht wird.

Wenn zu irgendeinem Zeitpunkt x und y jeweils positiv ist, dann steigt die Rüstung beiderseits wegen (1) und (2) unaufhaltsam und immer schneller. Gilt zusätzlich noch in $t=0$, daß $x=y$ und $k=1$, dann ist in (3) und (4) $c_2=0$ und $(kl)^{1/2}=1$, und die Rüstung hat auf beiden Seiten zu allen Zeiten den gleichen Stand ($x=y$ für alle t und $x, y \rightarrow \infty$).

Unabhängig von den besonderen Annahmen des letzten Satzes hat das System ((1), (2)) kein stabiles Gleichgewicht³⁵. Das einzige Gleichgewicht liegt bei $x=y=0$, dann ist $dx/dt=dy/dt=0$. Aber schon die geringste Auslenkung aus diesem Gleichgewicht genügt, um das exponentielle Wachstum von x und y (gegen $+\infty$ oder $-\infty$) wieder in Gang zu setzen.

Auf dem Weg zu einem realistischeren Rüstungswettlaufmodell liegt als nächster Schritt der Einbau von die Aufrüstung bremsenden Faktoren. Damit sind hauptsächlich ökonomische Zwänge gemeint, die aus der Knappheit der Ressourcen resultieren³⁶. Ihre beschränkende Wirkung soll proportional sein dem Umfang der bereits akkumulierten Rüstung, wobei selbstverständlich jeder

35 Vom Gleichgewicht des Systems spreche ich hier nur, um die Suche Richardsons nach weiteren Motiven für die Aufrüstung eines Staates verständlich zu machen. Ein Rüstungswettlaufmodell, das keine - zumindest für einen gewissen Zeitraum - stabilen Gleichgewichte zuläßt, kann keinesfalls ausreichen, um staatliches Rüstungsverhalten zu erklären. Ansonsten gehe ich in dieser Arbeit nicht auf Gleichgewichts- und Stabilitätsuntersuchungen an Rüstungswettlaufmodellen ein. Dieser Problembereich kann ohne weiteres von dem hier behandelten, Modell zur Beschreibung und Erklärung von reaktivem Rüstungsverhalten, abgetrennt werden, was ich in einem gesonderten Aufsatz bereits getan habe; cf. J. Rattinger (1972).

36 Zu den Auswirkungen knapper Ressourcen auf Entscheidungen über Rüstungsprogramme cf. allgemein C.F. Hitch (1960), Kapitel 3, besonders pp. 28-30.

Staat durch seine eigene Rüstung in seiner weiteren Aufrüstung gebremst wird. Die Gleichungen (1) und (2) sehen also nach ihrer Erweiterung so aus:

$$dx/dt = ky - ax \quad (5)$$

$$dy/dt = lx - by \quad (6)$$

Die Koeffizienten a und b sind hier positive Konstanten und bestimmen das Ausmaß der Belastung eines Staates durch seine eigene Rüstung. Sie heißen bei Richardson "fatigue and expense coefficients".

Jetzt fehlen nur noch die von der eigenen und der gegnerischen Rüstung unabhängigen Motive, die einen Staat in seinem Rüstungsverhalten beeinflussen. Es handelt sich um Aggressivität, nationale Vorurteile und Stereotype, Unzufriedenheit mit der eigenen internationalen Lage, Erbfeindschaften etc. Richardson subsumiert all dies in einer additiven Konstante, die er "grievances" nennt. Seine Vorstellung ist dabei, jene Faktoren einzubeziehen, die zwar die Rüstung eines Staates steigern, aber in ihrer Wirkung über die Zeit hinweg konstant bleiben ³⁷.

37 Die Argumente Richardsons gegen den antizipierten Einwand, seine "grievances" seien in ihrem Effekt schwer zu bestimmen, vor allem sei keine kommensurable Einheit vorhanden, überzeugen nicht ganz; cf. L.F. Richardson (1960), p. 16. Seine eigenen Ausführungen zu ihrer Größenordnung, pp. 21 f., beschränken sich auf die Bekräftigung, daß sie in der Zeit konstant bleiben. In ihrem numerischen Wert können sie erst bestimmt werden, was Richardson aber nicht tut, nachdem die Werte aller anderen Koeffizienten feststehen; ein Beispiel dafür bietet die Untersuchung des Rüstungswettlaufs vor dem Ersten Weltkrieg, besonders pp. 33 f.

Bei kurzfristigen Analysen von Rüstungsverhalten, z.B. von einem Jahr zum nächsten, kann dagegen nicht getrennt werden, wieviel von dem beobachteten Zuwachs von x (dx) auf y und x und wieviel auf die "grievances" von A zurückzuführen ist. Trotz dieses Einwands erfreut sich die Darstellung der

Forts. 37:

"grievances" durch Richardson großer Beliebtheit; cf. z.B. G. Bateson (1949), p. 125, P. Smoker (1963b), p. 62, (1964a), p. 56, (1967a), p. 43, A. Rapoport (1960), pp. 20 f., 25 f., 28, N.P. Gleditsch (1967), p. 10. Den Einwand zu entkräften versucht unter Hinweis auf die Meßbarkeit der "grievances" R.H. Cady (1966), p. 16, was bei M. Chatterji (1969), pp. 89 f., 97, durchgeführt ist. Einen anderen Versuch "grievances" unabhängig von den anderen Parametern zu bestimmen, unternimmt M. Wolfson (1968), p. 111. W.R. Caspary (1967), pp. 70 f., meint, durch eine Umordnung der Gleichungen (7) und (8) zu einer Interpretation der "grievances" als kleinstem akzeptablem Rüstungsstand zu kommen, aber wie P. Chatterjee (1971), p. 12, gezeigt hat, bringt Caspary nichts, was nicht schon aus den ursprünglichen Gleichungen ersichtlich gewesen wäre.

Aus Erregung darüber, daß der Geist Richardsons immer noch in verwirrten Köpfen spukt, wiederholt und erweitert Caspary seine Kritik im Anhang von W.R. Caspary (1969) (Titel: "Banishing the Ghost of L.F. Richardson") noch, wodurch sie nicht richtiger wird. Korrekt ist nur, daß Richardsons System ((7),(8)) auch als "ratio goal"-Modell aufgefaßt werden kann, aber darauf beruht auch schon die Adaptation von Richardsons Modell in K.E. Boulding (1963b), Kapitel 2. Auch M.D. Intriligator (1968b), p. 11, besonders Anm. 1, hat schon gezeigt, daß die partielle Gleichgewichtskurve $dx/dt=0$ durch Division durch a (oder auch k!) ein "ratio goal" darstellt. Caspary fällt ganz einfach seiner nach dieser Prozedur neu eingeführten Terminologie zum Opfer. Bei P.A. Busch (1970), pp. 208 f. ist eine ähnliche Verwirrung auszumachen. Vielleicht kann ich das Mißverständnis durch die Feststellung auflösen, daß Caspary zwar Kombinationen von Richardsons Parametern eine empirische Interpretation gibt, aber keine Aussagen erzeugt, die nicht unmittelbar aus Richardsons Gleichungen ableitbar wären.

Da ich selbst bei meinen eigenen Modellen die additive Konstante nicht mitführen werde, wobei ich mich auf die Argumentation von P. Chatterjee (1971), pp. 8 f., P.E. Chase (1969), p. 140 und (1968b), pp. 145 f., W.R. Caspary (1969), p. 37, stützen kann, will ich Richardsons "grievances" keine längere Diskussion widmen. Soviel aber sei gesagt: Aus der Art ihrer Einführung in L.F. Richardson (1960), pp. 15 f., und (1950), p. 232, gewinne ich den Eindruck, daß sie eher einem Bedürfnis nach allgemeinen Formulierung-

Forts. S. 21

Aus den Gleichungen (5) und (6) wird mithin:

$$dx/dt = ky - ax + g \quad (7)$$

$$dy/dt = lx - by + h \quad (8)$$

Diese beiden Gleichungen bilden das "klassische" Rüstungswettlaufmodell Richardsons für zwei Staaten ³⁸. Bevor ich noch kurz auf einige Sonderfälle, mögliche Deduktionen und die Verallgemeinerung des Systems eingehe, will ich hier die geometrische Bedeutung des Gleichungssystems noch vertiefen, die bei Richardson etwas unpräzise abgehandelt wird ³⁹, aber für formal nicht allzu trainierte Leser hilfreich ist.

Die Variablen x und y spannen die "internationale (x, y -) Ebene" auf, in der jeder historische Punkt durch ein geordnetes Paar von Werten der beiden Variablen eindeutig charakterisiert wird. Die Gleichungen (7) und (8) beschreiben die Bewegung des historischen Punktes nicht unmittelbar in der x, y -Ebene, sondern im x, y, t -Raum. Die Projektion des Graphen dieses Systems

Forts. 37:

gen entspringt als theoretischen Überlegungen, womit ersteres nicht abqualifiziert werden soll. Es fragt sich nur, ob Allgemeinheit nicht hätte erreicht werden können, ohne g und h theoretisch so zu überfrachten. Es scheint mir nicht abwegig, die von Richardson unter "grievances" geführten Motive eines Staates zur Aufrüstung unter dem "defense coefficient" k (1) laufen zu lassen. Damit würden sie über die Intensität der Reaktion von A auf die Rüstung von B mitentscheiden und nicht in einem Anhängsel untergebracht, das bei großen Werten von x und y ohnehin keine Bedeutung hat. Aber damit beginne ich bereits, auf 4.3. vorzugreifen.

38 Die Kritik Casparys daran, cf. W.R. Caspary (1967), pp. 67-69, gilt allenfalls für das System ((1),(2)), wenn er sie auf das System ((7),(8)) bezieht, ist sie einfach falsch.

39 L.F. Richardson (1960), p. 16.

parallel zur t-Achse liefert den Graphen der Bewegung des historischen Punktes in der x,y-Ebene. Die diese Bewegung beschreibende Gleichung erhält man durch Substitution von dt in (7) und (8), was die Differentialgleichung

$$dy/dx=(lx-by+h)/(ky-ax+g) \quad (9)$$

ergibt.

Die Lösungen von (7) und (8) ⁴⁰ geben die Rüstungsstände beider Staaten in Abhängigkeit von der Zeit an ⁴¹. Für jedes beliebige geordnete Tripel aus x_1 , y_1 und t_1 gilt dann: Ist $x_1=G(t_1)$ und $y_1=H(t_1)$, wobei G und H die Lösungen des Systems ((7),(8)) seien, dann gilt $y_1=f(x_1)$, wenn f die Lösung von (9) ist.

2.2.1.1.2. Weiterentwicklungen seines Zwei-Nationen Modells durch Richardson

2.2.1.1.2.1. Numerische Werte der Parameter

Nach der Einführung seines Zwei-Nationen-Modells diskutiert Richardson die Möglichkeit, durch Subtraktion des Handels zwischen zwei Staaten von ihrer Rüstung (als Maß der der Rüstung entgegengesetzten Kooperation) zu einem besseren Maß für die Bedrohung eines Staates durch einen anderen zu gelangen ⁴². Da über

40 Zur Lösung dieses inhomogenen Systems muß die Operatormethode in S.L. Ross (1966), pp. 236-243, verwandt werden.

41 Zu diesem Zusammenhang cf. auch A. Rapoport (1968), p. 5.

42 L.F. Richardson (1960), pp. 19 f., 29-31. In empirischen Tests macht er davon ausgiebig Gebrauch, z.B. ibid., pp. 99-103, 103-105, 121-123, 225.

die Untauglichkeit dieses Versuchs Konsens besteht ⁴³, kann ich mir Darstellung und Erörterung sparen.

Anschließend geht Richardson daran, die Einheit und die Größenordnung der Koeffizienten k (1) und a (b) zu bestimmen ⁴⁴. Sind in (8) l und h gleich 0, dann gilt auch $y=g=0$. Damit wird (7) zu:

$$dx/dt = -ax \quad (10)$$

(10) hat die Lösung

$$\ln x = at + C \quad (11)$$

oder

$$x = ce^{-at} \quad (12)$$

Da der Exponent in (12) eine unbenannte Zahl ist, t aber die Einheit "Jahre" hat, muß a die Einheit "Jahre⁻¹" haben. a ist also der Kehrwert einer Zeit. Wenn at um 1 erhöht wird, sinkt x auf das $1/e$ -fache seines Ausgangswertes. Aus der Annahme, daß das bei $y=g=0$ in etwa einem bis drei Jahren geschehen kann, kommt Richardson zu einem Wert für a zwischen 0,1 und 0,9. Er nennt a^{-1} und b^{-1} "relaxation times" ⁴⁵.

⁴³ Z.B. in der Stellungnahme von K.E. Boulding im Vorwort zu L.F. Richardson (1960), pp. viif., ebenfalls bei K.E. Boulding (1963b), p. 35, und Q. Wright (1965a), pp. 1482 f.

⁴⁴ Neben den im folgenden Text geschilderten Prozeduren findet sich bei L.F. Richardson (1960), pp. 44 f., ein weiteres Verfahren zur Bestimmung der Werte der "defense" und "fatigue and expense" Koeffizienten.

⁴⁵ L.F. Richardson (1960), p. 20; in Kapitel 18, pp. 184-191, wird noch eine detailliertere Schätzung für a und b vorgenommen, dabei gelangt Richardson zu einem durchschnittlichen Wert von 1,13 für a . Diesem Wert traue ich aus zweierlei Gründen nicht.

Auch k und l sind Kehrwerte eines Zeitraums. Es sei $a=g=0$ und $y=y_1$ =konstant, dann wird (7) zu:

$$dx/dt=ky_1 \quad (13)$$

Wenn $x=0$ dauert es $1/k$ Jahre bis $x=y_1$, die Einheit von k (1) ist also ebenfalls "Jahre⁻¹". Richardson nennt k^{-1} und l^{-1} "apparent catching up time" ⁴⁶. Die Größenordnung bestimmt er aus der Überlegung, daß das

Forts. 45:

Erstens sind zum Teil viel zuwenig Daten vorhanden, um das verwandte Regressionsverfahren zu ermöglichen (bei Italien z.B. nur zwei Punkte in der Zeit, cf. pp. 187, 189 f.), zweitens ist jede Verwendung der Schätzung mit den teilweise unrealistischen Annahmen belastet, die bei ihrer Berechnung gemacht wurden (pp. 184 f.). Trotzdem ist diese letztere Methode der Parameterschätzung meines Wissens bislang nicht kritisiert worden. Sie wird entweder wohlwollend referiert, z.B. bei A. Rapoport (1960), pp. 39 f., und bei M.D. Intriligator (1968b), Anm. 2, p. 10, oder zur Grundlage eigener Berechnungen gemacht, wie bei P. Smoker (1963b), p. 66. Unhaltbar ist die Kritik von W.R. Caspary (1967), pp. 72 f., der a offenbar mit k verwechselt, da er von a als einer Größe spricht, welche die "catching up time" bestimme.

- 46 Richardson geht mit etwas leichter Hand darüber hinweg, daß k^{-1} nur "catching up time" ist, wenn $a=0$. Nur dann bleibt auch die Geschwindigkeit der Auf-rüstung (dx/dt) konstant, was er ausdrücklich fordert ("... we do not slow down!", p. 21). Ist $a=0$, strebt x von 0 aus gegen den Wert ky_1/a , was sowohl die Differentialgleichung

$$dx/dt=ky_1-ax \quad (14)$$

für $dx/dt=0$ als auch deren Lösung

$$x=(ky_1/a)(1-e^{-at}) \quad (15)$$

für $t \rightarrow \infty$ zeigt.

Ob also überhaupt "catching up" eintritt, hängt ab von k/a . Für endliches t tritt dieser Fall nur ein bei $k>a$. Dasselbe zeigt auch die Formel für die "catching up time" t_{cu} , die man erhält, wenn man in (15) $x=y_1$ setzt.

Dann ist $t_{cu}=(1/a)\ln(k/(k-a))$, was nur einen endlichen Wert für t_{cu} ergibt, wenn $k>a$.

Deutsche Reich in den drei Jahren von 1933-1936 von einem von 0 nicht allzu weit entfernten Rüstungsstand aus den Anschluß an seine potentiellen Gegner gefunden habe, was $1/k=3$ und $k=0,3$ entspricht ⁴⁷.

2.2.1.1.2.2. Sonderfälle und Verallgemeinerungen des Zwei-Nationen Modells

2.2.1.1.2.2.1. "Rivalität"

Als ersten Sonderfall seines Zwei-Nationen Modells stellt Richardson die Einbeziehung von "Rivalität" in seine ursprünglichen Gleichungen vor. Die Annahme dabei lautet, daß ein Staat mit seiner Rüstung nicht auf den absoluten Betrag der Rüstung seines Gegners reagiert, sondern auf den Unterschied zwischen seiner eigenen und der gegnerischen Rüstung ⁴⁸. Die Formali-

⁴⁷ L.F. Richardson (1960), pp. 20 f.; aus gänzlich andersartigen Überlegungen leitet Richardson einen ähnlichen Wert für k und l ab; cf. *ibid.* pp. 30 f. Auch diesem Wert traue ich nicht mehr als dem für a und b , da bei seiner Herleitung a vernachlässigt wurde. Welche Folgen das hat, habe ich in der vorhergehenden Anmerkung gezeigt. Der tatsächliche Wert kann, je nach a , um ein Vielfaches höher sein als $0,3$; cf. auch die Kritik von P.A. Busch (1970), pp. 198-200, und, besonders wichtig, da auf einschlägige historische Fakten gestützt, A. Rapoport (1960), pp. 43 f.

An dem Mißtrauen gegen Richardsons Methoden der Parameterschätzung ändert auch sein Vergleich seiner eigenen Koeffizienten mit den durch "expert rating" gewonnenen Spannungsmaßnahmen von F.L. Klingberg (1941), p. 344, nichts, da er keinerlei Begründung dafür hat, warum Klingbergs Maße und seine eigenen Koeffizienten überhaupt korreliert sein sollten; cf. L.F. Richardson (1960), pp. 209 f.

⁴⁸ Den Fall, daß sowohl Staat A als auch B auf $x-y$ reagieren, also nicht A auf $y-x$, wobei $(x-y) > 0$, diskutiert auf verbaler Ebene G. Bateson (1949), p. 125. Ausgeführt wird das in dem mathematischen Modell des Kalten Kriegs von Wolfson, wo beide Seiten auf den Unterschied zwischen der russischen und der

sierung dieser Annahme führt zu dem folgenden Gleichungssystem ⁴⁹:

$$dx/dt = k(y-x) - ax + g \quad (16)$$

$$dy/dt = l(x-y) - by + h \quad (17)$$

Das System ((16), (17)) kann Rüstungswettläufe nicht beschreiben und erklären, weil es unabhängig von der Größe der Koeffizienten einen stabilen Gleichgewichtspunkt besitzt ⁵⁰. Deshalb wird es von Richardson verworfen ⁵¹.

Forts. 48:

amerikanischen "cold war activity" reagieren; cf. M. Wolfson (1968), Anm. 1, p. 108, pp. 111, 116.

49 L.F. Richardson (1960), p. 35.

50 Zu dem Kommentar von P. Chatterjee (1971), pp. 9 f., das liege an Richardsons Annahmen, kann man nur sagen: woran sonst? Wenn er zusätzlich ausführt, Richardsons Annahmen ließen jetzt gar keine Rüstungswettläufe mehr zu, so sagt das mehr über Chatterjees implizite Definition eines Rüstungswettlaufs als über Richardsons Modell.

51 L.F. Richardson (1960), p. 36. Vielleicht wäre eine bessere Formulierung für Rivalität, daß jeder Staat auf den Teil der Rüstung des Gegners reagiert, der einen bestimmten Bruchteil der eigenen Rüstung, px und qy , übersteigt. A gesteht sozusagen B die Rüstung px zu und fühlt sich nur von dessen weitergehender Rüstung bedroht. Dieses System wird dargestellt durch die Gleichungen

$$dx/dt = k(y - px) - ax + g \quad (18)$$

$$dy/dt = l(x - qy) - by + h \quad (19)$$

Die Stabilitätsbedingung für das Gleichgewicht lautet $kl < (kp+a)(lq+b)$, für den Sonderfall $a=b$, $k=l$, $p=q$ lautet sie $(k-a) < kp$. Je kleiner also der Anteil der eigenen Rüstung, den A dem Staat B zugesteht, desto größer muß bei konstantem k a sein, um ein stabiles Gleichgewicht zu gewährleisten.

Unhaltbar ist die Kritik von M. Mihalka (1971), pp. 38-41, an Richardsons Rivalitäts-Modell. Er stellt es als Richardsons Version eines "ratio-goal" Modells hin und bezeichnet das zu Recht als unbrauchbare Formulierung. Als "ratio-goal" Modell ist Richardsons Modell aber nicht intendiert.

2.2.1.1.2.2.2. "Unterwürfigkeit"

Der zweite wichtige Sonderfall des Zwei-Nationen-Modells Richardsons ist die Theorie der "submissiveness", der Unterwürfigkeit eines Staates angesichts einer übergroßen Bedrohung⁵². Dabei wird angenommen, daß ein Staat A im Rüstungswettlauf "das Handtuch werfen" könne, wenn der Abstand zwischen ihm und B zu groß werde, um noch aufgeholt zu werden⁵³. Das heißt aber, daß A's Reaktion auf B's Rüstung um so schwächer ist, je größer der Unterschied beider Rüstungen, $y-x$, ist:

$$dx/dt = k(1-s(y-x))y - ax + g \quad (20)$$

$$dy/dt = l(1-r(x-y))x - by + h \quad (21)$$

s und r sind positive Konstanten, Maße für die "Unterwürfigkeit" von A und B. Die Untersuchung des Verhaltens des Systems ((20), (21)), kann über die partiellen Gleichgewichtskurven $dx/dt=0$, $dy/dt=0$ erfolgen⁵⁴; da es sich dabei aber um nichtlineare Funktionen handelt, ist es einfacher, $(x+y)$ und $(x-y)$ zu untersuchen⁵⁵.

Der Einfachheit halber sei $g=h=0$ und $k=1$, $a=b$, $s=r$. Dann wird aus (20) und (21):

$$dx/dt = k(1-s(y-x))y - ax \quad (22)$$

$$dy/dt = k(1-s(x-y))x - ay \quad (23)$$

52 L.F. Richardson (1960), pp. 55-60, (1951a) und (1951b).

53 Diese Überlegung liegt auch dem Vorschlag Schellings zugrunde, die Drohung mit der Intensivierung des Rüstungswettlaufs als Instrument der Verhaltenskontrolle zu benutzen; cf. T.C. Schelling (1963d), pp. 612-616.

54 Das findet bei L.F. Richardson (1960), pp. 56-60, statt.

55 L.F. Richardson (1951a), p. 568. Von dort ist auch die folgende Ableitung entnommen.

(22)+(23) ergibt:

$$d(x+y)/dt=(k-a)(x+y)-ks(x-y)^2 \quad (24)$$

und (22)-(23):

$$d(x-y)/dt=-(k+a)(x-y)+ks(x^2-y^2) \quad (25)$$

(24) wird dividiert durch (x+y):

$$d(\ln(x+y))/dt=(k-a)-ks(x-y)^2/(x+y) \quad (26)$$

(25) wird dividiert durch (x-y):

$$d(\ln |x-y|)/dt=-(k+a)+ks(x+y) \quad (27)$$

Sind in t_0 x und y beide sehr klein, aber größer als 0, kann der jeweils zweite Summand in (26) und (27) vernachlässigt werden. Man erhält dann:

$$d(\ln(x+y))/dt=k-a \quad (28)$$

$$d(\ln |x-y|)/dt=-(k+a) \quad (29)$$

Da die rechte Seite von (29) negativ ist, gilt $|x-y| \rightarrow 0$; da $(k-a) > 0$ ⁵⁶ wächst $x+y$. Damit kann der zweite Summand in (26) noch berechtigter vernachlässigt werden, nicht aber in (27). Zu einem kritischen Zeitpunkt t_1 wird $ks(x+y) > (k+a)$ und damit

$$d(\ln |x-y|)/dt > 0 \text{ in (27).}$$

Da $(x-y)$ immer noch ungefähr gleich 0 und $d|x-y|/dt = |x-y| d(\ln|x-y|)/dt$, dauert es noch eine Weile, bis $|x-y|$ sich spürbar von 0 unterscheidet. Wenn das der Fall ist, wird nach einiger Zeit ein zweiter kritischer Zeitpunkt t_2 erreicht, zu dem in (26) $ks(x-y)^2/(x+y) > (k-a)$, also $d(\ln(x+y))/dt < 0$. Da aber $d(x+y)/dt = (x+y) d(\ln(x+y))/dt$ und $(x+y)$ groß und positiv ist,

⁵⁶ Das wird aufgrund der vorhergehenden Schätzung der Größenordnungen der Parameter angenommen; cf. 2.2.1.1.2.1.

sinkt ($x+y$) sofort. Das ist der Effekt der Unterwürfigkeit der im Rüstungswettlauf zurückgebliebenen Seite ⁵⁷.

2.2.1.1.2.2.3. Das n-Nationen Modell

Nun noch kurz zu der Verallgemeinerung des Zwei-Nationen Modells zu einem Modell des n-Nationen Rüstungswettlaufs. Ich werde selbst von dieser Verallgemeinerung keinen Gebrauch machen, aber da ihr einer der beiden ausführlichen Tests, denen Richardson seine Modelle unterzieht, gewidmet ist, soll sie immerhin erwähnt werden. Zunächst fügt er zu den beiden grundlegenden Gleichungen (7) und (8) noch eine analog aufgebaute dritte hinzu, so daß er ein System erhält, das die Bewegung des historischen Punktes im vierdimensionalen Raum beschreibt (x,y,z,t) ⁵⁸.

Anhand der Verallgemeinerung der zuvor für den Fall zweier Nationen entwickelten Methode ⁵⁹ untersucht er dann den dreiseitigen Rüstungswettlauf auf Gleichgewicht und dessen Stabilität mit Hilfe der Lösungen der charakteristischen Gleichung der Koeffizientenmatrix ⁶⁰.

57 K.E. Boulding (1963b), pp. 51 f. und Figure 3.6, zieht einen interessanten Vergleich zwischen der bei Richardsons "submissiveness"-Modell möglichen spiralförmigen Annäherung an den Gleichgewichtspunkt (cf. L.F. Richardson (1960), p. 50 und Fig. 12) und gewissen Typen von variable-sum-games, wo ähnliche Oszillation zwischen kooperativem und feindseligem Verhalten beobachtet werden kann.

58 L.F. Richardson (1960), pp. 149 f. Die Verallgemeinerung seiner Version des Richardson Modells (cf. K.E. Boulding (1963b), Kapitel 2) bringt K.E. Boulding (1967), pp. 366-368.

59 L.F. Richardson (1960), Kapitel 3, pp. 37-51.

60 Ibid., pp. 150-159.

Anschließend modifiziert er das Drei-Nationen Modell so, daß es gerichtete Intentionen (Rüstung und "grievances") berücksichtigen kann. Dabei wird das Verhalten jedes Staates durch zwei Differentialgleichungen beschrieben, die angeben, wie er seine gegen jeden der beiden anderen Staaten gerichtete Rüstung erhöht ⁶¹. Den allgemeinsten Fall bildet dann das n-Nationen Modell, das aus n simultanen Differentialgleichungen besteht ⁶². Dieses System wird dann mit den gleichen Methoden wie im Drei-Nationen Fall unter vereinfachenden Annahmen über die Werte der Koeffizienten, Allianzbildung, beschränkte Interaktion räumlich getrennter Staaten und über die Größe der einzelnen Staaten auf die Stabilität seines Gleichgewichts - soweit vorhanden - untersucht ⁶³.

2.2.1.2. Systemmodelle - Modifikationen der "klassischen" Modelle

2.2.1.2.1. Vorbemerkung

Zur Zeit liegen schon einige Literaturberichte über den Stand der Theorie über Rüstungswettläufe vor ⁶⁴. Leider gehen sie nicht im wünschbaren Ausmaß auf die Kritik der bislang vorgeschlagenen Systemmodelle ein ⁶⁵.

61 L.F. Richardson (1960), Kapitel 3, pp.160-162.

62 Ibid., pp. 163 f.

63 Ibid., pp. 169-183.

64 P.A. Busch (1970), C.S. Gray (1971), T.L. Saaty (1968), pp. 46-54, P. Chatterjee (1971), pp. 1-15. Etwas älteren Datums ist R.H. Cady (1966).

65 Mit Ausnahme seines Wellenmodells, cf. P. Smoker (1966) und (1967a), werden die Arbeiten Smokers im allgemeinen kritiklos referiert. Weitgehend akzeptiert ist W.R. Caspary (1967), z.B. bei T.L. Saaty (1968), pp. 48 f., P.A. Busch (1970), pp. 208-213, von marginalen Kritikpunkten abgesehen auch bei

Besonders der Aufsatz von C.S. Gray ist unter diesem Aspekt enttäuschend, da er sich in die Tradition des historisch-spekulativen Raisonnements⁶⁶ über Rüstungswettläufe einreihet, das, von einer heillosen Sprachverwirrung abgesehen, keinen dauerhaften Beitrag zur Theorie der Rüstungswettläufe geleistet hat⁶⁷.

Hält man sich die in diesem Abschnitt vorzustellenden Arbeiten vor Augen, so wird man nicht umhin können, Singer zu widersprechen, der meint, alle diese Systemmodelle seien lediglich Variationen der "klassischen" Theorie Richardsons⁶⁸. Immerhin sind darunter solche, die, von Unbehagen über theoretische Schwächen des Richardson'schen Systemmodells ausgehend, diese beseitigen und damit einen kleinen Beitrag zur Fortentwicklung der Theorie leisten. Mindestens ebenso viele Beiträge jedoch nehmen Richardson für recht abenteuerliche Unternehmungen in Anspruch.

Forts. 65:

P. Chatterjee (1971), pp. 10-14. Eine Darstellung und Kritik von M. Wolfson (1968) liefert P.A. Busch (1970), pp. 213-220, besonders pp. 219 f. Was bislang weitgehend fehlt, ist - teils wegen des neueren Datums dieser Arbeiten - eine kritische Auseinandersetzung mit N.Z. Alcock (1969a), (1969b), (1970a), (1971a), (1971b), (1972a), P.E. Chase (1968a), (1969), (1968b), (1971), J.C. Lambelet (1971) und (1972), M. Chatterji (1969), R.P. Lagerstrom (1968), E.B. Hansen (1964), M. Mihalka (1971) und mit P. Smoker (1963a), (1963b), (1964a), (1964b), (1965a), (1965b). Da Smoker sich theoretisch hauptsächlich auf Richardsons "submissiveness"-Modell stützt und meine Kritik sich vor allem gegen seine Meßkonzepte richtet, wird sie erst im dritten Kapitel angebracht. Soweit sie sich auf die Verwendung von Richardsons Testmethoden bezieht, wird sie im Abschnitt 2.2.2.2. vorgenommen.

66 Z.B. S.P. Huntington (1958), C.B. Joynt (1964), D.C. Watt (1962).

67 Dieser Vorwurf wird in 3.3. vertieft werden.

68 J.D. Singer (1970), p. 137.

2.2.1.2.2. Fehlgeschlagene Versuche der Fortentwicklung

Alcock z.B. stellt ohne weitere theoretische Vorüberlegung, angeblich bestärkt durch eine Simulation von Milstein ⁶⁹, die Hypothese auf, die Eskalation beschränkter lokaler Kriege, speziell des Vietnamkriegs, werde in den Verlustzahlen beider Seiten durch das Rüstungswettlaufmodell Richardsons beschrieben (und wohl auch erklärt) ⁷⁰. Mir erscheint das weit weniger selbstverständlich als Alcock. Warum werden denn bei den Tests x und y durch Verlustzahlen ⁷¹ und nicht

- 69 Nach meiner Kenntnis von J.S. Milstein (1968) beschränkt sich dort der Bezug auf Richardsons Rüstungswettlaufmodell auf die dreimalige Nennung des Namens "Richardson" (pp. 172, 174, 176). Die von N.Z. Alcock (1969a), p. 110, als Referenz genannte Passage von Milsteins Aufsatz (p. 176) deutet allenfalls eine lose Analogie zwischen Richardsons Systemmodell und der Tatsache an, daß feindseilige Aktionen der USA (Bombardierung) zunächst Eskalationsschritte der Nordvietnamesen bewirkten. Eine Verwandtschaft der eigenen Regressionsmethode mit Richardsons Modell wird nicht behauptet.
- 70 N.Z. Alcock (1969a), p. 106, (1969b), p. 1, (1971a), p. 2. Noch bedenklicher als die Aufstellung dieser Hypothese unter Berufung auf Richardson ist der Einsatz von dessen Methoden zum Test der Hypothese; cf. 2.2.2.2. Die Kenntnis dieser Testverfahren erleichtert das Verständnis meiner Kritik an Alcock sehr. Da ihre Darstellung hier den Gedankengang stören würde, aber in 2.2.2.1. ohnehin erfolgen muß, bitte ich den an diesen Details interessierten Leser, sich dort zu informieren. Daß Alcock seine Hypothese über "limited wars" später dann auch an Daten über die Weltkriege testet, will ich als relativ unbedeutenden Kritikpunkt überhaupt nicht mehr länger vertiefen.
- 71 N.Z. Alcock (1969a), p. 106, (1969b), p. 1, (1970 b), p. 10.

durch ein anderes Maß für die Intensität der Kampfhandlungen (z.B. operative Truppenstärken) gemessen? Wenn Alcock weiter als Vorteile seiner Übertragung nennt, sie liefere "... a cause-and-effect hypothesis for the dynamics of conflict" ⁷² und sie erlaube Vorhersagen über die Beendigung von Konflikten ⁷³, dann hätte ich mir zu beiden Punkten Präzisierungen gewünscht.

Weder weiß ich, was Ursache und was Wirkung sein soll, noch wie die Vorhersage aussehen soll. Wenn erst die Verlustzahlen auf 0 gesunken sind, bedarf es keiner prophetischen Gabe, um das nahende Ende des gewaltsamen Konflikts vorherzusagen, und mehr scheint mir bei Alcock nicht möglich zu sein, da er ja behende jeden Knick in seinen "Richardson plots" erklärt. Ich halte es für zumindest problematisch, ein Modell ganz ohne theoretische Diskussion der möglichen Gleichartigkeit des zu erklärenden Verhaltens in einen anderen Kontext zu übertragen ⁷⁴. Wenn man aber beim Test der Ableitungen aus dem Modell in dem neuen Kontext starke Abweichungen von den Vorhersagen bemerkt und dazu erklärt, externe temporäre Störungen großen Umfangs hätten eingewirkt, das Modell erkläre ansonsten das beobachtete Verhalten, dann ist das dasselbe, wie wenn man

72 N.Z. Alcock (1969b), p. 2.

73 Ibid.

74 Zumal Modelle zur Verfügung stehen, welche die in gewaltsamen Konflikten eingesetzten Truppenstärken und Verluste einer Seite in Abhängigkeit von der Zeit und den entsprechenden Größen auf der Gegenseite darstellen; cf. F.W. Lanchester (1916) und die Arbeiten von Voevodsky, z.B. J. Voevodsky (1969), besonders pp. 283-288, (1968), pp. 138 f., (1972), Figure 2, p. 295, cf. auch Anm. 177. Vielleicht wäre es lohnender gewesen, sich dieser etwas näher liegenden Modelle zu bedienen, als Richardsons Modell zu übertragen.

behauptete, die Gravitationsgesetze erklärten eine horizontale Bewegung, bei den Meßdaten unerklärliche Schwankungen feststellte, um dann vorzugeben, die Gravitationskonstante habe sich mehrmals geändert, der Test sei geclückt.

Ein zweites Beispiel für den mißlungenen Versuch, Richardsons Modell fortzuentwickeln, ist das "Wellenmodell" von P. Smoker⁷⁵. Es resultiert aus der Übertragung der Theorie der gedämpften harmonischen Schwingungen auf das Rüstungsverhalten zweier potentieller Gegner. Smoker schlägt zur Beschreibung dieses Verhaltens eine Differentialgleichung zweiter Ordnung vor⁷⁶:

$$m d^2 s / dt^2 + r ds / dt + ks = 0 \quad (30)$$

Dabei bedeutet s die Auslenkung aus der Ruhelage, k die Elastizität des Systems, m die Masse, t die Zeit und r die Dämpfung. Positive Auslenkung soll dabei die Rüstung der einen Seite, negative die der anderen Seite bedeuten. Die partikuläre Lösung von (30) für den Fall schwacher Dämpfung ist⁷⁷:

$$s = A e^{-bt} \sin((ds/dt)t + P) \quad (31)$$

Dabei bedeutet P die Phase und A die anfängliche Amplitude. Der Wert von b hängt von dem numerischen Wert der Dämpfung ab. Hier jedoch beginnen schon die Probleme.

Weder P noch ds/dt haben irgendeine Interpretation im

75 Zuerst in P. Smoker (1966), pp. 151-154, ein sogenannter Test folgt auf pp. 154-158. In ausführlicher Form erscheint dieses Modell dann wieder in P. Smoker (1967a), pp. 53-56.

76 P. Smoker (1967a), p. 54.

77 Ibid., p. 55.

Rüstungswettlauf ⁷⁸. Damit nicht genug. Daß s , die Rüstung, positive und negative Werte annehmen kann, habe ich schon erwähnt, das heißt aber auch, daß sie nach ihrem Maximum fällt, durch 0 geht, um nach ihrem Minimum wieder zu steigen. Das könnte man natürlich auch vermeiden, indem man die Rüstungen der beiden Seiten statt durch (30) oder (31) durch ein Paar von einhüllenden Kurven repräsentiert sein läßt, die mit den Gleichungen der gedämpften Schwingung nur die Werte für ganzzahlige t gemeinsam haben ⁷⁹. Trotz seiner diesbezüglichen Andeutungen und der Verwirklichung dieser Idee in seiner früheren Durchführung ⁸⁰ geht Smoker nicht von der Repräsentation der Rüstung durch (30) und (31) ab. Ganz deutlich wird das bei der Umwandlung des ursprünglich geschlossenen Systems in ein offenes unter Einbeziehung externer Störgrößen ⁸¹ und bei der anschließenden Untersuchung von deren Auswirkungen mit Hilfe der Resonanztheorie ⁸², deren Anwendung ein oszillierendes System voraussetzt ⁸³.

Da das Wellenmodell Smokers anderwärts schon sehr qualifiziert kritisiert worden ist ⁸⁴, will ich nicht

78 P.A. Busch (1970), p. 206.

79 Das scheint Smoker auch andeuten zu wollen, wenn er sagt, $((ds/dt)t+P)$ in (31) sei "in a sense imaginary"; cf. P. Smoker (1967a), p. 55.

80 P. Smoker (1966), pp. 154 f.

81 P. Smoker (1967a), pp. 56-58.

82 Ibid., pp. 58 f.

83 J.G. Dash (1967), p. 64.

84 Vor allem in J.G. Dash (1967). Dieser Kommentar bezieht sich zwar direkt nur auf P. Smoker (1967a), trifft aber P. Smoker (1966) genauso. Weiter P.A. Busch (1970), pp. 205-207, der offensichtlich stark von Dash profitiert hat. Eine kurze Kritik findet sich auch bei P. Chatterjee (1971), p. 14.

weiter darauf eingehen. Ich möchte nur einen Punkt vertiefen, den Dash im Zusammenhang mit der Übertragbarkeit von Modellen in einen anderen empirischen Kontext macht ⁸⁵. Die besprochenen Arbeiten Alcocks und Smokers sind Beispiele für fehlgeschlagene Übertragungen von Modellen. Dash führt Smokers Mißerfolg an, um die Notwendigkeit der Vorsicht bei solcher Übertragung aus den Natur- in die Sozialwissenschaften zu belegen. Ich meine, Alcock zeigt, daß die gleiche Vorsicht bei Transfers innerhalb der Sozialwissenschaften angebracht ist. Mit aller Vorsicht ⁸⁶ möchte ich die beiden Versuche als Beispiele einer möglichen Gefahr der Allgemeinen Systemtheorie, verstanden als Forschungsphilosophie der Suche nach Analogien in Verhalten und Gesetzmäßigkeiten, bezeichnen, nämlich des, wie Busch sagt, "irrelevant modeling".

Unbrauchbar ist auch die "Verallgemeinerung" von Richardsons Modell von Hansen und Ulrich ⁸⁷. Diese Autoren gehen von der Definition der Macht D_B eines Staates A über einen anderen (B) als dem maximalen Zerstörungsgrad aus, den A dem B zufügen kann; also gilt $0 \leq D_B \leq 1$. D_B ist abhängig von den militärischen Machtmitteln, c_A , des Staates A. Es sei $dD_B/dc_A = a_1$ und entsprechend $dD_A/dc_B = a_2$. Es ist evident, daß für $c_A \rightarrow \infty$ gilt: $D_B \rightarrow 1$ und $a_1 \rightarrow 0$. Für dc_A/dt , die Zuwachsrates der militärischen Machtmittel, schreiben die Autoren v_A , entsprechend gilt ⁸⁸ $dc_B/dt = v_B$. Nun führen

85 J.G. Dash (1967), p. 65.

86 Keiner der Autoren beruft sich explizit auf die Allgemeine Systemtheorie.

87 E.B. Hansen (1964), pp. 140 f.

88 Für den notationellen Wirrwarr sind die Autoren verantwortlich, nicht ich. Einige zusätzliche Komplizierungen habe ich ohnehin schon weggelassen und zusätzliche Klärungen eingeführt. Die Autoren sagen z.B. nirgends, daß $a_1 = dD_B/dc_A$, das mußte erst indirekt geschlossen werden.

sie die Annahme ein, daß die Steigerung der Rüstungsausgaben eines Staates A proportional ist der Zunahme der Macht des Staates B über A, die B durch seine eigenen Rüstungsausgaben erreicht ⁸⁹. Damit wird aus Richardsons System ((7),(8)):

$$dx/dt = ka_2 v_B - ax + g \quad (32)$$

$$dy/dt = la_1 v_A - by + h \quad (33)$$

Die triumphierende Behauptung der Autoren lautet nun, wenn D_A und D_B sehr groß seien ($D_A, D_B > (1-\epsilon)$, ϵ beliebig klein aber $\epsilon > 0$), würden a_1, a_2 beliebig klein, da dann $c_A, c_B \rightarrow \infty$, und aus Richardsons Modell sei die Möglichkeit unendlicher Rüstungswettläufe verbannt ⁹⁰. Zu dieser Selbstzufriedenheit besteht nicht der geringste Anlaß, da der angeblich erzielte Effekt ja auf die Ersetzung der Variablen y , für die $y \rightarrow \infty$ gelten muß, da auch $c_B \rightarrow \infty$, durch $a_2 v_B$, das den endlichen Grenzwert 0 haben soll, zurückgeht ⁹¹. Aber die für ihre Interpre-

89 Bei der vorliegenden Machtdefinition ist diese Annahme natürlich unhaltbar. Sie führt nämlich dazu, daß A bei kleiner eigener Rüstung nicht mehr aufrüstet, wenn B ihn fast ganz zerstören kann. Auch bei beiderseits hoher "Macht" ist die Annahme sinnlos, denn seit Jahren steigen die Rüstungsausgaben der Großmächte trotz beiderseits vorhandenen "overkill" Potentials ($D_A \approx D_B \approx 1$ und damit $a_1 = a_2 = 0$) munter weiter.

90 E.B. Hansen (1964), p. 141. Hinweise auf die Möglichkeiten formaler Manipulation ihrer Gleichungen bleiben Hansen et al. schuldig. Dazu müßten sie vor allem angeben, welcher Zusammenhang denn zwischen den Rüstungsausgaben, x und y , und ihren anderen Variablen besteht.

91 Das hat auch A. Boserup klargestellt, wenn auch weniger formal als hier geschehen; cf. A. Boserup (1965), p. 92. Die Replik von E.B. Hansen (1965) ist nicht im mindesten geeignet, diesen Einwand zu entkräften.

tation fundamentale Annahme $\lim_{c_B \rightarrow \infty} a_2 v_B = 0$ haben Hansen et al.

$$c_B \rightarrow \infty$$

keiner Prüfung für würdig befunden. Zwar gilt $\lim_{c_B \rightarrow \infty} a_2 = 0$, aber da $v_B = dc_B/dt$ ist $\lim_{c_B \rightarrow \infty} v_B = \infty$ zumindest

$$c_B \rightarrow \infty$$

möglich⁹². Wenn aber $\lim_{c_B \rightarrow \infty} a_2 = 0$ und $\lim_{c_B \rightarrow \infty} v_B = \infty$, müßte

$$c_B \rightarrow \infty$$

$$c_B \rightarrow \infty$$

$\lim_{c_B \rightarrow \infty} a_2 v_B = 0$ erst bewiesen werden.

$$c_B \rightarrow \infty$$

Nehmen wir an, das sei geschehen; ist damit das Modell widerspruchsfrei? Mitnichten! Damit $a_1 \rightarrow 0$ und $a_2 \rightarrow 0$ muß gelten $c_A \rightarrow \infty$ und $c_B \rightarrow \infty$. Also müssen auch die Rüstungsausgaben, x und y , steigen, wenn nicht gar selbst $\rightarrow \infty$ gehen. Die auf der rechten Seite der Gleichungen (32) und (33) hineingesteckten Annahmen implizieren also $dx/dt > 0$ und $dy/dt > 0$. Andererseits soll aufgrund der gleichen Annahmen auf der linken Seite $dx/dt \rightarrow 0$ und $dy/dt \rightarrow 0$ gelten⁹³. Schlimmer noch: nehmen wir an, daß $ax > g$, $by > h$, was angesichts $c_A \rightarrow \infty$, $c_B \rightarrow \infty$ gerechtfertigt ist, dann folgt - aus denselben Annahmen auf der rechten Seite wie vorher - auf der linken Seite sogar $dx/dt < 0$, $dy/dt < 0$. Ein glatter Widerspruch ist das Ergebnis.

Der Aufsatz von Hansen und Ulrich ist ein Musterbeispiel dafür, wie man mit mathematischen Modellen nicht umgehen sollte. Sie fallen der Tatsache zum Opfer, daß sie, ohne Maßeinheiten und Zusammenhänge der Variablen zu explizieren, verschiedenartige Variablen in ein Modell packen, das dafür nicht vorgesehen ist. Damit liefern sie ein Beispiel für das später noch bei Wolfson

92 Um diesen Fall auszuschließen, müßte man mehr wissen, als die Autoren offenbaren.

92 "... the annual expenditures become roughly constant". E.B. Hansen (1965), p. 193.

zu diagnostizierende kurze Gedächtnis dafür, über welche Variablen man eigentlich gerade spricht oder vorher gesprochen hat.

2.2.1.2.3. Kleinere Modifikationen der "klassischen" Modelle durch zusätzliche Annahmen

Außer dem oben kritisierten Wellenmodell stammen von Smoker mit einer Ausnahme keine weiteren Beiträge zur Entwicklung von Systemmodellen. Diese Ausnahme ist jedoch recht interessant, wird aber von Smoker nicht weiter verfolgt, da er Richardsons "submissiveness"-Modell nicht komplizieren wolle. Es handelt sich um den Vorschlag⁹⁴, in Gleichung (20) $(y-x)$ durch $(y-x)/x$ zu ersetzen und in Gleichung (21) $(x-y)$ durch $(x-y)/y$. Von einer erheblichen Komplizierung von Richardsons System ((20),(21)) kann natürlich nicht die Rede sein⁹⁵,

94 P. Smoker (1965a), p. 94.

95 Dagegen würde Smokers Modifikation eine sehr unrealistische Implikation der ursprünglichen Annahme Richardsons über die Wirkung von "Unterwürfigkeit" aus der Welt schaffen. Diese lautet, daß der Effekt der "Unterwürfigkeit" proportional ist der Differenz zwischen den beiden Rüstungsständen. Ganz sicher wirkt aber eine konstante Differenz $d_1 = y_1 - x_1$ ganz unterschiedlich bei absolut hohem bzw. niedrigem x_1 , d.h. sie wirkt nur relativ zu x_1 . In einem etwas anderen Zusammenhang weist auch T.C. Schelling (1963a), pp. 235 f., auf die Abhängigkeit der Bedeutung von Unterschieden in militärischer Stärke von deren absoluter Größe hin.

Angenommen Staat A habe 20 mit atomaren Sprengköpfen bestückte Raketen, Staat B 120. Der Unterschied von 100 Raketen verwehrt A sowohl die Möglichkeit der Schadensbegrenzung durch einen "counterforce first strike" als auch den Besitz einer "second strike assured destruction" Fähigkeit. Das Beispiel illustriert ganz nebenbei auch den bei relativ zum Gegner niedrigen Stückzahlen sehr langsam wachsenden marginalen Nutzen weiterer Raketen, der an der

aber Smokers Interesse gilt eben hauptsächlich dem Test des ursprünglichen Modells. In seinem mathematischen Modell des Kalten Kriegs versucht M. Wolfson ebenfalls, ihm ungenügend erscheinende Details von Richardsons Systemmodellen zu kurieren ⁹⁶. Sein Ansatzpunkt ist das Rivalitätsmodell (System ((16),(17))), an dem ihm die Möglichkeit fehlt, daß beide Seiten auf den Vorsprung einer einzigen Seite reagieren, daß also der unterlegene Staat aufzuholen versucht und der überlegene Staat seinen Vorsprung halten will ⁹⁷. Ferner mißfällt ihm, daß die Trägheit der Staaten, ihr bisheriges Verhalten fortzusetzen, nicht berücksichtigt ist ⁹⁸.

Beide Einwände berücksichtigt er in seinem eigenen Gleichungssystem, das nicht aus Differentialgleichungen, sondern aus Differenzengleichungen besteht ⁹⁹. Er will es allerdings als Modell nicht nur des Rüstungsverhaltens, sondern der gesamten "cold war activity"

Forts. 95:

"force de frappe" realweltlich ersichtlich ist. Die Differenz kann also sehr wohl ein Anlaß zur "Unterwürfigkeit" - zum Aufgeben des Wettlaufs angesichts der gegnerischen Übermacht - sein. Hat A dagegen 1000 und B 1100 Raketen, gibt der gleiche Unterschied in den absoluten Zahlen B keinerlei strategische Optionen, die A nicht auch hat. Zur Aufgabe besteht nicht der geringste Anlaß.

96 M. Wolfson (1968).

97 Ibid., p. 109, Anm. 1, p. 108.

98 Ibid., p. 111.

99 Was mathematisch gesehen keinen großen Unterschied macht. Dieser Schritt erhöht in erster Linie die intuitive Einsichtigkeit der Gleichungen. Die Vor- und Nachteile der Verwendung beider Gleichungstypen werde ich später in 4.4.2. besprechen.

verstanden wissen. Da er aber zur Messung die Ausgaben für militärische und psychologische Kriegführung vorschlägt ¹⁰⁰, letztere aber verglichen mit ersteren verschwindend sind, ist es zulässig, von einem Rüstungswettlaufmodell zu sprechen.

Wolfson schlägt drei Modelle vor ¹⁰¹, von denen das erste lautet ¹⁰²:

$$x_t = a_x(g_x x_{t-1} - g_y y_{t-1}) + b_x y_{t-1} + k_x x_{t-1} \quad (34)$$

$$y_t = a_y(g_x x_{t-1} - g_y y_{t-1}) + b_y x_{t-1} + k_y y_{t-1} \quad (35)$$

Dabei ist x_t die "cold war activity" des Sowjetblocks im Zeitpunkt t , y_t die des Status-Quo-Blocks. a_x bezeichnet die Reaktion des sowjetischen Blocks auf eigenen Erfolg, a_y die des westlichen Lagers auf sowjetischen Erfolg. b_x und b_y sollen k und l in Richardsons System ((7),(8)) entsprechen. k_x und k_y bezeichnen die "Trägheit" des jeweiligen Blocks, die Tendenz, vergangenes Verhalten beizubehalten. g_x und g_y stehen für die Effektivität der Aktivität des jeweiligen Lagers.

Wolfsons Modifikation des Richardsonschen Ansatzes weist eine Reihe von theoretischen Schwächen auf ¹⁰³.

100 M. Wolfson (1968), p. 111.

101 Genau genommen handelt es sich um ein einziges Modell. Die letzten zwei Modelle sind durch zusätzliche Annahmen erzeugte Sonderfälle des ersten.

102 M. Wolfson (1968), p. 112. Eine Verallgemeinerung für drei Staaten findet sich bei M. Wolfson (1972), pp. 10 f.

103 Trotzdem ist verwunderlich, daß sie nicht von denjenigen rezipiert worden ist, denen Wolfson eigentlich aus der Seele sprechen müßte. Ich meine diejenigen vorwiegend deutschen Politologen, die, wie z.B. D. Senghaas (1970), pp. 38 f., davon überzeugt sind, daß es Rüstungswettläufe gar nicht gebe, und die das Rüstungsverhalten der Staaten in internen ökonomischen Prozessen begründet sehen,

Soweit sie die Untersuchung der Stabilitätskriterien, Wolfsons Hauptanliegen, betreffen, sind sie anderwärts aufgezeigt ¹⁰⁴; außerdem ist diese Analyse in der vorliegenden Arbeit nicht thematisch. Hier bleibt mir also zu sagen, daß das Gleichungssystem Wolfsons die Reaktion der Blöcke von der Differenz der Effektivität des Verhaltens beider Blöcke abhängig macht und nicht von der Perzeption dieser Differenz. Um letztere zu berücksichtigen, müßten die "objektiven" Effektivitätskoeffizienten g_x und g_y durch vier Koeffizienten der Perzeption von Effektivität ersetzt werden, welche die Perzeption der Effektivität der eigenen und der gegnerischen Aktivität durch jeden der beiden Blöcke angeben.

Neben dieser - noch dazu fragwürdigen - Berücksichtigung von Effektivitätskoeffizienten hat Wolfson keinen wichtigen Schritt über Richardson hinaus getan. Das zeigt sich ganz deutlich, wenn ich (34) und (35) in die Standardform der vorangegangenen Differentialgleichungen überführe:

$$dx/dt = (b'_x - a'_x g_y) y + a'_x g_x x \quad (34')$$

$$dy/dt = (b'_y + a'_y g_x) x - a'_y g_y y \quad (35')$$

In dieser Form zeigt sich ganz deutlich: Die USA und ihr Block reagieren genau wie bei Richardson. Der Zuwachs ihrer Ausgaben steigt bei wachsendem Erfolg der

Forts. 103:

dieser Überzeugung bisher aber keine empirische Überprüfung haben folgen lassen, ja, sie nicht einmal in überprüfbare Form gebracht haben. Ihnen bietet Wolfson mit dem Sonderfall $a_x = a_y = b_x = b_y = 0$ eine ideale und dazu noch testbare Version des Rüstungsmodells. Ich will auf diesen Einwand des "autistischen" Rüstungsverhaltens noch im dritten Kapitel eingehen.

¹⁰⁴ P.A. Busch (1970), pp. 217-220.

Gegenseite und nimmt mit zunehmendem eigenem Erfolg ab. Der Unterschied zu Richardsons "klassischem" Modell besteht in der Gleichung für das Verhalten der Sowjetunion und ihres Blocks. Dieser verstärkt seine Anstrengungen proportional dem eigenen Erfolg, reagiert aber umso schwächer auf die Gegenseite, je höher deren Erfolg ist - eine Anleihe beim "submissiveness"-Modell.

Mein letzter Einwand ist allgemeiner Art und richtet sich keineswegs nur gegen Wolfsons Arbeit. Er wird auch im nächsten Kapitel noch zur Sprache kommen und wendet sich hier dagegen, daß man im Verlauf einer theoretischen Diskussion die untersuchten Variablen ändert. Jedes Modell gilt nur in Verbindung mit bestimmten Operationalisierungen. Es geht also nicht an, für die manipulierten Zeichen je nach Bedarf und Geschmack andere Variablen zu setzen, Wenn Wolfson in seiner Stabilitätsdiskussion ¹⁰⁵ ausführt, daß x und/oder y unter bestimmten Annahmen gegen 0 gehen, und empirische Beispiele bringt, spricht er nicht mehr über "cold war activity", wie vorher operationalisiert, sondern über bestimmte Arten von Akten der Verhaltenskontrolle, die er jetzt unter diesem Firmenschild mitlaufen läßt. Unter diesen Umständen ist eine positive Würdigung des theoretischen Ertrags seines Modells nicht möglich.

2.2.1.2.4. Operationalisierung von Parametern

Trotz seines irreführenden Titels enthält der Aufsatz über Konfliktlösung von Chatterji ¹⁰⁶ eindeutig den Versuch, Richardsons Systemmodell für Rüstungswettläufe fortzuentwickeln. Die Sätze über die Abhängigkeit

105 M. Wolfson (1968), pp. 116-121.

106 M. Chatterji (1969).

der indischen Rüstung von der pakistanischen und der chinesischen ¹⁰⁷ haben natürlich nur singulären Charakter, aber der allgemeingültige Wert von Chatterjis Arbeit liegt in seinem Beitrag zur Bestimmung der Größen ax und g in Richardsons Gleichungen, die er nach dieser Neuformulierung in Differenzengleichungen umschreibt.

Das Produkt ax sollte bei Richardson global den Effekt knapper Ressourcen auf die Rüstung erfassen. Chatterji ersetzt es durch die exakt bestimmten "opportunity costs" ¹⁰⁸ der Rüstung ¹⁰⁹. Diese Kosten der Rüstung

¹⁰⁷ Diese Abhängigkeit wird leider schnell wieder eingeschränkt, da man über das chinesische Rüstungsbudget nicht viel wisse. Deshalb nimmt Chatterji an, es sei der chinesischen Waffenhilfe an Pakistan proportional (p. 90). Zu der Gültigkeit dieser Annahme will ich nichts sagen, auf jeden Fall ist sie nicht überprüfbar. Daß man über die chinesische Waffenhilfe an Pakistan viel mehr weiß als über das chinesische Rüstungsbudget, bezweifle ich allerdings. Chatterjis Absicht ist dabei, die Zahl der Variablen zu verringern. Das erreicht er, indem er zusätzlich annimmt, Chinas Hilfe oszilliere regelmäßig um einen konstanten Wert (p. 92). Diese Annahme macht er damit auch über die chinesischen Rüstungsausgaben. Hier ist sie aber bestimmt nicht mehr realistisch.

¹⁰⁸ Zur Definition cf. A.A. Alchian (1968), J.C. Harsanyi (1962a), pp. 68, 69 f., D.A. Baldwin (1971a), p. 146, (1971b), pp. 475-477.

¹⁰⁹ Daß deren Bestimmung möglich ist, wird theoretisch gezeigt bei K. Knorr (1956a), pp. 23 f., P. Joenniemi (1970), pp. 146 f., E. Benoit (1967), pp. 48, 53-57, J. Hoagland (1967), p. 139, G.W. Rathjens (1969a), pp. 29-31, C.J. Hitch (1960), Kapitel 5. Empirische Analysen der "opportunity costs" der Rüstung finden sich bei L.P. Bloomfield (1966), Kapitel 3, 7, 17, C.J.E. Harlow (1967), passim, E. Benoit (1967), pp. 47-53, F.L. Pryor (1968), pp. 120-126, M.L. Weidenbaum (1963), passim, N. Safran (1969), pp. 191-198, 431 f., E.B. Nadler (1963), passim, W.G. Hoffmann (1970), pp. 80 f., R.A. Freeman (1963), passim, J.E. Loftus (1968), pp. 48-57, Tables 8-10.

setzen sich zusammen aus dem Anteil der Rüstungsausgaben, der als Verschwendung betrachtet werden kann - d.h. Rüstungsausgaben minus dem Wert der zivilen "spinn-offs" ¹¹⁰ der Rüstung - und der bei friedlichen Beziehungen mit dem Rüstungswettlaufpartner möglichen Steigerung des eigenen Bruttosozialprodukts ¹¹¹ und der Außenhandelseinnahmen ¹¹².

Chatterjis Behandlung der additiven Konstanten in Richardsons Gleichungen hat zwar wieder eher singulären Charakter, bietet aber immerhin Hinweise zu ihrer Operationalisierung in anderen Fällen. Chatterji schlägt vor, die "grievances" Indiens gegenüber Pakistan als gewichtete Summe aus der Militärhilfe Chinas an Pakistan und der materiellen Unterstützung indischer Rebellen durch Pakistan zu messen ¹¹³. Für Pakistan wird keine operationale Fassung geliefert, sondern die ursprüngliche Version, seine "grievances" bestünden aus

110 Dazu cf. R.R. Nelson (1963), pp. 113 f., W.G. Hoffmann (1970), pp. 82 f., R.W. Campbell (1972), passim, R.H. Cady (1966), p. 15, T. Sosnovy (1964), p. 489.

111 Diese Steigerung würde aus der Freisetzung von Ressourcen für den zivilen Sektor der Wirtschaft resultieren. Dem liegt die Annahme zugrunde, daß Ausgaben für Rüstung das Wirtschaftswachstum bremsen. Den entgegengesetzten Schluß zieht aus einer Untersuchung von 40 Entwicklungsländern von 1950 bis 1965 eine neue Studie von Benoit; cf. E. Benoit (1972c), besonders pp. 107-115 und 165-171. Benoits Interpretation seiner Daten, die ausdrücklich nur für Entwicklungsländer gilt, ist in E. Benoit (1972a) zusammengefaßt. Eine Diskussion über diese Interpretation der Ergebnisse der Korrelationsanalysen Benoits führen R. Dorfman (1972), E. Benoit (1972b), E.E. Hagen (1972).

112 M. Chatterji (1969), pp. 89, 96 f.

113 Ibid., pp. 89 f.

Rachegefühlen wegen Kaschmirs und der Unterdrückung der Moslems in Indien ¹¹⁴, wird später urplötzlich zu einer Proportionalität mit dem pakistanischen pro Kopf Einkommen ¹¹⁵.

Dieser letzte Punkt deutet schon mögliche Kritik an Chatterji an: Seine Annahmen, die oft nicht einmal expliziert werden, sind zum Teil atemberaubend. Ferner ist er in der Kompliziertheit seiner Gleichungen so extrem wie Richardson in der Simplizität der seinen. Die Liste seiner Konstanten ¹¹⁶ enthält für jedes der beiden Länder mehr als ein Dutzend Größen, deren numerische Werte mitnichten feststehen. Zum Teil liegen nicht einmal ihre Maßeinheiten fest, da der Autor keinerlei Vorstellung über ihre empirische Interpretation hat.

Der Haupteinwand gegen Chatterjis Arbeit ist aber eine logische Ungereimtheit des Modells. In seiner Sucht nach Eliminierung von Variablen (außer der Zeit) und ihrer Überführung in Funktionen der Zeit führt Chatterji eine solche Substitution auch für die Rüstung von B in den Gleichungen ein, welche die Rüstung von A in t von der B's in t-1 abhängig machen. Dabei nimmt er an, daß sich die Rüstung von B in Abhängigkeit von der Zeit als - im Fall von Indien durch zyklische Störungen verzerrte - geometrische Folge einer Asymptote annähert ¹¹⁷.

114 M. Chatterji (1969), p. 97.

115 Ibid., p. 98, Gleichung (65).

116 Ibid., p. 101. Diese Liste ist aber nicht einmal vollständig, es fehlen z.B. die Konstanten α_1 , α_2 , X aus den Gleichungen (49) und (67).

117 M. Chatterji (1969), Gleichungen (25), p. 92 und (61), p. 98.

Damit ist das Modell aber kein Systemmodell mehr, sondern es handelt sich um zwei unverbundene Gleichungen für die Rüstungen der beiden Staaten in Abhängigkeit von der Zeit, in welche die Rüstung des jeweiligen Gegners nur über die eben beschriebene Annahme eingeht und nicht über ihren empirischen Wert. Schlimmer noch: Wenn die Annahmen über die Rüstung von A in Chatterjis Gleichung (25) (für B in (61)) zutreffen, ist Gleichung (68) für A's Rüstung ((49') für die B's) überflüssig, da wir dann die Rüstung beider Seiten für jedes Jahr schon kennen. (68) und (49') können diese Werte nur verschlechtern. Sind die Annahmen in (25) und (61) aber falsch, dann nützen die schönsten Gleichungen (68) und (49') nichts. Wenn wir auf der rechten Seite falsche Werte für die Rüstungen in $t-1$ hineinstecken, kommen auf der linken keine richtigen Werte in t heraus.

2.2.1.2.5. Neue Modelle und neue Variablen

2.2.1.2.5.1. Neue Modelle aus zusätzlichen Annahmen zum "klassischen" Modell

Als nächster Beitrag zur Weiterentwicklung der Systemmodelle zur Analyse von Rüstungswettläufen soll jetzt Casparys Versuch dargestellt werden, die restringierende Wirkung knapper Ressourcen in eine realistischere Fassung zu kleiden, als das in Richardsons klassischem Modell der Fall war ¹¹⁸. Da ich von Casparys Ergebnissen selbst zu profitieren gedenke, will ich sie etwas ausführlicher referieren.

Caspary geht davon aus, daß Richardsons System ((7),(8)) unendliche Rüstungswettläufe zuläßt, also Rüstungswett-

¹¹⁸ W.R. Caspary (1967), pp. 74-82. Die weniger bedeutende Kritik an Richardson habe ich bereits in Anm. 37 zurückgewiesen.

läufe, bei denen x und y , die Rüstungsausgaben, gegen w gehen. Deshalb führt er eine Schranke ein, über welche die Rüstungsausgaben nicht steigen können sollen. Dafür bieten sich Bruttosozialprodukt oder Regierungsausgaben an. Die Steigerung der Rüstungsausgaben muß umgekehrt proportional zu dem Abstand von dieser oberen Grenze gebremst werden; je näher sie an ihrer Obergrenze sind, desto schwieriger ist es, der Wirtschaft noch weitere Opfer abzuverlangen ¹¹⁹.

Diese Schranke habe für Staat A den Wert C und für B den Wert D. Caspary unterscheidet ferner bei den Rüstungsausgaben zwischen der Unterhaltung alter und der Beschaffung neuer Waffen. u sei die Menge des vorhandenen militärischen Materials des Staates A, v die des Staates B. M soll für die durchschnittlichen Kosten der Wartung einer Waffeneinheit ¹²⁰ stehen, N für die Kosten der Beschaffung einer neuen Einheit.

Nach Richardsons Zwei-Nationen Modell gilt für die Materialmengen, welche die beiden Staaten in t gerne beschafften, wenn die knappe Kasse nicht wäre ¹²¹:

$$du/dt = kv + g \quad (36)$$

$$dv/dt = lu + h \quad (37)$$

Die Kosten der gewünschten Beschaffung sind Ndu/dt und Ndv/dt , die Kosten der Unterhaltung des vorhandenen Materials sind Mu und Mv . Dann kann A noch maximal den

119 Dabei handelt es sich natürlich um eine Version des "law of diminishing returns".

120 Das Meßproblem interessiert an dieser Stelle noch nicht.

121 Die ökonomischen Beschränkungen fehlen, da ihre Neuformulierung hier intendiert ist. Caspary läßt sie nicht weg. Sein Fehler liegt darin, daß dann du/dt nicht mehr den gewollten, sondern den tatsächlichen Zuwachs bezeichnet.

Betrag $(C-Mu)$ und B noch $(D-Mv)$ für Neuerwerbungen ausgeben. Wieviel A tatsächlich davon ausgibt, soll abhängen von dem Wert von Ndu/dt relativ zu der Rüstungsausgabenobergrenze C , also von $(N/C)du/dt$. Ist $du/dt=0$, dann soll natürlich auch dx/dt , der tatsächliche Zuwachs der Ausgaben für Neuanschaffungen durch A , gleich 0 sein. Geht du/dt dagegen gegen ∞ , dann soll der höchstmögliche Betrag für Neuerwerbungen $(C-Mu)$ ausgegeben werden. Es muß also eine Funktion f von du/dt gefunden werden, für die gilt: $du/dt=0 \Rightarrow f(du/dt)=0$ und $(du/dt \rightarrow \infty) \Rightarrow (f(du/dt) \rightarrow 1)$.

Diese Bedingungen werden von $(1-e^{-(n/C)du/dt})$ erfüllt, und so lautet nach einer entsprechenden Überlegung für B das inhomogene Gleichungssystem, das den Rüstungswettlauf zwischen A und B beschreiben und erklären soll:

$$dx/dt = k(C-Mu)(1-e^{-(N/C)du/dt}) \quad (38)$$

$$dy/dt = l(D-Mv)(1-e^{-(N/D)dv/dt}) \quad (39)$$

Wollte man nicht nur die Kosten der gewünschten Neuerwerbungen, sondern auch die laufenden Unterhaltskosten darüber entscheiden lassen, welcher Anteil der maximal verfügbaren Summe zur Aufrüstung verwandt wird, hätte man im Exponenten von e in (38) $-(1/C)(Ndu/dt+Mu)$, in (39) $-(1/D)(Ndv/dt+Mv)$ zu schreiben ¹²².

2.2.1.2.5.2. Neue Modelle aus eigenen Annahmen

Schon Richardson selbst ist in seinem "submissiveness"-Modell von linearen Differentialgleichungen erster Ordnung abgegangen und hat nichtlineare Gleichungen zugelassen. Die Modifikation Lagerstroms ¹²³ besteht in

¹²² W.R. Caspary (1967), p. 77.

¹²³ R.P. Lagerstrom (1968).

der Einführung eines zwar linearen Differentialgleichungssystems, das aber zweiter Ordnung ist. Man könnte Lagerstroms Modell als allgemeinen Fall des Richardsonschen Rivalitätsmodells in der von mir vorgeschlagenen Fassung bezeichnen ¹²⁴, es fehlen nur die additiven Konstanten und die Kosten der Rüstung.

Lagerstroms Modell geht wie das Rivalitätsmodell davon aus, daß ein Staat mit seiner Rüstung auf die Differenz zwischen der gegnerischen und der eigenen Rüstung reagiert, nur nicht auf eine gegenwärtige oder vergangene, sondern auf eine antizipierte Differenz. Dieser Differenz zwischen der gewünschten eigenen ¹²⁵ und der projizierten feindlichen Rüstung, die beide bei konstanten Zuwachsraten antizipiert werden, ist die Beschleunigung ¹²⁶ des Zuwachses der eigenen Rüstung proportional ¹²⁷:

124 Cf. dazu das System ((18),(19)).

125 Das bedeutet, daß man zu der bei konstantem dx/dt projizierten eigenen Rüstung noch eine Sicherheitsmarge zulegt. Die Beschleunigung bleibt nur konstant, wenn der projizierte eigene Zuwachs diese Sicherheitsmarge garantiert. Die Möglichkeit, daß ein Staat nicht auf tatsächliche, sondern auf projizierte Rüstungsstände reagiert, diskutiert auch J.C. Lambelet (1971), pp. 148 f., Anm. 12, p. 148.

126 Auch die Verwendung von Differenzengleichungen hätte die Einführung von Gleichungen zweiter Ordnung nicht erspart, da dann $(x_2 - x_1)$ von der Projektion mittels $(x_1 - x_0)$ hätte abhängig gemacht werden müssen.

127 R.P. Lagerstrom (1968), p. 5; ich habe dabei Lagerstroms Gleichungen (7) und (8) zusammengezogen und die Notation der bisher verwandten angepaßt. T_A und T_B sind Zeiträume, über die hinweg A bzw. B die Rüstungen antizipieren.

$$d^2x/dt^2 = k((y + T_A(dy/dt)) - g_A(x + T_A(dx/dt))) \quad (40)$$

$$d^2y/dt^2 = l((x + T_B(dx/dt)) - g_B(y + T_B(dy/dt))) \quad (41)$$

Gegenüber der Formulierung Richardsons hat Lagerstroms System ((40),(41)) den Vorteil, daß es vermeidet, den Entscheidungsträgern die "fallacy of the last move" zu unterstellen¹²⁸. A bedenkt bei seiner Entscheidung, daß B weitererrüsten wird, was bei Richardsons klassischem Modell nicht der Fall ist¹²⁹. Lagerstroms System

-
- 128 Diese Unterstellung Richardsons wird auch bei K. Midgaard (1970), pp. 20 f., kritisiert.
- 129 Einige einfache zusätzliche Annahmen, $dy/dt = l(x - qy)$, $dx/dt = k(y - px)$ (aus (18) und (19) entnommen) und $g_A = p$, $g_B = q$, ermöglichen über eine Untersuchung dynamischen Gleichgewichts mit Hilfe von Lagerstroms Gleichungen einen weitergehenden Vergleich mit Richardsons Modellen und eine Antwort auf die Frage, ob Lagerstroms Modell in der vorliegenden Formulierung allgemein genug ist. Ich mache dabei eine Ausnahme von meiner sonst gültigen Regel, in der vorliegenden Arbeit auf Gleichgewichts- und Stabilitätsdiskussionen zu verzichten. Das Kriterium für dynamisches Gleichgewicht eines Rüstungswettlaufs lautet: $d^2x/dt^2 = d^2y/dt^2 = 0$, was äquivalent ist mit $dx/dt = c_1$ und $dy/dt = c_2$, wobei c_1 und c_2 Konstanten sind. Das Ergebnis eines Koeffizientenvergleichs der erhaltenen Bedingungen lautet, daß, abgesehen von dem trivialen Fall $dx/dt = dy/dt = 0$, kein dynamisches Gleichgewicht möglich ist, wenn nicht entweder die obigen Annahmen modifiziert oder weitere Größen in Lagerstroms Modell eingeführt werden. Der eben artikuliert Einwand ändert nichts daran, daß ich Lagerstroms Systemmodell für den bisher gelungensten Versuch halte, über Richardsons Annahmen theoretisch hinauszukommen. Was in der Literatur fehlt, ist eine allgemeine Formulierung von Lagerstroms Modell mit anschließender Untersuchung der möglichen Ableitungen, um schon vor aufwendigen empirischen Tests seine Brauchbarkeit abschätzen zu können. Meinem Haupteinwand gegen Richardsons System entgeht jedoch auch Lagerstroms Modell nicht, wie im folgenden Kapitel ausgeführt wird.

würde also auf jeden Fall eine bessere Erklärung als das Richardsons für solches Rüstungsverhalten bieten, wie es die USA angesichts der vermeintlichen Raketenlücke in den späten Sechziger-Jahren an den Tag legten¹³⁰.

2.2.1.2.5.3. Verwendung exogener Variabler

Wie die als nächste besprochene Arbeit von Lambelet bezieht auch Mihalka¹³¹ in sein Systemmodell exogene Variablen ein, nur nicht multiplikativ, wie Lambelet in (48) und (49), sondern additiv. Wie Wolfson sieht Mihalka die Rüstung eines Staates in ihrer Wirkung auf den Zuwachs der Rüstung des gleichen Staates eher als stimulierend denn als bremsend an¹³². Die Wirkung der Rüstung des Gegners baut er über ein modifiziertes Rivalitätsmodell ein¹³³.

¹³⁰ Dazu cf. R.E. Licklider (1970); auch C.S. Gray (1972), pp. 266-273, E.M. Bottome (1971a), Kapitel 3, pp. 39-73, E.M. Bottome (1971b).

¹³¹ M. Mihalka (1971).

¹³² Ibid., pp. 84 f., 88 f., 94 f. Die Begründung wird spezifisch für Staaten der dritten Welt gegeben, was dem Modell seine Allgemeingültigkeit nimmt. Mihalka liefert als Argument für die stimulierende Wirkung den Expansionsdrang der in den untersuchten Ländern Südamerikas einflußreichen Militärbürokratie, der kaum auf ökonomische Zwänge stößt, da die Auslandshilfe und Militärhilfe der Industriestaaten den Bedarf weitgehend deckt.

¹³³ M. Mihalka (1971), p. 86. Der Leser wird vielleicht bemerken, daß diese Modifikation der von mir in Anm. 51 vorgeschlagenen entspricht, die ich schon vor Erscheinen von Mihalkas Arbeit formuliert habe.

$$dx/dt=k(cy-x)+ax+eC+g \quad (42)$$

$$dy/dt/l(dx-y)+by+fD+h \quad (43)$$

Dabei geben c und d das Vielfache der gegnerischen Rüstung an, das A bzw. B für sich beansprucht, bevor er zufrieden ist ¹³⁴. Über diese Parameter führt Mihalka eine Annahme ein, die seine Arbeit stark entwertet. Sie lautet $c=1/d$ ¹³⁵. Damit ist kein Rüstungswettlauf mehr möglich, bei dem beide Kontrahenten gleichzeitig versuchen, einander zu übertrumpfen, das heißt mehr Rüstung als der Gegner zu besitzen. Aber nicht genug: Die Operationalisierung von $c=1/d$ sieht er durch das zahlenmäßige Verhältnis der "vital areas" ¹³⁶ der beiden Kontrahenten als gegeben an, sofern es sich um einen Rüstungswettlauf zwischen sich gegenseitig als feindselig perzipierenden Staaten handelt.

Da Mihalka auch Prestige-Rüstungswettläufe zuläßt ¹³⁷, braucht er noch einen Wert für c für diesen nicht-feindseligen Fall, und er findet ihn in dem Verhältnis von A's pro-Kopf Bruttosozialprodukt zu dem B's. Für diese Annahmen über die zahlenmäßigen Werte der "Verhältnisziele" der Entscheidungsträger liefert er keinen einzigen Beleg. Er scheint es auch für unwichtig zu halten, daß c und d jetzt keine Parameter mehr sind, sondern Variablen, da sich sowohl pro-Kopf-Bruttosozialprodukt als auch, obgleich langsamer, "vital areas" in der Zeit ändern.

134 c und d sind mithin "ratio-goals".

135 M. Mihalka (1971), p. 87.

136 Ibid. Dabei handelt es sich um die flächenmäßige Ausdehnung der hochindustrialisierten Gebiete des jeweiligen Staates.

137 Was ich nicht als Rüstungswettlauf bezeichnen würde; cf. 3.3.3.1. und 3.3.3.2.

Neben diesen hochgradig unrealistischen Annahmen halte ich auch den Einbau von exogenen Variablen in Mihalkas Modell theoretisch für mißlungen. Diese Variablen, C und D, sind zwar keine dummy variables wie in dem folgenden Modell Lambellets, sondern sie werden operationalisiert und zwar über eine gewisse Zeit hinweg als auswärtige Waffenhilfe, während der restlichen Zeit als Anzahl des jährlich in den USA ausgebildeten Militärpersonals¹³⁸. Diese exogenen Variablen wurden aus einer Reihe anderer Variabler als diejenigen ermittelt, die während der verschiedenen Zeitabschnitte am engsten mit dem Zuwachs der Rüstung zusammenhängen. Überdies wird noch zwischen den verschiedenen Ländern mit der Wahl der exogenen Variablen differenziert.

Da in (42) und (43) die Wirkung der unabhängigen Variablen additiv ist, hat diese Wahl von C und D bei der mehrfachen Regression der Tests den Effekt, e und f gegenüber den übrigen Koeffizienten stark zu steigern. Der logische Defekt, daß die exogenen Variablen nicht aufgrund theoretischer Überlegungen allgemein gewählt, sondern aus in Vortests als im Einzelfall besonders erklärungskräftig erwiesenen Variablen ausgesucht werden, führt dazu, daß Mihalka aus seinem vielversprechenden Ansatz viel eher ein Modell für den Einfluß von Trainings- und Waffenhilfeprogrammen der USA auf die Rüstung spezieller lateinamerikanischer Staaten als ein allgemeines Systemmodell für Rüstungswettläufe macht¹³⁹.

138 M. Mihalka (1971), pp. 122 f.

139 Das liegt wahrscheinlich daran, daß Mihalka ein Rüstungswettlaufmodell auf nicht-kompetitives Rüstungsverhalten überträgt. Die mangelnde Interaktion der Rüstungsvariablen gleicht er dann durch die exogenen Variablen aus. Daran ändert auch die Einführung von Prestige-Rüstungswettläufen nicht viel. Solange nicht Kriterien angegeben werden, was das ist - und bei Mihalka sucht man sie vergebens - kann ein solcher Rüstungswettlauf in fast jedem Paar von Nationalstaaten behauptet werden. Warum Mihalka sich gerade die von ihm untersuchten Paare vornimmt, verschweigt er.

Theoretisch recht elegant ist das letzte zu referierende Systemmodell von Lambelet ¹⁴⁰, das aus einem strategischen Modell entwickelt wird. Letzteres besagt, daß jeder Staat seinen Nutzen zu maximieren sucht, der eine Funktion seiner eigenen Rüstung, seiner zivilen Produktion und der Rüstung des Gegners ist. Dabei steigt der Nutzen mit der eigenen Rüstung und der Produktion im zivilen Sektor und fällt, wenn die Rüstung des Gegners steigt. Die Maximierung des Nutzens findet unter der ökonomischen Beschränkung durch das Brutto-sozialprodukt statt, das für die Zwecke des Modells in die Rüstungsausgaben und die Residualkategorie der zivilen Produktion zerfällt ¹⁴¹. Durch einschränkende Annahmen, welche die Form der Nutzenfunktion festlegen, findet dann der Übergang zu einem Systemmodell statt ¹⁴². Danach ist die Rüstung DX_A , mit der ein Staat in einer bestimmten Situation zufrieden ist ¹⁴³, proportional der tatsächlichen Rüstung seines Gegners im Rüstungs-

140 J.C. Lambelet (1971).

141 Ibid., p. 146.

142 Ibid. Leider werden die Annahmen, mit deren Hilfe die Transformation vollzogen wird, nicht expliziert, so daß die vorhergehende Diskussion über Nutzenmaximierung völlig verloren im Raum steht. Lambelet nennt zwar eine mögliche Annahme über die Form der Nutzenfunktionen (Anm. 7, p. 146), macht aber von ihr keinen Gebrauch. Lambelet widerlegt also nicht die in 2.3.1. getroffene Feststellung, daß außer einigen "ratio-goal"-Modellen bisher kein strategisches Modell in ein Systemmodell durch Annahmen über die Nutzenfunktionen überführt worden ist. Er diskutiert zwar mögliche Formen der Nutzenfunktionen, aber sein Systemmodell hat er aus dieser Diskussion nicht. Die gleiche Kritik gilt auch für J.C. Lambelet (1972), pp. 5-7.

143 DX_A ist also ein partieller Gleichgewichtswert; cf. J.C. Lambelet (1971), p. 150.

wettlauf ¹⁴⁴, DX_B , und ebenfalls proportional dem eigenen Bruttosozialprodukt ¹⁴⁵:

$$DX_A = a_A DX_B^{b_A} GNP_A^{c_A} \quad (44)$$

$$DX_B = a_B DX_A^{b_B} GNP_B^{c_B} \quad (45)$$

oder:

$$\lg DX_A = \lg a_A + b_A \lg DX_B + c_A \lg GNP_A \quad (46)$$

$$\lg DX_B = \lg a_B + b_B \lg DX_A + c_B \lg GNP_B \quad (47)$$

Dabei steht GNP für Bruttosozialprodukt und a_A und a_B sind Proportionalitätskonstanten. Die Parameter b_A , b_B , c_A , c_B sind Elastizitäten. Steigt DX_B um 1 %, nimmt DX_A um näherungsweise $b_A\%$ zu und entsprechend für die anderen Variablen ¹⁴⁶.

Lambelet kompliziert seine Gleichungen weiter, indem er sogenannte exogene Faktoren einbezieht. Dabei handelt es sich um solche Variablen, deren Werte selbst nicht durch das Modell erklärt werden, die aber zur Erklärung der Werte anderer Variablen in das Modell eingebaut werden ¹⁴⁷. Lambelet denkt dabei an singuläre

¹⁴⁴ In der Analyse wird dann noch ein time-lag von DX_A gegenüber DX_B eingeführt; cf. p. 152.

¹⁴⁵ Ableitung nach t ermöglicht einen Vergleich des Systems ((44), (45)), mit den bisher besprochenen Modellen. Am nächsten kommt es noch dem Modell Wolfsons, da es außer der stimulierenden Wirkung der gegnerischen Rüstung nur die des eigenen ökonomischen Wachstums einbezieht.

¹⁴⁶ Daß es sich nur um Näherungen handelt, verschweigt Lambelet. Zu Elastizitäten allgemein cf. H. Körth (1972), pp. 494 f.

¹⁴⁷ Die Diskussion durch Lambelet, ob Versorgungsschwierigkeiten etc. als exogene Variablen zu betrachten sind (cf. J.C. Lambelet (1971), Ann. 10,

Ereignisse wie Krisen, Sperrung der Waffenlieferung durch bisherige Lieferanten, innere Unruhen etc.

Da ich selbst den Einbau von weiteren exogenen Variablen in die bisher angebotenen Rüstungswettlaufmodelle für dringend geboten halte, wird dies einer der wichtigsten Punkte des vierten Kapitels sein. Die Behandlung dieses Problems durch Lambelet wirft jedoch theoretisch keinen Ertrag ab, da es sich bei seinen exogenen Variablen nicht um operationalisierte externe Steuerungsgrößen, sondern um im Einzelfall nach Belieben einbezogene dummy variables handelt, deren Wert frei gewählt werden kann, um die Korrelation zwischen den durch das Modell bestimmten und den empirisch erhaltenen Werten der Rüstungsvariablen zu erhöhen. Unter Einbeziehung der exogenen Faktoren werden die Gleichungen (44) und (45) zu:

$$DX_A = a_A DX_B^{b_A} GNP_A^{c_A} EXOG_A^{d_A} \quad (48)$$

$$DX_B = a_B DX_A^{b_B} GNP_B^{c_B} EXOG_B^{d_B} \quad (49)$$

Forts. 147:

p. 148) ist etwas befremdlich. Nicht nur diese, sondern auch die Variablen GNP_A und GNP_B sind exogen, da ihr Wert im Modell nicht bestimmt wird. Selbstverständlich hat das Rüstungsbudget eines Staates auch Auswirkungen auf das Bruttosozialprodukt und dessen Wachstum und auf noch viele andere Variablen. Sofern dieser Einfluß aber nicht Bestandteil des Modells ist, heißen solche Variablen exogen. Argumente und Bilder des modellierten Rückkopplungsprozesses sind nur die beiderseitigen Rüstungsstände. Nur sie sind in Bezug auf das Modell endogene Variablen.

2.2.1.2.6. Schlußbemerkung zur Systematik

Mit der einschlägigen Literatur vertraute Leser werden in diesem Überblick über den Stand der Theoriebildung vielleicht die Arbeiten von Chase¹⁴⁸ vermissen. Da Chase jedoch recht eng an Richardsons Vorlage klebt, wäre ein Referat hier fehl am Platze. Seine Herleitung von Richardsons "klassischem" Modell als Sonderfall eines allgemeinen Rückkopplungsmodells werde ich noch im vierten Kapitel, seine Vorschläge zur Definition und Ermittlung von in Gang befindlichen Rüstungswettläufen im dritten Kapitel verwerten können. Da ich in der vorliegenden Arbeit Stabilitätsuntersuchungen nicht vornehme, kann ich von Chase' wichtigster Errungenschaft, einer Systematisierung der in Richardsons Modell möglichen Stabilitätsfälle¹⁴⁹, keinen Gebrauch machen.

Die Übersicht über Systemmodelle zur Analyse von Rüstungswettläufen ist nun abgeschlossen. Ich möchte die Diskussion noch einmal kurz zusammenfassen, zumal da ich die Einzelbeiträge nicht thematisch, sondern nach Autoren angeordnet habe, was mir wegen der räumlichen Enge geboten schien. Thematische Anordnung hätte mehr Platz erfordert, weil dann mehrere Autoren mehrmals in Details ihrer Arbeit hätten dargestellt werden müssen.

Inhaltlich brachte diese Diskussion eine Anzahl von Beiträgen von dubiosen Wert, teils wegen untauglicher Modelle (Alcock, Smoker, Hansen, Chatterji), teils wegen sorglosen Umgangs mit Variablen (Alcock, Hansen, Wolfson). Die akzeptablen Arbeiten, das theoretische Inventar über Richardson hinaus, zeugen nicht so sehr

148 P.E. Chase (1968b), (1968a), (1969), (1971).

149 P.E. Chase (1968b), pp. 46-49, (1969), pp. 140-143, (1971), pp. 469 f., 471-473.

von kumulativen Forschungsanstrengungen, viel eher von punktueller Flickwerk-Technik, die sich folgenden Problembereichen zugewandt hat:

- 1) Kleinere Modifikationen der Annahmen über die Wirkungsweise der "klassischen" Variablen (Smoker, Wolfson).
- 2) Umwandlung von Parametern in Variablen durch entsprechende Operationalisierungen (Chatterji, Mihalka).
- 3) Einbau weiterer unabhängiger ("exogener") Variablen (Mihalka, Lambelet).
- 4) Entwicklung neuer Modelle aus den "klassischen" durch zusätzliche Annahmen (Caspary).
- 5) Unabhängige Aufstellung neuer Modelle (Lambelet, Lagerstrom).

Zusammen mit der folgenden Kreuzklassifikation macht die Aufzählung der Problembereiche wohl die Reihenfolge meiner Darstellung verständlich. Die Zahlen hinter den Autorennamen beziehen sich auf die Liste der Problembereiche.

		Modelle	
		neu	"klassisch"
Variablen	neu	Lambelet 3), 5)	Mihalka 2), 3),
	"klassisch"	Lagerstrom 5) Caspary 4)	Chatterji 2) Smoker 1) Wolfson 1)

Vor allem die Kreuzklassifikation zeigt, daß ich bei meiner Anordnung zunehmende Entfernung von der klassischen Vorlage als Kriterium benutzt habe.

Ich hoffe gezeigt zu haben, warum ich mit Singer in der Beurteilung der literarischen Szene nicht übereinstimme ¹⁵⁰. Zumindest Lambelet und Lagerstrom, weniger

¹⁵⁰ Cf. Anm. 68.

stark Mihalka und Caspary ¹⁵¹, bieten mehr als nur Variationen über das Thema "Richardson". Leider fehlt bei Lagerstrom und bei Lambelet der Versuch, über Deduktionen aus den eigenen Modellen - vor allem von Gleichgewichts- und Stabilitätsbedingungen - zu einer Beurteilung ihres theoretischen Ertrags zu kommen. Ich will über meine einschlägigen Andeutungen im Text und in den Anmerkungen nicht hinausgehen, sondern mir jetzt die Tests an der Empirie vornehmen, denen Systemmodelle für Rüstungswettläufe bislang unterzogen worden sind.

2.2.2. Tests von Systemmodellen für Rüstungswettläufe

2.2.2.1. Die Tests Richardsons

2.2.2.1.1. Der einfache Test des Zwei-Nationen Modells

Der wohl bekannteste Test des klassischen Systems ((7), (8)) ist der, den Richardson selbst mit Daten über den Rüstungswettlauf vor dem Ersten Weltkrieg vorgenommen hat ^{151a}. Richardson verwendet Daten über die Rüstungsbudgets von Frankreich, Rußland, dem Deutschen Reich und Österreich-Ungarn für die Jahre 1909-1913. Da die beiden Allianzen (Frankreich/Rußland, Deutsches Reich/Österreich-Ungarn) von etwa gleicher Größe waren, nimmt er zur Vereinfachung an $k=1$ und führt als zusätzliche

151 W.R. Caspary (1967) wohlgermerkt!

151a L.F. Richardson (1960), pp. 31-34, (1950), pp. 227 f. Vereinfachte Darstellungen dieses Tests finden sich unter anderem bei A. Rapoport (1957), pp. 279-281, (1960), pp. 35-38, ferner P.A. Busch (1970), pp. 197 f.

simplifizierende Annahme $a=b$ ein. Damit wird aus (7) und (8):

$$dx/dt = ky - ax + g \quad (50)$$

$$dy/dt = kx - ay + h \quad (51)$$

Aufgrund der in 2.2.1.1.2.1. referierten Überlegung über die der Bedrohung entgegengesetzte Wirkung internationalen Handels ¹⁵² setzt er $x = U - U_0$ und $y = V - V_0$, wobei U und V für die Rüstungsausgaben der beiden Allianzen, U_0 und V_0 für ihre Kooperation stehen, die für den Verlauf des Rüstungswettlaufs als konstant angenommen wird. Substitution in (50) und (51) ergibt:

$$d(U - U_0)/dt = k(V - V_0) - a(U - U_0) + g \quad (52)$$

$$d(V - V_0)/dt = k(U - U_0) - a(V - V_0) + h \quad (53)$$

Addition von (52) und (53) führt zu

$$d(U+V)/dt = (k-a)(U+V - (U_0+V_0 - (g+h)/(k-a))) \quad (54)$$

da $d(U - U_0)/dt + d(V - V_0)/dt = d(U+V)/dt - d(U_0+V_0)/dt = d(U+V)/dt$.

Aus (54) ist ersichtlich, daß unter den oben erwähnten Annahmen aus der Theorie folgt, daß der Zuwachs der Summe der Rüstungsausgaben beider Allianzen eine lineare Funktion dieser Summe selbst ist. Ob das empirisch der Fall ist, läßt sich graphisch oder durch Berechnung einer Produkt-Moment-Korrelation zwischen $d(U+V)/dt$ und $(U+V)$ überprüfen ¹⁵³. Bei Richardsons Daten ist das

152 Zur Kritik dieser Überlegung cf. Anm. 43.

153 Leider entschied sich Richardson für die optische Inspektion und gegen die Korrelation. Richardsons getrübtetes Verhältnis zu moderneren statistischen Methoden kritisiert M. Mihalka (1971), p. 26.

tatsächlich der Fall. Die Datenpunkte seines Diagramms liegen fast genau auf einer Geraden ¹⁵⁴. Für $d(U+V)/dt=0$ ist $(U+V)$ 194 Millionen Pfund Sterling. Daraus zieht Richardson den Schluß, daß der Rüstungswettlauf nicht stattgefunden hätte, wäre die Summe der Rüstungsausgaben beider Allianzen vor 1909 unter diesem Wert gelegen.

2.2.2.1.2. Ein weiterer Test des Zwei-Nationen Modells

2.2.2.1.2.1. Methode

Um das zweite, fast noch wichtigere, aber viel unbekanntere Testverfahren Richardsons referieren zu können, muß ich jetzt noch einige der Deduktionen Richardsons aus seinem klassischen Modell zusammenfassen ¹⁵⁵. Dem mathematisch uninteressierten Leser würde ich raten, diesen Abschnitt zu überschlagen.

Setzt man in (7) und (8) $dx/dt=dy/dt=0$, erhält man partielle Gleichgewichtskurven, in diesem Fall Geraden, deren Schnittpunkt der Gleichgewichtspunkt (x_0, y_0) ist. Ähnlich wie (3) und (4) setzen sich die Lösungen von (7) und (8) aus mehreren Exponentialfunktionen der Zeit zusammen. Eine lineare Funktion von x und y heißt eine Normalkoordinate, wenn sie den Abstand des historischen Punktes von einer zu den Achsen nicht parallelen Geraden angibt, der parallel zu der Normalen dieser Geraden gemessen wird. Solche Normalkoordinaten des historischen Punktes sollen jetzt hergeleitet werden unter der zusätzlichen Bedingung, daß sie als einfache Exponentialfunktionen der Zeit darstellbar sein sollen. Dazu wird (7) mit $\cos \gamma$ und (8) mit $\sin \gamma$ multipliziert, und danach werden die beiden Gleichungen addiert:

¹⁵⁴ L.F. Richardson (1960), Figure 8, p. 33.

¹⁵⁵ L.F. Richardson (1960), pp. 37-44.

$$d(x\cos\gamma + y\sin\gamma)/dt = x(-a\cos\gamma + l\sin\gamma) + y(k\cos\gamma - b\sin\gamma) + (g\cos\gamma + h\sin\gamma) \quad (55)$$

γ soll so gewählt werden, daß die Koeffizienten von x und y auf der linken Seite denen auf der rechten Seite proportional sind. Das ist möglich, wenn es ein λ gibt, so daß gilt:

$$\lambda\cos\gamma = -a\cos\gamma + l\sin\gamma \quad (56)$$

$$\lambda\sin\gamma = k\cos\gamma - b\sin\gamma \quad (57)$$

Diese homogenen Gleichungen für $\sin$ und $\cos$ haben eine Lösung, wenn

$$\begin{vmatrix} (-a-\lambda) & 1 \\ k & (-b-\lambda) \end{vmatrix} = 0$$

oder

$$\lambda^2 + (a+b)\lambda + ab - kl = 0 \quad (58)$$

(58) hat die Lösung:

$$\lambda_{1/2} = -(a+b)/2 \pm (1/2)((a-b)^2 + 4kl)^{1/2} \quad (59)$$

Substitution in (56) und (57) ergibt:

$$\tan\gamma_{1/2} = (\lambda_{1/2} + a)/l = k/(\lambda_{1/2} + b) \quad (60)$$

Wenn $\lambda_{1/2}$ feststehen, wird (55) zu:

$$d(x\cos\gamma_{1/2} + y\sin\gamma_{1/2})/dt = \lambda_{1/2}(x\cos\gamma_{1/2} + y\sin\gamma_{1/2}) + g\cos\gamma_{1/2} + h\sin\gamma_{1/2} \quad (61)$$

Ich führe nun eine Größe ξ ein, die dem ersten Kriterium für die hier gesuchte Normalkoordinate, eine lineare Funktion von x und y zu sein, genügt:

$$\xi = x\cos\gamma_1 + y\sin\gamma_1 + (1/\lambda_1)(g\cos\gamma_1 + h\sin\gamma_1) \quad (62)$$

Ihre Ableitung nach der Zeit ist:

$$d\xi/dt = d(x\cos\gamma_1 + y\sin\gamma_1)/dt + d((1/\lambda_1)(g\cos\gamma_1 + h\sin\gamma_1))/dt = d(x\cos\gamma_1 + y\sin\gamma_1)/dt$$

Wegen (61) ist das aber gleich:

$$\lambda_1(x\cos\gamma_1 + y\sin\gamma_1) + (g\cos\gamma_1 + h\sin\gamma_1) = \lambda_1\xi$$

Es gilt also:

$$d\xi/dt = \lambda_1\xi \quad (63)$$

Unter Verwendung von λ_2 und γ_2 läßt sich für eine Größe η ebenso ableiten:

$$d\eta/dt = \lambda_2\eta \quad (64)$$

Aus (63) folgt $(1/\xi)d\xi = \lambda_1 dt$, durch Integration $\ln\xi = \lambda_1 t$ oder $\xi = e^{\lambda_1 t + C_1}$. Also gilt:

$$\xi = C_1 e^{\lambda_1 t} \quad (65)$$

Entsprechend:

$$\eta = C_2 e^{\lambda_2 t} \quad (66)$$

ξ und η sind die Normalkoordinaten des historischen Punktes; sie sind einfache Exponentialfunktionen der Zeit. $\xi=0$ und $\eta=0$ sind zwei Geraden, deren Schnittpunkt (x_0, y_0) der Gleichgewichtspunkt ist, wie sich durch Substitution von $\xi=0$, (59) und (60) in (62) und $\eta=0$, (59) und (60) in die entsprechende Gleichung für η zeigen läßt¹⁵⁶. γ_1 ist der Winkel zwischen der Normalen

¹⁵⁶ Die folgende Diskussion gilt nur bei reellen und verschiedenen Wurzeln λ_1 und λ_2 der charakteristischen Gleichung (58), aber für die Zwecke des folgenden Tests brauche ich die übrigen Fälle nicht. Sie finden sich bei L.F. Richardson (1960), pp. 47-51.

von $\xi=0$ und der x -Achse; γ_2 der Winkel zwischen der Normalen von $\eta=0$ und der x -Achse. (62) und die entsprechende Gleichung für η geben den senkrechten Abstand des historischen Punktes von den Geraden $\xi=0$ und $\eta=0$ an ¹⁵⁷. Die beiden Geraden heißen Barrieren, da der historische Punkt sie nicht überqueren kann (ξ und η in (65) und (66) können das Vorzeichen nicht wechseln, sobald C_1 und C_2 feststehen). Deshalb gibt es keine gerade Bahn des historischen Punktes in der x,y -Ebene außer den beiden Barrieren. Zur Veranschaulichung möge Abbildung 1 dienen.

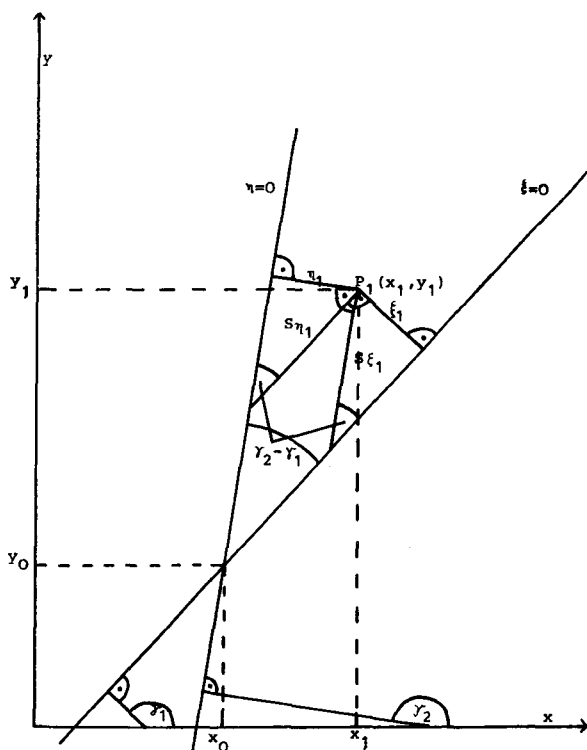


Abbildung 1

¹⁵⁷ (62) ist nichts anderes als die Hesse-Form für den Abstand eines Punktes von einer Geraden.

Man kann die Koordinaten ξ und η , die senkrecht zu den Achsen des ξ, η -Systems gemessen werden, auch durch schiefe Koordinaten S_ξ und S_η ersetzen, die parallel zu den Achsen gemessen werden. Es gilt $\sin(\gamma_2 - \gamma_1) = \eta/S_\eta = \xi/S_\xi$, also:

$$S_\xi = D \xi = E_1 e^{\lambda_1 t} \quad (67)$$

$$S_\eta = D \eta = E_2 e^{\lambda_2 t} \quad (68)$$

und:

$$dS_\xi / dt = \lambda_1 S_\xi \quad (69)$$

$$dS_\eta / dt = \lambda_2 S_\eta \quad (70)$$

2.2.2.1.2.2. Durchführung

Mit dem so gewonnenen Instrument nimmt Richardson einen weiteren Test seines Modells an Daten vor dem Ersten Weltkrieg vor. Diesmal bezieht er noch Großbritannien und Italien in die Analyse ein und aggregiert die jährlichen Rüstungsausgaben für die beiden aus je drei Staaten bestehenden Allianzen für die Jahre 1907 bis 1914¹⁵⁸.

Die Repräsentation der einzelnen Jahre durch Punkte in der x, y -Ebene¹⁵⁹ ergibt eine sehr geringe Abweichung von einer Geraden¹⁶⁰. Deshalb kann es sich nur um die Bewegung des historischen Punktes entlang einer der beiden Barrieren handeln. Würde man den Gleichgewichtspunkt

158 L.F. Richardson (1960), pp. 81-87.

159 Dabei stehen x und y für die Summe der Rüstungsbudgets der Staaten jeweils einer Allianz.

160 L.F. Richardson (1960), Figure 14, p. 89.

kennen ¹⁶¹, könnte man die Abstände der historischen Punkte von ihm entlang der Barriere (sie sei $\xi=0$) als S_η unmittelbar messen. Die Einführung einer additiven Konstante in (68) hilft diesem Mangel ab. Man kann dann von jedem beliebigen Punkt auf der Barriere aus messen ¹⁶². Richardson wählt den ersten historischen Punkt für 1907. Nun ist es ganz einfach zu überprüfen, ob der Rüstungswettlauf durch das Modell erklärt wird. Die gemessenen Abstände müssen eine Exponentialfunktion der Zeit bilden (nach (68)). Noch einfacher ist es, den Zuwachs des Abstandes von Jahr zu Jahr entlang der Barrieren zu messen und mit dem jeweiligen Abstand zu korrelieren, da nach (70) eine lineare Beziehung zwischen dS_η/dt und S_η bestehen muß. Richardson führt das durch und erhält zwischen dS_η/dt und S_η eine Produkt-Moment-Korrelation von 0,9366 ¹⁶³. Anschließend testet er noch das Modell unter Einbau der Handelsdaten und mit den Logarithmen der Rüstungsausgaben, aber ohne einen vergleichbaren Erfolg ¹⁶⁴.

161 Er muß ja auf dieser empirisch ermittelten Barriere liegen.

162 Zum Zusammenhang des Tests mit den obigen Deduktionen cf. auch L.F. Richardson (1960), pp. 91-95.

163 $N=7$, $p<0,01$. Der Vorwurf von M. Mihalka (1971), p. 26, Richardson verwende keine modernen statistischen Methoden, gilt also hier nicht; er kann höchstens bei dem vorangegangenen Test aufrechterhalten werden.

164 L.F. Richardson (1960), pp. 95-97, 105-110.

2.2.2.1.3. Weitere Tests des n-Nationen und des Zwei-Nationen Modells

Ähnlich wenig Erfolg hat auch der Test des n-Nationen Modells an dem Rüstungswettlauf vor dem Zweiten Weltkrieg, das ohnehin nur unter einer Anzahl gewagter Annahmen mit einem der in 2.2.2.1.2.1. geschilderten Methode ähnlichen Verfahren überprüft werden kann. Obwohl nur die Normalkoordinate untersucht wird, welche die größte Wurzel λ enthält, müssen Veränderungen der Parameter im Laufe der Zeit zugelassen werden ¹⁶⁵. Daran ändert auch die Berücksichtigung des internationalen Handels nicht viel ¹⁶⁶.

Wird der Rüstungswettlauf vor dem Zweiten Weltkrieg wieder mit Hilfe des Zwei-Nationen Modells untersucht, wobei dem Deutschen Reich die Summe der Rüstungen von Großbritannien, Frankreich und Rußland gegenübergestellt wird, ergibt sich ein ähnliches Bild. Zwar läßt sich das Rüstungsverhalten von 1933 bis 1938 ohne Änderung der Parameter erklären, aber 1921 und 1933 ändern die Parameter ihre Werte erheblich, ohne daß das durch das Modell selbst erklärt wird ¹⁶⁷.

Das bedeutet natürlich, daß sich mehrmals der Gleichgewichtspunkt und damit die Barrieren ändern. Diese Änderung versucht Richardson noch durch ein Modell für die Veränderung der Parameter (λ) in Abhängigkeit von der Zeit ¹⁶⁸ und durch eine lokale Approximation mit

165 L.F. Richardson (1960), pp. 204-209.

166 Ibid., pp. 219-224.

167 Ibid., pp. 237-245.

168 Ibid., pp. 245-251. Dies ist ein Musterbeispiel für den L.F. Richardson (1960) kennzeichnenden ständigen Wechsel zwischen theoretischer Arbeit an den Modellen und ihrer empirischen Überprüfung.

Hilfe des "submissiveness"-Modells ¹⁶⁹ zu erklären, aber diese beiden Verfahren haben natürlich keinerlei allgemeingültigen Wert. Sie beweisen lediglich, daß mit genügend vielen Hilfsannahmen Richardsons Modelle an alle möglichen Daten angepaßt werden können und vernebeln höchstens die Tatsache, daß Richardson mit seiner ursprünglichen theoretischen Arbeit den Rüstungswettlauf vor dem Zweiten Weltkrieg nicht erklären kann.

Zusammenfassend kann ich also feststellen, daß Richardsons n-Nationen Modell seinen Test nicht bestanden hat. Bei dem zweiseitigen Modell ist die empirische Evidenz nicht eindeutig: Der Rüstungswettlauf vor dem Zweiten Weltkrieg kann nicht beschrieben und erklärt werden ¹⁷⁰, bei dem Rüstungswettlauf vor dem Ersten Weltkrieg dagegen scheint das nach Richardsons eigenen Tests der Fall zu sein ¹⁷¹.

2.2.2.2. Weitere Tests von Richardsons Modellen

Um zu einer abschließenden Beurteilung der Bewährung von Richardsons Modellen an der Empirie zu kommen, müssen jetzt noch diejenigen Arbeiten untersucht werden, die, mit Richardsons eigenen Methoden oder mit anderen,

¹⁶⁹ L.F. Richardson (1960), pp. 256-260.

¹⁷⁰ Im folgenden Kapitel werde ich diesen Punkt noch einmal aufgreifen und fragen, wie weit das daran liegt, daß Richardson sein Modell zunächst für Rüstungswettläufe formuliert, dann aber vergißt, daß er nur über Rüstungswettläufe spricht und sein Modell auf fast 20 Jahre Rüstungsverhalten anwendet, das vielleicht eine ganze Reihe kürzerer Rüstungswettläufe zwischen allen möglichen Staaten enthält. Das würde dann nicht zuletzt durch die Abwesenheit einer Definition von "Rüstungswettlauf" verursacht sein.

¹⁷¹ Auch diese Feststellung wird im folgenden Kapitel noch einmal aufgenommen und eingeschränkt werden müssen.

diese Modelle ebenfalls testen oder dies zumindest vorgeben. In 2.2.1.2.2. wurden bereits Alcocks Arbeiten angesprochen und ihre theoretischen Defekte aufgezeigt. Hier geht es um die handfesten Fehler, die er bei der Anwendung von Richardsons Testverfahren macht.

Alcock tut nichts anderes, als das zu Beginn von 2.2.2.1.1. referierte Testverfahren Richardsons auf Verlustzahlen in mehreren Kriegen anzuwenden. Dabei trägt er den Zuwachs der Verlustzahlen jedes Jahres auf der Ordinate, die Verluste selbst auf der Abszisse ab ¹⁷²; nach (51) sollte eine Gerade resultieren.

Wäre das der Fall, dann wäre über Richardsons Modell noch gar nichts gesagt, da andere Variablen in einem anderen Kontext verwandt werden. Aber es ist nicht der Fall, ja nicht einmal zu erwarten, was Alcock selbst zugibt, wenn er die einzelnen Phasen eines Krieges aufzählt ¹⁷³. Daß Alcock nun wortreich jeden Knick der empirisch erhaltenen Kurven erklärt ¹⁷⁴, ändert nichts an der Tatsache, daß er nur die Unfähigkeit von Richardsons Modell gezeigt hat, den Prozeß der Krieges eskalation und -deeskalation zu beschreiben. Der Rückzug darauf, Richardsons Modell erkläre die jeweils linearen Phasen, würde Alcock nicht retten, da diese maximal drei Jahre lang dauern ¹⁷⁵, und für drei Punkte eine schöne Regressionsgerade zu finden, ist gar nicht so unwahrscheinlich. Damit könnte man Alcock erledigt sein lassen, aber einige zusätzliche Bemerkungen seien noch erlaubt.

172 N.Z. Alcock (1969a), pp. 106 f., (1969b), p. 2, (1970b), p. 10.

173 N.Z. Alcock (1971a), p. 2.

174 N.Z. Alcock (1971a), pp. 2 f., (1969a), pp. 108 f.

175 N.Z. Alcock (1971a), pp. 106 f., (1969b), p. 2, (1970b), p. 10.

Gleichung (54) fordert Linearität nur für eine Kurve von $d(x+y)/dt$ gegen $(x+y)$. Alcock zeichnet aber häufig nur dx/dt gegen x , also nur die Verlustzahlen eines Staates ¹⁷⁶. Von keiner Theorie wird hier Linearität verlangt! Aber selbst wo er die Verluste beider Seiten aggregiert, scheint er zu vergessen, daß bei der Ableitung von (54) die Annahmen $k=1$, $a=b$ gemacht werden. Er erwähnt das nicht einmal, geschweige denn, daß er zu zeigen versuchte, daß in den untersuchten Fällen die Annahmen sinnvoll wären ¹⁷⁷. Nach all dem zu behaupten, man habe gezeigt, daß Richardsons Modell die Eskalation und De-eskalation von Kriegen beschreibe und erkläre ¹⁷⁸ und Voraussagen auf das Ende der Kampfhandlungen ermögliche, zeugt entweder von eigener Unkenntnis oder von nicht viel mehr respektabler Spekulation auf die Unkenntnis der Fachgenossen ¹⁷⁹.

Die gleiche Methode wie Alcock verwendet Smoker zum Test der Erklärungskraft von Richardsons Modellen und

176 N.Z. Alcock (1969a), Figure 2, p. 106, (1969b), Figures 1-4, p. 2, (1970b), Figure 2, p. 2.

177 Das sind sie nicht! Bei seinem Test der dem Richardsonschen System ((7),(8))sehr ähnlichen Gleichungen von F.W. Lanchester (1916) an Daten über Verluste der amerikanischen und japanischen Truppen in Iwo Jima erhält Engel ein zahlenmäßiges Verhältnis der k und l entsprechenden Parameter zwischen 5,1 und 1,3 - je nach Definition der "Verluste" (auch diese Definition fehlt bei Alcock!); cf. J.H. Engel (1954), pp.186 f. Die Kritik von R.W. Samz (1972) an Engels Test bezieht sich in erster Linie auf die Daten, stellt jedoch das numerische Verhältnis der Parameter nicht in Frage.

178 Ganz lapidar sagt Alcock: "Nations at war escalate their fighting ... The Richardson arms race equations describe the process." N.Z. Alcock (1971a), p. 2.

179 Sollte letzteres der Fall sein, so ist die Spekulation bislang aufgegangen.

zwar an dem Rüstungswettlauf zwischen den USA und der Sowjetunion von 1948-1960. Zunächst versucht er es mit Daten von 1948 bis 1952 und der Gleichung (54) ¹⁸⁰. Wie Alcock macht er dabei ohne viel Federlesens die Annahmen $k=1$, $a=b$, obwohl die Begründung Richardsons für diese Annahmen bei der Herleitung von (54) im Fall dieses Rüstungswettlaufs bestimmt nicht stichhaltig ist. Daß Smoker aus seinen Daten den Schluß zieht, Richardsons klassisches Modell beschreibe den Rüstungswettlauf in diesen Jahren ¹⁸¹, scheint mir etwas übertrieben.

Erstens liegen von den empirisch erhaltenen Punkten nur drei halbwegs auf einer Geraden im $d(x+y)/dt$, $(x+y)$ -Koordinatensystem, eine Korrelation zwischen den beiden Variablen wird nicht berechnet. Zweitens verwendet Smoker nicht Rüstungsausgaben oder ein ähnliches Maß für das mobilisierte Potential eines Staates, sondern den Anteil der Rüstungsausgaben an den Regierungsausgaben (und -einnahmen). Wie im folgenden Kapitel gezeigt wird ¹⁸², ist dieser Anteil aber bestimmt kein Maß für die militärische Macht eines Staates, viel eher für den Anteil ökonomisch relevanter Entscheidungen, die im privaten Sektor getroffen werden ¹⁸³, und darüber macht Richardsons Modell gar keine Aussagen ¹⁸⁴.

180 P. Smoker (1963a).

181 Ibid., p. 59.

182 Cf. 3.4.3.3.1.

183 Und dafür gibt es in der Tat bessere Maße!

184 Dies ist wieder ein Beispiel dafür, wie verhängnisvoll es sein kann, beim Test eines Modells zu vergessen, wofür es eigentlich formuliert wurde. Nicht etwa für jeden im Umkreis staatlicher Rüstung ausdenkbaren Index, sondern für die Bedrohung, welche die militärische Kampfkraft der Streitkräfte eines Staates für einen anderen darstellen kann, hat Richardson seine Modelle entwickelt.

Daran ändert auch die von Smoker eingeführte Korrektur wenig¹⁸⁵, die den unterschiedlichen Anteil von Regierungsausgaben am Bruttosozialprodukt in Markt- und Planwirtschaften kompensieren soll. Sie verschlimmert die Situation nur noch dadurch, daß Vergleiche zwischen den Daten beider Staaten überhaupt nicht mehr möglich sind und daß eine empirische Interpretation der Indizes unmöglich wird, weil der "Anteil" der Rüstungsausgaben an den Regierungsausgaben durch diese Prozedur auf über 100 % steigen kann.

Unter den gleichen simplifizierenden Annahmen wie oben¹⁸⁶ geht Smoker dann daran, Richardsons "submissiveness"-Modell an den Daten von 1948-1960 zu testen. Dazu bringt er erst die Gleichungen (20) und (21) durch Addition in eine Gleichung (54) vergleichbare Form. Es soll dabei $d(x+y)/dt - (x+y)$ eine lineare Funktion von $(x-y)^2$ sein, wie das auch aus Gleichung (24) deutlich wird¹⁸⁷. Der Graph der entsprechenden Funktion müßte also eine Gerade sein.

185 P. Smoker (1963a), p. 56.

186 Wieder ohne Begründung ihrer Zulässigkeit!

187 Der Einwand von Chase dagegen, Smoker versuche, das nichtlineare System der "submissiveness"-Gleichungen über lineare Regression zu testen und das sei unzulässig, sticht nicht. Smoker formt das System so um, daß eine lineare Beziehung zwischen den im Text genannten Variablenkombinationen bestehen muß; cf. P.E. Chase (1969), p. 149. Der Einwand sticht auch nicht, weil die zum Test benützte Gleichung ein nichtlineares Glied enthält. Formal ist der Test also zulässig. Welche Defekte er in Smokers Durchführung trotzdem hat, werde ich gleich zu zeigen versuchen. Die Herleitung der zum Test benutzten Kombination von (20) und (21) findet sich bei P. Smoker (1963b), p. 64; (1964a), p. 59, (1965b), p. 169.

Das ist mitnichten der Fall - zumindest nicht bei den Daten über den gegenwärtigen Rüstungswettlauf zwischen den USA und der UdSSR. Alle Schaubilder Smokers zerfallen in wenigstens zwei Gruppen von Datenpunkten, die sich, mit unterschiedlicher Genauigkeit, jeweils durch eine Gerade annähern lassen¹⁸⁸, die aber sehr unterschiedliche Steigungen haben. Smoker nennt diese Diskontinuität, die 1952 auftritt, den schlagenden Beweis für "submission", zeigt sich beeindruckt von Richardsons Weitblick und sucht nach Gründen für das plötzliche Auftreten der Unterwürfigkeit. Als möglichen Grund nennt er Stalins Tod¹⁸⁹.

Mich beeindruckt Smokers Arbeit weniger. Ein Test von Richardsons "submissiveness"-Modell kann bei Smoker schon wegen der problematischen "Defense Ratios" (s. oben) nicht erfolgt sein. Aber selbst wenn es logisch möglich wäre, aus Smokers Test Aussagen über die Bewährung des Modells abzuleiten, müßte der Befund lauten, daß es nicht in der Lage ist, den Rüstungswettlauf zu erklären. Dafür nenne ich folgende Gründe:

- 1) Die Streuung der historischen Punkte um die zwei abschnittweisen Näherungsgeraden ist ziemlich groß.
- 2) Smoker scheint völlig übersehen zu haben, daß selbst die Punkte, die recht nahe bei der Näherungsgeraden liegen, nicht in der vorhergesagten Reihenfolge liegen, so folgt z.B. auf 1952/53 der Punkt 1955/56.
- 3) Selbst wenn man von dieser klaren Abweichung vom Modell absieht und nur den Trend des Zeitverlaufs betrachtet, fällt eine eklatante Abweichung von den Vorhersagen des Modells ins Auge. Bis zum Zeitpunkt t_2 ¹⁹⁰ sollte $(x+y)$ steigen und $|x-y|$

188 P. Smoker (1963b), pp. 69-71, (1964a), pp. 60-62.

189 P. Smoker (1963b), pp. 71 f., (1964a), pp. 59 f.

190 Cf. die Darstellung des "submissiveness"-Modells in 2.2.1.1.2.2.2.

ebenfalls. Bei Smoker ist das Gegenteil der Fall: sowohl $(x+y)$ als auch $|x-y|$ werden bis 1952 (t_2 , wenn Unterwürfigkeit wirksam werden soll) immer kleiner ¹⁹¹. Nach t_2 soll $|x-y|$ weiter steigen, aber $(x+y)$ soll fallen. Im Test verhält sich nur $(x+y)$ wie vorhergesagt, $|x-y|$ nimmt weiter ab.

- 4) Smoker führt "submission" als Grund für die Nichtlinearität des Graphen an. Linearität wurde aber nicht aus dem klassischen Modell, sondern aus dem "submissiveness"-Modell deduziert. Das heißt: Unterwürfigkeit als Erklärung ist schon gegeben, kann also nicht noch einmal zur Erklärung des Gegenteils der Vorhersage herangezogen werden. Es handelt sich um einen gravierenden logischen Fehler. Smoker hat offenbar die Erklärung der Nichtlinearität durch Richardson ¹⁹² unbesehen übernommen, ohne zu berücksichtigen, daß die Forderung nach Linearität bei Richardson aus dem klassischen Modell ¹⁹³, bei ihm selbst aber aus dem "submissiveness"-Modell deduziert ist.

Mithin läßt sich feststellen, daß Smokers Tests nicht in der Lage waren, entweder das "submissiveness"- oder das klassische Modell Richardsons zu konfirmieren ¹⁹⁴.

Bei dem "Test der Richardson Theorie" überschriebenen Aufsatz von O'Neill ¹⁹⁵ ist mir bis heute nicht ganz klar, was er eigentlich testet. Ich bin mir indes sicher, daß er Aussagen über die Brauchbarkeit von Richardsons Modellen gar nicht zuläßt. Ich will mich

191 Das liegt selbstverständlich an den eigenartigen Maßen. Die Rüstungsausgaben beider Staaten stiegen während dieser Zeit stetig.

192 Referiert in 2.2.2.1.3.

193 L.F. Richardson (1960), pp. 256-260.

194 Das gilt aus den genannten Gründen auch für P. Smoker (1965b), pp. 169-172, (1967b), p. 68. Anderer Meinung als ich ist N.Z. Alcock (1970a), p. 3, der meint, Smoker habe "evidence" für die Wirkung von Unterwürfigkeit ab 1952 gebracht.

195 B. O'Neill (1970).

nicht mit einem Referat aufhalten und nur soviel sagen: Der logische Fehler steckt in O'Neills Definition von Stabilität bzw. Instabilität. Bei Richardson hieß Stabilität eines Rüstungswettlaufs schlicht und einfach, daß die Rüstungen beider Staaten konstant bleiben und nach kleineren Auslenkungen zu dieser Gleichgewichtsposition zurückkehren.

O'Neill spricht dagegen von Instabilität des Rüstungswettlaufs zwischen zwei Staaten, wenn sie gegeneinander Kriege geführt haben oder Allianzen eingegangen sind ¹⁹⁶. Beides kann man aber auch ohne vorherige Rüstungswettläufe tun. Umgekehrt heißt die Abwesenheit von Kriegen und Bündnissen nicht, daß zwischen den beiden Staaten ein Rüstungswettlauf mit stabilem Gleichgewicht stattgefunden habe. Genauso gut kann gar kein Rüstungswettlauf oder einer mit instabilem Gleichgewicht stattgefunden haben. Die beiden Fallmengen von O'Neill und die beiden Mengen der Rüstungswettläufe mit nach Richardson entweder stabilem oder labilem Gleichgewicht brauchen sich weder logisch zu decken, noch tun sie es empirisch. Damit ist die ganze Arbeit O'Neills als Test von Richardsons Modellen ungeeignet.

Wenn man den Verweis auf "Richardsonprozesse", welche das Verhalten der Spieler erklärten, bei Friberg ¹⁹⁷ als eher metaphorisch denn als Anspruch eines ernstgemeinten Tests auffaßt, was von den Autoren wohl kaum

196 B. O'Neill (1970), p. 175.

197 M. Friberg (1968), pp. 241 f.; es handelt sich dabei um ein Spiel zur experimentellen Untersuchung von Rüstungsverhalten und Abrüstung, das mir, ohne diese Referenz zu nennen, von den Abrüstungsspielen am Mental Health Research Institute, Ann Arbor, Michigan, stark inspiriert zu sein scheint. Veröffentlicht sind diese vor allem in M. Pilisuk (1964a), (1964b). Ein Überblick findet sich bei A. Rapoport (1967), pp. 45-51.

intendiert sein kann, ist die Liste der Tests von Richardsons Systemmodellen jetzt abgeschlossen. Nach den ausführlichen Kritiken brauche ich jetzt wohl nicht mehr lange zu begründen, wenn ich als Befund feststelle: Nicht eine einzige der als Test von Richardsons Modellen angebotenen Arbeiten liefert die geringste Evidenz für die Erklärungskraft der Modelle über die von Richardson selbst angeführte hinaus. Dieser Satz darf aber nicht im Sinne der Falsifikationsforderung Poppers so verstanden werden, daß damit die angeblich getesteten Modelle Richardsons modifikationsbedürftig seien. Wie in der Kritik an den Tests deutlich geworden ist, sind sie gar nicht in der Lage, eine Falsifikation zu leisten.

2.2.2.3. Tests anderer Systemmodelle

2.2.2.3.1. Vorbemerkung

Bevor ich auf die speziellen Tests der Modelle von Lagerstrom, Lambelet und Mihalka zu sprechen komme, will ich noch kurz ein Verfahren zur Sprache bringen, mit dessen Hilfe jedes Modell, das die Abhängigkeit der Rüstungen zweier Staaten voneinander behauptet, in einem gewissen Ausmaß überprüft werden kann. Da damit natürlich auch Richardsons Modelle überprüft werden können, hätte ich es auch im vorigen Abschnitt bringen können. Ich habe mich entschlossen, erst hier zu referieren, weil es ohne speziellen Bezug auf Richardson entwickelt worden ist ¹⁹⁸.

¹⁹⁸ Entwickelt wurde die Methode, um die Hypothese von S.P. Huntington (1961), p. 22, zu testen, das Rüstungsbudget der USA sei keine Reaktion auf die russische Rüstung, sondern werde festgelegt, indem von den verfügbaren Ressourcen alle im zivilen Bereich notwendigen Ausgaben abgezogen werden (Residualhypothese).

Ich muß auch präzisieren: Es wird nicht ein bestimmtes Modell getestet, sondern die allen Systemmodellen für Rüstungswettläufe zugrundeliegende Hypothese der wechselseitigen Abhängigkeit der Rüstungen zweier Staaten. Um diese zu testen, schlägt Pryor zunächst vor, für beide Staaten den Trend der Rüstungsausgaben zu bestimmen und danach die Abweichungen vom Trend. Aufgrund der Interaktionshypothese müßten die jährlichen Abweichungen vom Trend der Rüstungsausgaben für beide Staaten positiv korreliert sein ¹⁹⁹.

Pryor gelingt es immerhin, für die Jahre 1950 bis 1962 48 % der Varianz der Abweichungen der Rüstungsausgaben der UdSSR von ihrem Trend durch die Abweichungen der Rüstungsausgaben der USA von deren Trend und umgekehrt zu erklären ²⁰⁰. Über Richardson und seine Modelle sagt das herzlich wenig, aber es bietet für die grundlegende Hypothese mehr Evidenz als alle im letzten Abschnitt referierten Tests.

2.2.2.3.2. Lagerstroms Systemmodell

Das lineare System zweiter Ordnung von Lagerstrom ²⁰¹ ist von Milstein und Mitchell einem Test an den Daten über das Marinewettrüsten von 1865 bis 1914 unterzogen worden ²⁰². Ihre Daten bestehen aus den Marinebudgets von Großbritannien und den Staaten, gegen die Großbritannien in den fraglichen Jahren Marine-Rüstungswettläufe führte: Frankreich und Rußland von 1870 bis 1892,

199 F.L. Pryor (1968), pp. 110-114.

200 Ibid., pp. 112 f.; signifikant auf dem 0,05-Niveau.

201 System ((40),(41)).

202 J.S. Milstein (1969), referiert bei P.A. Busch (1970), pp. 220-226.

Frankreich, Rußland und Deutsches Reich von 1893 bis 1904, Rußland und Deutsches Reich 1905-1908, Deutsches Reich von 1909 bis 1914.

Durch Korrelation dieser beiden Zeitreihen wurde ein signifikanter Zusammenhang zwischen den beiderseitigen Marinebudgets festgestellt. Er konnte noch verbessert werden, wenn statt der jeweiligen Ausgaben eine Kumulation der bis zu dem jeweiligen Jahr einschließlich erfolgten Ausgaben gesetzt wurde ²⁰³. Aus den Zeitreihen der kumulierten Ausgaben wurden dann jährlicher Zuwachs und Beschleunigung (d/dt und d^2/dt^2) berechnet.

Durch schrittweise Regression wurden dann für beide Seiten Reaktionsgleichungen bestimmt, welche die Beschleunigung je einer Seite im sechsten Jahr von der eigenen und gegnerischen Rüstung im Vorjahr und von dem Zuwachs beider Seiten über die letzten fünf Jahre hinweg abhängig machen ²⁰⁴. Auch hier schneiden die kumulierten Ausgaben wieder besser ab als die unkumulierten. Von den acht Koeffizienten des Systems ((40), (41)) haben sieben das geforderte Vorzeichen, der achte unterscheidet sich kaum von 0.

Der endgültige Test findet statt, indem die Daten der ersten fünf Jahre in die Gleichungen eingesetzt werden, woraus sich eine Voraussage für das sechste Jahr ergibt. Zur Vorhersage des siebten Jahres werden die Originaldaten vom zweiten bis zum fünften Jahr und der simulierte Wert des sechsten Jahres verwandt. Zur Vorhersage ab dem elften Jahr werden so nur noch simulierte Werte herangezogen. Die Übereinstimmung zwischen simulierten und realweltlichen Daten in der Graphik für Großbritannien ist verblüffend ²⁰⁵.

203 J.S. Milstein (1969), pp. 120 f.

204 Ibid., pp. 121 f.

205 Ibid., Graph 1, p. 123.

Hat Lagerstroms Modell den Test erfolgreich bestanden? ²⁰⁶ Diese Frage ist wegen der nachlässigen Präsentation der Methoden und Ergebnisse nicht eben leicht zu beantworten. In der Graphik fehlt eine Angabe der Einheiten auf der Abszisse ebenso wie bei der Angabe der durchschnittlichen quadrierten Abweichung des simulierten von dem realweltlichen Wert ²⁰⁷. In welcher Währung die Abweichung gemessen wird, ob "27,9" in Pfund Sterling, Tausend Pfund Sterling oder einer Million zu lesen ist, wäre wohl nicht uninteressant. Kein Wort verlieren die Autoren auch darüber, wie die Währungen auf eine vergleichbare Basis gebracht wurden, und über das Problem, daß die Ausgaben als mit der Jahresmitte zusammenfallend gedacht werden, der jährliche Zuwachs aber mit dem Jahresende zusammenfällt.

Sie scheint es auch nicht zu stören, daß sie bei den Gegnern Großbritanniens die Marinebudgets mehrerer Staaten nacheinander kumulieren. Einen Graphen für die Gegner Großbritanniens und die Simulation ihrer Ausgaben liefern die Autoren nicht. Das ist auch nicht verwunderlich, denn ich kann mich des Eindrucks nicht erwehren, daß sie hier eine ganze Anzahl von "naval races" ohne jede Differenzierung in einen Topf geworfen haben. Hätten sie versucht, eine Aggregationsprozedur für den Einfluß mehrerer Gegner auf die Ausgaben Großbritanniens zu finden ²⁰⁸ - schließlich bildeten die Gegner Großbritanniens keine Allianz - hätten sie Lagerstroms Modell nicht nur an einem, sondern an einer ganzen Reihe von Rüstungswettläufen testen können. Der Einwand,

206 Busch scheint dieser Meinung zu sein;
cf. P.A. Busch (1970), p. 223.

207 J.S. Milstein (1969), p. 121.

208 Inspiration hätten sie in Richardsons n-Nationen Modell finden können.

daß ihr Modell eine Änderung seiner Parameter selbst nicht erklären könnte, gilt auch hier ²⁰⁹.

Obwohl ich theoretisch sehr an Lagerstroms Modell interessiert bin, fällt es mir schwer, die Simulation von Milstein und Mitchell als Bestätigung seiner Erklärungskraft zu akzeptieren. Eine Beseitigung der technischen Defekte der Präsentation wäre hilfreich, aber sie könnte nichts daran ändern, daß bei dem entscheidenden Test, der Simulation, die Daten nicht einen einzelnen Rüstungswettlauf darstellen, wie ihn Lagerstroms Modell beschreiben und erklären könnte, sondern ein unentwirrbares Gemenge aus mindestens drei Rüstungswettläufen.

2.2.2.3.3. Lambeletes Systemmodell

Lambelet testet sein Systemmodell ²¹⁰ an dem Rüstungswettlauf zwischen Israel und den arabischen Staaten von 1953 bis 1965; die Daten finden sich bei Safran ²¹¹. Die in konstante Dollar verwandelten Rüstungsausgaben von Israel, Ägypten, Syrien, Irak, Jordanien und Saudi-Arabien stellen die Datenbasis dar. Logarithmierung von (48) und (49) zeigt, daß zwischen den Logarithmen der einzelnen Variablen Multikollinearität bestehen sollte.

209 Das sagen die Autoren auch selbst; cf. J.S. Milstein (1969), p. 136.

210 Dieses Modell wurde ursprünglich ohne jede theoretischen Aspirationen durch Inspektion der Daten von N. Safran (1969) über den Rüstungswettlauf entwickelt, an dem es dann getestet wird; cf. J.C. Lambelet (1971), Anm. zum Titel, p. 145. Das ändert nichts daran, daß die Formulierung des Modells (Gleichungen (48) und (49)) hinreichend allgemein ist, um es auch an anderen Rüstungswettläufen zu testen.

211 N. Safran (1969), Kapitel 4 und Anhänge.

Für die Bestimmung des lg von Israels Rüstung werden die jährlichen Rüstungsausgaben der arabischen Staaten aggregiert und dann logarithmiert. Der lg der Rüstung jedes arabischen Staates hängt ab von dem lg der Rüstungsausgaben Israels, von dem lg seines eigenen Bruttosozialprodukts und von den als dummy variables eingeführten "exogenen Variablen" ²¹². Dabei wird ein time-lag der abhängigen Variablen gegenüber den unabhängigen Variablen von einem Jahr eingeführt. Bei den Rüstungsausgaben von Syrien als abhängiger Variabler beträgt der time-lag zwei Jahre ²¹³.

Über multiple Regression ist es leicht möglich, die Werte der Parameter, der Elastizitäten, aus den Rüstungsausgaben und Bruttosozialprodukten der 13 untersuchten Jahre zu ermitteln. Die zur Erklärung der jeweiligen Rüstung herangezogenen Variablen erklären im schlechtesten Fall, dem des Irak, immerhin noch 96,6 % der Varianz der realen Rüstungsausgaben in der Zeit ²¹⁴.

Anschließend simuliert Lambelet die Rüstungsausgaben der betroffenen Staaten mit den erhaltenen Regressionsgleichungen weiter bis 1970. Die Abweichung von den realweltlichen Daten des Jahres 1970 ist zwar beträchtlich, könnte aber auf den von dem Modell nicht voraus-sagbaren gesteigerten Ersatzbedarf nach dem Juni-Krieg von 1967 zurückzuführen sein ²¹⁵.

Von den zum Test von Systemmodellen zur Analyse von Rüstungswettläufen durchgeführten Arbeiten scheint mir die Lambelets als einzige frei von offenkundigen methodischen Fehlern zu sein, wenn man vom Test seines "klas-

212 Cf. das Referat in 2.2.1.2.5.3.

213 J.C. Lambelet (1971), p. 152.

214 Ibid., p. 157.

215 Ibid., pp. 165 f.

sischen" Modells am Rüstungswettlauf vor dem Ersten Weltkrieg durch Richardson absieht. Meine grundsätzlichere, vom Standpunkt der erkenntnistheoretischen Eigenschaften der Modelle aus erfolgende Kritik an seinem Modell ist die gleiche, die ich im folgenden Kapitel auch an Richardsons Modellen anbringen werde.

2.2.2.3.4. Mihalkas Systemmodell

Frei von technischen Fehlern ist auch der Test von Mihalka, den ich auch unter Tests von Richardsons Modellen hätte bringen können ²¹⁶, was ich aber wegen der Einbeziehung exogener Variabler nicht getan habe. Mihalka testet sein Systemmodell an vier "Prestige"-Rüstungswettläufen ²¹⁷ zwischen 1951 und 1968: Argentinien-Brasilien, Brasilien-Peru, Peru-Chile, Chile-Argentinien. Seine Untersuchung beschränkt sich auf die Luftwaffen dieser Staaten, wobei er als einziger referierter Autor statt Budgetdaten Kampfkraftindizes verwendet.

Das Testverfahren ist das gleiche wie bei Lambelet: mehrfache Regression zur Bestimmung der Parameter. Die Übereinstimmung zwischen aus den Regressionsgleichungen vorhergesagten und empirischen Werten ist hingegen weit schlechter als bei Lambelet. Von der Varianz der Luftwaffenrüstung wird durch die jeweiligen unabhängigen Variablen zwischen 61 % und 82 % erklärt ²¹⁸. Zu diesem nicht allzu beeindruckenden Ergebnis kommen noch Unklarheiten in der Präsentation, die eine Bewertung erschweren.

216 Mihalkas Modell ist eine Abart von Richardsons Rivalitätsmodell; cf. System ((42),(43)).

217 Cf. die Darstellung unter 2.2.1.2.5.3.

218 M. Mihalka (1971), pp. 116-139.

Es wird zum Beispiel nicht angegeben, wie Kommensurabilität zwischen der exogenen Variablen "pro Jahr in den USA ausgebildete Angehörige der Streitkräfte" und dem Kampfkraftindex hergestellt wird, durch den die Rüstungsvariablen gemessen werden. Außerdem fehlen genaue Angaben darüber, wieviel Prozent der Varianz durch jede der unabhängigen Variablen erklärt werden, obwohl natürlich die T-Statistik jedes Koeffizienten gewisse Schlüsse zuläßt. Aufgrund der vorhandenen Information hege ich den Verdacht, daß der Löwenanteil der erklärten Varianz auf das Konto der exogenen Variablen geht, was nach dem Auswahlverfahren ²¹⁹ auch weiter nicht verwunderlich wäre.

Daraus wäre der Schluß zu ziehen, daß entweder gar kein "Prestige"-Rüstungswettlauf oder irgendein sonstiger Rüstungswettlauf stattfand, oder daß doch ein Rüstungswettlauf ablief, das Modell ihn aber durch Interaktion der Rüstungsvariablen nicht beschreiben kann, sei es wegen allgemeiner Unbrauchbarkeit oder der willkürlichen Bestimmung der "Verhältnisziele" der Staaten. Aus Mihalkas Test können also Aussagen über die Brauchbarkeit des Systems ((42),(43)) nicht abgeleitet werden. Was der Test zeigt, ist die starke Abhängigkeit der Rüstung - speziell der Luftwaffe - der lateinamerikanischen Staaten von der Ausbildungs- und Materialhilfe der USA ²²⁰. Dieser Interpretation würde der Autor kaum widersprechen ²²¹.

219 Cf. 2.2.1.2.5.3.

220 Und nicht einmal hier kann die Form des Zusammenhangs als gesichert gelten, da in den Daten noch ein systematischer Fehler steckt; cf. M. Mihalka (1971), pp. 132-136.

221 Das deutet seine Zusammenfassung der Testergebnisse an. Cf. M. Mihalka (1971), pp. 137-139.

Als Resümee läßt sich mithin feststellen, daß Lamberts System ((48),(49)) als einziges Modell, dessen Test in diesem Abschnitt 2.2.2.3. referiert wurde, als vorläufig nicht falsifiziert gelten kann. Sowohl bei Mihalka als auch bei Milstein et. al. kann von einer Falsifizierung des zugrunde gelegten Modells ebenso wenig die Rede sein wie von einer mißglückten Falsifizierung. Für Lagerstroms Modell und das modifizierte Rivalitätsmodell Mihalkas stehen echte Tests also nach wie vor aus.

2.3. Strategische Modelle zur Analyse von Rüstungswettläufen

2.3.1. Die Modelle

2.3.1.1. Vorbemerkung

Bei den Modellen des vorhergehenden Abschnitts 2.2. war jede Entscheidung eines Staates über seine Rüstung durch vergangene eigene und gegnerische Entscheidungen bestimmt. Der Ablauf des Rüstungswettlaufs lag im Grad seiner Determinierung "...intermediate between the predictability of the moon and the freedom of an unmarried young man" ²²². Nach der Rationalität der Einzelentscheidungen wurde nicht gefragt; wichtig war ihr kombiniertes Resultat, über dessen Rationalität ²²³ Aussagen ebenso wenig möglich waren wie über den "lock

222 L.F. Richardson (1960), p. 33.

223 Zum Rationalitätsbegriff der Entscheidungstheorie cf. W.J. Gore (1964), pp. 3 f., J.G. March (1958), pp. 137 f., (1962), p. 196, H.A. Simon (1957a), pp. 241, 245, (1957b), pp. 67, 80 f., M. Patchen (1965), passim, S. Verba (1969), pp. 225 f.; J.C. Harsanyi (1966), pp. 1-3, (1961), passim, P. Ratoosh (1969), pp. 21-24. Wenn man, wie A. Rapoport (1966b), pp. 279-282, zusätzlich zu "strategischer" auch noch "systemische" Rationalität einführt, werden auch Aussagen über die Rationalität des Ergebnisses möglich.

in"-Effekt im iterierten Prisoner's Dilemma ²²⁴.

Wenn aber nicht nur angenommen wird, daß jeder Staat im Rüstungswettlauf mit seiner eigenen Rüstung auf die des Gegners reagiert, sondern daß er sich dessen auch bewußt ist und daß die Reaktion in Form einer rationalen Entscheidung über die eigene Rüstung erfolgt, wenn die Entscheidungsträger sogar wissen, daß die zukünftige Entscheidung des Gegners eine rationale Reaktion auf ihre gegenwärtige Entscheidung sein wird, dann kann der Rüstungswettlauf nicht mehr als "fight", sondern er muß als "game" analysiert werden ²²⁵.

Diese Veränderung im Blickwinkel - von ziemlich mechanischen Einzelreaktionen, an denen nur der Gesamt Ablauf interessiert, zu einer Folge von Einzelentscheidungen, welche jeweils optimale Strategien zur Vermeidung von und/oder zum Sieg in einem möglichen Krieg selektieren - wurde zunächst in historisch-spekulativen Arbeiten vollzogen. Sie sahen in der Aufrüstung eines Staates eines seiner Mittel, einen Vorteil des Gegners auszugleichen, also etwa eine Alternative zur Bildung von Allianzen oder zum Abschluß von Nichtangriffsverträgen ²²⁶.

Die formale Analyse solcher Entscheidungen, die schon von Schelling gefordert wurde ²²⁷ und die den Gegenstand dieses Abschnitts bildet, zog bald nach. Leider sind die vorliegenden Zusammenfassungen dieser Litera-

224 Dieser Vergleich von Rüstungswettläufen und Prisoner's Dilemma stammt von A. Rapoport (1967), p. 14.

225 T.C. Schelling (1963b), p. 476, unter Verwendung der Terme von A. Rapoport (1960).

226 Cf. z.B. H. Bull (1961), p. 6, S.P. Huntington (1958), p. 58, für eine neuere Version dieses Ansatzes cf. C.S. Gray (1971), pp. 41-44.

227 T.C. Schelling (1963a), pp. 234-237, später (1966), pp. 268-274.

tur so dürftig ²²⁸, daß ich ein eigenes Referat anfertigen muß. Da ich bei der Entwicklung meiner eigenen Modelle viel weniger auf strategische Modelle zurückgreifen werde als auf Systemmodelle, kann der Literaturbericht knapper ausfallen, und er wird deshalb dem erwähnten Mangel nicht abhelfen. Ich werde vor allem darauf achten, einen Hintergrund zu schaffen, vor dem die theoretische Kritik des dritten Kapitels deutlich werden kann. Im Unterschied zu 2.2. werde ich auf Detailkritik in den Anmerkungen weitgehend verzichten.

2.3.1.2. Reaktionskurven als Berührungspunkt mit Systemmodellen

Gemeinsam ist allen strategischen Modellen zur Analyse von Rüstungswettläufen die Verwendung von Reaktionskurven ²²⁹. Diese spielten auch schon bei den Systemmodellen eine Rolle ²³⁰ und bilden den Berührungspunkt

-
- 228 Mir sind außer P.A. Busch (1970), pp. 226-230, und der unveröffentlichten Arbeit von R.H. Cady (1966), pp. 7-10, keine bekannt.
- 229 Zum Begriff cf. M.C. McGuire (1965), pp. 21-23, M.D. Intriligator (1968b), pp. 4 f. Er deckt sich mit Bouldings "partiellen Gleichgewichtskurven"; cf. K.E. Boulding (1963b), pp. 25-27. Die "satisfaction curves" von K. Midgaard (1970), pp. 24 f., sind keine Reaktionskurven, da sie die ökonomischen Zwänge nicht berücksichtigen. Sie entsprechen sinngemäß den von mir bei Casparys Modell reformulierten Gleichungen (36) und (37). Bei seinen "acceptance curves" hingegen, cf. pp. 26 f., handelt es sich um Reaktionskurven.
- 230 Deshalb ist auch der Anspruch von M.D. Intriligator (1964), p. 147, er habe mit Hilfe von Reaktionskurven einige Beschränkungen der klassischen Modelle beseitigt, etwas überspitzt. Er hat lediglich dort nicht untersuchte Reaktionskurven eingeführt. Daß das klassische Werk Richardsons keine nichtlinearen Reaktionskurven enthalte, trifft ebenfalls nicht zu. Ein Gegenbeispiel ist das "submissiveness"-Modell.

zwischen den beiden Modelltypen. Während bei den Systemmodellen am Beginn die Formalisierung von Annahmen über den Zusammenhang der Variablen des Systems steht, aus der dann Reaktionskurven deduziert werden können, indem die erste Ableitung der Rüstungsvariablen nach der Zeit gleich 0 gesetzt wird, gehen die strategischen Modelle von den Reaktionskurven aus, wenn sie nach dem Zusammenhang der beiderseitigen Rüstungen suchen.

Steht ein Paar solcher Reaktionskurven der Form $O=f(x,y,...)$, $O=g(x,y,...)$ fest, lassen sie sich zwanglos - unter gleichzeitigem Einbau der Zeit als unabhängiger Variabler - in ein Systemmodell überführen, indem $dx/dt=f(x,y,...)$ und $dy/dt=g(x,y,...)$ gesetzt wird. Die Reaktionskurve eines Staates A in der x,y-Ebene bezeichnet also diejenige Rüstung, die er bei gegebener Rüstung des Gegners selbst wählen wird. In allen auf ihr liegenden Punkten ändert sich seine Rüstung nicht. Je weiter A sich aber von seiner Reaktionskurve entfernt, desto größer wird dx/dt , desto intensiver wird sein Versuch, den angesichts der gegnerischen Rüstung und der Kosten der eigenen Rüstung erstrebten Rüstungsstand zu erreichen ²³¹.

Das Problem aller strategischen Modelle ist, die Reaktionskurven der an dem Rüstungswettlauf beteiligten Staaten zu bestimmen. Die Systemmodelle erreichten das, indem sie in ihren Annahmen den input und den output des staatlichen Entscheidungsprozesses in Beziehung setzten und diesen selbst ausklammerten. Die strategi-

²³¹ Besonders deutlich wird das in Intriligator's "stock adjustment model", in dem $dx/dt=F(x'(y)-x)$ gilt, wobei $x'(y)$ der von A bei gegebenem y gewünschte eigene Rüstungsstand ist; cf. M.D. Intriligator (1968b), pp. 2 f., 4, 31 f.

schen Modelle versuchen, das gleiche Ziel durch detaillierte Untersuchung der Entscheidungssituation der nationalstaatlichen Entscheidungsträger zu erreichen ²³². Annahmen investieren sie ausschließlich in die kognitiven und affektiven Komponenten der Entscheidungssituation. Je mehr Annahmen es sind, desto eher lassen sie die Deduktion einer spezifischen Reaktionskurve zu und damit ihre Überführung in ein Systemmodell. Zwar ist dies bei den bisher angebotenen strategischen Modellen für Rüstungswettläufe nur selten der Fall, aber immerhin ist es prinzipiell durch hinreichend viele Annahmen möglich. In umgekehrter Richtung gilt diese prinzipielle Möglichkeit der Überführung der Modelltypen ineinander nicht.

2.3.1.3. Annahmen über die Entscheidungssituation

Wie sehen nun diese Annahmen aus, mit deren Hilfe die Wahl eines bestimmten Rüstungsstandes als rationale Entscheidung angesichts der gegnerischen Rüstung erklärt werden soll? Da eine rationale Entscheidung den Nutzen der Entscheidungseinheit maximiert, muß für jeden möglichen Rüstungsstand von B auf der Reaktionskurve von A derjenige Punkt liegen, der A maximalen Nutzen bringt ²³³. Dazu müssen die Nutzenfunktionen beider Staaten in der x,y-Ebene bekannt sein, und hier liegt die erste Möglichkeit, Annahmen zu machen.

Man kann aber auch weiter analysieren und feststellen, daß der Nutzen jedes Punktes der historischen Ebene für den Staat A von dem "outcome" (Resultat) der x,y-Kombination und von A's Präferenzen abhängt. Man kann nun annehmen, daß das für A relevante Resultat der x,y-Kombi-

232 M.C. McGuire (1965), p. 47.

233 Ibid., pp. 20 f.

nation in ihrem Abschreckungswert und/oder dem Ausgang eines möglichen Krieges und/oder der Belastung der eigenen Wirtschaft liegt ²³⁴, und man kann Annahmen über A's Präferenzen, über seine Rangordnung möglicher zukünftiger Zustände, machen.

Über das für A relevante Resultat oder über Kombinationen von Resultaten kann man weitere Annahmen machen: Welcher Kriegsausgang tritt bei einer bestimmten x,y-Kombination ein, welche Belastung der Wirtschaft, welche Abschreckungschancen. Man kann aber auch hier noch weiter analysieren und den Einfluß der beiderseitigen militärischen Machtmittel auf die Abschreckung des Gegners, die Wahrscheinlichkeit eines Sieges und auf zivilen Konsum und Produktion untersuchen. Daß man dazu weitere Annahmen braucht, versteht sich von selbst. Schließlich kann man auch noch Annahmen über die Interaktion der Bewertungen der einzelnen Teilresultate machen, also darüber, wie sie zur Bezeichnung des Gesamtnutzens einer bestimmten Kombination von Rüstungsständen aggregiert werden.

234 Logisch lassen sich natürlich die ersten beiden Arten von Resultaten nicht unabhängig voneinander untersuchen. Das Ergebnis eines möglichen Krieges entscheidet nämlich zusammen mit der Präferenzfunktion von B darüber, ob Staat A den Staat B durch abschreckende Drohung von bestimmten Verhaltensalternativen abbringen kann. Cf. B.M. Russett (1963), pp. 106 f., G.H. Snyder (1960), pp. 169 f., C.F. Fink (1965), pp. 57-59, L. Porsholt (1966), pp. 182-184, M. Patchen (1970), pp. 395-397, auch zur Illustration B.M. Russett (1967), passim. Es ist also durchaus möglich, in einem strategischen Modell die Bedeutung einer Kombination von x- und y-Werten für die Staaten nur in dem Ausgang eines Krieges zu sehen, ohne die dadurch ermöglichen Techniken der Verhaltenskontrolle in die Bewertung der Situation durch die Spieler einzubeziehen. Umgekehrt geht das nicht.

2.3.1.4. Annahmen über den Nutzen der Rüstung für die Entscheidungseinheit

Die erwähnte Hierarchie von Annahmen habe ich eingeführt, um die angebotenen Modelle nach ihrer Komplexität ordnen zu können. Das scheint mir angesichts der literarischen Sachlage ein lohnendes Unterfangen zu sein, zumal es gleichzeitig eine Ordnung nach abnehmender Affinität zu Systemmodellen bedeutet. Meine kurze Übersicht will ich beginnen mit solchen Arbeiten, die nur Annahmen über die Nutzenfunktionen der Staaten machen.

Logisch ist das natürlich äquivalent mit Annahmen über die Präferenzordnung der Entscheidungseinheit. Meist aber machen die einschlägigen Arbeiten noch weitere Annahmen, nur unausgesprochen. Sie schreiben nämlich den Wert einer Kombination von Rüstungsständen dieser Kombination nur offiziell direkt zu. Ingeheim haben sie auch ihre Vorstellungen über das Resultat jeder Kombination und ordnen ihr den Wert des Resultates zu ²³⁵. Dessen ungeachtet spreche ich von Annahmen über die Nutzenfunktion in der x, y -Ebene, wenn die beschriebene Prozedur nicht offen durchgeführt wird.

Ashs Arbeit über "Macht" in der internationalen Politik ist wohl die früheste Arbeit, die sich, wenn auch nicht ihrer Intention, so doch ihrem Vorgehen nach, als strategisches Modell zur Analyse von Rüstungswettläufen bezeichnen läßt ²³⁶. Ash unterstellt, daß jeder Staat ein gewisses Ausmaß von Macht - was auch immer das heißen soll - über seinen Gegner anstrebt ²³⁷. Jede Kombi-

235 Z.B. D.G. Pruitt (1969), pp. 398-400, M.D. Intriligator (1968b), pp. 5-9, (1964), pp. 143 f.

236 M.A. Ash (1951).

237 Ibid., pp. 219 f., 222.

nation von beiderseitigen Rüstungsständen bedeutet für jeden der beiden Staaten bestimmte Macht über den je anderen. Verbindet man in der x,y -Ebene alle Punkte mit gleicher Macht von A über B, erhält man Kurven konstanter Macht ²³⁸. Die bestimmte Kurve konstanter Macht, deren Punkte A den von ihm gewünschten Betrag an Macht über B geben, ist offensichtlich A's Reaktionskurve.

Je nachdem, welche Form der Kurven konstanter Macht man annimmt ²³⁹, bleibt der Übergang vom strategischen zum Systemmodell noch möglich. Nimmt man Geraden an ²⁴⁰, soll also die Macht von A über B konstant bleiben, wenn $(y+b)/x=k_1=\text{konstant}$, ist die Überführung trivial. Ash nimmt aber auch gekrümmte Kurven konstanter Macht an ²⁴¹, da man bei gleichförmig steigender Rüstung des Gegners selbst immer intensiver rüsten, die Zuwachsrates der eigenen Rüstung erhöhen müsse ²⁴². Durch sein graphisches Verfahren wird jedoch keine spezifische Form der Kurven konstanter Macht und damit der Reaktionskurven angegeben, so daß die Überführung in ein strategisches Modell nur durch zusätzliche Annahmen erfolgen kann.

238 M.A. Ash (1951), pp. 224 f.

239 Das heißt in der Sprache des vorhergegangenen Absatzes: Welche Annahmen man über die Nutzenfunktion U in der x,y -Ebene macht, welchen geometrischen Ort man für die Punkte mit $\max U(x,y)$ annimmt.

240 M.A. Ash (1951), pp. 224-227.

241 Ibid., pp. 227-236.

242 Eine Form des "law of diminishing returns" ist das nicht, weil die Rüstung des Gegners nicht konstant gehalten wird. Ash unterstellt offenbar Angriffsabsichten und/oder er hat nur konventionelle Rüstung im Sinn.

Analog zu Ashs Modell mit Geraden als Kurven gleicher Macht erfolgen die Analysen von Boulding²⁴³ und Intriligators Behandlung des "ratio-goal" Modells²⁴⁴. Boulding schließt dem Fall der linearen Reaktionskurven eine Analyse mit Hilfe nichtlinearer an²⁴⁵. Wie Ash legt er dabei keinen Wert auf die spezifische Form dieser Kurven, sondern auf ihren allgemeinen Verlauf in der x,y-Ebene, den er aus intuitiven Annahmen über die Nutzenfunktion der Rüstung für Entscheidungsträger mit unterschiedlichen Persönlichkeitsmerkmalen erhält²⁴⁶.

243 K.E. Boulding (1963b), pp. 25-27.

244 M.D. Intriligator (1964), pp. 143 f., (1968b), pp. 5-9. Wie Ash hat auch Intriligator Vorstellungen über die Ursachen, die einen Staat ein Verhältnis wählen lassen, aber er offenbart nur, daß auf der Präferenzskala des Staates A eben solche Punkte der x,y-Ebene an erster Stelle rangieren, für die das Verhältnis der beiden Rüstungen einen konstanten Wert hat. Leider wird die Verständlichkeit von Intriligators. ansonsten ausgezeichnete Arbeit (1968b) in der Passage über "ratio-goal" Modelle durch einen schweren logischen Fehler beeinträchtigt, der aus dem älteren Aufsatz (1964) übernommen ist.

Nach Definitionen von "ratio-goal" und "Reaktionskurve", die für diesen speziellen Fall zweifelsfrei die Identität der beiden Kurven implizieren, geht er in der Durchführung daran, aufgrund einer zusätzlichen Annahme zwischen beiden zu differenzieren. Aus dieser Annahme folgt aber, daß es sich nicht länger um ratio-goals handelt, welche die Staaten verfolgen.

245 K.E. Boulding (1963b), pp. 30-32.

246 Boulding unterscheidet zwischen "Yogis", "Saints", "Regenerate Sinners", "Publicans", "Devils". Die S-förmige Reaktionskurve des "Publican" findet sich auch bei D.G. Pruitt (1969), pp. 398-400.

2.3.1.5. Bewertung der Rüstung über ihre Resultate

2.3.1.5.1. Annahmen über den Zusammenhang der Rüstung mit ihren Resultaten

2.3.1.5.1.1. Die Annahmen

Die wohl häufigste Annahme in strategischen Modellen lautet, daß A bei gegebenem y sein x so wählt, daß dasjenige Resultat erzielt wird, das den bei dem gegebenen y höchsten möglichen Wert in A's Präferenzskala hat. Welches Resultat dabei von A an seinen Präferenzen gemessen wird, ist unterschiedlich. Oft ist es der wahrscheinliche Ausgang eines zwischen A und B möglichen Krieges ²⁴⁷. Über die Bestimmung dieses Ausgangs macht die hier angesprochene Gruppe von Arbeiten durchgängig vereinfachende Annahmen.

Moberg sieht ihn nur von x und y abhängig; $x > y$ bedeutet, daß A gewinnt, und umgekehrt ²⁴⁸. Später kompliziert er das Modell, indem er unterschiedliche Wirksamkeit der beiderseitigen Waffen in Angriff und Verteidigung annimmt ²⁴⁹, wie das vor ihm schon Hoag und Burns in ähnlichen Modellen getan haben ²⁵⁰. Damit gehört er der Variante strategischer Modelle für Rüstungswettläufe an, die wohl quantitativ am häufigsten repräsentiert ist und die explizit die Strategien der Entscheidungsträger einbezieht. Je nachdem ob A selbst angreifen oder sich nur verteidigen will, bringt ihm, aufgrund der Annahme über die unterschiedliche Wirksamkeit des Einsatzes militärischer Machtmittel, eine be-

247 Z.B. A.L. Burns (1959), p. 328, M.W. Hoag (1969), pp. 506 f., W.R. Caspary (1969), p. 13, E. Moberg (1966), pp. 81 f.

248 E. Moberg (1966), p. 80.

249 Ibid., pp. 84-86.

250 M.W. Hoag (1969), pp. 506 f., A.L. Burns (1959), p. 328.

stimmte x,y-Kombination verschiedene Resultate, die er dann noch an einer Präferenzskala mißt, die ebenfalls von seiner Strategie abhängt. In der neueren Literatur hat sich das Interesse abgewandt von der Unterscheidung zwischen Angriff und Verteidigung und hat sich auf Angriff und Abschreckung von Aggression konzentriert ²⁵¹.

Der Vorschlag von Chatterjee, als Resultat einer Rüstungsentscheidung nicht mehr nur die Wahrscheinlichkeit eines Sieges oder der erfolgreichen Abwehr eines Angriffs zu nehmen, sondern diese Wahrscheinlichkeiten mit der perzipierten Wahrscheinlichkeit eines Krieges oder Angriffs zu multiplizieren und das Produkt als Resultat durch die Präferenzfunktion bewerten zu lassen ²⁵², ermöglicht die Berücksichtigung von Abschreckung und Verteidigung, wenn auch neue Meßprobleme aufgeworfen werden.

Wichtig ist bei all den zuletzt besprochenen strategischen Modellen, daß der Zusammenhang zwischen Rüstungsständen und ihren Resultaten, den Wahrscheinlichkeiten, mit Erfolg einen Krieg zu führen, ihn durch Abschreckung zu vermeiden oder sich bei einem feindlichen Angriff zu verteidigen, je nach Strategie über Annahmen ²⁵³ hergestellt wird, die ohne Ausnahme so allgemein gehalten sind, daß es Myriaden von Kurvenscharen gibt, welche

251 M.D. Intriligator (1964), p. 145, (1963), passim, E. Moberg (1966), pp. 83 f., W.R. Caspary (1969), p. 15, T. Chatterjee (1971), pp. 15-21.

252 P. Chatterjee (1971), pp. 25-27.

253 Speziell die Annahmen über den Zusammenhang bestimmter wahrscheinlicher Kriegsausgänge mit den dadurch ermöglichten strategischen Optionen, z.B. Abschreckung, beruhen auf den Ergebnissen der in der Abschreckungstheorie geführten Diskussion über die Glaubwürdigkeit von Drohungen. Besonders schlägt in den einschlägigen Annahmen die Auseinandersetzung zwischen Bouldings Standpunkt, die

die Annahmen erfüllen. Wenn also spezifische Reaktionskurven angegeben und in Graphiken verwandt werden, hat das nur illustrativen Wert. Die Entwicklungen der beiderseitigen Rüstungen können allenfalls andeutungsweise in ihrer gegenseitigen Abhängigkeit dargestellt werden.

2.3.1.5.1.2. Konkurrenz um knappe Ressourcen

Ein weiterer Mangel der genannten Arbeiten ist, daß sie in Konkurrenz mit der Rüstung stehende Aufgabenbereiche des Staates und ihre Anforderungen an seine Ressourcen zwar über Annahmen einbauen, aber die Art dieser Berücksichtigung - von wenigen Ausnahmen abgesehen - nicht deutlich machen. So schreibt Moberg sogar, die Kosten der Rüstung und alles, was damit zusammenhänge, werde er nicht berücksichtigen²⁵⁴. Das heißt aber, daß bei gegebenem y der Nutzen von x für A mit steigendem x monoton wächst: Je mehr Rüstung A hat, desto besser²⁵⁵. Als Reaktionskurve von A wäre also eine Parallele zur y -Achse zu erwarten, deren Abstand von dieser Achse der Ausgabe des gesamten Bruttosozialprodukts von A für Rüstung entsprechen würde, unabhängig von dem Wert von y . Bei Moberg ist das mitnichten der Fall²⁵⁶. Seine Reak-

Forts. 253:

Kosten eines Scheiterns der Abschreckung müßten für den Abzuschreckenden höher sein als für den Abschrecker (K.E. Boulding (1964), pp. 81 f., (1963a), p. 426, auch M. Shubik (1968), p. 99), und der von Schelling angeführten Gegenposition durch, welche dieses Verhältnis für unwesentlich erklärt (cf. dazu T.C. Schelling (1963a), pp. 124, 128-131, (1966), p. 36, (1963c), pp. 532 f., 535, weiter auch W.W. Kaufmann (1956), pp. 18 f., G.H. Snyder (1961), pp. 23-26, G. Kent (1967), pp. 73-79).

254 E. Moberg (1966), p. 84.

255 Cf. dazu W.R. Caspary (1969), Figure 5, p. 16.

256 E. Moberg (1966), pp. 82, 85. Moberg diente nur zur Illustration. Der Vorwurf trifft A.L. Burns

tionskurven sorgen stets dafür, daß bei gegebenem y A sein jeweiliges Ziel mit minimalem Aufwand erreicht. Also konkurriert Rüstung doch mit anderen Gütern und die Nutzenfunktion von x nimmt bei gegebenem konstantem y mit steigendem x erst zu und dann wieder ab ²⁵⁷. Solche Annahmen nicht auszusprechen, ist nicht gerade leserfreundlich.

Von allen Autoren, welche die Interaktion von x und y in ihre Annahmen packen, machen nur Intriligator ²⁵⁸ und Chatterjee die Konkurrenz um knappe Ressourcen deutlich. Nach Chatterjee ²⁵⁹ ist der Nutzen für A einer bestimmten Rüstung x , U_x , sowohl von den durch x eröffneten strategischen Optionen, O_x , als auch von den Kosten ihres Erwerbs und ihrer Aufrechterhaltung, C_x , abhängig: $U_x = U(O_x, C_x)$. Die Annahmen über die allgemeine Form von U_x werden dann in Ungleichungen über die ersten und zweiten partiellen Ableitungen von U_x , $\partial U_x / \partial O_x$, $\partial U_x / \partial C_x$, $\partial^2 U_x / \partial O_x^2$ und $\partial^2 U_x / \partial C_x^2$, gekleidet. Ein numerisches Beispiel für die gemeinsame Wirkung einer bestimmten Nutzenfunktion der Rüstung und einer bestimmten Nutzenfunktion von ziviler Konsumtion und Produktion auf die Allokation von Ressourcen für Rüstungszwecke berechnet Caspary ²⁶⁰.

Forts. 256:

(1959) und Passagen von M.D. Intriligator (1964), besonders pp. 145 f., und auch die verbale Analyse von M.W. Hoag (1969) genauso.

257 Cf. dazu P. Chatterjee (1971), Figure 14, p. 23, M.C. McGuire (1965), Figures 67, 68, p. 149, Figure 69, p. 150.

258 M.D. Intriligator (1968b), pp. 13-16, setzt einfach eine absolute Obergrenze für Ausgaben für Rüstung.

259 P. Chatterjee (1971), pp. 21-25, in Anlehnung an M.C. McGuire (1965), pp. 96-98.

260 W.R. Caspary (1969), pp. 15-18.

2.3.1.5.2. Submodelle für den Zusammenhang der Rüstung mit ihren Resultaten

2.3.1.5.2.1. Die Submodelle

Die Annahmen über den Zusammenhang von Rüstung und Kriegsausgang versuchen die folgenden, komplexesten strategischen Modelle aus der Welt zu schaffen, indem sie an ihre Stelle ein Submodell des Kriegsverlaufs in Abhängigkeit von den Anfangsstärken und den Strategien der beteiligten Staaten setzen. Diese Submodelle - bisher nur für Duelle zwischen Staaten entwickelt, die Raketen mit nuklearen Sprengköpfen besitzen - geben bei gegebenen technischen Eigenschaften des beiderseitigen Materials die Verluste an Menschen und Industriekapazität und die Restbestände an Raketen beider Gegner in Abhängigkeit von den Anfangsstärken, der Abfolge der Schläge, der Zahl der Raketen in jeder Salve und den in jeder Salve unter Feuer genommenen Zielen (Bevölkerung oder Raketen des Gegners) an ²⁶¹. Dazu benötigt man die einschlägigen Kenntnisse über die Wirkung von Kernwaffenexplosionen auf "harte" und "weiche" Ziele ²⁶² und zusätzliche vereinfachende Annahmen über den Ablauf des Krieges ²⁶³.

261 M.D. Intriligator (1967), passim, (1968a), passim, besonders 1153-1159, (1968b), pp. 17-26, M.C. McGuire (1965), pp. 50-82, T.L. Saaty (1968), pp. 54-57, H.J. Piccariello (1962), F.A. Miercort (1971), A. Nagabhushanam (1972).

262 Z.B. R.D. Bowers (1958), S. Glasstone (1957), Kapitel III, G.A. Kent (1963), M.C. McGuire (1965), pp. 86-93, H. Everett (1959), I. Smart (1969), pp. 16 f.

263 Beispielsweise, daß jede Salve in genau einem Zeitpunkt abgeschossen wird, so daß Umlenkung einer Rakete von dem vorprogrammierten Ziel auf das wertvollere Ziel einer zuvor technisch versagt habenden Rakete der gleichen Salve (retargeting) nicht möglich ist, oder daß Raketen in

Eine weitere Annahme dieser Submodelle lautet, daß die ersten Salven beider Seiten gegen die Raketen des Gegners gerichtet werden, und daß zum Zeitpunkt t_1 die Ziele gewechselt und Bevölkerungskonzentrationen und Industriezentren unter Feuer genommen werden ²⁶⁴.

Die Raketenzahlen zum Zeitpunkt t_1 seien x_1 und y_1 , die aus x und y , den tatsächlichen Anfangsstärken, deduziert werden können. Die Strategien der Staaten lassen sich nun elegant in das Submodell einbauen ²⁶⁵.

B als Aggressor muß in der Lage sein, x_1 unter den Wert x'_1 zu drücken, mit dem A gerade noch in der Lage ist, der "counterforce" Phase einen für B unerträglichen "countervalue" Schlag folgen zu lassen ²⁶⁶. Dazu braucht B bei gegebenem x eine Mindestzahl von y' Raketen ²⁶⁷. Umgekehrt muß A als Abschrecker dafür sorgen, daß er in t_1 noch mindestens x'_1 Raketen übrig behält, und dafür braucht er bei gegebenem y mindestens x' Raketen. Als Aggressor, um $y_1 < y'_1$ zu garantieren,

Forts. 263:

ihren Bunkern durch Explosionen entweder zerstört werden oder heil bleiben. Beschädigung und nachfolgende Reparatur gibt es nicht; cf. M.C. McGuire (1965), pp. 83 f.

264 M.D. Intriligator (1968b), pp. 23 f., M.C. McGuire (1965), pp. 76-80.

265 Das erfolgt über die für Abschrecker bzw. Aggressor unterschiedliche Nutzenfunktion der Rüstung.

266 x'_1 ist die minimale Anzahl von Raketen, die A eine "assured destruction capability" gegenüber B garantiert.

267 y' ist die minimale Zahl von Raketen, die B einen entwaffnenden ersten Schlag oder "offensive Schadensbegrenzung" gegen A garantiert.

bräuchte A x' Raketen und b als Abschrecker müßte sich bei gegebenem x, y' Raketen zulegen. Es können jetzt alle möglichen Kombinationen von Strategien beider Staaten analysiert werden, und auch der Fall kann zugelassen werden, daß ein Staat oder beide Staaten sowohl glaubhaft abschrecken als auch die Option des ersten Schlags für sich reservieren wollen²⁶⁸.

2.3.1.5.2.2. Konkurrenz um knappe Ressourcen

Noch ist jedoch die Analyse nicht komplex genug, um in der x, y -Ebene Reaktionskurven einzuführen; es fehlt noch die Konkurrenz um knappe Ressourcen. Eine Möglichkeit zu ihrer Berücksichtigung wäre die Annahme, A als Abschrecker wolle x_1 stets auf die billigste Weise sichern; das wäre durch die Wahl von genau x' erreicht, solange die Kosten von x' unter den verfügbaren Ressourcen liegen. Wenn letzteres nicht der Fall ist, müßten sämtliche verfügbaren Ressourcen für Raketen alloziert werden.

Dieser Weg unterschlägt jedoch die Tatsache, daß x_1 und y_1 , die Raketenanzahlen nach der Serie von counterforce-Schlägen, keine festen Werte haben, sondern eine Wahr-

268 Pitman baut strategische Überlegungen auf etwas andere Art ein. Er bestimmt für jede x, y -Kombination die Verluste jedes Staates bei einem eigenen und einem gegnerischen ersten Schlag. Ein Aggressor versucht dann, durch die Wahl seiner Rüstung die Differenz der Verluste in den beiden möglichen Fällen möglichst über einen bestimmten festen Wert zu steigern, also seinen Schaden durch einen eigenen ersten Schlag beträchtlich zu senken. Ein Abschrecker dagegen ist bemüht, durch seine Rüstung zu verhindern, daß der Wert dieser Differenz für den Gegner über den kritischen Schwellenwert steigt, ab dem jenem ein erster Schlag attraktiv erscheint; cf. G.R. Pitman (1966), pp. 353-356.

scheinlichkeitsfunktion induzieren ²⁶⁹. A als Abschrecker müsse durch die Wahl von x' garantieren, daß $x_1 \geq x'_1$, heißt also genauer, durch seine Wahl von x' müsse A dafür Sorge tragen, daß für mindestens p % aller möglichen x_1 gilt: $x_1 \geq x'_1$, wobei p charakteristisch ist für das Sicherheitsbedürfnis von A. Analog gilt für den Aggressor B, daß er durch seine Wahl von y' erreichen will, daß für mindestens q % aller möglichen x_1 gilt: $x_1 < x'_1$ ²⁷⁰. Die Entscheidungsregel für die Festlegung der Rüstung lautet mithin für den Abschrecker A: Wähle x ($x \geq x'$) so, daß der marginale Nutzen einer Steigerung von p und der einer Steigerung des zivilen Konsums und der zivilen Produktion identisch sind ²⁷¹.

Dazu muß man aber die Indifferenzbeziehung zwischen zivilem Konsum und p bei konstantem x'_1 oder zwischen zivilem Konsum und x'_1 bei konstantem p kennen. Anders ausgedrückt: Man muß wissen, wieviel Konsum und Produktion A für eine Erhöhung der Überlebenschance von x'_1 Raketen um 1 % zu opfern bereit ist. Die dazu erforderliche Kommensurabilität kann hergestellt werden, indem die zivilen Ausgaben in ihren Gegenwert in Raketen umgerechnet werden. Die Indifferenzbeziehung kann entweder durch weitere ökonomische Submodelle dargestellt werden, oder es können wieder Annahmen über ihre allgemeine Form gemacht werden. Letzteren Weg hat das bisher komplexeste strategische Modell zur Analyse von Rüstungs-

269 Es läßt sich nachweisen, daß diese Wahrscheinlichkeitsfunktion die Form einer Normalverteilung hat; cf. M. Mihalka (1971), pp. 52-55, A. Nagabhushanam (1972), p. 352. Genaugenommen handelt es sich dabei um eine Näherung an die ursprüngliche Binomialverteilung.

270 M.C. McGuire (1965), pp. 86-88.

271 Ibid., pp. 97-99.

wettläufen von McGuire beschriftet ²⁷². Der Übergang von derartigen strategischen Modellen zu Systemmodellen kann vollzogen werden, wenn eine bestimmte parametrische Form der Indifferenzkurve angenommen wird ²⁷³.

2.3.1.6. Schlußbemerkung

Mit diesem Instrumentarium können sehr elegante Analysen der beiderseitigen Rüstungsentscheidungen vorgenommen werden, auf deren Referat ich verzichten möchte ²⁷⁴. Mir kam es hier nur auf die Methode an. Eine weitere Komplizierung des Modells ist durch die Einführung von Geheimhaltung und der daraus resultierenden Unsicherheit der Entscheidungsträger über Strategie, Rüstungsstand und technische Eigenschaften der Raketen des Gegners möglich ²⁷⁵. Die ersten beiden Arten der Unsicherheit hat schon Moberg in seinem simpleren Entscheidungsmodell untersucht ²⁷⁶.

272 Dieser Weg setzt voraus, daß der Nutzen einer Kombination aus einem bestimmten x_1 und einem bestimmten Betrag von im zivilen Bereich der Wirtschaft allozierten Ressourcen eine additive Funktion der beiden einzelnen Nutzenfunktionen ist, daß diese also nicht interagieren; M.C. McGuire (1965), pp. 96 f. Cf. zu dieser Annahme auch P. Chatterjee (1971), pp. 21 f., W.R. Caspary (1969), p. 19.

273 Das ist meines Wissens bislang noch nirgends durchgeführt worden, auch nicht zu Illustrationszwecken.

274 Sie können bei M.C. McGuire (1965), Kapitel 3 und 5, nachgelesen werden.

275 M.C. McGuire (1965), Kapitel 4 und 6. Die Bedeutung von Unsicherheit illustriert an numerischen Beispielen M. Mihalka (1971), pp. 50-60.

276 E. Moberg (1966), pp. 86 f.

2.3.2. Tests von strategischen Modellen für Rüstungswettläufe

Diese Überschrift steht hier nur aus systematischen Gründen. Empirische Tests von strategischen Modellen liegen nicht vor und sind logisch auch nicht möglich, solange die Modelle nicht die Formulierung parametrischer Aussagen über den Zusammenhang der beiderseitigen Rüstungen zulassen ²⁷⁷, also die Überführung in Systemmodelle. Man könnte vielleicht zum Test daran denken, sich zunächst Einzelentscheidungen über die Allokation von Ressourcen im Rüstungssektor vorzunehmen, aber auch dazu müßten Annahmen über die parametrische Form der Indifferenzfunktionen vorhanden sein. Man könnte lediglich von Entscheidung zu Entscheidung eine Änderung dieser Funktionen zulassen.

277 Deshalb irrt sich Mihalka, wenn er meint, Mangel an Daten sei für das Fehlen von Tests verantwortlich. Daten sind hier, wo es bislang nur um Raketenanzahlen geht, noch viel eher verfügbar als bei Modellen, die Rüstungswettläufe auch anderer Waffensysteme behandeln; cf. M. Mihalka (1971), p.14. Die hier vertretene Ansicht, daß falsifizierbare Sätze aus strategischen Modellen noch gar nicht abgeleitet werden können, findet sich auch bei O.R. Young (1972), p. 184.

3. Kritik des Forschungsstandes

3.1. Einführung

Die Darstellung der literarischen Szene im vorangegangenen zweiten Kapitel verfolgte den Zweck, den mir zur Verfügung stehenden theoretischen Fundus aufzuarbeiten. Dabei ging es sowohl um eine Bestandsaufnahme brauchbarer Ideen als auch um einen Hintergrund für die in diesem Kapitel auszuarbeitenden Ursachen dafür, daß die Entwicklung von Systemmodellen zur Analyse von Rüstungswettläufen heute in einer Sackgasse steckt.

Daß eine Sackgasse erreicht ist, scheint mir außer Zweifel zu stehen: Für ein Indiz dafür halte ich das Fehlen der Wechselwirkung zwischen theoretischer Arbeit und empirischen Tests. Die Autoren theoretischer Modelle zur Analyse von Rüstungswettläufen stützen sich nicht auf die Tatsache, daß bestimmte Modelle sich bereits als unbrauchbar erwiesen haben und neue Modelle entwickelt werden müssen. Umgekehrt wird bei Tests nicht artikuliert, warum man gerade dieses Modell für testwürdig hält und jenes nicht (z.B. bei Milstein et al.), oder man legt sich vor dem Test ein eigenes Modell zurecht, ohne kundzutun, warum man nicht auf den Fundus der vorhandenen Literatur zurückgreift (z.B. bei Lambelet). Wenn man will, steckt die Forschung also nicht nur in einer, sondern gleich in mehreren Sackgassen.

An diesem betrüblichen Zustand tragen bisherige empirische und theoretische Arbeiten gleichermaßen Schuld. Bei Modellen für Rüstungswettläufe handelt es sich um Modelle für soziales Verhalten. Ihre wissenschaftlichen Überlebenschancen sind also ebenso Sache der empirischen Tests wie ihrer logischen Konsistenz. Im letzten Kapitel wurde aber deutlich, daß aus den meisten der vorliegenden Tests Aussagen über die Modelle und

ihre Bewährung an der Empirie gar nicht abgeleitet werden können. Ausnahmen bildeten nur der Test Lambellets und Richardsons Test seines Zwei-Nationen Modells am Rüstungswettlauf vor dem Ersten Weltkrieg. Im ersten Abschnitt des vorliegenden Kapitels soll gezeigt werden, daß nicht einmal der eine dieser Tests Richardsons als fehlgeschlagener Versuch der Falsifizierung des Modells gewertet werden kann, wodurch der Bestand an noch nicht falsifizierten Modellen weiter schrumpft. Angesichts dieser Tatsachen ist es nicht weiter verwunderlich, daß eine Fortentwicklung der Modelle nach vorheriger Falsifikation simplerer Modelle nicht stattgefunden hat. Die meisten Tests sagen einfach gar nichts über die Brauchbarkeit der Modelle.

Kann das aber nicht an der theoretischen Vorarbeit liegen? Ich möchte diese Frage eindeutig mit "ja" beantworten und diese Antwort begründen: Smokers Tests von Richardsons Modellen mußten als für diese irrelevant zurückgewiesen werden ²⁷⁸, weil sie für die militärische Bedrohung eines Staates durch einen anderen von einem Maß Gebrauch machten, das mit bloßem Auge als untauglich erkannt werden konnte. Ich will in diesem Kapitel sogar noch weiter gehen und nicht nur Smokers Maße, sondern auch die übrigen zur Messung von "Rüstung" verwandten Maße, besonders auch das Standardmaß "Rüstungsausgaben", einer Kritik unterziehen. Stellen sich diese Maße als fragwürdig heraus, dann ist in der Tat die theoretische Vorarbeit, speziell die Operationalisierung der grundlegenden Variablen, zu kurz gekommen.

Ein weiterer Beleg für unzureichende Vorarbeit kann in der Gruppe derjenigen Arbeiten gefunden werden, die Rüstungswettlaufmodelle an Rüstungsverhalten testen, das entweder eindeutig als nicht kompetitiv zu bezeichnen

278 Cf. Abschnitt 2.2.2.2. dieser Arbeit.

ist, wie z.B. bei Mihalka ²⁷⁹, oder das aus Einzelentscheidungen zusammengesetzt ist, die mehr als einen Rüstungswettlauf zwischen mehr als zwei Staaten konstituieren. Ein Beispiel hierfür ist die Simulation von Milstein et al. ²⁸⁰, aber auch der Test seines Zwei-Nationen Modells am Rüstungswettlauf vor dem Zweiten Weltkrieg durch Richardson ²⁸¹.

Richardson hält sein Modell für unfähig, diesen Rüstungswettlauf zu erklären, da die Parameter sich verändern. Dem würde ich entgegenhalten, daß ein Rüstungswettlauf zwischen dem Deutschen Reich einerseits und Großbritannien, Frankreich und Rußland andererseits von 1919 bis 1939 gar nicht stattgefunden hat, daß hier eine viel feinere Analyse eine ganze Reihe nacheinander und nebeneinander ablaufender Rüstungswettläufe erfassen müsse. Was hier in der theoretischen Vorbereitung fehlt, ist eine halbwegs operationale Definition des Terms "Rüstungswettlauf". Der Leser ist bestimmt ebenso erstaunt, im ganzen zweiten Kapitel die in 2.1. angekündigte Sammlung von Definitionen des Terms "Rüstungswettlauf" nicht gefunden zu haben, wie ich es darüber bin, daß die referierten Autoren solche Definitionen einfach nicht geben. Die ganze bahnbrechende Arbeit von L.F. Richardson ²⁸² enthält keine einzige Definition des Terms "Rüstungswettlauf".

Nun kann in groben Umrissen die Prozedur der nächsten drei Abschnitte dieses Kapitels skizziert werden. Zunächst geht es darum nachzuweisen, daß wir von der Liste der methodisch unumstrittenen Tests noch einen Test Richardsons streichen müssen, ironischerweise den am

279 Cf. 2.2.2.3.4.

280 Cf. 2.2.2.3.2.

281 Cf. 2.2.2.1.3.

282 L.F. Richardson (1960).

besten bekannten und am enthusiastischsten gefeierten²⁸³. Ich bringe diese Kritik in diesem Kapitel, weil der fragliche Test eine so große Rolle spielt bei der Untermauerung der Behauptung, Rüstungswettläufe ließen sich durch formale Modelle beschreiben und erklären. Davon abgesehen ist er ein Musterbeispiel für den über Rüstungswettläufe erreichten Erkenntnisstand. Es ist offensichtlich keine Frage harter, intersubjektiver, methodologischer Kriterien, ob der Test als Aussagen über das Modell berechtigt betrachtet wird, sondern eine Frage des Geschmacks des Rezensenten.

Anschließend will ich untersuchen, ob tatsächlich das Fehlen von Definitionen des Terms "Rüstungswettlauf" in Arbeiten, die formale Modelle für Rüstungswettläufe entwickeln, für den hohen Anteil irrelevanter Tests mit verantwortlich ist. Es wird zu prüfen sein, ob in der älteren, spekulativen Literatur denn Konsens über die operationale Definition des Terms "Rüstungswettlauf" bestand, so daß man in der modernen empirischen Literatur auf definitorische Übungen verzichten konnte.

Danach muß belegt werden, warum ich die für Rüstung verwandten Maße für den neben der unscharfen Definition des Terms "Rüstungswettlauf" wesentlichen Grund dafür halte, daß zwischen Theorie und Empirie nur geringe Wechselwirkung besteht, daß nicht durch wiederholte Tests mit wiederholter anschließender Modifikation der Modelle deren allmähliche Annäherung an die Realität erzielt worden ist. Meine Absicht ist, zu zeigen, daß es um Validität und Reliabilität dieser Maße nicht zum Besten bestellt ist.

Mit diesen drei ersten Abschnitten des Kapitels versuche ich, den im letzten Kapitel konstatierten Mangel an echter kumulativer Forschung über Systemmodelle und

283 Cf. 2.2.2.1.1.

die Zerstreuung in unkoordinierte Einzelbeiträge zu erklären und damit natürlich Ansätze für eigene weiterführende Arbeit zu finden, die den Zusammenhang zwischen allgemeiner theoretischer Reflexion und empirischer Arbeit wieder herstellen soll. Danach will ich von ihrem erkenntnistheoretischen Status aus Einwände gegen die bisherige Formulierung von Systemmodellen zur Analyse von Rüstungswettläufen artikulieren, die von den ersten drei Kritikpunkten unabhängig sind und sich auf die beschränkte Möglichkeit von Prognosen im Rahmen dieser Formulierungen beziehen. Um nicht zu weit vorzugreifen, will ich die Einordnung dieser Einwände in das Gesamtargument für die Vorbe-
merkung zu dem entsprechenden Abschnitt aufheben ²⁸⁴. Abschließen werde ich das Kapitel mit dem Versuch, die beim gegenwärtigen Kenntnisstand über nationalstaatliche Entscheidungsprozesse über Rüstungsprogramme sehr beschränkte Brauchbarkeit von strategischen Modellen zur Analyse von Rüstungswettläufen nachzuweisen.

3.2. Nochmals: Der Test seines Zwei-Nationen Modells durch Richardson

3.2.1. Die Rezeption des Tests in der Literatur

Der Test, um den es in diesem Abschnitt geht, ist der erste der beiden Tests, denen Richardson sein Zwei-Nationen Modell an Daten über den Rüstungswettlauf vor dem Ersten Weltkrieg unterzogen hat ²⁸⁵. Richardson selbst hält seinen Test offenbar für eine Bestätigung des Modells ²⁸⁶; in etwas modernerer wissenschafts-

284 Cf. 3.5.2.1.

285 Das Referat dieses Tests findet sich unter 2.2.2.1.1.

286 L.F. Richardson (1960), p. 33, (1950), pp. 233 f.

theoretischer Redeweise hieße das, daß eine Falsifikation des Modells nicht gelungen sei. Dieser Auffassung schließen sich eine Reihe von Autoren ohne jede Einschränkung an ²⁸⁷.

Wo Kritik angemeldet wird, gilt sie zunächst der überzogenen Interpretation seines Ergebnisses durch Richardson, daß bei Rüstungsausgaben beider Allianzen unter 194 Millionen Pfund Sterling im Jahr 1908 der Rüstungswettlauf - und damit der Erste Weltkrieg - nicht stattgefunden hätte ²⁸⁸. Weitergehende Einwände richten sich gegen Richardsons Annahmen, vor allem gegen seine Verwendung von internationalem Handel als Maß der der Rüstung entgegengesetzten Kooperation ²⁸⁹ und gegen seine Gleichsetzung der Parameter der Reaktionsgleichungen beider Allianzen ²⁹⁰.

Rapoport hält den Falsifizierungsversuch für im großen und ganzen methodisch unangreifbar und damit für mißlungen ²⁹¹. Die dadurch erhaltene Bestätigung schätzt er jedoch nicht allzu hoch ein und nennt als Grund dafür vor allem, daß es nicht allzu unwahrscheinlich ist, daß vier Punkte auf einer Geraden liegen ²⁹², und da-

287 Nur als Beispiele nenne ich L.E. Moses (1961), p. 393, J.C. Harsanyi (1962b), p. 695, P. Smoker (1967b), p. 61, K.J. Gantzel (1972), p. 88. Die Liste ließe sich beliebig verlängern!

288 Z.B. A. Rapoport (1966b), pp. 258 f., (1960), pp. 42 f.

289 K.E. Boulding (1963b), pp. 34 f.

290 P.A. Busch (1970), p. 198.

291 A. Rapoport (1957), p. 280, (1959), p. 392.

292 A. Rapoport (1960), pp. 38 f., (1959), p. 392. Dieser Punkt findet sich auch bei P.A. Busch (1970), p. 198, und A. Wohlstetter (1968), p. 327. Zur weiteren Einschränkung der Bestätigung des Modells durch Richardsons Test führt Rapoport an, daß die getestete Abhängigkeit der Rüstungen beider Allianzen von der Zeit keine allzu spezifische

rin allein bestand ja Richardsons Bestätigung. Der weitere Einwand Rapoports, die beiderseitigen Teilnehmer am Rüstungswettlauf seien willkürlich und den historischen Fakten nicht entsprechend gewählt ²⁹³, würde Rapoports eigene Aussage widerlegen, daß eine, wenn auch schwache Bestätigung des Modells vorliege. Wenn es zutrifft, daß Großbritannien einerseits und Italien andererseits am Rüstungswettlauf vor dem Ersten Weltkrieg beteiligt waren, dann ist Richardsons erster Test, der diese Staaten ausläßt, für Aussagen über die Brauchbarkeit des Modells irrelevant ²⁹⁴. Ich will zunächst

Forts. 292:

Form habe. Eine ganze Reihe von Wachstumsprozessen, nicht nur der der Rüstung, wird durch Exponentialfunktionen der Zeit am besten angenähert; cf. A. Rapoport (1960), pp. 38 f.

293 A. Rapoport (1960), p. 43, (1957), p. 281; auch R.H. Cady (1966), p. 15.

294 L.F. Richardson (1960), pp. 80 f., diskutiert selbst die Auswahl der Teilnehmer am Rüstungswettlauf. Bei dem zweiten Test (referiert unter 2.2.2.1.2.2.) bezieht er Großbritannien und Italien ein, und diesen Test halte ich für den methodisch wirklich unangreifbaren der beiden Tests an Daten über den Rüstungswettlauf vor dem Ersten Weltkrieg. Wenn ich im folgenden annehme, daß Rapoports Einwand gegen den Ausschluß Großbritanniens und Italiens nicht sticht und dann zeigen kann, daß der erste Test trotz Richardsons Enthusiasmus das Modell falsifiziert, der zweite Test das indes nicht tut, dann kann nur die Annahme falsch sein, daß Großbritannien und Italien zu Recht nicht in die Analyse einbezogen wurden. Die alternative Interpretation der Ergebnisse beider Tests wäre, daß der Rüstungswettlauf nur zwischen vier Staaten stattfand, der gescheiterte Falsifizierungsversuch des zweiten Tests also für das Modell irrelevant ist, und die Falsifizierung des Modells im ersten Test akzeptiert werden muß. Ich ziehe die erste Interpretation vor.

das Gegenteil annehmen, um erstens die folgende Kritik an Richardsons Testmethode darstellen zu können und um zweitens zu zeigen, daß unter dieser Annahme das Modell als falsifiziert zu gelten hat.

Die fundierteste Kritik des hier behandelten Tests Richardsons liefert zweifellos Mihalkas Arbeit, in der zunächst die schon vor ihm getroffene Feststellung vertieft wird, daß Richardsons Annahmen über die Parameter der beiderseitigen Reaktionsgleichungen angesichts seiner eigenen Daten nicht aufrecht erhalten werden können ²⁹⁵. Weiter zeigt er, daß die aus der Anwendung des Modells auf die Daten erhaltenen Werte Richardsons für die Parameter k und a seinen eigenen Voraussagen und Berechnungen über ihre numerische Größe widersprechen ²⁹⁶. Sein entscheidender Einwand, der sich weniger klar artikuliert auch schon bei Busch findet ²⁹⁷, wendet sich dagegen, daß Richardson anhand einer aus dem ursprünglichen System deduzierten Gleichung testet, die nicht das Verhalten der einzelnen Allianzen, sondern ihr aggregiertes Verhalten beschreibt (Gleichung (54)) ²⁹⁸.

Die Aggregation der Rüstungsausgaben beider Allianzen in Gleichung (54) führt dazu, daß nur noch zwei Konstanten übrigbleiben, nämlich $(k-a)$ und $(U_0 + V_0 - (g+h)) / (k-a)$. Es ist durchaus möglich, daß die Koeffizienten beider Reaktionsgleichungen doch verschieden sind und daß, trotz der hervorragenden Linearität des Graphen von (54) (99,91 % der Varianz von $d(U+V)/dt$ werden durch $(U+V)$ erklärt), die eine Allianz sehr rasch aufrüstet, während die andere ihre Rüstung kaum erhöht oder

295 M. Mihalka (1971), pp. 47-49.

296 Ibid., p. 45.

297 P.A. Busch (1970), p. 200.

298 M. Mihalka (1971), pp. 41 f.

sogar abrüstet. Dann könnte (54) dazu verleiten, das Modell bestätigt zu sehen, während (52) und (53) die Rüstungen der jeweiligen Allianzen mitnichten in ihrer Entwicklung beschreiben ²⁹⁹.

Ich habe oben angenommen, daß Richardson sein Modell zu Recht an den Daten seines ersten Tests überprüft. Mihalka zeigt, daß auch Richardsons Test, wie so viele nach ihm, für das angeblich getestete und bestätigte Modell irrelevant ist und gar keine Aussagen über seine Bewährung an der Empirie zuläßt. Richardson ist einer der "pitfalls of aggregation", der Vernebelung von Details, zum Opfer gefallen ³⁰⁰.

3.2.2. Falsifizierung des Modells

Gäbe es keine Möglichkeit, diesen Nachteil der Aggregationsprozedur aus der Welt zu schaffen, stünde ich vor einer mißlichen Situation: Der zweite Test wäre zwar gelungen, aber an den falschen Daten. Der erste Test an den Daten des "echten" Rüstungswettlaufs wäre aus methodischen Gründen irrelevant, das Modell wäre also weder falsifiziert noch nicht falsifiziert. Glücklicherweise ist es gar nicht so schwierig, den von Mihalka konstatierten Nachteil der Aggregation in Gleichung (54) wieder aus der Welt zu schaffen und Richard-

299 Mihalka scheint nicht aufgefallen zu sein, daß sein Einwand auch gegen die in 2.2.2.2. referierten Arbeiten von Alcock und Smoker spricht. Der sinngemäß entsprechende Einwand richtet sich auch gegen Smokers Test des "submissiveness"-Modells mittels Gleichung (24), der ebenfalls in 2.2.2.2. referiert wurde. Da ich die Irrelevanz dieser Tests mit anderen Argumenten dort schon gezeigt habe, bedeuten mir Mihalkas Ausführungen eine willkommene Bestätigung der Ergebnisse meines eigenen Arguments.

300 M. Mihalka (1971), p. 49.

sons Test so zu komplettieren, daß er wieder Aussagen über die Bewährung des Modells zuläßt.

Einen Hinweis darauf, wie das geschehen kann, gibt die Kritik des letzten Abschnitts. Die Summe der Rüstungsausgaben beider Allianzen sagt noch nichts über das Verhalten der einzelnen Rüstungsbudgets. Wenn wir aber aus dem System ((52),(53)) auch noch Informationen über die Differenz der Rüstungsausgaben der beiden Allianzen und ihr Verhalten in der Zeit ableiten können, stehen damit wieder die einzelnen Rüstungsausgaben der beiden Allianzen fest, und die von Richardson verschenkte Information ist wieder zurückgewonnen. Dazu subtrahiere ich (53) von (52) und erhalte:

$$d(U-V)/dt = (-a-k)(U-V) + ((-a-k)(V_0 - U_0) + g - h) \quad (71)$$

Aus Richardsons eigenen Annahmen folgt also, daß auch eine lineare Beziehung zwischen $d(U-V)/dt$ und $(U-V)$ bestehen müßte. Die Steigung der Geraden, die den Graphen von (71) darstellt, müßte $(-a-k)$ sein. Diese Vorhersage aus Richardsons Modell will ich an den gleichen Daten testen, an denen er seine prächtige Übereinstimmung von Theorie und Realität konstatiert ³⁰¹.

Dazu bringe ich zunächst seine Daten in die für den Test erforderliche Form, indem ich die jährlichen Rüstungsbudgets von Frankreich und Rußland einerseits und dem Deutschen Reich und Österreich-Ungarn andererseits addiere. Die Summe für Frankreich und Rußland sei U , die Summe für das Deutsche Reich und Österreich-Ungarn sei V . Danach werden $(U-V)$ und anschließend die arithmetischen Mittel der je aufeinanderfolgenden Werte von $(U-V)$ berechnet, um die Differenz der Rüstungs-

301 L.F. Richardson (1960), Table 3, p. 32, Figure 8, p. 33.

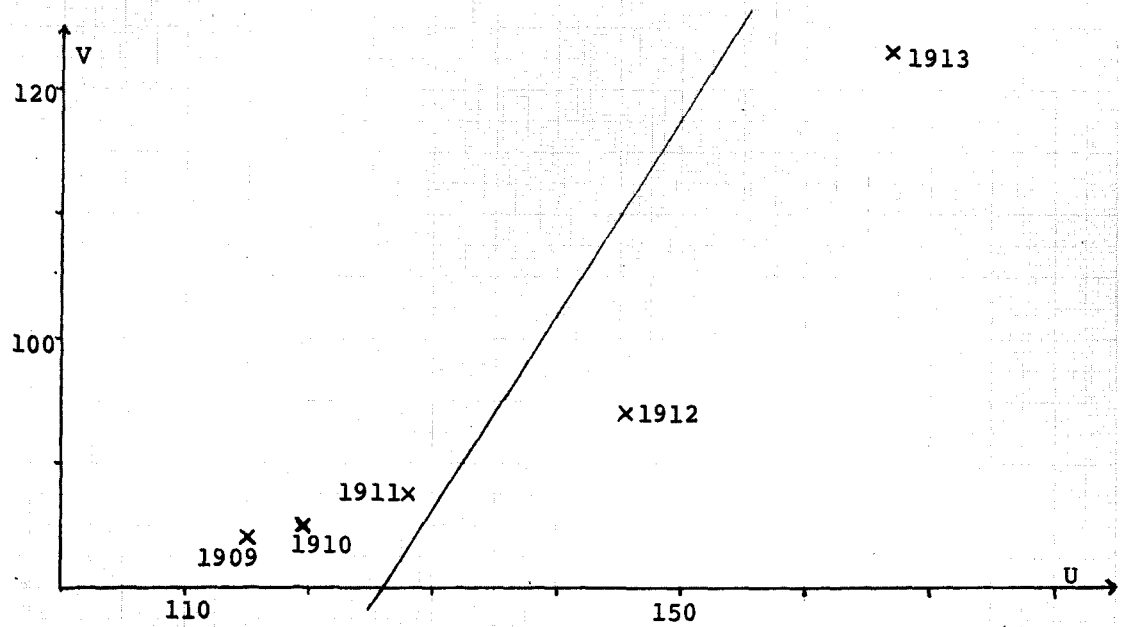
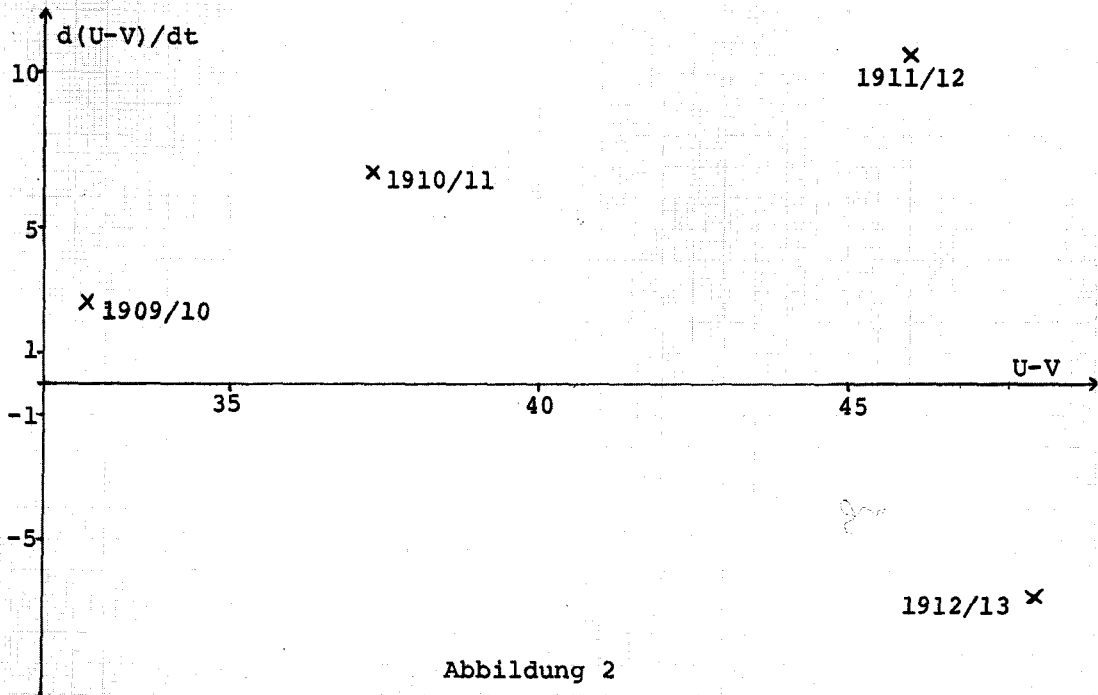
ausgaben für den gleichen Zeitpunkt, den Jahreswechsel, zu haben, in dem die Veränderung dieser Differenz gedacht wird ³⁰². Die so aufbereiteten Daten enthält Tabelle 1.

Jahr	1909	1910	1911	1912	1913
U	115,3	119,4	127,8	145,0	166,7
V	83,9	85,4	87,1	93,7	122,3
U-V	31,4	34,0	40,7	51,3	44,4
U-V zum Jahres- wechsel	32,7	37,35	46,0	47,85	
$d(U-V)/dt$	2,6	6,7	10,6	-6,9	

Tabelle 1

Die der Zeichnung Richardsons von $d(U+V)/dt$ gegen $(U+V)$ entsprechende Graphik hat $(U-V)$ als Abszisse und $d(U-V)/dt$ als Ordinate und ist in Abbildung 2 gezeigt.

302 An dieser Stelle der Prozedur sieht man, warum die Behandlung durch Differenzengleichungen intuitiv befriedigender ist als durch Differentialgleichungen. Empirisch liegt nicht eine unendliche Folge unendlich kleiner Differenzen, sondern eine endliche Folge endlicher Differenzen vor.



Die aus dem Modell abgeleitete Voraussage einer linearen Beziehung zwischen $d(U-V)/dt$ und $(U-V)$ wird eindeutig nicht eingelöst ³⁰³. Das Modell ((52),(53)) könnte aber nur dann als nicht falsifiziert gelten, wenn zu der von Richardson festgestellten linearen Beziehung zwischen $d(U+V)/dt$ und $(U+V)$ hier ebenfalls eine der Vorhersage entsprechende Beobachtung getreten wäre. Das ist nicht der Fall, und damit ist gezeigt, daß das System ((52),(53)), und damit auch das System ((50),(51)), den Rüstungswettlauf nicht beschreibt.

Das kann zweierlei Ursachen haben: Erstens kann die Annahme falsch sein, daß Großbritannien und Italien nicht einbezogen werden müssen. Zweitens kann die Annahme falsch sein, daß $k=1$ und $a=b$ ³⁰⁴, und natürlich können auch beide Annahmen falsch sein. Ich will die erste Möglichkeit ausklammern und untersuchen, ob System ((7),(8)) den Rüstungswettlauf beschreiben kann. Dabei will ich versuchen, mich des in 2.2.2.1.2.1. referierten zweiten Testverfahrens Richardsons zu bedienen. Dazu zeichne ich in Abbildung 3 die jährlichen Werte von U gegen die von V , U auf der Abszisse, V auf der Ordinate.

303 Die Produkt-Moment-Korrelation zwischen $d(U-V)/dt$ und $(U-V)$ beträgt $-0,248$. Damit erklärt $(U-V)$ etwa $6,1\%$ der Varianz von $d(U-V)/dt$ - verglichen mit $99,91\%$ der Varianz von $d(U+V)/dt$, die durch $(U+V)$ erklärt wurden.

304 Cf. 2.2.2.1.1.

Leider hilft das nicht viel weiter, denn Abbildung 3 zeigt, daß die historischen Punkte nicht sehr gut durch eine Gerade angenähert werden können. Richardsons zweites Testverfahren funktioniert aber nur, wenn die historischen Punkte etwa auf einer Geraden, einer der Barrieren, liegen³⁰⁵. Nun gibt es nur noch die Möglichkeit, über mehrfache Korrelation zwischen dx/dt , x und y einerseits und dy/dt , x und y andererseits zu untersuchen, ob die historischen Punkte im $dy/dt, x, y$ -Raum und im $dx/dt, x, y$ -Raum jeweils annähernd auf Ebenen liegen, wie von (7) und (8) vorhergesagt. Die Werte der Parameter dieser Ebenen, d.h. der Gleichungen (7) und (8), werden durch mehrfache Regression ermittelt. Da das bei Mihalka durchgeführt worden ist³⁰⁶, kann ich mich auf das Ergebnis beschränken: Auch das System ((7),(8)) beschreibt den Rüstungswettlauf nicht sehr genau.

305 Die in Abbildung 3 eingezeichnete Gerade $V=1,60U-121,5$ ist die durch die Methode der kleinsten Quadrate bestimmte Regressionsgerade. Daß sie keine sehr gute Näherung darstellt, zeigt schon die optische Inspektion. Um eine Barriere kann es sich jedoch auf keinen Fall handeln, da der historische Punkt die Regressionsgerade überquert. Eine Gerade als Näherungskurve scheint aber ohnehin nicht ideal zu sein. Die ersten vier Punkte könnten durch eine Gerade mit flacherer Steigung viel besser angenähert werden. Der "outlier" von 1913 jedoch zeigt an, daß eine Kurve höherer Ordnung, z.B. eine Parabel, den zeitlichen Verlauf viel besser approximieren könnte. Zur Analyse von "Ausreißern" ("outliers") cf. F.J. Anscombe (1968).

306 M. Mihalka (1971), pp. 47-49.

Wieder gibt es zwei Möglichkeiten der Erklärung. Entweder war es doch falsch, Großbritannien und Italien aus der Analyse auszuschließen, oder das klassische Modell Richardsons ist zur Beschreibung und Erklärung von Rüstungswettläufen generell unbrauchbar. Diesmal will ich die erste Erklärung akzeptieren; die zweite ist angesichts der hohen Übereinstimmung von Vorhersage und Realität im zweiten Test Richardsons zu unwahrscheinlich.

Dieses Ergebnis zwingt zu dem folgenden Schluß: Das gesamte Lebenswerk Richardsons enthält einen einzigen Test, dessen Ausgang sein klassisches Modell nicht falsifiziert. Dieser Test ist in der Literatur völlig unpopulär. Ich habe noch keinen einzigen Hinweis auf seine Bedeutung gefunden. Sowohl den Rüstungswettlauf vor dem Zweiten Weltkrieg als auch den vermeintlichen Rüstungswettlauf, dessen Daten sich in Tabelle 1 finden, kann das Zwei-Nationen Modell nicht erklären. Der so populäre, von mir als erster referierte Test Richardsons muß in der Versenkung verschwinden. In der ursprünglichen Form sagt er über das Modell gar nichts aus; wird er vervollständigt, dann falsifiziert er es, und auch die Beseitigung der vereinfachenden Annahmen ändert nichts an der Falsifikation.

Rapoports Einwand gegen die Teilnehmerliste am Rüstungswettlauf muß zutreffen, sonst könnten wir Richardsons Tests gar keine Evidenz für das ursprüngliche Modell mehr entnehmen, sondern nur noch Evidenz gegen das Modell - oder wir müßten die Tests als irrelevant bezeichnen. Ich halte Rapoports Argument für stichhaltig und Richardsons ersten Test, der das Modell ohnehin nur falsifizieren könnte, für irrelevant. Man wird gut daran tun, sich nach einem neuen Demonstrationsobjekt umzusehen, wenn man für die Leistungsfähigkeit mathematischer Modelle für Rüstungswettläufe werben will.

3.3. Definition von "Rüstungswettlauf"

3.3.1. Vorbemerkung

Nach den Andeutungen in 3.1. ist wohl klar, daß die merkwürdige Präsentation des letzten Abschnitts, die Einleitung jedes zweiten Satzes mit "wenn das der 'echte' Rüstungswettlauf ist ...", ihre Ursache allein darin hat, daß Richardson keine Definition des Terms "Rüstungswettlauf" gibt. Der Physiker Richardson hat hier einen Kardinalfehler empirisch-wissenschaftlicher Arbeit begangen, indem er nicht angibt, auf welche Prozesse sein Modell anwendbar ist, durch welche Daten es falsifiziert werden kann. Niemandem würde wohl in den Sinn kommen, ein Modell für den freien Fall zu formulieren, ohne die Fallmenge anzugeben. In den Sozialwissenschaften scheint es niemandem in den Sinn zu kommen, diesen Defekt zu monieren oder ihm gar abzuhelpen. Die in der Tradition Richardsons stehende Literatur zu Systemmodellen für Rüstungswettläufe zeigt sich in dieser Hinsicht als durchaus ihres Vorbildes würdig.

Es finden sich natürlich in dieser Literatur - in Anlehnung an die in historisch-spekulativen Arbeiten gängigen Begriffsbestimmungen - schon Andeutungen darüber, was man unter einem Rüstungswettlauf versteht. Der entscheidende Mangel ist, daß dieses Vorverständnis, wie bei Richardson, nicht in eine operationale Definition umgesetzt wird. In dem vorliegenden Abschnitt will ich die einschlägigen Ausführungen so rekonstruieren, daß die Gründe sichtbar werden, welche für die Unfruchtbarkeit der meisten definitorischen Übungen verantwortlich sind.

Dabei gehe ich davon aus, daß allgemeiner Konsens über die Formulierung besteht, ein Rüstungswettlauf sei eine Menge von Verhaltensakten. Der Konsens geht weiter dahin, daß es sich bei den Verhaltensakten um die Steige-

rung der militärischen Machtmittel einer Entscheidungseinheit oder einer Menge von Entscheidungseinheiten handelt ³⁰⁷. In der Literatur finden sich zwei Varianten, wie aus der Menge der Mengen derartiger Verhaltensakte eine Teilmenge ausgegrenzt wird, deren Elemente den Namen "Rüstungswettlauf" erhalten. Dabei geht es erstens um weitere Eigenschaften der einzelnen Verhaltensakte und zweitens um Eigenschaften der Mengen von Verhaltensakten ³⁰⁸.

In meiner Rekonstruktion werde ich folgendermaßen vorgehen: Zuerst werde ich die Definition eines Rüstungswettlaufs als einer Menge von Verhaltensakten präzisieren. Dann werde ich systematisieren, auf welche Weise durch Zuschreibung zusätzlicher Eigenschaften auf die einzelnen Verhaltensakte die Definition weiter spezifiziert worden ist. Die Rekonstruktion bleibt so textnah wie möglich, bereitet aber bereits die Lösung in 4.3. terminologisch vor und erleichtert die Identifikation der Lücken in der herrschenden Definitionspraxis.

Anschließend will ich untersuchen, welche Schritte zur Operationalisierung der so präzisierten Definition bereits unternommen worden sind und ob sie ausreichen. Im dritten Teil des Abschnitts gehe ich auf die Versuche ein, Rüstungswettläufe als solche Mengen von Verhaltensakten der beschriebenen Art zu definieren, welche die Eigenschaft haben, einen Krieg nach sich zu ziehen. Daß diese Art der Definition nicht allzu fruchtbar ist, zeige ich anhand der spärlichen empirischen Evidenz über den Zusammenhang von Rüstungswettläufen (nach der ersten Definition) und Kriegen.

307 Daß dieser Konsens nicht ganz einhellig ist, wird sich in 3.3.2. zeigen.

308 Logisch sind auch andere Teilmengenbildungen möglich, aber mir kommt es hier darauf an, daß diese beiden Fälle empirisch vorliegen.

Unberücksichtigt lasse ich in diesem Abschnitt verschiedene gängige Klassifikationen von Rüstungswettläufen, entweder weil sie bereits anderwärts kritisiert worden sind ³⁰⁹, oder weil sie durch ein vernünftiges Meßkonzept für "Rüstung" gegenstandslos werden ³¹⁰ oder logisch und empirisch gar nicht diskriminieren, also keine disjunkten Klassen aufweisen ³¹¹. Diese Klassifikationen auch noch in logisch einwandfreie Formen zu überführen ist zwar möglich, aber ich verspreche mir nicht viel davon.

3.3.2. "Rüstungswettlauf" als Menge von geordneten n-Tupeln bestimmter Verhaltensakte

Der kleinste gemeinsame Nenner sämtlicher Definitionsversuche für den Term "Rüstungswettlauf" kann so reformuliert werden: Ein Rüstungswettlauf ist eine Menge von Verhaltensakten, welche die militärischen Machtmittel einer Menge von Entscheidungseinheiten festlegen. Damit

309 Das gilt für die Unterscheidung von "qualitativen" und "quantitativen" Rüstungswettläufen von S.P. Huntington (1958), pp. 65-71, die bei M. Mihalka (1971), pp. 22 f., zurückgewiesen wird.

310 Dieser Einwand gilt gegen Huntingtons in der letzten Anmerkung erwähnte Dichotomie ebenso, wie gegen die Klassifikation von C.S. Gray (1971), pp. 49 f., die allenfalls eine Klassifikation von Meßkonzepten, aber keine Klassifikation von Rüstungswettläufen darstellt.

311 N.P. Gleditsch (1967), pp. 2-5, will Rüstungswettläufe in drei Typen danach unterscheiden, ob die militärische Macht eines Staates steigt, seine jährlichen Rüstungsausgaben oder der Zuwachs seiner Rüstungsausgaben. Drei Typen sind jedoch bestimmt zu wenig, da eine Dichtotomisierung der drei Variablen danach, ob ihre Werte ab- oder zunehmen, zu einer dreidimensionalen Klassifikation mit $2^3=8$ Klassen führt, von denen nur eine sofort als nicht-Rüstungswettlauf identifiziert werden kann.

sind die Designate der Terme "Rüstungswettlauf" und "Rüstungsverhalten" noch identisch. Ersetzt man "festlegen" durch "steigern", dann sind die Designate der Terme "Rüstungswettlauf" und "Aufrüstung" identisch.

Die Menge der Verhaltensakte kann durch die Äquivalenzrelation "... hat den gleichen Urheber wie ..." in eine Menge von Äquivalenzklassen zerlegt werden, deren Elemente die Verhaltensakte je einer Entscheidungseinheit sind ³¹². Berücksichtigt man zusätzlich noch die zeitliche Reihenfolge der Verhaltensakte in jeder Äquivalenzklasse, indem man eine Abbildung auf eine Teilmenge der natürlichen Zahlen dergestalt vornimmt, daß die Struktur jeder Äquivalenzklasse unter der Relation "... liegt zeitlich vor ..." isomorph ist der Struktur der entsprechenden Teilmenge der natürlichen Zahlen unter der Relation "<", dann ist jede Äquivalenzklasse ein geordnetes n-Tupel. Jetzt kann ein Rüstungswettlauf definiert werden als eine Menge geordneter n-Tupel, deren Elemente Verhaltensakte zur Steigerung der militärischen Machtmittel je einer Entscheidungseinheit sind.

So etwa kann die Definition des Terms "Rüstungswettlauf" rekonstruiert werden, wie sie von den meisten Autoren bei ihrer weitergehenden Verfeinerung zugrunde gelegt wird. Wrights Definition geht über meine Rekonstruktion des kleinsten gemeinsamen Nenners gar nicht mehr hinaus, so daß sie auch empirisch unmittelbar nachgewiesen werden kann ³¹³.

312 Die Äquivalenzrelation "Der Urheber von ... ist in der gleichen Allianz wie der Urheber von ..." leistet die gleichen Dienste für Allianzen. Die Elemente der Äquivalenzklassen sind dann die Verhaltensakte der Mitglieder je einer Allianz.

313 Q. Wright (1965a), p. 690. Ich sehe dabei ab von Wrights diffusen Gebrauch der Terme "growth" und "acceleration", da seine Ausführungen, nimmt man sie in ihrer technischen Bedeutung, die Aussage

Die Defekte dieser Definition fallen sofort ins Auge: Es stehen weder das erste noch das letzte Element jedes n -Tupels fest. Ein Staat, der seit 100 Jahren regelmäßig seine Rüstung erhöht, hätte also in seinem n -Tupel alle einschlägigen Verhaltensakte gesammelt. Ein Rüstungswettlauf läge ferner auch vor, wenn in einer gänzlich abgerüsteten Welt zwei geographisch und politisch weitgehend voneinander isolierte Staaten ihre Rüstung steigerten. Weiterhin steht nicht fest, welche Entscheidungseinheiten es sein müssen, von denen die Verhaltensakte zur Steigerung der militärischen Macht ausgehen, und auch über deren Anzahl ist nichts bekannt. Nach der bisherigen Definition muß auch von einem Rüstungswettlauf gesprochen werden, wenn nur ein einziges geordnetes n -Tupel vorliegt.

3.3.3. Weitere Eigenschaften der Verhaltensakte

3.3.3.1. Reaktion auf fremde Verhaltensakte

die ersten beiden Einwände werden in der Literatur aus der Welt geschafft, indem für jede Entscheidungseinheit gefordert wird, jeder ihrer Verhaltensakte müsse im Hinblick auf vergangene oder zukünftige Verhaltensakte einer bestimmten anderen Entscheidungseinheit oder einer bestimmten Gruppe von anderen Entscheidungseinheiten erfolgen. Die einzelnen Verhaltensakte werden dabei als instrumental interpretiert im Hinblick darauf, daß eine Situation erreicht werden soll, in der eine Entscheidungseinheit ihre Ziele gegen Widerstand einer an-

Forts. 313:

beinhalten, daß die dritte Ableitung der Rüstung nach der Zeit positiv sei. Ich interpretiere ihn wohl richtig, wenn ich seine Ausführungen so verstehe, daß die Rüstung aller beteiligten Seiten stetig wachsen soll.

dern durchsetzen kann und/oder daß sie eine andere Entscheidungseinheit daran hindern kann, deren Ziele gegen eigenen Widerstand durchzusetzen. Jeder Verhaltensakt einer Entscheidungseinheit stellt also eine Reaktion auf fremde Verhaltensakte dar, und das gilt für einen potentiellen Aggressor, der auf Verhaltensakte reagiert, die seine Aggression unmöglich machen sollen, ebenso wie für einen Verteidiger, der auf alle Verhaltensakte reagiert, die seine erfolgreiche Verteidigung ausschließen sollen.

Mit dieser zusätzlichen Eigenschaft der einzelnen Verhaltensakte ist es nicht mehr möglich, die Aufrüstung zweier Staaten einen Rüstungswettlauf zu nennen, die keine unvereinbaren Ziele verfolgen, bei deren Durchsetzung der Einsatz oder die Drohung mit dem Einsatz militärischer Machtmittel hilfreich sein könnten. Auch steht jetzt fest, wann der Rüstungswettlauf beginnt und endet: Er hat angefangen, sobald die Verhaltensakte aller Seiten Resultate von Entscheidungen sind, welche auf die Verhaltensakte der jeweils anderen Seiten in der beschriebenen Weise reagieren. Er endet, wenn das nicht mehr der Fall ist.

Die Formulierungen dieser in der Literatur sehr weit verbreiteten geforderten Eigenschaft der Verhaltensakte sind unterschiedlich ³¹⁴. Sie reichen davon, daß im Rüstungswettlauf die Rüstung der Gegenseite der Stimulus für die eigene Aufrüstung sei ³¹⁵, bis hin zu der Aussage, daß eine Menge von die Rüstung mehrerer Einhei-

314 Cf. z.B. H. Bull (1961), pp. 5 f., M. Patchen (1970) p. 400, T.C. Schelling (1963d), p. 616, J.C. Lambellet (1971), p. 148, S.P. Huntington (1958), pp. 41 f. Als Kritik speziell zu Huntingtons Formulierung cf. M. Mihalka (1971), pp. 15-18.

315 N. Petersen (1969), p. 40, H. Bull (1961), p. 5.

ten steigernden Entscheidungen genau dann ein Rüstungswettlauf sei, wenn zwischen den Einheiten ein Konflikt besteht, für dessen Ausgang die militärischen Machtmittel aller Einheiten relevant sind ³¹⁶.

Die zweite Formulierung ist zwar präziser, besagt aber das gleiche wie die erste, soweit das Rüstungsverhalten betroffen ist. Sie setzt nur einen Schritt früher an, nämlich beim Konflikt und nicht bei seinen Symptomen, dem reaktiven Rüstungsverhalten ³¹⁷. Die einzige Variante der Eigenschaft der Reaktivität bringt Mihalka, der die einzelnen Verhaltensakte auch als instrumental für das Ziel der Entscheidungseinheiten zuläßt, durch die Aufrüstung ihr Prestige relativ zu dem einer anderen Entscheidungseinheit zu vergrößern, und der auch noch in diesem Fall von einem Rüstungswettlauf spricht ³¹⁸.

3.3.3.2. Die für die Verhaltensakte verantwortliche Entscheidungseinheit

Zur weiteren Präzisierung der Definition des Terms "Rüstungswettlauf" und zur weiteren Abgrenzung der Fallmenge werden in der Literatur an die Verhaltensakte, die Elemente der geordneten n -Tupel sind, noch Anforderungen gestellt bezüglich der Entscheidungseinheit, von der die Verhaltensakte ausgehen. Nach der Einschränkung der ganz allgemeinen Definition in 3.3.2. wird ja nur gefordert, daß der Urheber aller Verhaltensakte eines n -Tupels der gleiche ist. Von wem sie hervorgebracht

316 J.C. Lambelet (1971), p. 146, J.D. Singer (1970), p. 141.

317 Diesen Punkt stellt Singer klar; cf. J.D. Singer (1970), p. 141. Wenn man will, kann man die Frage des Ansatzpunktes für die fragliche Eigenschaft der einzelnen Verhaltensakte eines Rüstungswettlaufs auch als individuelle Lösung des "arms-tension dilemma" betrachten; cf. J.D. Singer (1958).

318 M. Mihalka (1971), pp. 78-83.

werden müssen, ist bislang noch offen. Für die meisten Autoren ist diese Frage keiner Diskussion wert, und sie lassen als Elemente der n-Tupel eines Rüstungswettlaufs nur solche Verhaltensakte zu, denen die Eigenschaft zukommt "... ist Verhaltensakt eines Nationalstaats und keine Entscheidungseinheit eines Verhaltensakts, der nicht A zum Urheber hat, ist mit A verbündet". Damit sind Rüstungswettläufe zwischen Einheiten, die nicht alle Nationalstaaten sind, ausgeschlossen und ebenfalls Rüstungswettläufe, zwischen den Nationalstaaten einer Allianz.

Der Konsens ist hier jedoch nicht so universal wie bei der Eigenschaft der Reaktivität der Verhaltensakte der n-Tupel eines Rüstungswettlaufs. Mindestens drei Autoren verzichten auf die Forderung, daß die Verhaltensakte von Staaten ausgehen sollen, die nicht verbündet sind, und lassen auch Rüstungswettläufe zwischen Allianzpartnern zu ³¹⁹. Gray geht noch weiter und ergänzt die obige Eigenschaft folgendermaßen: "... ist Verhaltensakt eines Nationalstaats oder einer Waffengattung oder einer Organisation innerhalb eines Staates". Das "oder" ist exklusiv und es soll zusätzlich gelten, daß die Entscheidungseinheiten aller n-Tupel eines Rüstungswettlaufs gleicher Art sein sollen ³²⁰. Damit gibt es auch Rüstungswettläufe zwischen Allianzpartnern, zwischen den Waffengattungen der Streitkräfte eines Staates ³²¹ oder zwischen Organisationen wie z.B. Privatarmeen oder Bürgerkriegsformationen ³²².

319 N.P. Gleditsch (1967), p. 9, Anm. 10, p. 9, C.B. Joynt (1964), p. 30, C.S. Gray (1971), pp. 48 f.

320 C.S. Gray (1971), pp. 48 f.

321 Solche Rüstungswettläufe läßt auch M. Mihalka (1971), p. 81, zu.

322 Ein aktuelles Beispiel wären IRA und UDA in Nordirland.

Manchem Leser mag die Rekonstruktion der Definition von "Rüstungswettlauf" als einer Menge geordneter n-Tupel von bestimmten Verhaltensakten als etwas hölzern und schwerfällig vorgekommen sein ³²³. Sie kann jedoch einen wichtigen Hinweis auf eine logische Schwäche der von den letzten Autoren vorgenommenen Liberalisierung der Definition geben. Bildet man eine Kreuzklassifikation der im letzten und in diesem Abschnitt angeführten Eigenschaften der Verhaltensakte der n-Tupel eines Rüstungswettlaufs, dann sieht man, daß Mihalkas Rüstungswettläufe in den Zellen V und VII angesiedelt sind. Die von Gray zusätzlich eingeführten Rüstungswettläufe fallen in die Zellen II, III, IV. Mit Zelle IV könnte man wohl zufrieden sein, aber die Rüstungswettläufe zwischen Allianzpartnern gehören in Zelle VI ³²⁴ und die zwischen Waffengattungen derselben Streitkräfte in Zelle VII.

		Entscheidungseinheit			
		Nationalstaat		Waffen- gattungen	innerstaat- liche Orga- nisationen
		keine Allianz- partner	Allianz- partner		
Reaktion	auf- grund v.Kon- flikt	I	II	III	IV
	aus Pre- stige- gründen	V	VI	VII	VIII

323 Auch ich halte sie nicht für die ideale formale Definition von "Rüstungswettlauf". Ich habe mich lediglich an die literarische Vorlage gehalten.

324 Das gilt auch für Joynt und Gleditsch; cf. Anm.319.

Um diesen logischen Fehler aus der Welt zu schaffen, hat man zwei Möglichkeiten: Entweder man übernimmt Mihalkas "Prestige"-Rüstungswettläufe in das Standardrepertoire, ebenso die drei zusätzlichen Entscheidungseinheiten Grays, läßt aber die Zellen II, III und eventuell VIII nicht mehr zu, oder man reserviert den Term "Rüstungswettlauf" im Interesse einer kleineren, aber homogenen Fallmenge für alle Fälle der Zelle I. So hat das bisher der Großteil der Literatur getan, und daran würde ich festhalten. Wen die Fälle in den Zellen II bis VIII interessieren, der dürfte keine Mühe dabei haben, für sie deskriptive Terme zu finden.

3.3.4. Die Zahl der n-Tupel

Eine weitere Möglichkeit, den Term "Rüstungswettlauf" weiter oder enger zu definieren, besteht in den Schranken, die man der Zahl der n-Tupel von Verhaltensakten eines Rüstungswettlaufs oder, weniger formal, der Teilnehmerzahl des Rüstungswettlaufs setzt. Da ich Rüstungswettläufe nur in Zelle I der obigen Kreuzklassifikation angesiedelt sehen möchte, spreche ich im folgenden nur noch von Staaten statt von Entscheidungseinheiten. Wer die allgemeinere Version vorzieht, kann das leicht rückgängig machen.

Gray ist bei der Zahl der Staaten so liberal wie bei der Art der Entscheidungseinheiten im letzten Abschnitt und läßt von einem bis zu n beliebig viele Staaten in einem Rüstungswettlauf zu ³²⁵. Ein Staat reicht für den Gebrauch des Terms "Rüstungswettlauf" auch aus bei Joynt und Singer ³²⁶. Diese Redeweise vom "unilateralen"

325 C.S. Gray (1971), pp. 45 f.

326 C.B. Joynt (1964), Anm. 16, p. 28, J.D. Singer (1970), p. 142.

Rüstungswettlauf ist nichts weiter als eine Variante der modischen Formel von der "autistischen" Rüstung³²⁷.

Auch ich halte interne ökonomische und politische Prozesse für stark an der Festlegung des Umfangs der Rüstung eines Staates beteiligt³²⁸. Das verführt mich jedoch nicht dazu, alles, was mich an staatlicher Rüstung interessiert, unter "Rüstungswettlauf" laufen zu lassen. Schließlich muß man sich darüber im klaren sein, daß in 3.3.3.1. der Term "Rüstungswettlauf" so definiert wurde, daß jeder Verhaltensakt eine Reaktion auf den eines anderen Staates sein soll. Dieses stark diskriminierende Kriterium müßte man wieder durchlöchern. Da scheint es mir sinnvoller, sich nach einem anderen Term für "autistisches" Rüstungsverhalten umzusehen, als es unter "Rüstungswettlauf" zu führen.

327 Darauf werde ich noch kurz in 4.3.2.2. zu sprechen kommen; cf. auch Anm. 103.

328 Zumal einschlägige empirische Evidenz vorliegt; cf. B.M. Russett (1970), zur Interpretation besonders pp. 13, 178. Russetts Arbeit halte ich viel eher geeignet, diese These zu untermauern, als den sonst häufig herangezogenen Aufsatz von O.A. Davis (1966), der lediglich zeigt, daß die zurückliegenden Rüstungsbudgets eine ganz gute Schätzung des kommenden erlauben. Genau das wäre aber auch der Fall, wenn Rüstungsentscheidungen vollkommen Reaktion auf die des Gegners wären und dieser seine Rüstung nur inkremental steigerte. Die These Davis' konstatiert lediglich einen säkularen Trend im Rüstungsbereich, den kaum jemand in Frage stellen wird und den man auch durch Vergleich der von 1963 aus bis 1975 projizierten Rüstungsausgaben von über achtzig Entwicklungsländern bei H.R. Coward (1964), Appendix 3, mit den neueren Ausgaben von United States Arms Control and Disarmament Agency, World Military Expenditures, und Institute for Strategic Studies, Military Balance, teilweise bestätigt findet. Eine Methode zur Prognose der Entwicklung dieses Trends findet sich bei H. Galper (1968).

Die Zulassung von "multilateralen" Rüstungswettläufen halte ich für ähnlich unglücklich wie die von "unilateralen". Einschlägige Ausführungen ³²⁹ sind alle als Kritik an Huntingtons These formuliert, es gäbe nur zweiseitige Rüstungswettläufe ³³⁰. Huntingtons These ist ausgesprochen essentialistisch vorgetragen und damit sicher in ihrer Begründung unhaltbar. Eine ganz andere Frage ist, ob man nicht zu analytischen Zwecken Huntingtons Vorstellung festhalten sollte ³³¹. Man müßte sonst nämlich mit erheblichen Schwierigkeiten rechnen, wenn man sich an die Operationalisierung des Kriteriums aus 3.3.3.1. macht.

Bleibt man aber dabei, daß ein Rüstungswettlauf ein ungeordnetes Paar von n -Tupeln aus Verhaltensakten der bewußten Art sein soll, dann hat man die elegante Möglichkeit, jeden "multilateralen" Rüstungsprozeß (jeder gegen jeden) bei n Staaten als ($\binom{n}{2}$) Rüstungswettläufe darzustellen ³³². Auch zur Analyse des kompetitiven Rüstungsverhaltens von Allianzen bräuchte man "multilaterale" Rüstungswettläufe nicht einführen. Man kann die Verhaltensakte der Mitglieder jeder Allianz zu je einem n -Tupel zusammenfassen und dann die gleiche Prozedur ablaufen lassen wie bei einzelnen Staaten.

329 Z.B. D.C. Watt (1962), pp. 372, 374-377, 397, M. Mihalka (1971), pp. 16 f.

330 S.P. Huntington (1958), p. 42. Vor Huntington findet sich die Idee des allseitigen Rüstungswettlaufs schon bei N.M. Sloutzki (1941), p. 62, der feststellt, zwischen 1919 und 1939 hätten fast alle von ihm untersuchten Staaten an "dem" Rüstungswettlauf teilgenommen. Er meint natürlich, daß sie alle in dieser Zeit aufrüsteten.

331 Diese Auffassung vertritt P. Chatterjee (1971), pp. 1 f.

332 Auf nichts anderes laufen die Beispiele von Watt hinaus, dem entschiedensten Verfechter des "multilateralen" Rüstungswettlaufs; cf. D.C. Watt (1962), pp. 375, 376, 377, 397.

Von den erwähnten Ausnahmen abgesehen hat sich Huntingtons Vorschlag durchgesetzt, in einem Rüstungswettlauf nur zwei n -Tupel von Verhaltensakten zuzulassen. Ungeklärt und noch völlig undiskutiert ist jedoch, wie man bei Allianzen den Übergang zu zwei n -Tupeln vollziehen soll. Die Verhaltensakte welcher Allianzmitglieder sollen in die geordnete Menge der Verhaltensakte der Allianz übernommen werden ³³³?

Die Beantwortung dieser Frage ist nicht nur wichtig für die formale Verallgemeinerung der Rüstungswettlaufdefinition für Allianzen, sondern auch für die Bewertung von Richardsons Test seines Systemmodells vor dem Ersten Weltkrieg. Daß hier der nach meiner Auffassung irrelevante Test bis heute als mißglückter Falsifizierungsversuch hoch im Kurs steht, zeigt die schwerwiegenden Folgen, die es hatte, daß man sich keine operationale Fassung der Definition eines Rüstungswettlaufs zwischen Allianzen einfallen ließ, genauer, keine operationale Fassung der Aggregation der die Rüstung steigernden Verhaltensakte aller möglicher Staaten zu geordneten n -Tupeln aus solchen Verhaltensakten der Mitglieder je einer Allianz ³³⁴. Eine solche ließe sich im Rahmen der vorliegenden Rekonstruktion leicht geben indem man zusätzlich zu der in Anm. 312 angegebenen Äquivalenzrelation fordert, daß die entstehenden Äquivalenzklassen maximal sein sollen, d.h. aber, daß in die jeweilige Grundmenge der Verhaltensakte alle Verhaltensakte aller Mitglieder einer bestimmten Allianz einbezogen werden müssen oder daß kein einziger Verhaltensakt irgendeines Mitglieds dieser Allianz einbezogen wird.

³³³ Anm. 312 ging mithin über die Rekonstruktion hinaus und nahm schon ein Stück meiner eigenen diesbezüglichen Vorstellungen vorweg.

³³⁴ Das Problem der Allianzdefinition wird in der als Vorlage benutzten Literatur nicht behandelt. Ich stelle es deshalb ebenfalls für den Abschnitt 4.3. zurück.

3.3.5. Zum Stand der Operationalisierung von "Rüstungswettlauf"

Vor dem Hintergrund meiner Rekonstruktion der Definition des Terms "Rüstungswettlauf" läßt sich jetzt darlegen, worin die Schwäche bisheriger Definitionsversuche liegt. Es handelt sich dabei um die unzureichenden Bemühungen um die Operationalisierung der einzelnen Kriterien, die darüber entscheiden, ob ein ungeordnetes Paar von geordneten n -Tupeln aus Verhaltensakten ein Rüstungswettlauf ist oder nicht. Verbal artikuliert sind mit Ausnahme des im letzten Abschnitt in operationaler Form nachgetragenen Kriteriums zur Zusammenfassung der Verhaltensakte der Mitglieder einer Allianz alle einschlägigen Kriterien.

Soweit sie die Zahl der n -Tupel, die Art der Entscheidungseinheiten und die Art der Verhaltensakte betreffen, sind sie bereits in operationaler Form: Um "Rüstungswettlauf" zu heißen, muß eine Menge von geordneten n -Tupeln von Verhaltensakten genau zwei Elemente, zwei n -Tupel, enthalten, gleichgültig ob die n -Tupel Verhaltensakte einer einzigen Entscheidungseinheit oder einer Gruppe von solchen als Elemente haben. Die Elemente der n -Tupel müssen Verhaltensakte von Nationalstaaten sein, und diese Verhaltensakte müssen der Steigerung der Rüstung des jeweiligen Staates dienen³³⁵. Soweit etwa besteht in der Literatur Konsens über die

335 Um hier von einer operationalen Fassung des letzten Kriteriums sprechen zu können, muß selbstverständlich eine Operationalisierung von "Rüstung" vorliegen. Die meisten Definitionsversuche begnügen sich damit, Rüstungsausgaben als Meßkonzept anzugeben. Ich halte das nicht für eine gelungene Operationalisierung (cf. 3.4.2.), aber die Forderung nach einer operationalen Version des Kriteriums ist damit erfüllt. Meine Vorstellungen über die andersartige Operationalisierung von "Rüstung" führen automatisch zu einer anderen Definition von "Rüstungswettlauf".

Operationalisierung der Kriterien, die über die Anwendung des Terms "Rüstungswettlauf" entscheiden ³³⁶.

Was in der Literatur fehlt, ist eine Operationalisierung des Kriteriums aus 3.3.3.1., daß die Verhaltensakte des einen n-Tupels Reaktionen auf Elemente des anderen n-Tupels darstellen sollen und umgekehrt. Der einzige Autor, der auf die Notwendigkeit einer solchen Operationalisierung hinweist, sie aber selbst nicht durchführt, ist Singer ³³⁷, bei dem es jedoch um die Operationalisierung von "Konflikt" zwischen zwei Staaten geht, da er diesen als Ursache des reaktiven Rüstungsverhaltens ansieht ³³⁸.

Am weitesten in Richtung einer Operationalisierung des Kriteriums aus 3.3.3.1. bewegt sich Chase, der in seiner Definition eines Rüstungswettlaufs davon spricht, daß zwei Staaten mit ihrem Rüstungsverhalten genau dann aufeinander reagieren, wenn sie einander als militärische Bedrohung wahrnehmen ³³⁹. Diese theoretische Gleichsetzung ist nicht ganz problemlos. Wird "Perzeption von Staat B als militärische Bedrohung durch A" durch Eliteartikulationen von A gemessen, dann könnte man sie gelten lassen. Bei Chase jedoch wird diese Variable durch Konfliktverhalten zwischen A und B gemessen, von diplomatischem Konflikt über ökonomischen Konflikt bis hin zu gewaltsamem Konfliktverhalten ³⁴⁰.

336 Z.B. bei R.H. Cady (1966), p. 1, M.D. Intriligator (1968b), p. 2, J.D. Singer (1970), pp. 140-142, N. Petersen (1969), p. 40, C.S. Gray (1971), p. 40.

337 J.D. Singer (1970), p. 141.

338 Cf. 3.3.3.1.

339 P.E. Chase (1968a), p. 92, (1971), p. 459.

340 P.E. Chase (1968a), pp. 93-95, 95 f., (1971), pp. 463-466.

Diese Indikatoren können auch zwischen solchen Staaten einen recht hohen Wert annehmen, die einander mitnichten als militärische Bedrohung perzipieren und mit ihren Rüstungsentscheidungen aufeinander reagieren und umgekehrt. Da Chase außerdem nicht angibt, wie Konfliktverhalten in einem Paar von Nationalstaaten in gegenseitige Perzeption als militärische Bedrohung umgerechnet wird - vielleicht sollen die beiden Indikatoren auch identisch sein - und wie andererseits die zumindest auf ordinalem Meßniveau befindliche Perzeptionsvariable in dichotomische Information darüber transformiert wird, ob die Verhaltensakte des einen n-Tupels Reaktionen auf Elemente des anderen sind, ist das Operationalisierungsproblem auch bei Chase nicht völlig gelöst.

Für wichtiger als den zuletzt erwähnten und relativ leicht zu beseitigenden technischen Defekt von Chase' Operationalisierungsversuch halte ich bei dieser Beurteilung die zweifelhafte Validität von Konfliktverhalten als Indikator für Perzeption von militärischer Bedrohung. Damit läßt sich als Ergebnis dieses Abschnitts festhalten, daß neben der unzureichenden Operationalisierung der Teilnahme von Allianzmitgliedern an Rüstungswettläufen zwischen Allianzen auch die für Rüstungswettläufe geforderte Reaktivität des Rüstungsverhaltens noch nicht in Form eines annehmbaren operationalen Kriteriums vorliegt.

3.3.6. Der Zusammenhang zwischen Rüstungswettläufen und Kriegen

3.3.6.1. Dekrete über den Zusammenhang zwischen Rüstungswettläufen und Kriegen

Während die in den letzten Abschnitten referierten Definitionsversuche weitgehenden Konsens aufwiesen - zumindest nach einer entsprechenden Rekonstruktion, welche die verschiedenen Sprachgewohnheiten der einzelnen Autoren berücksichtigte - und damit die Markierung derjenigen Punkte erlaubten, wo die Operationalisierung vervollständigt werden muß, zeichnen sich die Ausführungen zum Zusammenhang von Rüstungswettläufen und Kriegen durch einen hohen Grad begrifflicher Unklarheit aus. Zunächst sollte man meinen, es sei ein gänzlich empirisches Problem, ob ein Paar von geordneten n -Tupeln von Verhaltensakten der spezifizierten Art einen Krieg nach sich zieht oder nicht. Man hätte dann die Möglichkeit zu untersuchen, wie ein Rüstungswettlauf zu einem Krieg führt und wie er zusammen mit anderen unabhängigen Variablen am Ausbruch von Feindseligkeiten beteiligt ist. Ferner wäre ein interessanter Forschungsansatz die Untersuchung von Rüstungswettläufen auf Eigenschaften, welche den Ausbruch eines Krieges mehr oder weniger wahrscheinlich machen. Zumindest die zweite Fragestellung verbaut man sich, wenn man den Zusammenhang von Krieg und Rüstungswettläufen nicht mittels einer Hypothese in überprüfbare Form bringt, sondern ihn dekretiert.

Diesen Weg hat schon Richardson eingeschlagen, bei dem sich allerdings nur das Teildekret findet, daß nur solche Rüstungswettläufe einen Krieg nach sich ziehen, die kein stabiles Gleichgewicht haben. Damit ist die Menge aller Rüstungswettläufe mit instabilem Gleichgewicht eine (echte) Teilmenge der Menge aller Kriegsvorspiele. Diese Teilmengenbeziehung wäre in einer Axiomatisierung

von Richardsons Modell eines der Axiome ³⁴¹.

Da sie keine Gleichgewichtsdiskussion führen, läuft bei anderen Autoren das Dekret über den Zusammenhang von Rüstungswettlauf und Krieg darauf hinaus, daß die Menge der Rüstungswettläufe eine echte Teilmenge aller Kriegsvorgeschichten ist. Zwar gibt es Kriege, denen kein Rüstungswettlauf vorausgeht, aber umgekehrt gibt es keinen Rüstungswettlauf, dem nicht ein Krieg folgt ³⁴². Die meisten dieser Autoren setzen bei der Einführung des besagten Dekrets die Kriterien der letzten Abschnitte nicht außer Kraft. Damit ignorieren sie aber sämtliche theoretische Arbeit über den Zusammenhang von Kriegen und solchen Folgen von Verhaltensakten, die nach diesen Kriterien als "Rüstungswettläufe" zu bezeichnen sind, und ebenso die spärliche empirische Evidenz, die dazu vorliegt ³⁴³. Wenn Rüstungswettläufe als Teilmenge al-

- 341 Das versuchen die Herausgeber von L.F. Richardson (1960) in ihrer Einleitung, pp. vif., klarzustellen. Etwas undeutlich ist bei K.J. Gantzel (1969), pp. 110 f., ob er die einschlägigen Darlegungen Richardsons nur referiert oder auf ihren Annahmeharakter hinweisen will. Bei L.F. Richardson (1960) finden sich die deutlichsten diesbezüglichen Ausführungen auf pp. 33 f., 70, 74. Hinweise darauf, daß Richardsons Modell empirische Aussagen über den fraglichen Zusammenhang gar nicht erlaubt sondern ihn per definitionem vorwegnimmt, geben auch J.C. Harsanyi (1962b), pp. 694 f., 695, T.L. Saaty (1968), p. 49, und M.D. Intriligator (1968b), Anm. 3, p. 13.
- 342 Beispiele für diesen Typ der Definition des Terms "Rüstungswettlauf" finden sich bei C.B. Joynt (1964), pp. 26 f., P. Noel-Baker (1958), Kapitel 6, besonders p. 74, H. Bull (1961), pp. 3 f., N.M. Sloutzki (1941), pp. 9, 14, K.E. Boulding (1967), p. 369.
- 343 Besonders viele Hypothesen über Eigenschaften von Rüstungswettläufen im Sinn der letzten Abschnitte, die den Ausbruch von Kriegen mehr oder weniger wahrscheinlich machen, finden sich bei S.P. Huntington (1958), pp. 54 f., 55, 60-63, 72 f., 79, 82 f., cf. weiter auch J.C. Lambelet (1971), p. 164, C.S. Gray (1971), pp. 65-67; zur empirischen Evidenz cf. 3.3.6.2.

ler Kriegsvorspiele definiert werden, haben Aussagen über den Zusammenhang von Kriegen und Rüstungswettläufen keinen Erkenntniswert.

Um das zu kaschieren, zieht man sich auf die Behauptung eines Automatismus zurück, der bei einer gewissen Intensität des Rüstungswettlaufs den Ausbruch von Feindseligkeiten unvermeidlich mache³⁴⁴. Diese Auffassung wurde schon früh von Abel als zu simplifizierend zurückgewiesen³⁴⁵. Die deterministische Interpretation der zitierten Autoren hat auch zur Folge, daß sie Hypothesen über die gewaltlose Beendigung von Rüstungswettläufen nach der ersten Definition ebensowenig zur Kenntnis nehmen³⁴⁶ wie solche, die das Resultat des Rüstungswettlaufs aus Eigenschaften der internationalen Situation vorhersagen, in der der Rüstungswettlauf abläuft³⁴⁷.

Wenn man sich selbst weigert zu glauben, daß jede Rüstung zum Krieg führen muß, kann man natürlich all diese begrifflichen Probleme aus der Welt schaffen, indem man sich einen neuen Mengenterm "R" für die Menge aller Paare von n-Tupeln aus die Rüstung steigernden nationalstaatlichen Verhaltensakten einfallen läßt. Die Menge der Paare von n-Tupeln, die man dann noch als Rüstungswettläufe bezeichnet, ist sicherlich eine wichtige Teilmenge der Menge der nach der ersten, weiteren

344 Z.B. L.F. Richardson (1960), pp. 12 f., 226-229, C.B. Joynt (1964), pp. 26 f., N.Z. Alcock (1972a), pp. 25 f.

345 T. Abel (1941), passim.

346 Z.B. R.H. Cady (1966), p. 16, C.S. Gray (1971), pp. 67-71, Q. Wright (1965a), pp. 1268 f., (1965b), passim.

347 Z.B. M.C. McGuire (1965), p. 28, J.D. Singer (1970), pp. 140, 143, 144 f.

Definition als Rüstungswettläufe bezeichneten Paare von n-Tupeln. Für die Identifizierung ihrer Elemente in der Empirie scheint sich angeboten zu haben, eine Anzahl von Kriegen darauf zu untersuchen, ob in den Jahren vor ihrem Ausbruch die späteren Gegner ihre Rüstung steigerten und ob sie das im Hinblick auf die Rüstung des jeweiligen Gegners taten ³⁴⁸.

Genau diese Prozedur der Identifikation von Rüstungswettläufen zeigt an, wo neben dem oben identifizierten forschungslogischen Defekt die forschungspraktische Hauptschwäche der zweiten Definition des Terms "Rüstungswettlauf" liegt. Wenn wir empirisch Paare von n-Tupeln von Verhaltensakten vorfinden, welche den Kriterien von 3.3.2. bis 3.3.4. genügen, aber noch andauern, dann wissen wir gar nichts über die Anwendbarkeit des Terms "Rüstungswettlauf". Aber sein Designat interessiert in diesem Fall gar nicht. Was interessiert ist, daß der für "Rüstungswettlauf" nach der ersten Definition ersetzte Mengenterm "R" anwendbar ist. Ferner interessiert, welche Voraussagen aus den Eigenschaften des Prozesses und/oder der Situation, in der er stattfindet, auf sein Resultat möglich sind.

Der Term "Rüstungswettlauf" in der engeren Definition ist mithin überflüssig geworden. Was er designiert, kann ebenso gut durch den bei der ersten Definition für "Rüstungswettlauf" ersetzten Mengenterm "R." und das Resultat der kompetitiven Aufrüstung bezeichnet werden. Genau das wäre mein Vorschlag, nur würde ich den beihilfsweise eingeführten Mengenterm "R" fallen lassen und den Term "Rüstungswettlauf" in seiner ersten und ursprünglichen Bedeutung beibehalten. Diese Bedeu-

³⁴⁸ Diese Reihenfolge der Anwendung von Kriterien wird sehr deutlich bei J.D. Singer (1970), p. 140.

tung wird er bis zu seiner endgültigen Definition im vierten Kapitel haben.

3.3.6.2. Empirische Evidenz über den Zusammenhang von Rüstungswettläufen und Kriegen

Das Problem der Abgrenzung der beiden Definitionen stellte sich nicht, wären beide Fallmengen empirisch identisch, endeten alle Paare von n-Tupeln von Verhaltensakten, die den Kriterien von 3.3.2. bis 3.3.4. genügen, ausnahmslos in Kriegen. Das ist jedoch nicht der Fall. Deshalb könnte es vielleicht nützlich sein, sich die empirische Evidenz über den Zusammenhang von Rüstungswettläufen nach der ersten Definition und Kriegen vor Augen zu halten und zu sehen, welche Fälle man zwar nach der weiten, nicht aber nach der engeren Definition als Rüstungswettläufe bezeichnen kann. Leider liegen empirische Ergebnisse kaum in methodisch akzeptabler Form vor - wahrscheinlich mit ein Grund für die ausgiebige Spekulation über dieses Thema ³⁴⁹.

Von Alcocks einschlägigen Studien sind fast alle wieder zur Beantwortung der hier thematischen Frage unbrauchbar. Das liegt an Alcocks Definition des Terms "Rüstungswettlauf", die er mit den Worten "... an arms race is characterized by two or more belligerent nations whose arms expenditures over time are more correlated with one another than with any other group of nations" bestreitet ³⁵⁰. Er ermittelt nach dem Zweiten Weltkrieg drei

³⁴⁹ Erwähnt werden sollte in diesem Zusammenhang auch die anthropologische Studie von Naroll über den Zusammenhang von "military readiness" und Kriegshäufigkeit bei 40 primitiven Stämmen, die jedoch wegen der schlechten Entsprechung von "militärischer Vorbereitung" und "Rüstungswettlauf" nur bedingt als Evidenz gelten kann; cf. R. Naroll (1970), besonders pp. 35-37.

³⁵⁰ N.Z. Alcock (1972 a), p. 24; diese Definition deutet auch an, wie so ein "Rüstungswettlauf" ermittelt werden kann, nämlich über Faktorenanalyse.

Gruppen von Staaten, deren Rüstungsausgaben jeweils intern höher kovariieren als mit Staaten aus den anderen Gruppen. Jede dieser drei Gruppen nennt er einen Rüstungswettlauf ³⁵¹.

Damit fällt er völlig aus dem Rahmen der hier rekonstruierten Definition des Terms "Rüstungswettlauf", über die, wenn auch nicht in meiner Fassung, ein gewisser Konsens in der Literatur besteht. Weder ist die Zahl der Teilnehmer spezifiziert noch gibt es Aggregationsprozeduren für Allianzen. Auch müssen nicht alle Mitglieder einer Allianz an einem Rüstungswettlauf beteiligt sein. Die Rüstung muß nicht einmal steigen, da ja nur Kovariation in allen Ländern einer Gruppe verlangt wird, und die liegt auch vor, wenn alle Staaten einer Gruppe einmal zusammen ihre Rüstung senken, was empirisch auch in der Tat der Fall ist ³⁵². Solche Rüstungswettläufe gibt es also, solange irgendwo in der Welt auch nur der kleinste Betrag für Rüstung ausgegeben wird. Streng genommen ist nicht einmal das nötig, denn es brauchen nur alle Staaten ganz auf Rüstung zu verzichten, dann herrscht nach dieser Definition der perfekte "Rüstungswettlauf" aller gegen alle.

Anschließend sucht Alcock zu jeder der drei Gruppen eine Sinuskurve, welche die Fluktuation der jährlichen Veränderungen der Rüstung besonders gut annähert. Diese drei Sinuskurven addiert er dann und vergleicht die erhaltene Kurve mit den Daten von Kriegsausbrüchen in der fraglichen Zeit. Aus diesem Vergleich zieht er den Schluß, daß die Periodizität von Kriegen gezeigt sei und daß Kriege auf fast alle von ihm untersuchten Rüstungs-

351 N.Z. Alcock (1971b), p. 12, (1971c), p. 4, (1972a), p. 24, (1972b), p. 10.

352 Cf. N.Z. Alcock (1972b), Figures 6a-c.

wettläufe gefolgt seien (hier heißt "Rüstungswettlauf" plötzlich eine Phase steigender jährlicher Zuwächse der Rüstungen) ³⁵³.

Dieser Schluß ist nicht nur unberechtigt, weil ständig die Definition des Terms "Rüstungswettlauf" gewechselt wird, sondern auch wegen Alcocks Aggregationsprozedur. Nach dieser ist es möglich, daß zwei Gruppen der von ihm untersuchten Staaten ihre Rüstung stark steigern, während die dritte Gruppe mit ihrer Rüstung konstant bleibt oder gar abrüstet. Die Aggregation der Sinuskurven zeigt also einen starken Anstieg des Zuwachses der Rüstung. Beim Maximum der aggregierten Kurve breche ein Krieg aus, was Alcock als Bestätigung der Hypothese werten würde. Seine Daten enthalten jedoch keine Information darüber, ob dieser Krieg tatsächlich zwischen Staaten ausbricht, die Mitglieder der beiden aufrüstenden Gruppen sind. Ist das aber nicht der Fall, dann kann von einer Bestätigung der Hypothese nicht im mindesten die Rede sein.

Etwas brauchbarere Ergebnisse hat eine weitere Arbeit von Alcock, in der festgestellt wird, daß die Rüstung der USA und der UdSSR von 1954 bis etwa 1960 nach vorhergehendem starkem Anstieg etwa konstant blieb ("Rüstung" wie oben durch Rüstungsausgaben gemessen) ³⁵⁴. Das heißt aber, daß wir besser von zwei Rüstungswettläufen zwischen den Großmächten seit dem Zweiten Weltkrieg sprechen, einem bis 1954 und einem zweiten ab 1959/60. Der erste dieser Rüstungswettläufe hat aber geendet, ohne einen Krieg nach sich zu ziehen.

353 N.Z. Alcock (1972b), pp. 15, 17 f., Figure 8, (1972a), p. 26, Figure 2, (1971c), pp. 5 f., 9, Figure 4, (1971b), p. 12, (1972c), pp. 51 f., (1972d), pp. 208-212. Eine dritte Definition von "Rüstungswettlauf" findet sich bei N.Z. Alcock (1972b), p. 16.

354 N.Z. Alcock (1970a), p. 3, Figure 1.

Wer mit dieser Interpretation ebensowenig einverstanden ist wie ich, muß die Ursache seiner Unzufriedenheit in dem bei Alcock verwandten Maß für Rüstung sehen, da ihm sonst keine methodischen Fehler nachzuweisen sind. Von dieser einen Ausnahme abgesehen, die wegen des Meßkonzepts schwerlich akzeptabel ist, gibt es also bisher keine weitere Evidenz dafür, daß eine Folge von Verhaltensakten, die nach der weiten Definition als Rüstungswettlauf bezeichnet werden kann, ohne Krieg endet. Diese Situation macht nachträglich vielleicht die Versuche verständlich, den Term "Rüstungswettlauf" durch das Resultat "Krieg" zu definieren, aber an den im letzten Abschnitt gegen diese Praxis artikulierten Einwänden ändert das gar nichts. Dem bei Alcocks zuletzt erwähn-ter Arbeit nicht zum ersten Mal entdeckten Unbehagen an gängigen Operationalisierungen von "Rüstung" ³⁵⁵, speziell durch Rüstungsausgaben, wird der folgende Abschnitt des vorliegenden dritten Kapitels gewidmet sein.

3.4. Operationalisierung von "Rüstung"

3.4.1. Vorbemerkung

Bei der Vorstellung der Modelle im zweiten Kapitel war stets die Rede davon, auf welche Weise die Rüstung eines Staates von der eines anderen Staates abhängt. Dabei handelte es sich nicht um meine Interpretation, sondern um eine durchgängige Redeweise der referierten Autoren. Mit Ausnahme der strategischen Modelle, bei denen zum Teil Raketenzahlen als Maß für Rüstung dienten, ging der Konsens eindeutig dahin, daß die Rüstung durch

355 Man denke zurück an Smokers "defense ratio"; cf. 2.2.2.2.

Rüstungsausgaben gemessen wurde ³⁵⁶. Dabei lassen sich zwei Varianten unterscheiden: Die erste verwendet Rüstungsausgaben oder ihren jährlichen Zuwachs ³⁵⁷ unmittelbar als Indikator für "Rüstung", die zweite bildet Indizes für "Rüstung", deren eine Dimension die Rüstungsausgaben sind.

Der Übergang von theoretischer Diskussion in Ausdrücken wie "armaments", "military power", "capability" etc. zu dem in der Durchführung verwandten Maß fällt einem bei der Durchsicht der Literatur als fast ausnahmslos äußerst abrupt ins Auge ³⁵⁸. Das gilt für Richardson ebenso wie für die meisten seiner Nachfolger ³⁵⁹. Besonders auffällig ist dieser sprachliche Sprung vom Begriff zu seinem Indikator bei Smoker, der ein Maß der "defense weapons" eines Staats fordert ³⁶⁰, Beispiele für seine theoretischen Aussagen an verschiedenen Waffensystemen formuliert ³⁶¹, bei der Durchfüh-

356 Eine Ausnahme bildet auch M. Mihalka (1971), bei dessen lateinamerikanischen "Prestige"-Rüstungswettläufen die Rüstung durch einen capability-Index und die Stückzahl des in jenen Breiten prestigeträchtigsten Waffensystems, des modernen Kampfflugzeugs, gemessen wird.

357 Z.B. die Arbeiten von N.Z. Alcock (1971b), (1972a), (1971c), (1972b).

358 Eine gewisse Ausnahme bildet J.C. Lambelet (1971), pp. 149 f.

359 Z.B. L.F. Richardson (1960), pp. 15-21, M. Chatterji (1969), pp. 88 f., M. Wolfson (1968), p. 111, N.Z. Alcock (1972a), p. 25. Diese unreflektierte Gleichsetzung von Konzept und Indikator findet sich auch außerhalb der Literatur zu Rüstungswettlaufmodellen, beispielsweise bei T. Sosnovy (1964), p. 487.

360 P. Smoker (1963b), p. 61.

361 Ibid., p. 62.

rung aber wieder still und heimlich zu der "defense ratio" ³⁶² seiner früheren Arbeit zurückkehrt ³⁶³.

Das wäre weiter nicht schlimm, würde Rüstung nicht als latente Eigenschaft aufgefaßt, sondern als genau das, was der Indikator "Rüstungsausgaben" mißt. Läßt man nur noch die Operationaldefinition zu, beschränkt sich also auf das manifeste und verzichtet auf das latente Niveau, dann gibt es kein Validitätsproblem mehr ³⁶⁴. Die Frage lautet dann nicht mehr, ob der Indikator mißt, was er messen soll, sondern der Indikator soll messen, was er mißt. Ein Verzicht auf nicht-operationale Definitionen, auf sprachliche Präzisierungen des eigenen Vorverständnisses, erspart einem Validitätsdiskussionen, beraubt einen freilich auch der Möglichkeit, der eigenen Erwartung widersprechende Evidenz unter Hinweis auf die Invalidität der Indikatoren zurückzuweisen und so lange die Indikatoren zu manipulieren, bis die eigenen Vorurteile erfüllt werden.

Dieser Möglichkeit berauben sich die Rüstungswettläufe modellierenden Autoren nicht. Sie beschränken sich nicht auf die Operationaldefinition von "Rüstung" und behalten stattdessen Rüstung als latente Eigenschaft bei. Täten sie das nicht, wären ihre Einleitungen über "arms" und "armaments" und "military strength" etc. völlig überflüssig. Sie könnten dann gleich in die Beobachtungssprache einsteigen und Aussagen über den Zusammenhang der Rüstungsausgaben zweier Staaten, den Rüstungsausgabenwettlauf, formulieren.

362 P. Smoker (1963a), pp. 54 f.

363 P. Smoker (1963b), p. 63.

364 Zur Validität von Operationaldefinitionen cf. R. Zintl (1969), pp. 21 f., R. Mayntz (1969), pp. 22 f., A. Kaplan (1964), pp. 198 f., J. Galtung (1967), pp. 121 f.

Der Grund dafür, daß sie das nicht tun, liegt auf der Hand: Kaum jemand würde die Aussage akzeptieren, die Entscheidungsträger eines Staates reagierten bei ihren Entscheidungen über die eigenen Rüstungsausgaben auf die Rüstungsausgaben potentieller Gegner. Substituiert man dagegen "Rüstung" für "Rüstungsausgaben", begibt sich also aus der Beobachtungssprache in die theoretische Sprache, dann wird man die Aussage schwerlich von vornherein verwerfen wollen ³⁶⁵. Man wird dann lieber abwarten, welche Form der Reaktion auf gegnerische Rüstung theoretisch postuliert wird, welche Operationalisierungen gegeben werden und wie empirische Tests ausfallen.

Bisherige Rüstungswettlaufmodelle haben den letzteren Weg eingeschlagen. Sie sind also in dem Sinn "Theorie", daß sie auch über Terme verfügen, die nicht der Beobachtungssprache angehören. Damit müssen sie sich aber wie jede Theorie eine Überprüfung der Validität ihrer Verknüpfung der beiden Sprachebenen durch Operationaldefinitionen gefallen lassen.

Bevor jedoch die Validität der Operationalisierung von "Rüstung" durch "Rüstungsausgaben" als Indikator oder durch einen "Rüstungsausgaben" als eine Dimension enthaltenden Index beurteilt werden kann, muß feststehen, welche theoretische Bedeutung der Term haben soll, welche nicht-operationalen Definitionen vorliegen. Nur wenn bekannt ist, was das Meßkonzept messen soll, kann es als invalide nachgewiesen werden.

Rüstung als latente Eigenschaft von Nationalstaaten erhält in der Literatur eine ziemlich einhellige nominale

365 Ohne auf die Zugehörigkeit der Konzepte zu verschiedenen Sprachebenen einzugehen, weist M. Mihalka (1971), pp. 90 f., die erste Formulierung aus Überlegungen über nationalstaatliche Rüstungsentscheidungen zugunsten der zweiten zurück.

Definition ³⁶⁶, die man etwa so auf einen Nenner bringen kann: Mit dem Term "Rüstung" soll die Summe all dessen bezeichnet werden, was einem Nationalstaat als Instrument der Gewaltausübung gegenüber anderen Nationalstaaten zur Verfügung steht ³⁶⁷. Dabei ist es völlig unerheblich, ob der Staat diese Mittel zur Aufrechterhaltung seiner eigenen inneren Sicherheit einsetzt, zu "counterinsurgency" Operationen oder zur Bewältigung administrativer oder technischer Aufgaben im Landesinneren. Entscheidend ist, daß unter dem Term "Rüstung" nur solche Mittel eines Staates fallen, die der Ausübung von Gewalt gegen andere Staaten dienen können, also in der Regel weder Polizeikräfte noch das Industriepotential oder die Rotkreuzorganisation des Staates.

Die Rüstung eines Staates ist um so höher, je mehr Gewalt gegen andere Staaten durch ihren Einsatz ausgeübt werden kann ³⁶⁸. "Rüstung" in dieser Bedeutung ist gleichbedeutend mit "mobilisiertem Potential" (später "militärische Macht") bei Knorr, der diesen Begriff mit "war potential" (später "military potential") kontrastiert ³⁶⁹ und beide zusammen als Teil der "putativen Macht" eines Staates sieht, die in jedem Akt der Verhal-

366 Zur Nominaldefinition cf. R. Zintl (1969), pp. 5 f., C.G. Hempel (1952), pp. 2-6.

367 M.A. Ash (1951), p. 220, S.P. Huntington (1958), pp. 41 f., L.F. Richardson (1960), pp. 1, 2, 13-15, P. Smoker (1963b), p. 61, J.C. Lambelet (1971), p. 146, E. Moberg (1966), p. 80, K. Knorr (1956a), p. 19.

368 M.A. Ash (1951), p. 221, P. Joenniemi (1970), p. 143 f.

369 Das frühere Begriffspaar findet sich bei K. Knorr (1956a), z.B. pp. 19 f., auch (1957), passim, (1956b), pp. 138 f. Das spätere Begriffspaar verwendet K. Knorr (1970), pp. 4 f., und in einer weiteren Variante ("military power" und "military power potential") K. Knorr (1968), passim. Eine ähnliche Unterscheidung findet sich auch schon bei M.A. Ash (1951), pp. 227-231.

tenskontrolle aktualisiert wird. Damit ist Rüstung eine der Eigenschaften eines Staates, aufgrund derer dieser das Verhalten anderer Staaten kontrollieren kann ³⁷⁰.

Diese Ausführungen sollen genügen, um die sprachliche Konvention zu umreißen, nach der der Term "Rüstung" gebraucht wird. Nach ihren theoretischen Ausführungen verstehen die Autoren von Rüstungswettlaufmodellen unter den Elementen der den Rüstungswettlauf konstituierenden n-Tupel Verhaltensakte, welche die so definierte Rüstung der am Rüstungswettlauf beteiligten Staaten erhöhen. Da sie Rüstung dann durch Rüstungsausgaben messen, tut man ihnen kein Unrecht, wenn man sagt, sie untersuchten Rüstungsausgabenwettläufe.

Wer wie ich Zweifel an der Validität von Rüstungsausgaben als Indikator für Rüstung hegt, der wird gut daran tun zu bedenken, daß Validitätsdiskussionen überhaupt nur für solche Indikatoren sinnvoll sind, deren Reliabilität außer Frage steht ³⁷¹. Deshalb werde ich zu-

370 Knorrs aktualisierte Macht, cf. K. Knorr (1970), pp. 2 f., ist also nichts anderes als Verhaltenskontrolle - ein relationales Konzept im Gegensatz zu dem einstelligen Prädikat "putative Macht". Macht im letzteren Sinne, als Menge von Eigenschaften, welche Verhaltenskontrolle ermöglichen, und Rüstung als eine dieser Eigenschaften sind auch definiert bei D.G. Pruitt (1964), pp. 166 f., K.J. Holsti (1964), p. 180, R.C. Miller (1964), pp. 196 f., 198, M. Brecher (1969), pp. 83 f., J.D. Singer (1971b), pp. 10-12, D.A. Baldwin (1971b), p. 473, G.H. Snyder (1971b), pp. 467 f., F.C. German (1960), pp. 138-141.

371 Das heißt keineswegs, daß hochreliable Indikatoren stets valide sind, sondern lediglich, daß unreliablen Indikatoren weder hohe noch niedrige Validität zugesprochen werden kann. Daß hochreliable Indikatoren völlig invalide sein können, zeigt der Indikator "Zahl der Sterne aller Generale der Streitkräfte eines Staates" als Meßkonzept für die Rüstung eines Staates. Zur Reliabilität von Meßkonzepten und ihrer logischen Vorordnung vor deren Validität cf. R. Zintl (1969), pp. 20 f., J. Galtung (1967), p. 29, A. Kaplan (1964), pp. 199-201, R. Mayntz (1969), pp. 22 f.

nächst die Reliabilität des Meßkonzepts "Rüstungsausgaben" untersuchen. Da sich über die Reliabilität des Indikators kein endgültiges und abschließendes Urteil abgeben läßt, muß ich anschließend noch seine Validität vornehmen. Dabei wird sich herausstellen, daß selbst in denjenigen Fällen, wo absolute Rüstungsausgaben reliabel gemessen werden können, der Indikator in hohem Maße invalide ist.

Anschließend werde ich daran gehen, Reliabilität und Validität von Indizes zu untersuchen, die Rüstungsausgaben als eine Dimension enthalten. Die gebräuchlichsten dieser Indizes sind "Rüstungsausgaben pro Kopf der Bevölkerung", "Anteil der Rüstungsausgaben an den Regierungsausgaben und/oder -einnahmen" und "Anteil der Rüstungsausgaben am Bruttosozialprodukt". Dabei gilt, daß die Reliabilität eines Index nicht höher sein kann, als die des eingebauten Indikators mit der niedrigsten Reliabilität, und das werden bei allen Indizes die Rüstungsausgaben sein. Die Reliabilitätsdiskussion kann sich also bei den Indizes darauf beschränken, die Reliabilität der je anderen verwandten Indikatoren daraufhin zu untersuchen, ob sie die Reliabilität des Index noch weiter nach unten drücken oder nicht.

Anders steht es mit der Validität von Indizes ³⁷², wo aus der Validität der Indikatoren nicht auf die Validität des Index geschlossen werden kann. So ist es durchaus möglich, daß mehrere Meßkonzepte, die jedes für sich als Indikatoren eines zu operationalisierenden theoretischen Konzepts völlig invalide sind, in ihrer Kombination einen validen Index für dasselbe Konzept ergeben. Ein Beispiel dafür wäre das zu operationalisierende Konzept "Wahlbeteiligung", für das weder die Zahl der ab-

372 Zur Validität von Indizes cf. J. Galtung (1967), pp. 241 f.

gegebenen Stimmen v noch die Zahl der Wahlberechtigten V valide Indikatoren sind. Aber in der Kombination, z.B. als Bruch v/V , ergeben sie einen in hohem Maß validen Index für das Konzept. Deshalb muß ich der Untersuchung der Reliabilität der in den Index für Rüstung neben den Rüstungsausgaben eingebrachten Indikatoren noch eine Diskussion der Validität des jeweils resultierenden Index folgen lassen.

Damit ist der Umriß des Aufbaus der folgenden Abschnitte beendet, und die Untersuchung von Reliabilität und Validität der Operationalisierungsversuche kann beginnen. Ich werde mich dabei auf solche Operationalisierungen beschränken, die im Rahmen von Reaktionsmodellen zur Analyse von Rüstungswettläufen bisher verwandt worden sind. Das heißt nicht, daß nicht auch andere Operationaldefinitionen für "Rüstung" in der Literatur anzutreffen sind ³⁷³.

3.4.2. Absolute Rüstungsausgaben als Rüstungsindikator

3.4.2.1. Reliabilität des Indikators

Versteht man unter den Rüstungsausgaben eines Staates denjenigen Geldbetrag in Landeswährung, den der jeweilige Staat - meist einmal jährlich - offiziell in seinem Budget als die Summe aller Ausgaben für seine Streitkräfte deklariert, dann ist der Indikator hochreliabel und die Daten stehen, zumindest für das 20. Jahrhundert, für fast alle Staaten zur Verfügung ³⁷⁴. Zu theoretischen

³⁷³ Z.B. die durch Mannschaftsstärken von N.M. Sloutzki (1941), p. 97, oder durch den bei L.M. Terrell (1971), p. 334, übernommenen Index des Anteils des Militärpersonals an der Bevölkerung zwischen 15 und 64 Jahren oder an der Gesamtbevölkerung von B.M. Russett (1964a), p. 26, cf. auch E. Benoit (1967), Tables 4-6, pp. 44-47.

³⁷⁴ Die einzige wichtige Ausnahme bildet die Volksrepublik China. Die Daten finden sich z.B. bei

schen Zwecken ist dieses Verfahren jedoch völlig unbrauchbar wegen der von Land zu Land und auch innerhalb eines Landes im Lauf der Zeit unterschiedlichen Budgetpraktiken ³⁷⁵. Wer sich dafür entscheidet, und das haben bisher alle Autoren von Rüstungswettlaufmodellen getan, die diesen Indikator für die Rüstung verwenden, läßt die untersuchten Staaten darüber befinden, was Rüstungsausgaben sind und was nicht. Bei dieser Entscheidung steht oft nicht gerade die Hilfestellung für die Wissenschaft im Vordergrund. So unterscheiden sich raum-zeitlich die Kategorien der Ausgaben, die unter "Rüstungsausgaben" subsumiert werden, und bei manchen Staaten ist nicht einmal klar, welche Kategorien von Ausgaben sie unter "Rüstungsausgaben" führen.

Im ersten Fall geht es in erster Linie um Konventionen der Ausgabenstatistik der einzelnen Staaten ³⁷⁶, die zu einem weiteren oder engeren Begriff der Rüstungsausgaben führen ³⁷⁷. Besonders die Kategorien "RDT&E" (Research, Development, Testing and Evaluation) ³⁷⁸,

Forts. 374:

A.S. Banks (1971), Segment 3, Spalte E, wo zwar die Rüstungsausgaben als Anteil an den Regierungsausgaben angegeben werden; da aber die letzteren auch tabelliert sind, können die Originaldaten zurückgerechnet werden.

375 Dennoch wird er z.B. vom Stockholm International Peace Research Institute (1970a) verwandt, cf. p. 197, Table 1 A, pp. 200-216. Immerhin wird auf diese Schwäche des Indikators verwiesen: "For many countries, however, it was not possible to get a precise definition of the coverage of the figure...", Stockholm International Peace Research Institute (1970a), p. 195. Bei Stockholm International Peace Research Institute (1970b) ist diese Prozedur mit einer nur wenig ausführlicheren Begründung beibehalten; cf. p. 262, Table 1 A, pp. 166-181.

376 P. Joenniemi (1970), p. 146, N.M. Sloutzki (1941), pp. 16 f.

377 Einen Vergleich der Extension der Budgetkategorie "Rüstungsausgaben" zwischen westlichen und Ostblockstaaten bringt F.L. Pryor (1968), pp. 85 f.

378 L.P. Bloomfield (1966), p. 52, E. Benoit (1966), p. 101, L. Turgeon (1964), p. 117.

Pensionen für Veteranen ³⁷⁹, Investitionen in Produktionsanlagen für Rüstungsgüter ³⁸⁰, zivile Aufgaben der Streitkräfte (z.B. Straßenbau oder Luftüberwachung der Zivilluftfahrt) ³⁸¹ und ihr Beitrag zur inneren Sicherheit (Polizeiaufgaben, Nachrichtendienst, COIN-Aktionen) ³⁸² werden nicht einheitlich im Budget berücksichtigt.

Angesichts dieser divergierenden Budgetpraktiken muß der Indikator "Rüstungsausgaben" selbst erst so operationalisiert werden, daß er einheitlich diejenigen Kategorien von Ausgaben erfaßt, die man enthalten sehen möchte. Bei Staaten mit detaillierten Regierungsbudgets ist es dann eine Routineoperation, von dem aggregierten Datum "Ausgaben des Verteidigungsministeriums" diejenigen Ausgaben zu subtrahieren, die man nicht in der Kategorie "Rüstungsausgaben" haben möchte, und die fehlenden Ausgaben aus dem restlichen Budget nachzutragen.

Welche Kategorien man in die Rüstungsausgaben einbeziehen will, ist zunächst natürlich dem Belieben des Forschers anheimgestellt und auch vom Untersuchungsziel abhängig. Die meisten Ausführungen in der Literatur gehen dahin, daß man unter den Rüstungsausgaben die Summe aller staatlichen Ausgaben in den folgenden Kategorien verstehen sollte:

- 1) Beschaffung von Material für die Streitkräfte
- 2) Betrieb und Unterhaltung alles mobilen und immobilen Materials der Streitkräfte

379 L. Turgeon (1964), p. 117, J.E. Loftus (1968), p. 4, E. Benoit (1966), p. 100.

380 L.P. Bloomfield (1966), pp. 52 f., L. Turgeon (1964), p. 117, E. Benoit (1966), p. 101.

381 J.E. Loftus (1968), pp. 4 f., E. Benoit (1966), p. 100.

382 E. Benoit (1966), pp. 100 f.

- 3) Ausgaben für die Subsistenz des militärischen und zivilen Personals der Streitkräfte
- 4) Forschung und Entwicklung (R&D) im militärischen Aufgabenbereich 383.

Weitere Kategorien, bei denen der Konsens nicht so einhellig ist, sind die Investitionen in Produktionsanlagen für Rüstungsgüter ³⁸⁴ bei Knorr und die Kategorien "Internal Transfers" und militärische Auslandshilfe bei Benoit ³⁸⁵.

Steht nun bei allen Staaten für jedes Jahr fest, welche Ausgaben sie in jeder der vier Kategorien getätigt haben, so ist die Berechnung ihrer jährlichen Rüstungsausgaben ein Kinderspiel. Bei vielen Staaten ist das sicherlich der Fall, sofern sie detaillierte Statistiken über die Aufgliederung ihres Verteidigungsbudgets veröffentlichen. Bei einer ganzen Reihe von Staaten ist das jedoch nicht der Fall. Sie veröffentlichen jährlich eine einzige Zahl, das "Verteidigungsbudget", ohne zu spezifizieren, welche Ausgaben darin enthalten sind ³⁸⁶.

Der zur Zeit wichtigste dieser Staaten ist die UdSSR, die als Spezifikation der jährlich veröffentlichten "Verteidigungsausgaben" nur sehr vage Angaben macht, aus denen lediglich hervorgeht, daß Kategorie 2) und 3)

383 Z.B. K. Knorr (1970), pp. 59-61, E. Benoit (1966), pp. 102-104.

384 K. Knorr (1970), pp. 60 f.

385 E. Benoit (1966), p. 102. Internal Transfers "includes charitable subventions and economic subsidies by military agencies but does not include military pensions" (Hervorhebung im Original). Bei Benoits Klassifikation fällt auf, daß bei der Aggregation der feineren Kategorien aus Anm. 8, p. 113, zu der Klassifikation im Text die Kategorie 1e, "military construction", verlorengegangen ist.

386 Griechenland, Israel, und die DDR seien nur zur Illustration genannt.

darin enthalten sind ³⁸⁷. Kategorie 4) ist offensichtlich nicht enthalten und 1) nur teilweise; es scheinen nämlich die Ausgaben für "Vorratshaltung" von Ersatzteilen, Munition und Treibstoffen zu fehlen, und nur die Beschaffung von "hardware", von militärischem Gerät, scheint enthalten zu sein. Weiter enthält die Budgetkategorie "Verteidigung" weder die Ausgaben für Zivilverteidigung noch diejenigen für die Rüstungsindustrie ³⁸⁸.

Der entscheidende Punkt dabei ist, daß alle in der Budgetkategorie "Verteidigung" fehlenden Ausgaben nicht etwa anderwärts im Budget deklariert werden und daß nicht gesagt wird, welcher Anteil von 1) im Budget unter "Verteidigung" läuft und wie diese Kategorie in 2), 3) und den berücksichtigten Anteil von 1) zerfällt. Damit ist aber der Indikator "Rüstungsausgaben" als Summe der Kategorien 1) bis 4) völlig unreliabel, wenn es nicht gelingt, aus anderweitig verfügbarer Information die Summe von 1) bis 4) zu bestimmen und die im Budget versteckten Ausgaben wieder ans Tageslicht zu holen.

Das ist nicht so einfach, wie das die Arbeit von Benoit suggeriert, bei der von einer Aufgliederung der russischen "Verteidigungsausgaben" ausgegangen wird, die noch weiter detailliert ist als die hier präsentierte nach vier Kategorien ³⁸⁹. Mir ist schleierhaft, woher Benoit seine Daten für die einzelnen Kategorien hat. Aus den zitierten Quellen ³⁹⁰ bestimmt nicht. Von dort hat er höch-

387 A. Bergson (1961), pp. 23 f., auch pp. 362 f. Besonders wichtig ist A.S. Becker (1964), pp. 1, 7, 10-13, T. Sosnovy (1964), p. 489.

388 A.S. Becker (1964), pp. 12 f.

389 E. Benoit (1966), Table 1, p. 98.

390 N. Nimitz (1963), A.S. Becker (1964).

stens die Summe der "Verteidigungsausgaben", die Ruhestandsgelder, die R&D-Ausgaben und die Personalausgaben ³⁹¹; drei weitere Kategorien sind wohl Benoits Schätzungen.

Ich will nun die Möglichkeit darstellen, die im Budget fehlenden "Verteidigungsausgaben" (ich spreche absichtlich nicht von Rüstungsausgaben) aufzuspüren und sie nachzutragen. Dazu muß man zunächst wissen, wie diese Ausgaben im Budget "versteckt" werden können. Becker unterscheidet zwischen "Falsifikation" im Sinne doppelter Buchführung und "Verzerrung" ("distortion") im Sinn der Unterbringung von Ausgaben unter falschen Kategorien ³⁹² und zeigt, daß im sowjetischen Fall die erste Alternative nicht gewählt worden ist ³⁹³. Bei "Verzerrung" unterscheidet er weiter zwischen:

- 1) Geheimhaltung: Verteidigungsausgaben bleiben außerhalb des offiziellen Budgets und werden direkt aus nicht als Einnahmen identifizierten Quellen finanziert ³⁹⁴.
- 2) Preisdiskriminierung zugunsten der Streitkräfte ³⁹⁵.

391 A.S. Becker (1964), Table 7, pp. 36 f., Appendix Table D-1, p. 91.

392 A.S. Becker (1964), p. 2.

393 Ibid. Wäre das der Fall gewesen, könnte man die Suche nach versteckten Verteidigungsausgaben gleich aufgeben.

394 A.S. Becker (1964), pp. 3 f. R. Hutchings (1971), pp. 518 f., hält dieses Verzerrungsinstrument für in der UdSSR bevorzugt angewandt.

395 A.S. Becker (1964), p. 4. A. Bergson (1961) argumentiert, daß in der UdSSR die Streitkräfte in der Regel für Güter und Dienstleistungen die gleichen Preise zahlen wie zivile Abnehmer; cf. pp. 112 f., 375. Ausnahmen gibt es zwar (cf. pp. 126 und Anm. 46, p. 126, und die dort angegebene Literatur), aber sie liegen schon lange zurück und sind quantitativ unbedeutend.

- 3) Maskierung: Verteidigungsausgaben tauchen im Regierungsbudget zwar in vollem Umfang auf, aber unter falschen Kategorien ³⁹⁶.

Besonders die letzte Methode wird nach Becker in der Sowjetunion besonders häufig angewandt ³⁹⁷.

Welche Kategorien kommen im Budget der UdSSR zum Verstecken von Verteidigungsausgaben in Frage? In erster Linie sind das die Residualkategorie ("Sonstiges") des gesamten Budgets und die Residualkategorien der einzelnen Untergruppen von Ausgaben. Zusammen machen diese Residualkategorien seit 1955 zwischen 10 % und 15 % des gesamten sowjetischen Budgets aus, und ein großer Teil davon muß der Kategorie "Verteidigungsausgaben" zugerechnet werden ³⁹⁸. Das gleiche gilt für die Ausgaben, die im Budget als Ausgaben für Wissenschaft und höhere Bildung ausgewiesen werden. Becker kann sich dabei auf die Arbeit von Nancy Nimitz stützen, die den Schluß nahelegt, daß die Budgetkategorie "Wissenschaft" im Unionsbudget - also nicht bei den Budgets der einzelnen Unionsrepubliken - praktisch völlig als Ausgaben für militärische RDT&E Programme gewertet werden muß ³⁹⁹.

396 A.S. Becker (1964), pp. 3 f.

397 Und nicht nur dort; cf. N.M. Sloutzki (1941), p. 17, P. Joenniemi (1970), pp. 148 f. J.E. Loftus (1968), p. 5, ist der Auffassung, daß die Finanzierung von militärischen Programmen auch in Lateinamerika zum Teil aus anderen Kategorien des Regierungsbudgets erfolgt. Ganz sicher kann man sich dessen in Israel und in den arabischen Staaten sein. Deshalb sind auch die Daten von J.C. Lambelet (1971) mit Vorsicht zu genießen, die er von N. Safran (1969), Kapitel 4, pp. 147-190, übernimmt. Safran verzichtet nämlich explizit (p. 191) auf die Suche nach versteckten Verteidigungsausgaben in den Regierungsbudgets der Nahost-Staaten.

398 A.S. Becker (1964), pp. 13-33, besonders p. 33.

399 A.S. Becker (1964), pp. 34-38, N. Nimitz (1963), passim. Den gleichen Schluß hätte man auch aus den später erschienenen Arbeiten von A.G. Korol (1964)

Die geschätzten gesamten Verteidigungsausgaben bestimmt Becker dann, indem er zu der offiziellen Rubrik "Verteidigung" die gesamte Etatkategorie "Wissenschaft" addiert und je 25 % oder 75 % der Summe aller Residuen, um eine niedrige und eine hohe Schätzung zu erhalten ⁴⁰⁰. Die geschätzten gesamten Verteidigungsausgaben liegen nach der niedrigen Schätzung zwischen 1955 und 1962 um 1,7 bis zu 10,8 Milliarden Rubel, nach der hohen Schätzung um 4,25 bis zu 14,5 Milliarden Rubel höher als die

Forts. 399:

und W.T. Lee (1969) ziehen können. Wie Nimitz sind auch Korol und Lee vorsichtig genug, sich über die Kategorien, in denen Ausgaben für militärisches R&D versteckt sein könnten, hinaus nicht festzulegen, also keine Schätzungen über die einschlägigen jährlichen Ausgaben abzugeben. Sie sind sich darüber im klaren, daß auch das Meßkonzept "Ausgaben für militärisches R&D" stark unreliabel ist - übrigens genau aus den gleichen Gründen wie die Rüstungsausgaben. Das hier für die Rüstungsausgaben durchgezogene Argument könnte also für jede der vier Untergruppen neu aufgelegt werden und anschließend für die Untergruppen der Untergruppen (und dann für deren Untergruppen). Dieses reizvolle Spiel will ich hier schon deshalb nicht spielen, weil es für die sowjetischen Ausgaben für militärische RDT&E in Stockholm International Peace Research Institute (1970b), pp. 288-306, besonders 288-291, 197-301, bereits exemplarisch durchgeführt worden ist. Cf. auch Stockholm International Peace Research Institute (1972), pp. 232-239.

- 400 A.S. Becker (1964), pp. 38-41, Table 7, pp. 36 f. Die Zuverlässigkeit seiner Schätzungen untersucht Becker, indem er von der jährlichen Schwergüter-Produktion der UdSSR im fraglichen Zeitraum die offiziell als abgenommen registrierte subtrahiert und diese Differenz mit den Budgetresiduen korreliert. Die Annahme dabei ist, daß die unerklärte Schwergüter-Produktion Rüstungsmaterial darstellt, das mit den Budgetresiduen finanziert wird; cf. pp. 41-50 und Appendix C, pp. 85-90.

offiziellen Verteidigungsausgaben⁴⁰¹. Die Fluktuation der versteckten Verteidigungsaufwendungen in der Zeit ist beträchtlich, jedoch ist ziemlich deutlich ein zunehmender Trend zu erkennen⁴⁰².

Weitere Manipulationen zu vermuten, liegt zwar auf der Hand, sie lassen sich aber nicht eindeutig nachweisen. Es scheint immerhin sehr wahrscheinlich, daß auch die Kategorie "staatliche Vorratshaltung" nicht nur kubanischen Rohrzucker, sondern auch Rüstungsmaterial finanziert. Darauf deutet die starke Zunahme dieser Kategorie hin, die zusätzlich noch in ihren Fluktuationen mit denen der Zunahme der offiziellen Verteidigungsausgaben kovariiert⁴⁰³.

401 A.S. Becker (1964), Fig. 3, p. 51. Das ergibt für 1961 einen maximalen Wert von 125 %, um den die tatsächlichen Verteidigungsausgaben über den offiziellen liegen. Während Becker für die Jahre ab 1963 eher eine konstante "Versteck-Quote" prognostiziert (pp. 52-54), erhält Sosnovy, allerdings aus einer anderen Prozedur, für 1964 18,6 Milliarden Rubel versteckte Verteidigungsausgaben. Das bedeutet bei einem offiziellen Budget von 13,3 Milliarden Rubel, daß der tatsächliche Wert um 140 % über dem offiziellen liegt oder, anders ausgedrückt, daß nur etwa 41,7 % der tatsächlichen Aufwendungen auch im Regierungsbudget als solche deklariert werden; cf. T. Sosnovy (1964), p. 493. Zur Bandbreite westlicher Schätzungen der Verteidigungsausgaben der UdSSR cf. auch L. Turgeon (1964), p. 117, Table 1, p. 118.

402 A.S. Becker (1964), pp. 50, 54. Wegen der starken Fluktuation ist es jedoch nicht möglich, eine offizielle Doktrin bei der Manipulation des Budgets zu erkennen, sondern es muß befürchtet werden, daß sie sich von Jahr zu Jahr ändert. Diese Befürchtung äußert auch L. Turgeon (1964), p. 117.

403 A.S. Becker (1964), pp. 55-59, Appendix E, pp. 93-98.

Nach diesem Referat der bisher detailliertesten Studie der Verteidigungsausgaben eines Landes, exemplarisch für viele Staaten, die ebenso große Probleme bieten, läßt sich jetzt kompetenter über die Reliabilität der Rüstungsausgaben als Indikator für "Rüstung" sprechen. Zunächst gibt es in den beiden Schätzungen von Becker für jedes Jahr noch Differenzen zwischen 2,5 und 12,8 Milliarden Rubel bei geschätzten Budgets von maximal 26 Milliarden Rubel. Sehr genau kann man diese Schätzungen also nicht nennen. Schlimmer noch: Ersetzt man die völlig willkürlichen Anteile der Residuen, die zum offiziellen Verteidigungsbudget addiert werden, 25 % und 75 %, durch die ebenso willkürlichen Prozentsätze 0 % und 100 %, dann kommt es vor, daß für ein- und dasselbe Jahr die zweite Schätzung dreimal so hoch ist wie die erste.

Das ist aber noch gar nicht der entscheidende Punkt. Man weiß nicht, welche Ausgabengruppen in welchem Umfang genau in der offiziellen Verteidigungskategorie stecken. Man weiß also auch nicht, welche Ausgabengruppen man durch die Korrektur hinzuaddiert hat. Die Schätzung für die jährlichen Verteidigungsausgaben enthält mithin alle Ausgaben, die der betreffende Staat selbst deklariert und einen Teil dessen, was er, aus welchen Gründen auch immer, für versteckenswert hält. Diese Einschätzung dürfte aber von Staat zu Staat verschieden und auf jeden Fall nicht zugänglich sein, so daß die technisch perfektteste Schätzung genau genommen nicht daraufhin interpretiert werden kann, was sie eigentlich mißt ⁴⁰⁴.

⁴⁰⁴ Das sieht der Autor auch selbst: "Indeed it will prove impossible in the end to determine precisely what is being measured." A.S. Becker (1964), p. 5.

Das Argument läßt sich folgendermaßen zusammenfassen: Als Indikator für die Rüstung eines Staates wurden seine Rüstungsausgaben vorgeschlagen. Im Interesse der Vergleichbarkeit von Staaten kann man sich nicht von den je untersuchten Staaten vorschreiben lassen, was Rüstungsausgaben sind, sondern man muß eine Operationalisierung liefern, die in der Summe der vier erwähnten Ausgabenkategorien bestehen könnte ⁴⁰⁵. In Ländern mit Budgetpraktiken wie der Sowjetunion ist diese Operationalisierung nicht anwendbar. Es bleibt einem nichts anderes übrig, als eine Schätzung als Wert des Indikators zu akzeptieren, der dadurch in hohem Maß unreliabel wird.

Man könnte einwenden, ich hätte mir hier das finsterste Beispiel ausgesucht, um die Verwendung von Rüstungsausgaben als Indikator für "Rüstung" ad absurdum zu führen. Diesen Einwand lasse ich nicht gelten, denn erstens gibt es noch stärkere Verschleierung der Verteidigungsausgaben, z.B. in der Volksrepublik China, und zweitens ist der Grad der Verzerrung in einer ganzen Reihe von Ländern ähnlich wie in der UdSSR ⁴⁰⁶. Drittens geht es mir nicht um eine Bestimmung der gesamten Rüstungsausgaben aller Staaten der Erde, wo die verzerrenden Staaten vielleicht in der Minderheit sind ⁴⁰⁷ (ihrer

405 Bei den Rüstungsausgaben handelt es sich also in Suppes' Sinn nicht um eine fundamentale, sondern um eine abgeleitete Skala; cf. P. Suppes (1971), pp. 17 f., auch W.S. Torgerson (1958), pp. 21-23, C.G. Hempel (1952), pp. 62-74.

406 Z.B. in allen Staaten des "sozialistischen" Lagers, den Nahost-Staaten, Griechenland, Spanien und Portugal.

407 Es handelt sich um eine sehr starke Minderheit, die auch eine ganze Reihe von Entwicklungsländern umfaßt; cf. H.R. Coward (1964), pp. 8 f.

Zahl nach, nicht nach der Summe ihrer Verteidigungsaufwendungen), sondern um die Reliabilität von Rüstungsausgaben als Indikator für "Rüstung" in Rüstungswettlaufmodellen. Über den Daumen gepeilt dürfte der Anteil der ihre Verteidigungsausgaben verzerrenden Staaten bei den Teilnehmern an Rüstungswettläufen erheblich höher sein als bei allen Staaten zusammen.

3.4.2.2. Validität des Indikators

3.4.2.2.1. Vorbemerkung

Der vorhergehende Abschnitt hat gezeigt, daß die Rüstungsausgaben ein höchst unreliabler Indikator sind, der durch systematische wie durch zufällige Fehler stark verzerrt wird. Ich will in diesem Abschnitt annehmen, es handle sich dabei um einen völlig reliablen Indikator, der unabhängig von Zeit und Ort und dem die Messung ausführenden Wissenschaftler stets zuverlässige Meßdaten liefert. Für eine ganze Anzahl von Staaten ist das sicherlich der Fall.

Damit ist es angebracht, nach der Validität des Indikators zu fragen, die stets auch eine Frage seines Meßniveaus ist. Für den eine Ratio-Skala bildenden Indikator "Rüstungsausgaben" bedeutet das, daß das zahlenmäßige Verhältnis zweier Werte des Indikators ein identisches Verhältnis des Grades der Ausprägung der latenten Eigenschaft Rüstung wiedergeben muß. Ist das nicht der Fall, dann kann der Indikator nicht als valide bezeichnet werden.

Eine Reihe von Autoren hält, aus welchen Gründen auch immer, die Validität der Rüstungsausgaben als Indikator für die latente Eigenschaft Rüstung für unproblematisch

408

408 Z.B. M.A. Ash (1951), pp. 221 f., P.E. Chase (1969), p. 144, (1968b), pp. 49 f., J.C. Lambelet (1971), pp. 146, 149 f. Bei W.R. Caspary (1969), pp. 28 f., findet sich die Variante, daß die Rüstungsausgaben offenbar gleichzeitig ein valides Maß für die Rüstung als auch für den Zuwachs der Rüstung sein sollen.

In diesem Abschnitt wird gezeigt werden, daß dem nicht so ist und zwar aus einer ganzen Reihe von Gründen. Die einzelnen Argumente werden alle darauf hinauslaufen, daß die Anordnung zweier beliebiger Werte des Indikators keinerlei gültige Schlüsse über die Rangordnung der Untersuchungseinheiten nach der unterliegenden Eigenschaft zuläßt, daß der Indikator also nicht einmal auf ordinalem Meßniveau valide ist. Die Reihenfolge der Präsentation richtet sich danach, wie leicht die Einwände durch entsprechende Adjustierung des Indikators aus der Welt geschafft werden können.

3.4.2.2.2. Verzerrung der Beschaffungskosten

Die ersten beiden Einwände beziehen sich vor allem auf Staaten mit weniger entwickelter Wirtschaft, die zum großen Teil ihre Verteidigungsausgaben nicht ganz aus eigenen Mitteln bestreiten. Ihnen springen größere Staaten in erster Linie durch kostenlose Lieferung von militärischem Gerät bei, aber auch kostenlose Ausbildungshilfe im Geber- oder im Empfängerland ist häufig anzutreffen⁴⁰⁹. Weniger bekannt ist die Übernahme der Kosten von Betrieb und Unterhaltung der Ausrüstung durch einen anderen Staat. Die wohl wichtigste Institutionali-

⁴⁰⁹ Für die Jahre 1968 und 1969 können die einschlägigen Lieferungen von Gerät Stockholm International Peace Research Institute (1970a), Table 1 D, pp. 230-240, und Stockholm International Peace Research (1970b), Table 1 G, pp. 342-356, entnommen werden. Diese Tabellen verzeichnen zwar die gesamten Waffenlieferungen an unterentwickelte Staaten, aber ob es sich um die hier angesprochenen Artikel handelt, ist der Spalte "comment" zu entnehmen. Für den Zeitraum 1955-1969 cf. auch Stockholm International Peace Research Institute (1971), Appendix C, pp. 821-879. Problem der Definition und Abgrenzung von "Militärhilfe" oder "Rüstungshilfe" bespricht H. Haftendorn (1972), pp. 375-378.

sierung der ersten beiden Arten von Militärhilfe ist das Military Assistance Program (MAP) der USA.

Diese zusätzliche Waffenversorgung für Entwicklungsländer hat zur Folge, daß ein Staat zwar in einem Jahr niedrigere Rüstungsausgaben (wie im letzten Abschnitt definiert) haben kann als im Vorjahr, daß er aber durch kostenlose Waffenlieferungen und Ausbildungshilfe über mehr Rüstung verfügt als im Vorjahr. Damit sind seine Rüstungsausgaben aber kein valider Indikator für seine Rüstung⁴¹⁰. Wenn ich zusätzlich zu der obigen Annahme der Reliabilität der Rüstungsausgaben als Indikator für "Rüstung" noch annehme, daß zuverlässige Informationen über den finanziellen Gegenwert des gelieferten Materials entweder aus dem Budget des Spenders oder auf dem Umweg über Stückzahlen der Lieferungen und "Listenpreise" vorliegen, dann ist die Adjustierung bei dem betreffenden Entwicklungsland unproblematisch. Der erhaltene Gegenwert wird zu den vier Kategorien der "Rüstungsausgaben" addiert⁴¹¹. Ist die zweite Annahme falsch und liegt die betreffende Information nicht

410 Auf diesen Punkt weisen J.H. Hoagland (1967), p. 139, und M. Mihalka (1971), pp. 77 f., 93, hin; cf. auch H.R. Coward (1964), pp. 22 f.

411 Genau diese Prozedur wurde bei M. Chatterji (1969), p. 99, vorgeschlagen; cf. 2.2.1.2.4. Das Verfahren von Stockholm International Peace Research Institute (1970a), pp. 195 f., den Betrag der Militärhilfe bei dem Verteidigungsbudget des Spenders und nicht des Empfängers zu addieren, halte ich für die hier verfolgten Zwecke für ziemlich sinnlos, da dadurch der Indikator nicht nur für die Empfängerländer, sondern auch für den Spender selbst invalide wird. In seinen Rüstungsausgaben tauchen nun auch Ausgaben für Gerät und Personal auf, das mit seiner eigenen Rüstung nicht das geringste zu tun hat.

vor, dann läßt sich an der Invalidität des Indikators nichts ändern.

Ein weiterer Grund für die Invalidität des Indikators, der besonders für Entwicklungsländer gilt, hängt ebenfalls mit der Kategorie "Beschaffung" zusammen. Viele Entwicklungsländer, aber nicht nur sie, zahlen für den Erwerb militärischen Geräts zum Teil mit politischem Wohlverhalten oder anderweitigen Konzessionen, die alle nicht im Verteidigungsbudget registriert sind ⁴¹². So erhielt z.B. Ägypten von der Suez-Krise 1956 bis Mitte der sechziger Jahre vergleichbares Rüstungsmaterial von der UdSSR wesentlich billiger als Israel von den USA ⁴¹³. Auch ohne die kostenlosen Lieferungen der Militärhilfe hätte Ägypten also in diesen Jahren selbst bei niedrigeren Rüstungsausgaben eine höhere Rüstung als Israel haben können.

"Politische" Preise für Rüstungsexporte gibt es aber nicht nur als Kontrolle des Verhaltens des Empfängers durch den Lieferanten und vielleicht umgekehrt, sondern bei gebrauchtem Gerät auch durch "Räumungsverkäufe" des Spenders. Ihre Ursachen haben diese in geschwundenem Eigenbedarf des Verkäufers ⁴¹⁴ oder seinem Drang nach Modernisierung der eigenen Streitkräfte ⁴¹⁵.

412 J. Hoagland (1967), p. 139.

413 N. Safran (1969), pp. 255 f. Das ließ in dem Maß nach, in dem Ägypten zunehmend von den Lieferungen der UdSSR abhängig wurde. Vielleicht wird sich der Ablauf der Preisentwicklung mit einem neuen Lieferanten nach der Abkühlung der Beziehungen zwischen Ägypten und der UdSSR wiederholen.

414 Mit Sicherheit werden die Vereinigten Staaten nach Beendigung des Vietnam-Krieges eine Unmenge von Hubschraubern weit unter Wert zum Verkauf feilbieten.

415 Illustrative Beispiele sind die abgelösten RF-84 F und F-84 F Jagdbomber der Bundesluftwaffe, die inzwischen an der Südwest- und Südostflanke der NATO und in Asien und Afrika eingesetzt werden.

Der Effekt dieser zweiten Art von politischen Preisen ist der gleiche wie bei der ersten: Der Indikator wird völlig invalide.

Die einzige Möglichkeit der Korrektur dieser Verzerrung besteht darin, aus irgendwelchen Quellen den tatsächlichen Kaufpreis jedes Artikels in jeder verdächtigen Transaktion zu ermitteln, die Summe der betreffenden tatsächlichen Kaufpreise von der Kategorie "Beschaffung" zu subtrahieren und stattdessen die Summe der "Listenpreise" genau der gleichen Rüstungsgüter zu addieren. Diese Prozedur setzt jedoch Information voraus, die in der Regel nicht zu bekommen ist, und ist außerdem nur bei fabrikneuem Material routinemäßig anwendbar ⁴¹⁶.

3.4.2.2.3. Inflation

Der nächste Grund dafür, daß sowohl im internationalen Vergleich als auch beim Vergleich innerhalb eines Staates die Rangordnung zweier Werte der Rüstungsausgaben über die Rangordnung der jeweiligen Rüstungen überhaupt keine Aussagen zuläßt, ist der Kaufkraftverlust der meisten nationalen Währungen im Laufe der Zeit. Bei Trenduntersuchungen anhand von Zeitreihen ist es jedoch unerläßlich, daß steigende Werte des Indikators eine Zunahme der unterliegenden Eigenschaft signalisieren und nicht durch steigende Löhne, Preise etc. verursacht sind ⁴¹⁷. Theoretisch hat die Volkswirtschaftslehre

⁴¹⁶ Es liegen immerhin - wenn auch in sehr spekulativer Form - Faustregeln über die Berechnung des Zeit-Marktwertes von militärischem Gerät aus seinem Anschaffungspreis und seinem Alter vor; cf. Stockholm International Peace Research Institute (1970b), pp. 336-338.

⁴¹⁷ R. Hutchings (1971), p. 520, M. Mihalka (1971), pp. 92 f., P. Joenniemi (1970), pp. 145, 148 f. Die einzigen Autoren von Reaktionsmodellen zur

dieses Problem offenbar völlig gelöst durch die Deflationierung der Ausgaben, durch ihre Umwandlung von laufenden in konstante Preise.

Die für die Deflationierung der Verteidigungsausgaben benötigten Preisindizes ⁴¹⁸ kann man auf zweierlei Weisen beschaffen. Man kann erstens die Preise jedes Gutes und jeder Dienstleistung in jedem Jahr als Vielfache der Preise eines Basisjahres angeben und diese In-

Forts. 417:

Analyse von Rüstungswettläufen, die das Problem gesehen und sich um Abhilfe bemüht haben, sind L.F. Richardson (1960), pp. 128-130, und J.C. Lambellet (1971), p. 151. Richardson, der es vor dem Zweiten Weltkrieg mit durch sehr ausgeprägte Inflation verzerrten Daten zu tun hatte, entwickelte deshalb seinen "warfinpersal"-Index, indem er die laufenden Verteidigungsausgaben durch das jeweilige durchschnittliche Jahreseinkommen eines Industriearbeiters dividierte (WAR FINANCE PER SALARY); cf. L.F. Richardson (1960), pp. 128-135, (1950), p. 234, zur weiteren Verfeinerung des Index L.F. Richardson (1960), pp. 139-144, zur Anwendung pp. 136-139, 215-224, auch P. Smoker (1967b), pp. 65-68, A. Rapoport (1957), p. 282.

In seiner Stellungnahme für die Herausgeber von L.F. Richardson (1960) hat Boulding darauf hingewiesen, daß durch die Lohnstatistiken neue Unreliabilität entsteht (cf. auch A. Bergson (1961), Appendix H, pp. 421-428, und F.L. Pryor (1968), pp. 427-430) und daß ungleiche Arbeitsproduktivität den Index erneut invalide macht; cf. L.F. Richardson (1960), p. vii, auch P. Joenniemi (1970), p. 148. Den gleichen Effekt dürfte wohl auch ein unterschiedliches Lohnniveau in verschiedenen Ländern haben.

- 418 Die theoretischen Grundlagen und Anwendungsmöglichkeiten der hier und bei der Konversion von verschiedenen Währungen benötigten Indizes (cf. 3.4.2.3.) stellen knapp aber übersichtlich E. Ruist (1968) und E.D. Hoover (1968) dar. Besonders interessant ist für die Zwecke dieser Arbeit auch die Liste von Einwänden gegen den Gebrauch von Indexzahlen bei E.D. Hoover (1968), pp. 163 f. Eine umfassende und technische Einführung in das Problem der Indexzahlen und ihrer Verwendung gibt T. Yamane (1967), Kapitel 11, pp. 265-312.

dizes eventuell entsprechend der durchschnittlichen Zusammensetzung von Produktgruppen zu Indizes für letztere aggregieren. Dazu benötigt man sehr detailliertes Wissen über Mengen und Preise jedes einzelnen Gutes und jeder Dienstleistung, welche die Streitkräfte kaufen. Zweitens kann man auf die Indizes zurückgreifen, die fast alle Staaten zur Preisentwicklung veröffentlichen, vor allem über die Entwicklung der Löhne, der Groß- und Einzelhandelspreise und der Lebenshaltungskosten. Damit erspart man sich viel Arbeit, schafft aber das Validitätsproblem des Indikators "Rüstungsausgaben" nicht aus der Welt ⁴¹⁹, weil kein Staat einen Preisindex für die Rüstungsausgaben oder gar deren einzelne Kategorien veröffentlicht und weil die veröffentlichten Indizes oft frisiert sind ⁴²⁰.

Die Deflationierung der Rüstungsausgaben kann dann auf zweierlei Arten erfolgen. Die Rüstungsausgaben können - soweit einschlägige Detailinformation über ihre Zusammensetzung vorliegt - in diejenigen Gruppen von Ausgaben zerlegt werden, für die Indizes vorliegen. Dann können die einzelnen Gruppen durch die jeweiligen Preisindizes auf das Basisjahr zurückgerechnet und anschlie-

419 Man kann z.B. den zivilen Lohnindex für die militärischen Personalausgaben in der nicht ganz unrealistischen Annahme verwenden, daß die Lohnentwicklung (nicht das Niveau) in beiden Sektoren etwa gleich ist. Wenn man aber für die übrigen Kategorien der Rüstungsausgaben den Großhandelspreisindex für Industriegüter benutzt (F.L. Pryor (1968), pp. 406 f.), dann ist das zwar die erwähnte Arbeitersparnis, aber man übersieht, daß das Militär fast ausschließlich Güter kauft, die bei der Berechnung dieses Index überhaupt nicht berücksichtigt werden.

420 Auch bei westeuropäischen Staaten wird der Index der Lebenshaltungskosten zum Teil nach unten und der der Lohnentwicklung nach oben manipuliert.

Send wieder addiert werden. Man kann aber auch die Indizes gemäß der in dem jeweiligen Jahr gegebenen Zusammensetzung der Rüstungsausgaben zu einem einzigen Gesamtindex für jedes Jahr aggregieren und dann die Rüstungsausgaben in einem Arbeitsgang auf das Basisjahr deflationieren.

Theoretisch ist das Problem gelöst ⁴²¹, aber die praktischen Schwierigkeiten sind unüberwindlich. Sie liegen im ersten Teil der Prozedur, der Ermittlung der konstanten Preisindizes. Selbst für westliche "offene" Gesellschaften ist die Erstellung von zuverlässigen Preisindizes für die einzelnen Rüstungsgüter und Dienstleistungen im Rüstungssektor kaum möglich und noch viel weniger in publizitätsscheueren Staaten. Sie ist aber unerlässlich, auch wenn anschließend ein Aggregatindex für die einzelnen Kategorien der Rüstungsausgaben oder für die gesamten Rüstungsausgaben berechnet werden soll.

Die Deflationierung mit Hilfe anderer Indizes kann höchstens eine ganz grobe Schätzung der Rüstungsausgaben in konstanten Preisen ergeben. In der Literatur werden aber nur Indizes der zweiten Art zu diesem Zweck verwandt, z.B. Einzelhandelspreisindizes ⁴²² und solche Indizes, die aus Zeitreihen des Bruttosozialprodukts in konstanten und laufenden Preisen abgeleitet worden sind ⁴²³. Loftus testet die Zeitreihen der Ver-

421 Cf. z.B. F.L. Pryor (1968), pp. 403-409, E.D. Hoover (1968), E. Ruist (1968), und die an diesen drei Stellen angegebene Literatur.

422 Stockholm International Peace Research Institute (1970a), pp. 197 f., (1970b), p. 263, (1972), pp. 78 f.

423 N. Safran (1969), pp. 430 f., J.C. Lambelet (1971), p. 151, United States Arms Control and Disarmament Agency, World Military Expenditures (1970), pp. 36 f.

teidigungsausgaben lateinamerikanischer Staaten auf ihre Sensitivität auf die Verwendung verschiedener Preisindizes zur Deflationierung und erhält beträchtliche Schwankungen, je nach dem verwandten Index ⁴²⁴. Daß es sich dabei um sehr ähnliche Indizes handelt (Großhandelspreise, Einzelhandelspreise, Einzelhandelspreise nur für Nahrungsmittel ⁴²⁵), ist nicht zur Widerlegung meiner Vermutung geeignet, daß Preisindizes für die Rüstungsausgaben oder für ihre einzelnen Komponenten durch derartige Indizes nicht zuverlässig angenähert werden können.

3.4.2.2.4. Aufspaltung von Rüstungsausgaben in Unterhaltung und Beschaffung

Der vierte und letzte Einwand gegen die Validität des Indikators ist völlig unabhängig von der Lösung der bisher erwähnten methodischen Probleme; selbst wenn sie gelingt, kann der Indikator als gänzlich invalide zurückgewiesen werden ⁴²⁶. Der Grund dafür wird ganz deutlich, wenn man sich z.B. Russetts Aussage vor Augen hält, der Rüstungswettlauf seit dem Zweiten Weltkrieg sei sehr langsam abgelaufen, da die deflationierten absoluten Rüstungsausgaben kaum gestiegen seien und da der Anteil der Rüstungsausgaben am Bruttosozialprodukt bei den Hauptkontrahenten, den Vereinigten Staaten und der UdSSR, im Laufe der Zeit sogar abgenommen habe ⁴²⁷. Auch bei einem hochreliablen

424 J.E. Loftus (1968), Appendix E, pp. 100-112. Zur Verzerrung von Indizes cf. auch N.N. Noe (1972).

425 J.E. Loftus (1968), pp. 6 f.

426 Ähnlicher Auffassung scheinen C.S. Gray (1971), pp. 51 f., und B.M. Russett (1970), Anm. 15, p. 101, zu sein und auch K.J. Gantzel (1969), pp. 136 f., der jedoch in seinen theoretischen Auslassungen "Rüstungsausgaben" als theoretisches Konzept beibehält; cf. z.B. p. 125.

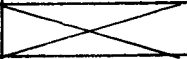
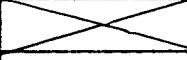
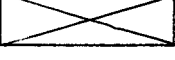
427 B.M. Russett (1970), p. 182.

Meßkonzept "Rüstungsausgaben", das weder durch Auslandshilfe noch durch Inflation verzerrt ist, kann aus einem höheren Wert des Meßkonzepts auf einen höheren Wert der unterliegenden Eigenschaft nicht geschlossen werden. Genauso gut kann die Rüstung des betreffenden Staates im gleichen Zeitraum auch gefallen oder gleichgeblieben sein; z.B. beim Übergang von allgemeiner Wehrpflicht zu einer Freiwilligenarmee bei gleichzeitiger Auflösung eines Teils der Streitkräfte oder durch Intensivierung der Ausbildung mit entsprechend höheren Ausgaben für Betrieb und Wartung des Materials. Aber auch das Gegenteil ist möglich, nämlich eine Abnahme der Rüstungsausgaben bei gleichzeitiger Steigerung der Rüstung oder doch zumindest der Aufrechterhaltung der bestehenden Rüstung, z.B. bei Vernachlässigung der Wartung zugunsten der Beschaffungsprogramme oder bei einfacher Verringerung der Ausbildungsintensität. Auch bei gleichbleibenden Rüstungsausgaben sind bei der Rüstung alle drei Möglichkeiten offen: Zunahme, Abnahme oder gar keine Veränderung⁴²⁸.

Wären die Rüstungsausgaben ein valider Rüstungsindikator, dann dürften von den neun Zellen der folgenden Kreuzklassifikation nur die drei durchgekreuzten auftreten. Wäre das der Fall, müßte noch zusätzlich jedes Zahlenverhältnis zweier Werte des Indikators mit dem Verhältnis der entsprechenden Werte der Rüstung identisch sein, wenn der Indikator eine valide Ratio-Skala darstellen soll. Aber nicht einmal die erste Bedingung ist erfüllt: Alle Zellen der Kreuzklassifikation können auftreten. Damit sind die Rüstungsausgaben aber nicht einmal auf ordinalem Meßniveau ein valider Indikator für die Rüstung eines Staates, geschweige

⁴²⁸ Einzelne der diskutierten Kombinationen sind auch erwähnt und illustriert bei N.M. Sloutzki (1941), pp. 15 f., P.E. Chase (1971), p. 461, W.K.H. Panofsky (1971), p. 16, N.P. Gleditsch (1967), p. 3.

denn auf Intervall- oder gar Ratio-Niveau. Valide ist der Indikator höchstens auf Nominalskalenniveau in dem Sinn, daß die Anwesenheit von Rüstungsausgaben bei einem Staat auf das Vorhandensein von Rüstung schließen läßt.

		Rüstung		
		Abnahme	konstant	Zunahme
Rüstungs- ausgaben	Zunahme			
	konstant			
	Abnahme			

Die Ursache hierfür sehe ich darin, daß die Rüstungsausgaben (wie in 3.4.2.1. definiert) in eine Anzahl von Kategorien zerfallen, die mit Rüstung (wie in 3.4.1. vorläufig definiert) nicht allzu viel zu tun haben ⁴²⁹. Personalkosten, z.B. sagen herzlich wenig über den Anteil der Kampftruppen und über ihre Ausrüstung, ob sie, etwas vergrößernd, mit Steinschloßflinten oder ABMs hantieren. Schon besser in dieser Beziehung sind die Ausgaben für Betrieb und Unterhaltung des Materials, aber auch hier häufen sich beim zweiten Blick die Probleme. Die Kosten der Unterhaltung haben höchstens mit der Menge, aber wenig mit der Art und der Leistung des unterhaltenen Materials zu tun. Forschungsausgaben besagen nichts über die Rüstung des Jahres, in dem sie verbraucht werden. Sie entscheiden allenfalls darüber, wie hoch die Beschaffungskosten ein paar Jahre später sind.

429 Auf die Rolle der Verteilung der Ausgaben weisen K.J. Gantzel (1972), pp. 162 f., und P. Joenniemi (1970), p. 142, hin.

Die einzige Kategorie, die man zu Recht in engere Verbindung zur Rüstung bringen kann, ist "Beschaffung von militärischem Gerät". Die nicht zu unrealistische Annahme hinter dieser Aussage lautet natürlich, daß der militärische Nutzen von militärischem Material um so höher ist, je höher dessen Preis liegt. Aber auch hier gilt, wie bei den Rüstungsausgaben selbst, der Einwand, daß die Rüstung eines Staates selbstverständlich nicht auf Null sinkt, wenn er ein Jahr lang auf Neuanschaffungen verzichtet. Dieser Einwand beleuchtet das Problem noch von einem anderen Standpunkt aus: Man könnte sehr wohl argumentieren, daß die Kategorie "Beschaffung" der Rüstungsausgaben kein Indikator für Rüstung sein kann, sehr wohl aber für deren Zuwachs.

Erinnert man sich daran, daß die Kategorien "Personalkosten" und "Betriebskosten" Indikatoren, wenn auch sehr schlechte, für die Rüstung sein könnten, dann sieht man ganz klar den Grund für die Invalidität der Rüstungsausgaben als Indikator für die Rüstung eines Staates. Die Operationalisierung von "Rüstungsausgaben" enthält teilweise Indikatoren für die Rüstung, teils solche für deren Zuwachs. Rüstungsausgaben sind damit weder ein valider Indikator für die Rüstung⁴³⁰ noch für den Zuwachs der Rüstung⁴³¹. Im Sprachgebrauch Richardsons kann man dieses Problem wiederentdecken. Er spricht in zwei aufeinanderfolgenden Sätzen davon, daß die Geschwindigkeit des Rüstungswettlaufs "... the time rate of increase of armed strength"⁴³² sei und

430 Daß die Rüstungsausgaben auch Elemente des Zuwachses der Rüstung enthalten, sagen J.C. Lambelet (1971), p. 150, und besonders P. Joenniemi (1970), pp. 145 f.

431 Darauf weist A.W. Marshall (1967), passim, hin.

432 L.F. Richardson (1960), p. 62.

"... the annual defense expenditure is the speed of the arms race" ⁴³³. Da "armed strength" durch "annual defense expenditures" gemessen wird, enthalten die beiden Sätze einen glatten Widerspruch, der aber symptomatisch ist für die Folgen der Wahl der Rüstungsausgaben als Indikator für die Rüstung von Staaten ("armed strength"). Rüstungsausgaben messen sowohl x (Rüstung) als auch dx/dt (Zuwachs der Rüstung); ihr Zuwachs mißt sowohl dx/dt (Zuwachs der Rüstung) als auch d^2x/dt^2 (Beschleunigung - oder Zuwachs des Zuwachses - der Rüstung).

3.4.2.2.5. Schlußbemerkung

Es ließen sich noch weitere Einwände gegen die Verwendung der Rüstungsausgaben als Indikator formulieren, aber da mir keine originellen mehr einfallen, verweise ich auf die Literatur ⁴³⁴. Ich möchte nur noch kurz zu dem "Validitätstest" bei Safran Stellung nehmen, der behauptet, die Rüstungsausgaben seien kein gutes Maß für staatliche Rüstung und Gründe dafür nennt ⁴³⁵, gleich anschließend aber feststellt, die

⁴³³ L.F. Richardson (1960), p. 62.

⁴³⁴ Die hochinteressante Argumentation, daß Rüstungsausgaben als Indikator für Rüstung bei Allianzmitgliedern unbrauchbar seien, weil bei ihnen die Rüstungsausgaben sowohl zu dem kollektiven Gut "Abschreckung" als auch zu den privaten Gütern "innere Sicherheit" und "Verteidigung" beitragen, der Beitrag zu ersterem aber, besonders bei kleineren Staaten, in keinem Verhältnis zum Ertrag steht, findet sich bei J.M. van Ypersele de Strihou (1968), passim, besonders pp. 216 f., 316-320, B.M. Russett (1970), pp. 98 f., M. Olson (1970), passim, besonders pp. 137-140, (1967), passim, cf. auch N. Frohlich (1970), P.M. Burgess (1969).

⁴³⁵ N. Safran (1969), p. 253.

"Korrelation" (berechnet wird keine) zwischen Rüstungsausgaben und "real armed forces" sei hoch ⁴³⁶. Der "Test" taugt indes nicht viel: Safran hat die Daten aller arabischen Staaten und Israels für mehr als 10 Jahre. Er könnte also eine Gesamtkorrelation und Korrelationen für alle möglichen Untergruppen der Daten, synchron und diachron, berechnen. Das tut er aber nicht, sondern greift sich stattdessen eines der "besten" Jahre heraus, in dem Israel mit 54 % der Rüstungsausgaben Ägyptens 50 % von dessen Flugzeugzahl und 67 % von dessen Panzerstückzahl hat (aber 200 % seiner Truppenstärke!) ⁴³⁷. Davon abgesehen, daß die Kopfstärken und Stückzahlen des Geräts wahrscheinlich keine wesentlich besseren Indikatoren für Rüstung als die Rüstungsausgaben sind, belegt der "Test" allenfalls das Gegenteil von Safrans Aussagen, nämlich daß von einer "Korrelation" (Safran meint wohl eine hohe) zwischen Rüstungsausgaben und Rüstung keine Rede sein kann.

3.4.2.3. Konversionsprobleme beim internationalen Vergleich

Für den Verlauf dieses Abschnittes will ich annehmen, daß Reliabilitäts- und Validitätsprobleme nicht nur theoretisch, sondern auch praktisch gelöst seien. Damit stünden die Zeitreihen der Rüstungsausgaben jedes Staates als Indikatoren der jeweiligen Rüstung zur Verfügung, aber ein Vergleich zwischen den Rüstungsausgaben, und damit der Rüstung zweier Staaten wäre noch nicht möglich. Dieses Problem habe ich nicht unter Va-

⁴³⁶ N. Safran (1969), p. 254; diese Behauptung findet sich auch auf pp. 205 f.

⁴³⁷ Ibid., pp. 254-256.

lidität oder Reliabilität geführt, weil ich der Auffassung bin, daß es sich um keines von beiden handelt. Für den Indikator "Rüstungsausgaben" gibt es nämlich nicht nur eine einzige Operationalisierung, sondern ebenso viele, wie es Währungen gibt, in denen Verteidigungsausgaben angegeben werden, denn zu jeder Operationalisierung gehört eine Maßeinheit. Wir haben es also mit ebenso vielen Operationalisierungen wie Maßeinheiten zu tun und wissen zunächst nur, daß alle diese Skalen für die latente Eigenschaft Rüstung einen gemeinsamen Nullpunkt haben, da es sich um Ratio-Skalen ⁴³⁸ handelt. Das Problem dieses Abschnittes besteht also darin, für je zwei dieser nach Annahme reliablen und validen Skalen diejenige Ähnlichkeitstransformation oder multiplikative Konstante zu finden, welche die beiden Skalen ineinander überführt ⁴³⁹.

Zunächst bietet sich als Ähnlichkeitstransformation natürlich der offizielle Wechselkurs der beiden Währungen an, und von ihm machen auch eine ganze Reihe von Datensammlungen Gebrauch ⁴⁴⁰. Der offizielle Wechselkurs als Ähnlichkeitstransformation wirft jedoch mehr neue Probleme auf als er löst, hauptsächlich weil Wechselkurse nichts mit der internen Kaufkraft zu tun haben, sondern durch den internationalen Kapitalmarkt

438 Zu Ratio-Skalen cf. C.H. Coombs (1953), pp. 383 f., R. Mayntz (1969), p. 39, S. Siegel (1956), pp. 28 f., H.M. Blalock (1960), p. 15, R.L. Hamblin (1971), passim, P. Suppes (1963), p. 11, K. Fauspel (1971b), p. 146, A. Kaplan (1964), pp. 196 f., W.S. Torgerson (1958), pp. 31-33.

439 Cf. P. Suppes (1963), p. 11.

440 Stockholm International Peace Research Institute (1970a), pp. 198 f., verschiedene Tabellen, J.E. Loftus (1968), pp. 6 f., N. Safran (1969), pp. 430 f., auch J.C. Lambelet (1971), der mit Safrans Daten arbeitet.

und durch den internationalen Handel festgelegt werden ⁴⁴¹. Deshalb ist der Wechselkurs zur Konversion von Währungen, wenn es um den Vergleich des realen Wertes von innerhalb verschiedener Volkswirtschaften gehandelten Gütern und Dienstleistungen geht, generell nicht das beste Mittel. Ganz besonders gilt das jedoch für die Rüstungsausgaben zweier Länder ⁴⁴².

Der erste Grund dafür sind die unterschiedlichen Löhne für militärisches Personal in verschiedenen Ländern, was durch verschiedene Zusammensetzung der Streitkräfte aus Wehrpflichtigen und Berufssoldaten noch verschärft wird ⁴⁴³. Zweitens kann man ganz sicher sein, daß sich die Preise von entsprechendem Rüstungsmaterial in verschiedenen Staaten stark unterscheiden, wodurch aber der Vergleich sowohl der Rüstung, die sie bereits besitzen, als auch des Zuwachses ihrer Rüstung anhand der jährlichen Rüstungsausgaben erschwert, wenn nicht unmöglich gemacht wird ⁴⁴⁴.

-
- 441 M. Gilbert (1954), pp. 24 f., E. Benoit (1968), pp. 399, 405. Volkswirtschaftler werden wohl nicht einmal diese Aussage voll unterschreiben wollen; cf. E. Benoit (1966), p. 106.
- 442 E. Benoit (1966), pp. 97, 104. In Modellen zur Analyse von Rüstungswettläufen ist dieses Problem jedoch bislang fast völlig ignoriert worden, wie R.H. Cady (1966), p. 15, feststellt. Eine Ausnahme stellt L.F. Richardson (1960), pp. 128-130, dar, der immerhin darauf hinweist, aber eine Lösung nicht in Angriff nimmt. Vielleicht meinte er auch, sie durch seinen "warfinpersal"-Index gefunden zu haben, was aber wegen der unterschiedlichen Lohnniveaus in verschiedenen Ländern nicht der Fall ist.
- 443 E. Benoit (1966), p. 106, C.J. Hitch (1960), p. 87, L. Turgeon (1964), p. 118.
- 444 R. Hutchings (1971), p. 519, K. Knorr (1970), p. 47, C.J. Hitch (1960), p. 87, L. Turgeon (1964), pp. 116 f., 117. E. Benoit (1966), p. 106. Daß sich das Problem nicht nur auf den Vergleich zwischen Währungen von Staaten mit unterschiedlichen Wirtschaftssystemen beschränkt, zeigt A.W. Marshall (1967), nach dem auch die europäischen NATO-Staaten wegen ihrer Unfähigkeit, in großem Maßstab zu organisieren und zu produzieren, weniger Rüstung pro Dollar erhalten als die USA.

Diese Schwierigkeit des "more bang for the buck" ist ganz ähnlich derjenigen, die durch die Inflation innerhalb eines Staates beim Vergleich der Rüstungsausgaben verschiedener Jahre aufgeworfen wird ⁴⁴⁵. Theoretisch ist die Lösung die gleiche wie dort, und sie besteht in der Erarbeitung von Kaufkraftäquivalenten der beiden Währungen für die jeweiligen Produktgruppen. Dazu benötigt man die Preise und die genauen Absatzmengen der jeweiligen Güter auf beiden Seiten. Aus dieser Information ist es möglich, Preisratios jeden Gutes für beide Staaten zu berechnen und auf einer höheren Aggregationsstufe Kaufkraftäquivalente für einzelne Produktgruppen ⁴⁴⁶. Wenn P_{A_i} der Preis von Gut oder Dienstleistung i in Staat A ist (P_{B_i} entsprechend für Staat B) und Q_{A_i} die in Staat A abgenommene Menge des Gutes oder der Dienstleistung i (entsprechend Q_{B_i} für B), dann lauten die Formeln für die Bestimmung der Kaufkraftäquivalente $K(1, \dots, n)$ der beiden Währungen für die Produkte 1 bis n bei Gewichtung durch die Absatzstruktur von A ⁴⁴⁷:

$$K_A(1, \dots, n) = \frac{\sum_{i=1}^n P_{A_i} Q_{A_i}}{\sum_{i=1}^n \frac{P_{B_i} Q_{A_i}}{P_{A_i}}} \quad (72)$$

445 Auf die Verwandtschaft der beiden Probleme weist S.H. Khamis(1972), p. 99, hin.

446 P. Joenniemi (1970), pp. 148 f., diskutiert die Nachteile auch solcher Kaufkraftäquivalente.

447 M. Gilbert (1954), pp. 62 f., A.S. Becker (1959), pp. 15 f.

Bei Gewichtung durch die Absatzstruktur von B:

$$K_B(1, \dots, n) = \sum_{i=1}^n P_{A_i} Q_{B_i} / \sum_{i=1}^n P_{B_i} Q_{B_i} \quad (73)$$

Die zur Anwendung dieser Formeln notwendige Information ist alles andere als leicht zu erhalten⁴⁴⁸ und zwar sogar für den zivilen Sektor der Wirtschaft. Das gilt besonders für Staaten, die, wie die Ostblockstaaten, mit Informationen über ihre Wirtschaft nicht gerade freigiebig sind. In den beiden wohl detailliertesten Studien über das Verhältnis der Preise einzelner Produkte in den USA und der UdSSR zueinander von Kaplan und Becker wird das ganz deutlich. Becker hat in der UdSSR nur etwa 75 % der Produktkategorie "producer's durables" erfassen können⁴⁴⁹; und Kaplan, der für über 2000 Güter die Großhandelspreise in den beiden Ländern und die jeweiligen Preisratios bestimmt⁴⁵⁰,

⁴⁴⁸ Die neuartige Indexbildung von D.M. Ikle (1972) setzt die gleiche Information voraus wie die herkömmlichen Indizes. Da ich die Abwesenheit zuverlässiger Information über Mengen und Preise der hier thematischen Produktgruppen in den meisten Staaten für den zentralen Einwand gegen die Verwendung von Kaufkraftäquivalenten halte, ist die sonstige Eleganz des neuen Ansatzes (cf. besonders pp. 189-194 zur theoretischen Grundlegung) für meine Zwecke irrelevant. Das gleiche gilt für die auf R.C. Geary (1958) basierte Entwicklung von Indexzahlen bei S.H. Khamis (1972).

⁴⁴⁹ A.S. Becker (1959), pp. 43 f.

⁴⁵⁰ N.M. Kaplan (1955), Appendix I, pp. 95-298; die aggregierten Kaufkraftäquivalente für einzelne Produktgruppen finden sich auf pp. 32-52.

deckt mit seiner Stichprobe nur 36 % der Produktion der gesamten Wirtschaft der Vereinigten Staaten ab - für die UdSSR vermutet er einen ähnlichen Anteil - und etwa 55 % der Industrieproduktion ⁴⁵¹. Rüstungsgüter sind in seiner Stichprobe überhaupt nicht enthalten, weil die entsprechenden Preise in der UdSSR nicht bekannt sind ⁴⁵².

Wenn man zur Umrechnung der Rüstungsausgaben nicht die Kaufkraftäquivalente für andere Wirtschaftszweige, die Industrie z.B., heranziehen will, bleibt einem das folgende, äußerst arbeitsintensive Verfahren zur Ermittlung der Kaufkraftäquivalente im Rüstungsbereich. Diesem Verfahren liegen die Annahmen zugrunde, daß Rüstungsbetriebe gleiche Löhne und gleiche Preise für Rohstoffe und Maschinen zahlen wie zivile Betriebe, daß ferner alle diese Daten für den zivilen Sektor der Wirtschaft bekannt sind. Dann ist es zumindest theoretisch möglich, aus diesen Daten die Herstellungskosten fast jeder Art von Rüstungsmaterial nachträglich zu berechnen und diese Werte bei der Konstruktion von Preisratios und Kaufkraftäquivalenten im Rüstungssektor zu verwenden. Leider kann eine solche Prozedur für ein halbes Dutzend Waffensysteme ein paar Jahre Arbeit kosten. Bei einer Arbeit über Reaktionsmodelle zur Analyse von Rüstungswettläufen empfiehlt es sich wohl nicht, so weit auszuholen.

Noch weiter von methodischer Perfektion entfernt man sich mit der Übertragung von Kaufkraftäquivalenten aus zivilen Wirtschaftsbereichen auf den militärischen Sektor. Damit erspart man sich völlig die Ermittlung oder

451 N.M. Kaplan (1955), Appendix I, pp. 41 f.

452 Ibid., p. 4. Auch bei den Kaufkraftäquivalenten von A. Bergson (1971) und N.M. Kaplan (1957) ist Rüstungsmaterial nicht berücksichtigt.

die Schätzung der unbekannten Preise der Rüstungsgüter, aber man handelt sich eine beträchtliche Fehlerquelle ein. Bei Personalkosten mögen die Ergebnisse noch zuverlässig sein, aber für Unterhaltung und Betrieb und erst recht für Beschaffung muß man mit einem größeren Fehler rechnen, weil hier die meisten Güter im zivilen Sektor der Wirtschaft überhaupt nicht gehandelt werden. Darüber setzt sich Benoit ohne Begründung hinweg, besonders wenn er bei einigen Paaren von Staaten einen aus realem zivilem Konsum abgeleiteten Kaufkraftindex für die Umwandlung der Rüstungsausgaben verwendet ⁴⁵³. Wenn man sich entsinnt, daß der reale Wert eines Dollars in der zivilen Wirtschaft zwischen 0,7 und 100,2 Rubel schwankt ⁴⁵⁴, und daß die Annahme durch nichts gerechtfertigt ist, daß die Schwankung im Rüstungsbereich kleiner oder durch diejenige im zivilen Sektor akkurat repräsentiert ist, dann steigt dadurch das Zutrauen in solche Schätzungen nicht. Sie mögen als Näherungen ihren praktischen Wert haben, aber das darf nicht darüber hinwegtäuschen, daß sie Probleme mehr verschleiern als lösen.

Wer glaubt, das Problem stelle sich nur beim Vergleich mit den Rüstungsausgaben geheimniskrämerischer Diktaturen, der wird durch die Studie von Gilbert und Kravis eines Besseren belehrt, die für 1950 die Kaufkraftäquivalente des Dollars mit dem englischen Pfund, dem Franc, der Lira und der DM in allen möglichen Wirt-

453 E. Benoit (1966), pp. 106-110, auch E. Benoit (1968), pp. 405-410. Dennoch erfreuen sich seine Kaufkraftäquivalente als "Benoit-Lubell exchange rates" besonders bei der Konversion von Ostblock-Währungen in Dollar einer gewissen Beliebtheit, so werden sie z.B. zu diesem Zweck in Stockholm International Peace Research Institute (1970b), pp. 264 f., verwandt.

454 N.M. Kaplan (1955), Table 9, p. 72.

schaftsbereichen ermitteln. Diese Arbeit zeigt erstens, daß sich die Kaufkraftäquivalente des Dollars im Rüstungsbereich auch bei den untersuchten westeuropäischen Staaten erheblich von denen in anderen Wirtschaftsbereichen unterscheiden ⁴⁵⁵. Zweitens sind die Autoren darauf angewiesen, unter den gleichen Annahmen, die oben von mir bei der UdSSR formuliert wurden, die Preisratios militärischer Güter und Dienstleistungen, die sie für "Personalkosten" und "Sonstiges" trennen, durch die "entsprechenden" zivilen zu ersetzen, da die Preisratios der militärischen Güter meist nicht verfügbar sind, so z.B. bei der wichtigen Kategorie "major defense equipment" ⁴⁵⁶.

Die bisherige Diskussion dieses Abschnittes hat wohl gezeigt, daß, selbst wenn die Einwände aus 3.4.2.1. und 3.4.2.2. völlig aus der Luft gegriffen wären, Komensurabilität der besprochenen Operationalisierungen des Rüstungsindikators fast nicht zu erzielen ist. Diese ist aber für die Verwendung der Werte des Indikators in den Modellen des zweiten Kapitels unerlässlich. Sicher trifft zu, daß die Größenordnungen der meisten umlaufenden Kaufkraftäquivalente korrekt sind und diese viel besser als die offiziellen Wechselkurse dazu geeignet sind, das Ausmaß der "realen" Verteidigungsaufwendungen verschiedener Länder zu schätzen ⁴⁵⁷. Daß die Konversion genau genug ist, um von einer einzigen

455 Das ist das Ergebnis des Vergleichs von Table 16, p. 43, mit Table 6, p. 25, von M. Gilbert (1954). Ein deutliches Bild von der Sensitivität des Gesamtwertes von Gütern und Dienstleistungen auf die Verwendung verschiedener Indizes bei der Konversion kann man sich auch machen aus S.H. Khamis (1972), Tables 1, 2, pp. 115, 117.

456 M. Gilbert (1954), p. 199.

457 Ibid.

Skala (z.B. Rüstungsausgaben in Dollar) für den Indikator zu sprechen, kann man mit Recht bezweifeln und damit auch die Brauchbarkeit der Rüstungsausgaben als Indikator für Rüstung.

Um von dem eben besprochenen Konversionsproblem noch eine Verbindung zu der oben behandelten Inflationsproblematik zu schlagen, möchte ich darauf hinweisen, daß die einzelnen Indizes zum Teil durcheinander ersetzbar sind. Hat man für die Zeitreihen der Rüstungsausgaben zweier Staaten über den je gleichen Zeitraum hinweg die jährlichen Kaufkraftäquivalente und die Deflatoren des einen Staates, dann braucht man die Deflatoren des anderen Staates nicht. Hat man die Deflatoren beider Staaten und das Kaufkraftäquivalent der Währungen für ein Jahr, dann braucht man die Kaufkraftäquivalente der übrigen Jahre nicht. Wenn die Punkte, die horizontal auf der gleichen Höhe liegen, die Rüstungsausgaben der beiden Staaten im gleichen Jahr darstellen, und wenn eine Verbindung zwischen zwei Punkten das Vorhandensein eines Konversionsindex (gestrichelt) oder eines Deflators (durchgehend) bedeutet, dann kann man die zwei gebräuchlichsten Arten, mit minimaler Information die Daten auf eine gemeinsame Basis zu reduzieren, folgendermaßen veranschaulichen ⁴⁵⁸:

458 Faßt man die Rüstungsausgaben beider Staaten als Knoten und die Kaufkraft- und Deflationsindizes als Kanten eines Graphen auf, dann kann man sagen, daß die Information optimal gesammelt wird, wenn der Graph zusammenhängend ist (cf. J. Sedlacek (1968), p. 40) und nur Brücken als Kanten enthält (cf. F. Harary (1965), pp. 198-206).

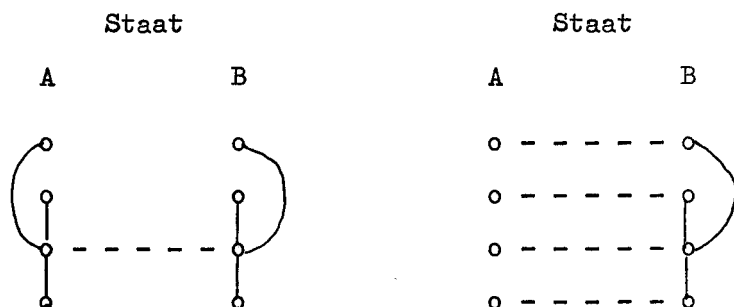


Abbildung 4

Bevor ich im nächsten Abschnitt auf Reliabilität und Validität von Rüstungsindizes eingehe, welche die Rüstungsausgaben als eine Dimension enthalten, will ich noch kurz darauf hinweisen, daß mit einer Ausnahme⁴⁵⁹ bei Analysen von Rüstungswettläufen mit Hilfe von Reaktionsmodellen noch nicht darauf eingegangen worden ist, daß nicht alle Staaten ihre Verteidigungsbudgets für Kalenderjahre berechnen, sondern teilweise für fiskalische Jahre, die sich nicht mit den Kalenderjahren decken. Das Problem stellt sich bei den Indizes der folgenden Abschnitte wieder, z.B. wenn nach fiskalischen Jahren berechnete Rüstungsausgaben durch nach Kalenderjahren berechnete Daten über das Bruttosozialprodukt dividiert werden sollen. Aber auch bei einfachen Rüstungsausgaben erschwert es den Vergleich, wenn zwei Staaten eine unterschiedliche Budgetierungspraxis verfolgen. Smoker schlägt zur Umwandlung in Kalenderjahre einfach das arithmetische oder geometrische Mittel zweier aufeinanderfolgender fiskalischer Jahre vor. Da der Beginn des fiskalischen Jahres oft nicht in der Mitte des Kalenderjahres liegt, wäre es wohl besser, wenn man schon unbedingt Rüstungsausgaben zur Messung der Rüstung her-

459 P. Smoker (1963a), p. 55.

anziehen will, die Formel

$$RA_k = (1/12)(nRA_{f1} + (12-n)RA_{f2}) \quad (74)$$

zu verwenden, wobei RA_k die Rüstungsausgaben des Kalenderjahres k , RA_{f1} und RA_{f2} die Rüstungsausgaben des ersten bzw. des zweiten sich mit dem betreffenden Kalenderjahr überschneidenden fiskalischen Jahres sind und n die Zahl der Monate ist, die das erste fiskalische Jahr noch in das Kalenderjahr hineinreicht. Die Formel für die Konversion von Kalender- in fiskalische Jahre ist analog aufgebaut.

3.4.3. Rüstungsindizes mit "Rüstungsausgaben" als einer Dimension

3.4.3.1. Vorbemerkung

Wie im vorhergehenden Abschnitt werden auch hier die Validität und die Reliabilität eines Index die Kriterien zu seiner Beurteilung sein. Entsprechend den Ausführungen in 3.4.1. werde ich hier nicht die Reliabilität des gesamten Index untersuchen, sondern nur kurz die neben den Rüstungsausgaben einbezogenen Dimensionen auf Reliabilität abfragen. Unter Berücksichtigung des entmutigenden Ergebnisses aus 3.4.2.1. könnte man die den jeweiligen Abschnitten zugrunde liegende Frage etwa so formulieren: Wird die Reliabilität des Index durch die anderen verwendeten Dimensionen - Bevölkerungszahl, Bruttosozialprodukt und Regierungseinnahmen und -ausgaben - noch niedriger, als sie es durch den Einbau der Rüstungsausgaben ohnehin schon ist, oder ist das nicht der Fall?

Um mich nicht wiederholen zu müssen, werde ich die ersten drei Einwände gegen die Validität der Rüstungsausgaben als Indikator für staatliche Rüstung - Waffen-

hilfe, "politische" Preise und Inflation - nicht bei jedem Index neu aufführen ⁴⁶⁰. Sie gelten bei allen drei Indizes, werden aber hier als durch entsprechende Operationen ausgeräumt angenommen. Auch das Problem der Konversion der Statistiken auf eine gemeinsame zeitliche Basis gilt prinzipiell für alle drei Indizes, und seine Lösung setze ich in diesem Abschnitt ebenfalls als geglückt voraus. Die schwierige Konversion in eine gemeinsame Währung dagegen ist nur bei dem ersten Index aktuell, da es sich bei den letzten beiden Indizes um Prozentangaben handelt.

3.4.3.2. Jährliche pro-Kopf Rüstungsausgaben als Rüstungsindex

3.4.3.2.1. Reliabilität der Dimension "Bevölkerungszahl"

Man kann bei dem ersten zu besprechenden Index, den jährlichen Rüstungsausgaben pro Kopf der Bevölkerung, wohl davon ausgehen, daß durch die Einbeziehung der Bevölkerungszahl die Reliabilität des Index kaum leidet, da die einschlägige Information bei fast allen Staaten hinlänglich präzise vorhanden ist. Die einzige größere Quelle von Unreliabilität könnte sein, daß ein Staat seine Bevölkerungszahl nicht jährlich veröffentlicht, sondern von Zensus zu Zensus nur Schätzungen anhand der oft nicht sehr zuverlässigen Statistiken über Geburten und Sterbefälle vorgenommen werden können. Dieser Schwierigkeit entgeht man auch durch Interpolation zwischen die Zensusdaten und entsprechende Fortschreibung der letzten Zensusinformation nicht ganz. Trotzdem dürften die auftretenden Verzerrungen kaum mehr als

⁴⁶⁰ Cf. 3.4.2.2.

ein paar Promille der jeweiligen Bevölkerungszahlen ausmachen ⁴⁶¹.

3.4.3.2.2. Validität des Index

Während die Reliabilität des Index "Rüstungsausgaben pro Kopf der Bevölkerung" sich von der der Rüstungsausgaben nicht wesentlich unterscheidet, ist es um die Validität des Index schlecht bestellt. Das zeigt sich zuerst im internationalen Vergleich ⁴⁶², wo hohe Werte des Index sowohl durch hohe Rüstungsausgaben bei konstanter Bevölkerung als auch durch geringe Bevölkerung bei konstanten Rüstungsausgaben verursacht sein können. Umgekehrt sind niedrige Werte des Index sowohl bei geringen Rüstungsausgaben als auch bei hoher Bevölkerungszahl möglich ⁴⁶³. Es wird wohl niemand sagen wollen, die Rüstung Kuwaits sei höher als die aller NATO- und Warschauer Pakt-Staaten mit Ausnahme der USA und der UdSSR. Wäre "Rüstungsausgaben pro Kopf der Bevölkerung" ein valider Rüstungsindex, träfe diese Aussage jedoch zu ⁴⁶⁴. Andererseits würde die Rüstung Indiens dann nur durch die einiger schwarzafrikanischer Staaten unterboten ⁴⁶⁵.

⁴⁶¹ Diese Vermutung wird bekräftigt durch die Tatsache, daß keiner der Autoren, die im Zusammenhang mit Rüstungswettläufen von den pro-Kopf Rüstungsausgaben Gebrauch machen, einschlägige Probleme erwähnt. Cf. L.F. Richardson (1960), pp. 3 f., 5-8, E. Benoit (1968), pp. 400-403, Q. Wright (1965a), pp. 304 f., W.G. Hoffmann (1970), pp. 90-93. Leider kommt den meisten zitierten Autoren auch die Nennung der Quelle ihrer Bevölkerungsdaten überflüssig vor.

⁴⁶² Wozu die Lösung des Konversionsproblems als erfolgt angenommen wird.

⁴⁶³ W.G. Hoffmann (1970), p. 93.

⁴⁶⁴ Cf. United States Arms Control and Disarmament Agency, World Military Expenditures (1970), Table III, pp. 14-17.

⁴⁶⁵ Ibid.

Zu ähnlich unsinnigen Aussagen kommt man bei der Analyse der Zeitreihe des Index für einen bestimmten Staat. Eine Zunahme des Wertes des Index kann sowohl auf ein Anwachsen der Rüstungsausgaben als auch auf abnehmende Bevölkerung zurückzuführen sein ⁴⁶⁶, eine Abnahme ebenso auf eine Abnahme der Rüstungsausgaben wie auf den Bevölkerungszuwachs ⁴⁶⁷. Diese knappen Ausführungen reichen sicherlich hin, um die Unbrauchbarkeit des Index zu verdeutlichen ⁴⁶⁸. Er beseitigt keine der Ursachen der Invalidität der Rüstungsausgaben als Indikator für "Rüstung", sondern fügt höchstens neue Schwierigkeiten hinzu. Selbst dort, wo Rüstung und Rüstungsausgaben zumindest ordinal kovariieren, natürlich ohne daß wir das im Einzelfall wüßten, ist durch den Einbau der zweiten Dimension in den Index der Gebrauch von Information über die Rüstungsausgaben für Aussagen über die Rüstung unmöglich geworden. Eine eventuell vorhandene Beziehung wird durch die zweite Dimension, die Bevölkerungszahl, wieder zerstört.

466 Letzteres ist sicherlich kein häufiger Fall, aber zumindest die DDR in den fünfziger Jahren kann als Beispiel angeführt werden.

467 Hier ist wieder Indien ein gutes Beispiel.

468 Daß der Index jedoch für anderweitige theoretische Zwecke nutzbar gemacht werden kann, zeigt H.R. Coward (1964), pp. 25 f., nachdem er ihn als Rüstungsindex ebenfalls zurückgewiesen hat. Als Maß für die Belastung einer Volkswirtschaft durch Rüstung verwendet ihn J.L. Clayton (1972), pp. 378-381.

3.4.3.3. Anteil der Rüstungsausgaben am Staatshaushalt als Rüstungsindex

3.4.3.3.1. Reliabilität der Dimension "Staatshaushalt"

Der Index "Anteil der Rüstungsausgaben am Staatshaushalt" wird im Rahmen von Reaktionsmodellen zur Analyse von Rüstungswettläufen in erster Linie von Smoker verwandt⁴⁶⁹. Er erfreut sich aber auch anderwärts einer gewissen Beliebtheit, ohne daß man jedoch erführe, ob damit eine Operationalisierung eines theoretischen Konzepts intendiert ist (und welchen Konzepts) oder ob lediglich Daten präsentiert werden sollen⁴⁷⁰.

Während es ansonsten üblich ist, die Rüstungsausgaben durch die Summe der Ausgaben des jeweiligen Staates zu dividieren, berechnet Smoker den Anteil der Rüstungsausgaben an dem arithmetischen oder geometrischen Mittel aus öffentlichen Einnahmen und öffentlichen Ausgaben⁴⁷¹. Seine erste Begründung für die Wahl eines

469 P. Smoker (1963a), (1963b), (1966), (1964a), (1965b), (1967a), (1967b).

470 Bei R. Hutchings (1971), pp. 520, 521 f., 523, 528 f., und J.E. Loftus (1968), Tables 5, 6, pp. 36 f., pp. 34-45, scheint eine Operationalisierung der "Militarisierung" eines Staates angestrebt, die dann in Abhängigkeit von externen bzw. internen Variablen untersucht wird. N.M. Slutzki, (1941), p. 20, scheint den Index noch am ehesten im Sinne Smokers als Meßkonzept für die Rüstung eines Staates aufzufassen. Rein illustrativ ist die Verwendung bei T. Sosnovy (1964), p. 488, und W.G. Hoffmann (1970), pp. 87-89, 93 f., der das Kunststück fertigbringt, in einer Tabelle der Entwicklung der Werte des Index von 1872 bis 1968 in "Deutschland" nicht anzugeben, ob "Deutschland" ab 1945 die Bundesrepublik, die DDR oder beide meint.

471 P. Smoker (1963a), p. 54, (1963 b), p. 63, (1964a), pp. 57 f.

Prozentsatzes als Maß für Rüstung statt der absoluten Daten klingt noch recht plausibel: Er versucht damit, der Konversion verschiedener Währungen zu entgehen ⁴⁷².

Der zweite Grund dagegen ist mir schwer verständlich und scheint aus einer Vermengung zweier Argumente zu bestehen. Der erste, zutreffende Punkt ist, daß die Rüstungsausgaben eines Staates steigen können, während ihr Anteil am Staatshaushalt sinkt. Das rechtfertigt aber nicht die Aussage: "Relative scales ... provide a more logical basis for calculation." ⁴⁷³ Aus dieser Möglichkeit folgt auch keineswegs, daß in diesem Fall das reale Wachstum der Rüstungsausgaben kleiner sei als in den absoluten Daten, wie Smoker impliziert. Wenn er nicht noch weitere Gründe für die Einführung seiner arithmetischen und geometrischen "defense ratios" unausgesprochen auf Lager hat, dann ist Smoker einfach dem Mißverständnis zum Opfer gefallen, daß man durch die Berechnung dieser Ratios Information über das reale Wachstum der Rüstungsaufgaben erhielte, während man in Wirklichkeit dazu die absoluten Daten mit entsprechenden Indizes deflationieren müßte.

Über die Reliabilität seines Index macht sich Smoker ebenso wenig Gedanken wie über die seiner einzelnen Dimensionen. Daß das nicht nur bei der Dimension "Rüstungsausgaben" angebracht wäre, zeigt z.B. die Sammlung von Zeitreihen-Daten von Banks, die erhebliche Lücken aufweist, was die Kategorien "National Government Revenue" und "National Government Expenditure" angeht ⁴⁷⁴. Die wegen ihrer Unzuverlässigkeit aus der Sammlung ausge-

472 P. Smoker (1963a), p. 51.

473 Ibid.

474 A.S. Banks (1971), Segment 3.

schlossenen Daten stammen durchaus auch aus neuerer Zeit, was durch eine Studie von Pryor bestätigt wird. Dort werden von 14 Staaten, deren öffentliche Haushalte zwischen 1950 und 1962 untersucht werden ⁴⁷⁵, nur drei (USA, Polen, BRD) in die Kategorie A (Daten "very reliable") eingestuft, und sechs von ihnen erreichen nicht einmal die Bewertung "fairly reliable" ⁴⁷⁶. Obwohl die hier auftretenden Reliabilitätsprobleme verglichen mit denen bei den Rüstungsausgaben verschwindend sind, wird man gut daran tun, in der Regel bei der Verwendung des Index von einer Reliabilität auszugehen, die noch unter derjenigen der jeweiligen Rüstungsausgaben liegt.

3.4.3.3.2. Validität des Index

Zunächst gilt natürlich wieder wie bei den pro-Kopf Rüstungsausgaben, daß die Anordnung der Werte des Index für einen Staat in verschiedenen Jahren über die Rangordnung seiner entsprechenden Rüstungsausgaben fast nichts sagt und noch viel weniger über die der Rüstung des betreffenden Staates. Obwohl das nicht allzu häufig sein dürfte, kann der Wert des Index steigen, während die absoluten Rüstungsausgaben abnehmen, weil der Staatshaushalt an Umfang verliert. Viel häufiger dürfte der Fall sein, daß der Wert des Index abnimmt, während die absoluten Rüstungsaufgaben kräftig steigen, weil die anderen Aufgabenbereiche des Staates noch schneller expandieren. Dies ist zur Zeit in den meisten Staaten der Fall, wird jedoch von einigen Staaten, z.B.

475 Diese sind: BRD, Bulgarien, DDR, Griechenland, Irland, Italien, Jugoslawien, Österreich, Polen, Rumänien, Tschechoslowakei, UdSSR, Ungarn, USA.

476 F.L. Pryor (1968), Appendix A, pp. 318-397.

der UdSSR, als ihr spezieller Beitrag zur Erhaltung des Friedens und zur Abrüstung reklamiert ⁴⁷⁷.

Neben der Analyse der Zeitreihe eines einzigen Staates bietet der internationale Vergleich ein zweites Argument gegen die Validität des Index. Es ist theoretisch möglich und kommt tatsächlich auch vor, daß der Wert des Index in einem Staat mit höheren Rüstungsausgaben kleiner ist als in einem Staat mit niedrigeren Rüstungsausgaben, weil die Zusammensetzung des Staatshaushaltes in dem ersten Staat viel mehr Ausgabensektoren umfaßt. Das ist besonders oft der Fall beim Vergleich von Staaten mit staatskapitalistischem und solchen mit privatkapitalistischem Wirtschaftssystem; z.B. hat die BRD einen fast doppelt so hohen Anteil der Rüstungsausgaben am Staatshaushalt wie die UdSSR mit ihren deklarierten Verteidigungsausgaben. Obwohl der Vergleich sinnlos ist ⁴⁷⁸, wird er bemüht, um den Unterschied zwischen der "konsequenten Kürzung" der Verteidigungsanstrengungen auf inzwischen 11 % des Haushalts in der UdSSR und den zeitweise 75 % in den USA herauszustreichen ⁴⁷⁹. Aufgrund der verschiedenen Rollen, welche die Exekutive im Wirtschaftsprozeß in zentralistischen und marktorientierten Volkswirtschaften spielt, ist der Anteil der Rüstungsausgaben am Staatshaushalt als Index weder für Rüstung noch für "attention to security matters" geeignet ⁴⁸⁰.

477 Cf. R. Hutchings (1971), pp. 520, 523; T. Sosnovy (1964), p. 488.

478 R. Hutchings (1971), pp. 519 f., T. Sosnovy (1964), pp. 488 f., L. Turgeon (1964), p. 116, H.R. Coward (1964), p. 23.

479 F.L. Pryor (1968), Anm. 1, p. 28, T. Sosnovy (1964), p. 488.

480 Letzteren Vorschlag bringt H.R. Coward (1964), p. 23, der ihm jedoch selbst gleich wieder verwirft.

Auch Smoker scheint das gemerkt zu haben, denn auf einen entsprechenden Vorhalt eines Lesers antwortet er: "The defence ratio tries to gauge how much of the available money goes into defence, rather than how much actual defence capacity a nation needs or has" ⁴⁸¹. Die erste Hälfte des Satzes ist trivial, weil tautologisch und eliminiert so ganz nebenbei das theoretische, zu operationalisierende Konzept "Rüstung". Die "defence ratio" mißt jetzt nur noch, was sie mißt; ihre Verwendung ist also purer Empirismus. Die zweite Hälfte des Satzes widerspricht der zunächst getroffenen Feststellung, die "defence ratio" sei ein Maß für die "defense weapons" eines Staates ⁴⁸². Welchen Sinn der Index im Zusammenhang mit Modellen zur Analyse von Rüstungswettläufen nach diesem Rückzieher haben soll, macht Smoker nicht deutlich.

Den Einfluß verschiedener Wirtschaftssysteme auf den Anteil der Rüstungsausgaben am Staatshaushalt versucht Smoker aus der Welt zu schaffen, indem er bei der Untersuchung zweier Staaten die eine Zeitreihe so transformiert, daß die Differenz zwischen dem ersten und dem letzten Wert bei beiden Zeitreihen gleich ist ⁴⁸³. Da es sich bei der Transformation um eine Ähnlichkeitsabbildung handelt, geht das Ratioskalenniveau nicht verloren, aber eine empirische Interpretation der zweiten Skala ist ohne weiteres nicht mehr möglich, zumal die Werte der transformierten Skala (Prozentangaben) über 100 steigen können. Ebenso wenig sind Vergleiche zwischen Werten verschiedener Zeitreihen möglich. Entschei-

481 P. Smoker (1965a), p. 95.

482 P. Smoker (1963a), pp. 51, 54, (1963b), pp. 61-63.

483 P. Smoker (1963a), p. 56, (1963b), p. 67, auch (1964a), p. 58.

dend ist aber, daß Smoker überhaupt keine theoretische Begründung für die Wahl ausgerechnet dieser Transformation liefert, so daß sie ein wenig wie eine inhaltlich belanglose, formale Spielerei wirkt.

Mir fallen auf Anhieb eine Reihe anderer Transformationen ein, die das Problem der unterschiedlichen Wirtschaftssysteme auf erheblich einleuchtendere Weise beseitigen als die Smokers. Zunächst könnte man eher die Streuungen der beiden Zeitreihen gleichsetzen, also die Differenzen zwischen dem je größten und kleinsten Wert. Im Gegensatz zu Smokers Transformation könnte man dann wenigstens die unterliegenden Annahmen explizieren, nämlich daß die beiden Zeitreihen jeweils repräsentative Stichproben aus allen für den jeweiligen Staat möglichen Werten des Index "Rüstungsausgaben als Anteil am Staatshaushalt" sind und daß diese beiden Populationen identische Standardabweichungen haben. Weiter wäre es möglich, statt der Differenz das Verhältnis des ersten und letzten oder des kleinsten und größten Werts des Index in jeder Zeitreihe gleichzusetzen.

Im Gegensatz zu diesen Transformationen, und das ist der wichtigste Punkt, verbietet Smokers willkürliche Transformation, welche die Skalen beider Zeitreihen inkommensurabel macht, streng genommen die gemeinsame Einsetzung von Daten beider Zeitreihen in eine gemeinsame Gleichung eines Rüstungswettlaufmodells, in der sie additiv verknüpft werden. Von einer Beseitigung des Einflusses verschiedener Wirtschaftssysteme kann mithin bei Smoker nicht die Rede sein. Seine Transformation ist höchstens dazu geeignet, diesen Einfluß zu verschleiern. Die einzige saubere Lösung wäre die Standardisierung von "Staatshaushalt", entweder freihändig oder nach dem Vorbild eines der beiden je untersuchten Staaten.

Mit diesen Ausführungen war zweierlei bezweckt: Erstens wollte ich zeigen, daß der Anteil der Rüstungsausgaben am Staatshaushalt ein völlig invalider Index für die Rüstung eines Staates ist. Zweitens ging es mir um einen Beleg für die in 2.2.2.2. aufgestellte Behauptung, Smokers "Tests" seien aus logischen Gründen gar nicht in der Lage, die Modelle Richardsons zu falsifizieren, sondern seien für die Beurteilung dieser Modelle gänzlich irrelevant. Diesen Beleg habe ich geliefert, indem ich gezeigt habe, daß Smoker zum Test einen invaliden Index für die in den getesteten Modellen zentrale Variable "Rüstung" verwendet. Diese Feststellung ist für Richardsons Modelle nicht ganz irrelevant, denn träfe sie nicht zu, dann müßten Smokers "Tests" als Falsifizierung von Richardsons "submissiveness"-Modell und auch des "klassischen" Modells akzeptiert werden, was ich aber in 2.2.2.2. nicht getan habe.

3.4.3.4. Anteil der Rüstungsausgaben am Bruttonsozialprodukt als Rüstungsindex

3.4.3.4.1. Reliabilität der Dimension "Bruttonsozialprodukt"

Der Index "Anteil der Rüstungsausgaben am Bruttonsozialprodukt" wird in seiner Reliabilität unter die der Dimension "Rüstungsausgaben" gedrückt, weil die Daten der zweiten Dimension "Bruttonsozialprodukt" vor dem Ersten Weltkrieg fast völlig fehlen und bis heute nicht alle Staaten die Leistungen ihrer Wirtschaft in einer Form publizieren, welche die Umrechnung in den Wert (in laufenden Preisen) aller innerhalb eines Jahres erwirtschafteten Güter und Dienstleistungen ermöglicht ⁴⁸⁴.

484 Man beachte die Lücken und die Anzahl der durch Interpolation gewonnenen Daten im Zeitraum nach dem Zweiten Weltkrieg in der Zeitreihensammlung von A.S. Banks (1971), Segment 9. Cf. auch B.M. Russett (1964b), pp. 56 f.

Auch in solchen Fällen, in denen die Umrechnung möglich ist, bringt sie eine Menge von nur näherungsweise zu lösenden Problemen mit sich, wie die Studie von Bergson über das sowjetische Bruttosozialprodukt zwischen 1928 und 1955 zeigt ⁴⁸⁵. Der unter Ökonomen erzielte Konsens über die Definition des Terms "Bruttosozialprodukt" ⁴⁸⁶ ändert nichts an dieser mißlichen Lage.

Der von Singer angekündigte Versuch der Entwicklung eines "Bruttosozialprodukt-Äquivalent-Index" ⁴⁸⁷ verlagert die Unreliabilität nur. Danach soll aus Kombinationen von Variablen, deren Werte zumindest für die letzten zwei Jahrhunderte bekannt sind, diejenige Kombination bestimmt werden, die für diejenigen Staaten und Jahre, für die der Wert des Bruttosozialprodukts bekannt ist, besonders hoch mit letzterem korreliert. Man hätte dann zwar auch Daten für Jahre und Staaten, für die der Wert des Bruttosozialprodukts fehlt, aber zu einer Beurteilung der Näherung wird man die Überprüfung der Übereinstimmung des "Bruttosozialprodukt-Äquivalent-Index" mit den vorhandenen Daten über das Bruttosozialprodukt abwarten müssen.

3.4.3.4.2. Validität des Index

Obwohl eine Reihe von Autoren den Anteil der Rüstungsausgaben am Bruttosozialprodukt für einen brauchbaren Indikator für die Rüstung eines Staates halten ⁴⁸⁸,

485 A. Bergson (1961).

486 Cf. z.B. C.J. Hitch (1960), pp. 31-37, P.R. Gregory (1971), passim, A. Bergson (1961), pp. 15 f.

487 J.D. Singer (1971a), Anm. 32, p. 36.

488 Z.B. K.W. Deutsch (1969), p. 316, N. Safran (1969), Kapitel 4, H.R. Coward (1964), pp. 23, 24 f.

gelten für diesen Index ähnliche Restriktionen wie für die beiden zuvor besprochenen Indizes. Raum-zeitlich unterschiedliche Werte des Index werden in der Regel durch unterschiedliche Werte des Bruttosozialprodukts in stärkerem Maße beeinflusst als durch verschiedene Rüstungsausgaben ⁴⁸⁹. Die Rüstung von Entwicklungsländern wird durch ihr niedriges Bruttosozialprodukt in den meisten Fällen ebenso überbewertet, wie die Rüstung von Industriestaaten durch ihr hohes Bruttosozialprodukt unterbewertet wird ⁴⁹⁰. Im langzeitlichen Verlauf kann eine ganz Reihe von Staaten angeführt werden, bei denen der Wert des Index wegen der starken wirtschaftlichen Expansion ständig abnimmt, während die Mannschaftsstärke der Streitkräfte und ihr Bestand an Ausrüstung gleichermaßen stetig anwächst ⁴⁹¹. Mit hin läßt sich feststellen, daß der dritte Index ebenso invalide ist wie die zwei vorherzigen Indizes.

Dieses Fazit wird erhärtet durch die Tatsache, daß dieser dritte Index sich in der Literatur großer Popularität erfreut, aber nicht als Indikator für Rüstung, sondern für andere theoretische Konzepte, z.B. "Belastung einer Volkswirtschaft durch Rüstungsausgaben". Dabei geht man davon aus, daß bei der Verteilung knapper Ressourcen der militärische und der zivile Sektor konkurrieren und daß jede Allokation im militärischen Bereich der zivilen Wirtschaft Ressourcen . entzieht.

489 P. Joenniemi (1970), p. 145.

490 1968 hatten nach diesem Index z.B. alle NATO-Staaten eine geringere Rüstung als Albanien oder Jordanien. Cf. United States Arms Control and Disarmament Agency, World Military Expenditures (1970), Table II, pp. 10-13.

491 Zur Abnahme des Anteils der Rüstungsausgaben am Bruttosozialprodukt cf. die einschlägigen Tabellen in den verschiedenen Ausgaben von United States Arms Control and Disarmament Agency, World Military Expenditures (1970), zur Entwicklung von Mannschafts- und Materialbeständen die von Institute for Strategic Studies, The Military Balance.

Um diese "opportunity costs" der Rüstung zu bestimmen, muß man wissen, welche Ausgabenkategorien in welchem Umfang durch ein Ansteigen des Anteils der Rüstungsausgaben am Bruttosozialprodukt in ihrem Anteil an den verfügbaren Ressourcen beeinträchtigt werden ⁴⁹².

Diese Belastung sei nun um so eher erträglich, je höher der "Wohlstand" eines Staates sei (gemessen als Bruttosozialprodukt pro Kopf der Bevölkerung), so daß eine hohe positive Korrelation zwischen diesen beiden Indizes zu erwarten sei ⁴⁹³. Weiter wird der Anteil der Rüstungsausgaben am Bruttosozialprodukt auch als Indikator für die "Opferbereitschaft" eines Staates verwendet, zur "Verteidigung" innerhalb einer Allianz beizutragen. Diese Bereitschaft sei um so höher, je höher die auswärtige Militärhilfe ausfalle ⁴⁹⁴ und um so niedriger, je "kleiner" der betreffende Staat, also sein Bruttosozialprodukt, sei, da sich ein kleiner Staat eher als ein großer darauf verlassen könne, daß die für erforderlich gehaltene Abschreckungswirkung oder Verteidigungskapazität auch ohne seinen Beitrag zustande kommt ⁴⁹⁵. Schließlich wird auch noch argumentiert, daß ein Staat eine um so höhere Belastung in Kauf zu

492 Cf. dazu L.M. Terrell (1971), pp. 330 f., B.M. Russett (1964a), pp. 27-29, (1970), pp. 160-174, J.E. Loftus (1968), pp. 48-57, W.G. Hoffmann (1970), pp. 83-86, 89, A. Bergson (1961), p. 245, J. Hollenhorst (1971), passim, E. Benoit (1967), pp. 47 f.

493 B.M. Russett (1964a), pp. 27-29, W.G. Hoffmann (1970), pp. 83-86, F.L. Pryor (1968), pp. 91-93.

494 B.M. Russett (1964a), pp. 27-29.

495 F.L. Pryor (1968), pp. 96-99, K. Knorr (1970), pp. 42 f., B.M. Russett (1970), pp. 98 f., 101, J.M. van Ypersele de Strihou (1968), pp. 289, 299 f. Cf. auch die in Anm. 434 angegebene Literatur.

nehmen bereit sei, je höher die äußere Spannung. Der hier besprochene Index dient dann als Indikator für "Spannung" ⁴⁹⁶.

Dieser kurze Exkurs, besonders aber die intuitiv einleuchtende Verwendung des Anteils der Rüstungsausgaben am Bruttosozialprodukt als Indikator für die Belastung einer Wirtschaft, dürfte das obige Ergebnis konfirmiert haben, daß dieser Index als Indikator für staatliche Rüstung nicht valide ist. Niemand wird schließlich im Ernst behaupten wollen, daß die beiden theoretischen Konzepte "Rüstung" und "Belastung einer Volkswirtschaft durch Rüstungsausgaben" bedeutungsgleich sein sollen oder daß zumindest ihre jeweiligen Indikatoren kovariieren sollten.

496 Z.B. A.G. Newcombe (1970), pp. 20 f., K.J. Holsti (1963), pp. 82-84, auch K.J. Gantzel (1969), pp. 134 f., kann man so verstehen. Die sprachlich etwas unschöne Formulierung der letzten beiden Sätze hat ihren Grund darin, daß diese Autoren tatsächlich Spannung als absolute Einheitenvariable (cf. K. Faupel (1971c), pp. 60 f.) verstehen, so daß man eigentlich von der "Spannung des Staates A" sprechen müßte. Die Verwendung von Spannung als relationalem Konzept oder als struktureller Aggregatvariabler erscheint mir wesentlich sinnvoller, aber diese Problematik ist hier nicht thematisch.

3.5. Zu den bislang angebotenen Reaktionsmodellen

3.5.1. Vorbemerkung

In den beiden vorhergehenden Abschnitten 3.3. und 3.4. habe ich versucht, die in 3.1. aufgestellte Diagnose zu begründen, daß die unbefriedigende Wechselwirkung von theoretischer Arbeit an Systemmodellen zur Analyse von Rüstungswettläufen und ihrer empirischen Überprüfung ihre Ursache in der unzureichenden Verklammerung von theoretischer Sprache und Beobachtungssprache durch Operationalisierungen der theoretischen Konzepte hat. Im ersten Teil dieses vorliegenden Abschnittes werde ich diesen Argumentationsstrang fortführen und fragen, ob man sich mit einer Operationaldefinition des Terms "Rüstungswettlauf", welche die Identifizierung laufender Rüstungswettläufe erlaubt, und einem validen Indikator für die Rüstung von Staaten zufriedengeben sollte, oder ob es nicht noch Defekte in der Formulierung der umlaufenden Systemmodelle gibt, deren Beseitigung im Rahmen eines "research design" wie der vorliegenden Arbeit sich empfiehlt, bevor man sich an empirische Tests macht.

Der zweite Teil dieses Abschnittes hingegen schließt an die Vorstellung der strategischen Modelle zur Analyse von Rüstungswettläufen in 2.3.1. an und versucht zu zeigen, daß diese Modelle trotz ihrer theoretischen Eleganz zur Zeit für empirische Arbeiten kaum brauchbar sind. Die Hauptgründe dafür sind, daß sie erstens noch nicht genügend Annahmen enthalten, um die Aufstellung einer parametrischen Form der Reaktionsgleichungen zu ermöglichen, daß zweitens diejenigen Annahmen, die gemacht werden, beim gegenwärtigen Kenntnisstand über nationalstaatliche Rüstungsentscheidungen zum Teil nicht auf ihre Realitätsnähe untersucht werden können oder, soweit das möglich ist, unrealistisch sind und daß drittens strategische Modelle einen Rüstungswettlauf zwischen

zwei Staaten in eine ganze Reihe von Rüstungswettläufen zerlegen, ohne daß diese Zerlegung auch in den Daten, besonders über den Nutzen der Rüstung, vollzogen werden kann.

3.5.2. Systemmodelle zur Analyse von Rüstungswettläufen

3.5.2.1. Vorbemerkung

Von sämtlichen Tests von Systemmodellen zur Analyse von Rüstungswettläufen können nur zwei, der Lambellets und der zweite Test Richardsons an Daten über den Rüstungswettlauf vor dem Ersten Weltkrieg, als fehlgeschlagene Versuche der Falsifizierung des jeweils getesteten Modells akzeptiert werden, und das auch nur, wenn man sich mit den Rüstungsausgaben als Indikator für das theoretische Konzept "Rüstung" abfindet. Alle anderen sogenannten "Tests" sind für die angeblich getesteten Modelle irrelevant, da die verwandten Daten keinen Rüstungswettlauf nach der Definition aus 3.3. darstellen oder aber weil das verwandte Meßkonzept kein valider Indikator für die Rüstung eines Staates ist. Aus 3.4.2. ist aber auch völlig klar, daß die Rüstungsausgaben eines Staates keinen validen Indikator seiner Rüstung darstellen und daß mithin auch die beiden erwähnten Tests nicht als gescheiterte Falsifikationsversuche von Rüstungswettlaufmodellen gewertet werden dürfen.

Man kann natürlich den Term "Rüstung" aus dem Verkehr ziehen und sich auf die Weiterentwicklung von Modellen für "Rüstungsausgabenwettläufe" stürzen, wobei man dann von dem Fundus zweier Modelle ausgehen kann, die je einen echten Test erfolgreich überstanden haben. Wenn man sich dazu nicht entschließen kann, weil man an Rüstung mehr interessiert ist als an Rüstungsausgaben und weil

man ihre theoretischen Auslassungen über Rüstung selbst ernster nimmt als diejenigen Autoren, die dann zu den Rüstungsausgaben greifen, dann steht man vor der unangenehmen Situation, daß man über eine Reihe von zum Teil recht ähnlichen Modellen verfügt, von denen ein Teil zwar durch theoretische Überlegungen ausgeschieden werden kann, die aber ansonsten bis zu einer empirischen Überprüfung ihrer Erklärungskraft gleichberechtigt nebeneinander stehen.

Um diese Überprüfung zu leisten, muß man zuerst einen validen Rüstungsindikator finden und danach unter Verwendung seiner Operationalisierung eine Operationaldefinition des Terms "Rüstungswettlauf" liefern, um die Fallmenge abzugrenzen, an deren Elementen anschließend getestet werden kann. Die Tests, die man dann durchführt, liefern tatsächlich Information über die Brauchbarkeit der Modelle. Diesen Weg werde ich nicht einschlagen, und der vorliegende Abschnitt 3.5.2. dient der Begründung, warum ich das nicht tun werde.

Zwar will ich die ersten beiden Schritte, die Suche nach einem Rüstungsindikator und die Abgrenzung der Fallmenge, in Angriff nehmen, werde aber keine empirischen Tests der umlaufenden Modelle vornehmen, weil sie mir aus theoretischen Gründen von beschränkter Erklärungskraft zu sein scheinen und vor allem der Übergang von Erklärung zu Prognose in ihnen nicht problemlos ist. Die Ursache dafür sehe ich darin, daß in allen Systemmodellen von konstanten Parametern ausgegangen wird, verbunden mit einer Beschränkung auf die Rüstungen der beiden Staaten als abhängigen Variablen und auf die Zeit als unabhängiger Variabler. Oberflächliche Inspektion der Daten, z.B. des Rüstungswettlaufs zwischen NATO und Warschauer Pakt oder zwischen Israel und den arabischen Staaten zeigt aber, daß die Annahme konstanter Parameter unrealistisch ist, und selbst wenn sie es nicht wäre,

könnte die Bestimmung der numerischen Werte der Parameter immer erst dann erfolgen, wenn der betreffende Rüstungswettlauf zu Ende ist.

Welche Folgen das für die Art der möglichen Erklärung des Ablaufs eines Rüstungswettlaufs und für die Belastung von Prognosen mit *ceteris paribus*-Klauseln hat, werde ich im nächsten Abschnitt darlegen. Bei dieser Diskussion des erkenntnistheoretischen Status der umlaufenden Modelle wird sich herausstellen, daß das in Anlehnung an Richardson beibehaltene Prinzip von Occams Rasiermesser dazu geführt hat, daß die Beschränkung auf geschlossene Systemmodelle nicht überwunden worden ist ⁴⁹⁷ und daß weitere exogene Variablen nur in Ausnahmefällen einbezogen werden ⁴⁹⁸. Daraus wird der

497 Daß es in der Tat Occams Rasiermesser, die Beschränkung auf ganz wenige unabhängige Variablen und die Unterbringung aller übrigen Einflüsse auf die Rüstung der Kontrahenten in Konstanten unter einer umfassenden *ceteris paribus*-Klausel ist, das die meisten Modelle bislang in den gültigen Tests versagen ließ, läßt sich auch mit Hilfe der Ergebnisse von Simon und Ando über ökonomische Modelle belegen. Wenn man davon ausgeht, daß ein Rüstungswettlauf kein fast vollständig dekomponierbares System (cf. H.A. Simon (1963), pp. 67-70) ist, sondern ein fast dekomponierbares System (cf. A. Ando (1963), pp. 93-95), das heißt, daß sich alle Variablen, welche die Rüstung der beiden Seiten beeinflussen, in zwei Gruppen zerlegen lassen, so daß die eine nur die Rüstungsvariablen enthält, deren Einfluß auf die Variablen der anderen Gruppe minimal ist, und die zweite Gruppe solche Variablen enthält, die selbst die Rüstungen stark beeinflussen, dann kann man den folgenden Schluß ziehen: Betrachtet man das System als vollständig dekomponierbar und aggregiert den Einfluß der Variablen der zweiten Gruppe in einer oder mehreren Konstanten - und genau das tun Richardson und seine Nachfolger - so kann man das Verhalten des empirischen Systems kurzfristig gut annähern. Längerfristig jedoch gibt das Modell nur noch das Größenverhältnis der beiderseitigen Rüstungen halbwegs korrekt wieder, nicht aber deren Größenordnung. Letztere aber.

Schluß gezogen, daß es, wenn man zu zwar kurzfristigen, aber unkonditionalen Prognosen des Rüstungsverhaltens der Kontrahenten in einem Rüstungswettlauf gelangen will, unerlässlich ist, den Übergang zu offenen Systemen als Modellen für Rüstungswettläufe zu vollziehen. Das kann geschehen durch Umwandlung der Parameter der bisherigen Modelle in unabhängige Steuerungsvariablen, die über die Intensität der Reaktion eines Staates auf die Rüstung eines Kontrahenten durch seine eigene Rüstung entscheiden.

Forts. 497:

wird zum Test verwandt; cf. A. Ando (1963), pp. 97-99.

Da man ganz sicher sein kann, daß die Rüstung eines Staates in einem Rüstungswettlauf nicht nur von seiner eigenen und der gegnerischen Rüstung abhängt, handelt es sich bei einem Rüstungswettlauf bestenfalls um ein fast dekomponierbares System, so daß in der Regel ein Scheitern von geschlossenen Modellen im empirischen Test über längere Zeit hinweg zu erwarten ist. Auch diese Argumentation rät also zum Einbau weiterer unabhängiger Variabler, sagt aber im Gegensatz zu dem im Text durchgeführten Argument nichts über die Art des Einbaus. Eine etwas andersartige Anwendung von Andos und Simons Ergebnissen auf Rüstungswettlaufmodelle findet sich bei F.M. Fisher (1971), p. 110.

- 498 Daß sich die Beschränkung auf geschlossene Systeme als Modelle für Rüstungswettläufe so hartnäckig gehalten hat, liegt wahrscheinlich nicht zuletzt auch an der - oft unausgesprochenen - Identifizierung von Rüstungswettläufen über ihr Verhaltensresultat, nämlich Krieg. Das Problem der Prognose stellt sich gar nicht, da es nur darum geht, durch Wahl geeigneter Parameter das Modell nachträglich dem tatsächlichen Verlauf möglichst eng anzupassen. Erst wenn man bei noch andauernden Rüstungswettläufen an deren weiterem Ablauf interessiert ist, erkennt man die Schwächen der Verwendung geschlossener Systeme.

Diese zunächst eigenständige Überlegung findet nachträglich ihre Bestätigung in Richardsons eigener Arbeit, wo sich eine ganze Reihe von impliziten Operationalisierungsvorschlägen für die Parameter finden, was ja nichts anderes als den Übergang zu offenen Systemmodellen bedeutet. Ich will deshalb kurz darstellen, welche Variablen Richardson an Stelle seiner Parameter erwähnt und zeigen, daß er über einschlägige Andeutungen, von denen man nicht weiß, wie ernst sie gemeint sind, nicht hinausgeht. Zum Schluß gehe ich dann noch auf diejenigen Autoren von Systemmodellen ein, die explizit den Einbau von exogenen Variablen in die Systemmodelle fordern und durchführen und weise nach, daß bei ihnen nur sehr bedingt von offenen Systemmodellen gesprochen werden kann, bzw. daß sie den potentiellen Gewinn der Einführung exogener Variabler an Erklärungs- und Prognosefähigkeit durch die Art der Einführung dieser Variablen wieder verspielen.

3.5.2.2. Die Erklärung des Rüstungsverhaltens in einem Rüstungswettlauf durch die umlaufenden Systemmodelle

Eine kausale Erklärung eines Ereignisses zu liefern, bedeutet die Deduktion einer Aussage in Beobachtungssprache, welche das Ereignis beschreibt, aus einem oder mehreren allgemeinen Sätzen und einer Reihe von singulären Sätzen, den Anfangsbedingungen⁴⁹⁹. Kausale Erklärung findet durch die im zweiten Kapitel besprochenen Systemmodelle zur Analyse von Rüstungswettläufen für zwei Arten von Ereignissen statt. Die erste Art von Ereignissen sind Rüstungswettläufe, genauer, die Elemente der beiden geordneten n -Tupel aus Verhaltensakten, die einen

⁴⁹⁹ K.R. Popper (1972), p. 59.

Rüstungswettlauf darstellen. Erklärt wird hier aus allgemeinen und singulären Sätzen der Gesamtablauf eines Rüstungswettlaufs. Die zweite Art von erklärten Ereignissen ist die Rüstung beider an einem Rüstungswettlauf teilnehmenden Nationalstaaten zu einem bestimmten Zeitpunkt. Beide Erklärungen haben gemeinsam den verwandten Allsatz oder das "Naturgesetz": "Alle Rüstungswettläufe werden durch Systeme von der Form des Systems ((7),(8))⁵⁰⁰ beschrieben".

Auch die singulären Sätze sind bei beiden Arten von zu erklärenden Ereignissen weitgehend gemeinsam: Bei den ersten Ereignissen legen sie die numerischen Werte der Parameter fest und die Ausgangswerte ("Randwerte") von x und y , den beiderseitigen Rüstungen. Bei den Ereignissen zweiter Art wird noch zusätzlich ein spezifischer Wert von t , der Zeit seit Beginn des Rüstungswettlaufs, festgelegt. Der Unterschied zwischen den beiden Erklärungen besteht nun darin, daß im ersten Fall die Zeit von Anfang (t_0) bis Ende (t_n) des Rüstungswettlaufs durchläuft, also der gesamte Ablauf des Rüstungswettlaufs, die Rüstung beider Seiten von t_0 bis t_n , erklärt wird, während im zweiten Fall die Rüstungsstände beider Kontrahenten zu einem festgelegten Zeitpunkt t_1 erklärt werden.

Durch die bei beiden Erklärungen verwandten Anfangsbedingungen ist klar, daß die Erklärung von Ereignissen der ersten Art eine Voraussetzung für die Erklärung von Ereignissen der zweiten Art ist. Diese Eigenschaft haben alle Erklärungen von in der Zeit ablaufenden Prozessen: Nur wenn der Gesamtverlauf erklärt werden kann, kann der Zustand in jedem einzelnen Zeitpunkt erklärt

500 Bei anderen Modellen als dem hier zu illustrativen Zwecken verwandten klassischen Modell Richardsons tritt an die Stelle des Systems((7),(8)) in dem "Naturgesetz" das entsprechende Gleichungssystem dieses Modells.

werden (notwendige Bedingung); man denke nur an den freien Fall.

Die Anfangsbedingungen oder singulären Sätze zeigen aber auch ganz deutlich eine Schwäche der beiden Erklärungen. Eine der Anfangsbedingungen enthält nämlich die numerischen Werte der Parameter, die das allgemeine Rüstungswettlaufmodell erst zu einem Gleichungssystem machen, das den je vorliegenden Rüstungswettlauf erklärt. Es liegt auf der Hand, daß diese Information erst vorliegt, nachdem der betreffende Rüstungswettlauf zu Ende ist, da die Werte der Parameter ja dergestalt gewonnen werden, daß die Gleichungen des Systems durch Wahl geeigneter Parameter den empirisch erhaltenen Daten des abgeschlossenen Rüstungswettlaufs möglichst eng angepaßt werden ⁵⁰¹. Das heißt aber, daß eine Erklärung des Gesamtverlaufs immer nur *post festum*, wenn der Rüstungswettlauf zu Ende ist, möglich sein kann. Da die Erklärung der Rüstungen beider Kontrahenten zu einem bestimmten Zeitpunkt während des Rüstungswettlaufs nur möglich ist, wenn der komplette Ablauf erklärt werden kann, muß man auch mit dieser Erklärung bis zum Ende des Rüstungswettlaufs abwarten.

Das erkenntnistheoretische Problem wird ganz deutlich, wenn man von der kausalen Erklärung der Ereignisse zu ihrer Prognose übergeht. Daß die semantischen Eigenschaften von Erklärungen und Prognosen identisch sind, gehört zur wissenschaftstheoretischen Grundausbildung des empirischen Wissenschaftlers ⁵⁰². In der Tat ist auch

501 Das auf optischer Inspektion beruhende "curve fitting" von Hand findet sich z.B. sehr deutlich bei N.Z. Alcock (1971c), p. 5, Figs. 1-3. Andererseits stehen auf der Methode der kleinsten Quadrate basierte Regressionsverfahren zur Verfügung; cf. z.B. N. Choucri (1972), pp. 117-122.

502 K.R. Popper (1972), p. 60, H. Albert (1968), pp. 126 f., D.B. Bobrow (1972), Anm. 3, p. 210. Die abweichende Meinung von A. Kaplan (1964), pp. 346-351, ist zum Teil lediglich eine unscharfe Version des Arguments, das ich hier vortragen möchte.

die Umformulierung einer Erklärung nach einer der beiden oben skizzierten Arten in eine Vorhersage trivial: Der Allsatz bleibt gleich, lediglich die Anfangsbedingungen werden dergestalt umformuliert, daß ein Rüstungswettlauf mit bestimmten konstanten Werten der Parameter und der Rüstungen in t_0 von t_0 bis t_n einen durch die Einsetzung der Anfangsbedingungen in das Gleichungssystem beschriebenen Verlauf nehmen werde. Dieses forschungslogisch völlig unproblematische Verfahren wirkt jedoch forschungspraktisch so gut wie nichts ab, weil wir die Werte der Parameter und vielleicht auch die Anfangswerte der Rüstungen ja nicht kennen. Wenn man aber die Umformulierung an einem Rüstungswettlauf vornimmt, der bereits beendet ist, sich also nur sprachlich noch einmal vor das zu prognostizierende Ereignis begibt, dann handelt es sich streng genommen nicht um Vorhersage, sondern um "Postdiktion" im Sinne Poppers⁵⁰³, die nur möglich ist aufgrund einer post festum erstellten Erklärung.

Scheidet man diese Möglichkeit als trivial aus, dann hat man zunächst nur folgende Chance, zu einer echten Prognose zu kommen: Man kann aus irgendeinem vergangenen Rüstungswettlauf die Werte der Parameter bestimmen und kann den Ablauf von zukünftigen Rüstungswettläufen mit Hilfe dieser Parameter und nur mit den Anfangswerten der Rüstungen als Anfangsbedingungen prognostizieren unter der Bedingung, daß keine wichtige Variable, die im Modell selbst nicht repräsentiert ist, von einem Rüstungswettlauf zum anderen ihren Wert ändern darf. Damit beläd man sich selbst mit einer allumfassenden *ceteris paribus*-Klausel, denn im Modell selbst tauchen ja nur die Rüstungen beider Seiten und die Zeit auf, so daß man sicherlich jede Änderung der Parameter auf

503 K.R. Popper (1972), Anm. 2, p. 60.

eine Variable in der Umgebung des Systems zurückführen kann, die ihren Wert geändert hat. Eine solche Prognose ist zwar formal korrekt aber praktisch unbrauchbar, da gegen Widerlegung immunisiert. Auf gleichgeartete Prognosen von Ereignissen der zweiten Art, von Rüstungsständen der beiden Kontrahenten zu bestimmten Zeitpunkten, brauche ich gar nicht mehr eingehen, weil sie nur unter der gleichen universellen *ceteris paribus*-Klausel zustande kommen.

Man mag nun versucht sein, seine prognostischen Ambitionen herunterzuschrauben und sich mit kurzfristigen Vorhersagen zufrieden zu geben; beim gegenwärtigen Stand der Theoriebildung wird das sicher ratsam sein. Ein möglicher Weg dazu ist der Versuch, das soeben umrissene Verfahren der Prognose auf gegenwärtig ablaufende Rüstungswettläufe zu übertragen. Die Werte der Parameter könnten aus dem bisherigen Verlauf des Rüstungswettlaufs errechnet werden, und mit ihrer Hilfe würden sowohl der weitere Verlauf des Rüstungswettlaufs als auch die Rüstungsstände der beiden Staaten zu bestimmten Zeitpunkten in der Zukunft prognostiziert. Aber auch hier sind zwei Schönheitsfehler offensichtlich: Erstens immunisiert die *ceteris paribus*-Klausel unser "Naturgesetz" ebenso stark wie vorher gegen Falsifikation, da jede Änderung der Parameter auf ihre Verletzung zurückgeführt werden kann. Wenn aber zweitens schon die Erklärung des bisherigen Verlaufs des Rüstungswettlaufs mit konstanten Parametern als Anfangsbedingungen nicht möglich ist, und mit dieser unangenehmen Tatsache wird man sich - z.B. angesichts des Verlaufs des Rüstungswettlaufs zwischen NATO und Warschauer Pakt - bisweilen abfinden müssen, dann muß man die Hoffnung auf kurzfristige Prognosen dieser Art ebenfalls abschreiben.

Der letzte Einwand zeigt auch, daß es sinnlos ist, auf die Entdeckung der konstanten Werte der Parameter zu war-

ten, die ein Systemmodell parameterfrei machen würden wie z.B. das Gesetz des freien Falls,, so daß nur noch die jeweiligen Anfangswerte der Rüstungen eingesetzt zu werden bräuchten, damit der Gesamtablauf des Rüstungswettlaufs und damit auch die einzelnen Rüstungsstände feststünden. Ebenso illusorisch ist angesichts dieses Einwands die von Richardson unternommene und im folgenden Abschnitt besprochene Suche nach solchen Werten der Parameter, die zwar von Staat zu Staat verschieden aber im Laufe der Zeit für jeden Staat konstant sind. Die Richtung dieser Suche ist zweifellos korrekt; was gebraucht wird, sind Modelle, die entweder parameterfrei sind oder nur solche Parameter enthalten, deren Werte bei Beginn eines Rüstungswettlaufs schon feststehen, für den Verlauf des Rüstungswettlaufs aber konstant bleiben (der Unterschied zwischen Parametern und Variablen liegt schließlich, wenn man so will, nur in der Geschwindigkeit ihrer Änderung in der Zeit). Bei den umlaufenden Modellen ist beides nicht der Fall.

Die Ursache dafür sehe ich darin, daß diese Modelle zu einfach sind, daß sie außer der Zeit keine unabhängige Variable enthalten, daß, um eine modische Floskel zu verwenden, ihre Eigenkomplexität der Komplexität des Untersuchungsgegenstandes nicht adäquat ist. Inzwischen steht fest, daß diese einfachen Modelle nicht in die für erfolgreiche Prognosen erforderliche Form gebracht werden können. Daraus ziehe ich den Schluß, daß nur der Einbau weiterer unabhängiger Variabler in die Systemmodelle, also ihre Umwandlung in offene Systeme, weiterhelfen kann.

Dies muß so einfach wie möglich geschehen und führt zu einer ganzen Reihe von Systemmodellen, bei denen wiederum empirisch zu prüfen ist, ob sie parameterfrei formuliert werden können oder ob zumindest die Werte der Parameter bei Ausbruch eines Rüstungswettlaufs bestimmt

werden können und dann bis zu seinem Ende konstant bleiben. Wenn nicht, müssen weitere unabhängige Variablen berücksichtigt werden etc.

Mit diesem Weg begibt man sich hinweg von der schlichten Eleganz linearer Differentialgleichungssysteme erster Ordnung, aber als Sozialwissenschaftler sollte man wohl nicht allzu sehr in die formale Schönheit seiner Modelle verliebt sein, zumal man fernab von jeder Ideologie der methodologischen Eigenständigkeit der Sozialwissenschaften ziemlich sicher sein kann, daß Modelle zur Erklärung von sozialem Verhalten nicht einfacher ausfallen als die anderer empirischer Wissenschaften. Bedauerlich ist bei der Einführung neuer unabhängiger Variabler vor allem, daß Prognosen je nach der Art dieser Variablen nur noch ziemlich kurzfristig ausfallen, aber diese Problematik soll dem vierten Kapitel vorbehalten bleiben. In den nächsten beiden Abschnitten will ich jetzt die spärlichen Versuche der Konstruktion offener Systemmodelle darstellen und die Ursachen der theoretischen Unfruchtbarkeit dieser Versuche aufzeigen.

3.5.2.3. Andeutungen zur Operationalisierung der Parameter bei Richardson und seinen Nachfolgern

Ohne daß das ausgeführt würde, dürfte es wohl die Erkenntnis der beschränkten explanatorischen und prognostischen Leistung seiner Modelle, die nur post festum Erklärungen und triviale "Postdiktationen" zulassen, gewesen sein, die Richardson zu Andeutungen zur Operationalisierung ihrer Parameter gebracht hat. Wie weit diese als bewußter Versuch zu werten sind, den erkenntnistheoretischen Status der Modelle zu verbessern, kann nicht beurteilt werden, da Richardson selbst den Erkenntniswert seiner Modelle nicht explizit untersucht. Eine derartige Untersuchung, an deren Wert wohl keine Zweifel bestehen können, haben auch diejenigen Autoren

nicht nachgeholt, die bei der Entwicklung ihrer eigenen Modelle von denen Richardsons profitiert haben ⁵⁰⁴.

Richardsons Andeutungen lassen sich grob in zwei Gruppen zerlegen. Die der ersten Gruppe geben Hinweise darauf, von welchen relativ konstanten Eigenschaften eines Staates, verglichen mit den gleichen Eigenschaften seines Kontrahenten, der "defense coefficient" k des ersten Staates gegenüber dem zweiten Staat abhängt ⁵⁰⁵. Die Durchführung dieser Hinweise zu einer kompletten Operationalisierung würde die Ermittlung der Werte der Parameter vor oder bei Ausbruch eines Rüstungswettlaufs ermöglichen. Die Andeutungen der zweiten Gruppe machen die Werte der Parameter von solchen Variablen abhängig, die sich nicht nur von Staat zu Staat, sondern auch innerhalb eines Staates im Verlauf eines Rüstungswettlaufs relativ schnell ändern können, implizieren also im Gegensatz zu denen der ersten Gruppe den Übergang von geschlossenen zu offenen Systemmodellen.

Der ersten Gruppe gehören Richardsons Ausführungen an, daß ein "großer" und "reicher" Staat viel vehementer auf gegnerische Rüstung reagieren könne und daß deshalb der "defense coefficient" proportional der "Größe" des jeweiligen Staates sein müsse ⁵⁰⁶. Es wäre müßig und

504 M. Mihalka (1971), p. 27, geht als einziger ganz kurz auf die einschlägigen Andeutungen Richardsons ein, ohne jedoch ihren erkenntnistheoretischen Aspekt zu besprechen.

505 Andeutungen zur Operationalisierung der anderen Parameter finden sich bei Richardson nicht, und mit Ausnahme von Chatterji gilt das auch für seine Nachfolger. Auf dessen Arbeit will ich hier nicht noch einmal eingehen, weil er in keinem einzigen Satz kundtut, warum er eigentlich die Operationalisierung von ax als "opportunity costs" für notwendig hält. Zur Darstellung cf. 2.2.1.2.4.

506 L.F. Richardson (1960), p. 21, auch pp. 192 f. Wie weit Richardson noch von einer Operationalisierung entfernt ist und wie vage seine einschlägigen Formulierungen sind, soll ein wörtliches Zitat zeigen, in dem er auch auf die anderen Faktoren

hieß, Richardson hier zu ernst zu nehmen, wollte man ausführlich darauf eingehen, daß er vergessen zu haben scheint, welche Umweltvariablen er in welche Parameter packen wollte. Nach seiner Einführung der Parameter wäre es nämlich der "expense and fatigue coefficient", der durch die Größe des Staates vermindert würde, während der "defense coefficient" mit der wirtschaftlichen Potenz des Staates nichts zu tun hat. Der entscheidende Punkt ist jedoch, daß Richardson selbst bei seinen empirischen Untersuchungen festgestellt hat, daß sein Modell Rüstungswettläufe nur erklären kann, wenn man im Verlauf eines Rüstungswettlaufs Änderungen der Parameter in einem Ausmaß zuläßt, wie sie durch Veränderungen im "Größen"-Verhältnis der rüstungswettlaufenden Staaten nicht erklärt werden können.

Wiederum ohne das selbst klarzustellen, vollzieht Richardson den Übergang zu offenen Systemmodellen mit Andeutungen über die Anhängigkeit der Parameter, speziell des "defense coefficient", von Variablen, die ihren Wert in der Zeit schneller ändern und zwar auch während eines Rüstungswettlaufs. Die erste derartige Variable ist die Allianzverflechtung der am Rüstungswettlauf beteiligten Staaten, von der Richardson sagt, sie steigere den "defense coefficient" des sich einer Allianz anschließenden Staates gegenüber Staaten, die dieser Allianz nicht angehören ⁵⁰⁷. Andererseits seien auch ver-

Forts. 506:

einget, von denen die Werte der Parameter seiner Meinung nach abhängen: "... other things being equal, the defense coefficient is proportional to the 'size' of the nation, size being measured not by area of land but as some increasing function of population and industry.

The defense coefficient of the x-nation is also, for positive x and y, increased by any suspicions and decreased by any neutrality, confidence, or pacifism that the x-nation may have." L.F. Richardson (1960), p. 21 (Hervorhebung im Original).

507 L.F. Richardson (1960), p. 173.

tragliche Bindungen unterhalb der Ebene des militärischen Beistandspaktes für die "defense coefficients" bedeutsam, so sinke z.B. durch den Abschluß eines Nichtangriffsvertrages zwischen den beiden Kontrahenten eines Rüstungswettlaufs ihr jeweiliger "defense coefficient" ⁵⁰⁸. Diese Diskussion wird fortgeführt z.B. mit Smokers Hinweisen auf die Veränderung des "defense coefficient" einer Allianz bei Vergrößerung des gegnerischen Bündnisses ⁵⁰⁹ und mit Deutschs Bemerkungen zum Einfluß des Übergangs von Bi- zu Multipolarität des internationalen Systems auf die Reaktionskoeffizienten der einzelnen Blöcke ⁵¹⁰.

Während die externe Steuerungsvariable "Änderung der Allianzverflechtung" auf das offene System nur in diskreten Abständen störend einwirkt und in den Intervallen die Allianzverflechtung der am Rüstungswettlauf beteiligten Staaten oder die Mitgliedschaft der rüstungswettlaufenden Allianzen und damit auch die Parameter konstant bleiben, behauptet Richardson auch die Abhängigkeit der Parameter von solchen Perzeptions- und Transaktionsvariablen, die ihren Wert kontinuierlich ändern oder das zumindest tun können. Die von Richardson angeführte Transaktionsvariable ist der internationale Handel, dessen Anstieg ein Absinken des "defense coefficient" bewirke, während Abnahme des Handels eines Staates mit einem anderen einen Anstieg seines "defense coefficient" gegenüber diesem Staat zur Folge habe ⁵¹¹.

Als Perzeptionsvariable bringt Richardson die Perzeption der Feindseligkeit eines Staates gegenüber einem

508 L.F. Richardson (1960), pp. 211 f.

509 P. Smoker (1966), p. 159.

510 K.W. Deutsch (1969), pp. 321 f.

511 L.F. Richardson (1960), pp. 224 f.

anderen durch den zweiten auf sehr viel indirektere und wahrscheinlich gar nicht recht bewußte Weise ins Spiel. Er vergleicht nämlich die numerischen Werte seiner "defense coefficients" vor dem Zweiten Weltkrieg mit den Daten Klingbergs über die Wahrscheinlichkeit, daß zwischen je zwei Staaten innerhalb der nächsten zehn Jahre ein Krieg ausbrechen werde⁵¹². Diese Wahrscheinlichkeiten sind aber aus expert rating der Feindseligkeit zwischen je zwei der untersuchten Staaten abgeleitet.

Wenn Richardson nun eine hohe Übereinstimmung zwischen den beiden Datensätzen erwartet, dann heißt das natürlich, daß die "defense coefficients" mit der wechselseitigen Perzeption von Feindseligkeit zwischen den beiden jeweils untersuchten Staaten kovariieren müssen, denn die Wahrscheinlichkeit eines Krieges zwischen zwei Staaten bleibt ja nicht über längere Zeit hinweg in der Einschätzung von Experten konstant. Warum diese Kovariation bestehen sollte, sagt Richardson ebenso wenig wie er ihre Implikation für die Messung der "defense coefficients" artikuliert. Wieder aufgenommen ist der Zusammenhang zwischen wechselseitiger Perzeption und den Parametern des Modells bei Boulding⁵¹³.

Dieser kurze Überblick dürfte wohl gezeigt haben, daß bei Richardson selbst die Operationalisierung der Parameter und der Übergang zu offenen Systemmodellen keine Rolle spielt. Er sieht zwar die Unhaltbarkeit der Annahme konstanter Parameter stellenweise ein, hilft sich jedoch mit nachträglichem Flickwerk wie der graphischen Anpassung von Kurven an tatsächliche Abläufe und

512 L.F. Richardson (1960), pp. 209 f. Zu diesem Vergleich cf. auch Anm. 47.

513 K.E. Boulding (1963b), p. 35.

singulären post festum Erklärungen von Änderungen der Werte der Parameter ⁵¹⁴. Die erkenntnistheoretischen Implikationen dieses Verfahrens scheint er nicht realisiert zu haben.

Das gleiche gilt für alle Autoren, die im Anschluß an Richardson einschlägige Andeutungen von sich geben. Auch bei ihnen fehlt die klare Erkenntnis der Sackgasse, in der die Theoriebildung steckt, auch wenn Unbehagen an den Tag gelegt wird. Aus dem Unvermögen der Modelle zur Erklärung und Prognose des Ablaufs von Rüstungswettläufen unter der Annahme konstanter Parameter wird nicht die Konsequenz gezogen, daß die Parameter durch entsprechende Operationalisierung in Variablen überführt werden müssen - seien es solche, die für einen Rüstungswettlauf konstant bleiben oder solche, deren Werte während des Rüstungswettlaufs laufend in das Modell eingegeben werden - wenn sich am erkenntnistheoretischen Status der Modelle etwas ändern soll. Der folgende Abschnitt soll untersuchen, ob Lambelet und Mihalka mit ihrer Einbeziehung exogener oder externer Variabler in ihre Modelle das Problem der Unmöglichkeit echter Prognosen ohne universelle ceteris paribus-Klausel gelöst haben.

3.5.2.4. Exogene Variablen in Systemmodellen

In der systematischen Schlußbemerkung 2.2.1.2.6. wurde deutlich, daß in der Anordnung von 2.2.1. zwei Ordnungsprinzipien miteinander stritten, die sich teilweise widersprechen. Das erste war die Frage nach der Entfernung des von einem Autor verwandten Modells von der literarischen Vorlage. Das zweite war die Frage nach dem

⁵¹⁴ Cf. 2.2.2.1.3.

Einbau exogener Variabler oder, in der inzwischen eingeführten Terminologie, die Frage nach der Verwendung offener Systemmodelle. Da man sich auch geschlossene Systemmodelle vorstellen kann, die sich weit von der literarischen Vorlage Richardsons entfernen - Lagerstroms Modell ist ein Beispiel - war es nicht ganz einfach, eine einleuchtende Reihenfolge zu finden, zumal dort noch nicht die Bedeutung der Einführung offener Systemmodelle bekannt war. Nach der bisherigen Diskussion in diesem Abschnitt 3.5.2. wird man wohl sagen können, daß die Einbeziehung von weiteren unabhängigen Variablen der entscheidende Schritt über das "klassische" Modell Richardsons hinaus ist. Bislang haben ihn nur Mihalka und Lambelet versucht, aber offensichtlich, ohne sich über seine erkenntnistheoretische Bedeutung voll im klaren zu sein ⁵¹⁵.

Man könnte einwenden, schon Caspary habe externe Variablen eingeführt und damit ein offenes Systemmodell vorgeschlagen, indem er für die Rüstungsausgaben in seinem System ((38),(39)) die für jeden Staat charakteristische Obergrenze berücksichtigt. Diese Obergrenze der Rüstungsausgaben hängt irgendwie von der ökonomischen Leistungsfähigkeit des untersuchten Staates ab, also in der Regel von seinem Bruttosozialprodukt. Da dieses variabel ist, handelt es sich bei Casparys Modell streng genommen um ein offenes Modell.

Das gilt jedoch nur so lange, wie man in den Gleichungen (38) und (39) C und D, die Vielfache der jeweiligen Bruttosozialprodukte sind, nicht durch Näherungsfunktionen mit der Zeit als unabhängiger Variabler ersetzt hat. Ein solches Verfahren ist stets angebracht, wenn man dazu keine unrealistischen Annahmen braucht ⁵¹⁶, und

⁵¹⁵ Cf. J.C. Lambelet (1971), pp. 147 f., M. Mihalka (1971), p. 76.

⁵¹⁶ Wozu es alleldings bei übermäßiger Anwendung führen kann, hat sich bei Chatterji gezeigt: cf. 2.2.1.2.4.

im vorliegenden Fall würde man von der Näherung selbstverständlich Gebrauch machen, da sich das Wachstum des Bruttosozialprodukts aller Staaten bislang über lange Zeiträume hinweg durch jeweils ein- und dieselbe Exponentialfunktion der Zeit annähern ließ⁵¹⁷. Damit hat man aber wieder ein geschlossenes System mit x und y , den Rüstungen, als endogenen abhängigen Variablen und der Zeit als unabhängiger Variabler. Exogene Variable fehlen wieder.

Davon abgesehen würde Casparys Modell auch als offenes System keine höhere Erklärungs- und Vorhersagekraft haben. Nach wie vor enthält es Parameter, deren Werte wieder nur post festum bestimmt werden können. Daß es sich dabei schon um Konstanten handelt, die für alle Rüstungswettläufe oder zumindest während jeweils eines Rüstungswettlaufs den gleichen Wert haben, ist angesichts des recht lockeren Zusammenhangs zwischen Bruttosozialprodukt und Rüstung höchst unwahrscheinlich. Man kann nicht erwarten, daß die Schwankungen im Bruttosozialprodukt die in der Rüstung in vollem Umfang erklären.

Über Lambelet und Mihalka und ihre Verwendung exogener Variabler wurde bereits in 2.2.1.2.5.3. kurz gesprochen. Hier geht es mir um den erkenntnistheoretischen Status, der ihren Modellen aufgrund der Einbeziehung exogener Variabler zukommt. Beide Autoren vollziehen den Übergang zu offenen Systemmodellen, da ja ein Systemmodell genau dann offen ist, wenn es exogene Variablen enthält, also solche Variablen, deren Werte durch das System selbst nicht bestimmt werden, die aber an der Festlegung der Werte anderer Variabler des Modells beteiligt

517 Caspary selbst scheint sogar vorzuschweben, C und D durch für jeden Staat charakteristische Konstanten zu ersetzen; cf. W.R. Caspary (1967), p. 75.

sind ⁵¹⁸. Wie auch Caspary gewinnen Lambelet und Mihal-
ka exogene Variablen nicht durch Operationalisierung
von Parametern, sondern sie führen diese Variablen zu-
sätzlich zu den endogenen Variablen und den bereits
vorhandenen Parametern ein ⁵¹⁹.

Bei Lambelet kann man genau genommen von exogenen Va-
riablen nur bedingt sprechen. Er führt als solche rei-
ne dummy variables ein, also Größen, deren Wert er aus
nachträglicher Inspektion des historischen Ablaufs des
Rüstungswettlaufs und seiner Begleitumstände willkür-
lich festlegt, um die Übereinstimmung von Modell und Da-
ten zu verbessern ⁵²⁰. Solche dummy variables sind z.B.
in der Reaktionsgleichung des Irak eine Variable, die
den Kurdenaufstand repräsentieren soll und bis 1961
den Wert 0 hat und danach den willkürlich festgelegten
Wert 1, oder eine andere Variable, die im Jahr 1957 den
Wert 1 und ansonsten den Wert 0 hat und für die Suezkri-
se stehen soll ⁵²¹.

518 G. Klaus (1969b), p. 636. Exogene Variablen hei-
ßen bei Klaus "Randelemente".

519 Dadurch bringen sie noch zusätzliche Parameter in
die Modelle ein; cf. die Systeme ((42),(43)) und
((48),(49)).

520 Daraus macht Lambelet auch gar keinen Hohl; cf.
J.C. Lambelet (1971), pp. 148 f.
Ganz deutlich sieht man, daß es sich nicht um ech-
te Variablen handelt, an der Anwendung des Modells
auf den Rüstungswettlauf zwischen USA und UdSSR;
hier fehlen sie nämlich ganz (cf. J.C. Lambelet
(1972), pp. 4-7). Lambelet schaltet exogene Vari-
ablen also wirklich nur zu, wenn die Erklärungs-
kraft der endogenen Variablen nicht ausreicht.
Daß er bei verschiedenen Rüstungswettläufen ver-
schiedene Modelle testet, bedeutet nebenbei na-
türlich den Verzicht auf Allgemeingültigkeit
und prognostische Kraft seiner Modelle.

521 J.C. Lambelet (1971), p. 157.

Angesichts dieser Illustration ist es wohl überflüssig, lange zu begründen, warum der Erkenntniswert von Lambelets Modell sich von dem aller zuvor angebotenen Modelle nicht unterscheidet. Die Möglichkeit zur Erklärung und Prognose hat sich nicht im geringsten verbessert, da die Werte der Parameter nach wie vor erst nach Beendigung des Rüstungswettlaufs durch mehrfache Regression bestimmt werden. Die Annahme konstanter Parameter macht implizit auch Lambelet, wenn sie auch durch seine Daten nicht widerlegt wird. Welche Verfahren es außer der Regression *post festum* zur Bestimmung der Werte der Parameter gibt und ob deren Werte vielleicht für jeden Staat irgendwie charakteristisch sein könnten, bleibt undiskutiert. Das Ergebnis des Versuchs einer Prognose durch Lambelet ist nicht dazu angetan, meinen Einwand zu entkräften ⁵²².

Anders als Lambelet benutzt Mihalka als exogene Variablen keine dummy variables sondern liefert für sie Operationalisierungen ⁵²³. Aber auch er entgeht nicht der Versuchung, die Übereinstimmung zwischen den empirischen Daten und den aus seinem Modell abgeleiteten jährlichen Werten der Rüstung künstlich aufzubessern. Dazu verwendet er solche exogenen Variablen, von denen aus Vor-*tests* feststeht, daß sie mit den Rüstungen der untersuchten Staaten stark kovariieren. Lambelet muß man vorwerfen, daß er durch die Wahl der Werte seiner dummy variables die Erklärungskraft in die Höhe drückt. Mihalka dagegen testet sein Modell an Daten, aus deren Voruntersuchung es erst zustande gekommen ist. Welche Manipulation aus wissenschaftstheoretischer Sicht gravierender

522 J.C. Lambelet (1971), pp. 165 f.

523 M. Mihalka (1971), pp. 122 f. Das Referat von Mihalkas Arbeit findet sich unter 2.2.1.2.5.3.

ist, kann ich schwer beurteilen, auf jeden Fall scheue ich mich bei beiden Arbeiten, von einem Beitrag zur Theoriebildung zu sprechen.

Beide sind eine Illustration für jene Art von "induktivem Zirkel", wie er wohl bei solchen Arbeiten nicht allzu selten ist, die in erster Linie der Kenntnis des methodischen Instrumentariums der empirischen Sozialwissenschaften entspringen ⁵²⁴. Eine empirische Regelmäßigkeit wird raum-zeitlich beschränkt beobachtet und generalisiert. Die Generalisierung wird am gleichen Untersuchungsobjekt wieder überprüft, und schon haben wir eine "Theorie" von hoher empirischer Erklärungskraft. In den beiden hier besprochenen Fällen entsteht so ganz nebenbei der Eindruck, als hätte ein Rüstungswettlaufmodell seinen Test bestanden, während in Wirklichkeit den Großteil der Erklärung die an Ort und Stelle singular beobachtete Generalisierung leistet ⁵²⁵.

Ich kann mir an dieser Stelle eine langatmige Zusammenfassung wohl ersparen. Soviel aber sei gesagt: Wenn ein Modell empirische Abläufe erklären kann, ist noch lange nicht gesagt, daß damit auch echte Prognosen möglich sind. Man tut also gut daran, sich die Art der angebotenen Erklärungen genauer anzusehen. In den vorliegenden Fällen stellt sich dabei heraus, daß Erklärung eines

524 Daß man auch in methodisch einwandfreien empirischen Arbeiten diesen Zirkel durchaus vermeiden kann, zeigt zum Beispiel die neueste Studie von Choucri und North, die explizit auf die zur Verfügung stehenden Strategien eingehen; cf. N. Choucri (1972), p. 122.

525 Daß es sich zudem um eine nachweislich unzulässige Generalisierung handelt, zeigt die Studie von J.S. Milstein (1970), pp. 11-25, in der für den Rüstungswettlauf zwischen Israel und den arabischen Staaten dargelegt wird, daß die Rüstungshilfe der Großmächte die Intensität der Aufrüstung der Kontrahenten zwischen 1948 und 1965 nur minimal beeinflusst hat.

Rüstungswettlaufs und der einzelnen Rüstungsstände stets nur nach Ablauf des Rüstungswettlaufs möglich ist, weil die singulären Sätze oder Anfangsbedingungen der Erklärung erst dann formuliert werden können.

Weil damit Prognosen bei noch andauernden Rüstungswettläufen nicht möglich sind, wurde gefragt, ob das Problem in der Literatur gesehen worden ist. Das ist nicht der Fall, aber es finden sich zweierlei Arten von Beiträgen, die zumindest in der Richtung der Lösung des Problems liegen. Mihalka und Lambelet haben explizit offene Systeme vorgestellt, aber ohne nach einer Operationalisierung der Parameter zu suchen. Damit regen sie die Einbeziehung weiterer unabhängiger Variabler in Rüstungswettlaufmodelle an. Richardson und einige der in seiner Tradition stehenden Autoren geben Andeutungen von sich, die sich als Aufforderung zur Operationalisierung der Parameter des "klassischen" Modells interpretieren lassen. Aus beiden Gruppen von Beiträgen läßt sich der Schluß ziehen, daß man von geschlossenen zu offenen Systemen übergehen muß. Dissens besteht über die Art dieses Übergangs. Da in diesem Abschnitt 3.5.2. gezeigt worden ist, daß nur möglichst weitgehende Elimination von Parametern den Modellen höheren Erkenntniswert verschaffen kann, liegt nichts näher, als die in 3.5.2.3. diskutierten vagen Andeutungen ernst zu nehmen und nach unabhängigen Variablen Ausschau zu halten, welche die Parameter der umlaufenden Rüstungswettlaufmodelle ersetzen können.

3.5.3. Strategische Modelle zur Analyse von Rüstungswettläufen

3.5.3.1. Vorbemerkung

Dieser Abschnitt greift noch einmal - zum letzten Mal in dieser Arbeit - die in 2.3. vorgestellten strategischen Modelle zur Analyse von Rüstungswettläufen auf. Warum es sich um die "Abschiedsvorstellung" dieser Modelle in der vorliegenden Arbeit handelt, soll hier dargelegt werden. Die Gründe für ihre Verabschiedung lassen sich vor dem Hintergrund von 2.3.1. recht kurz zusammenfassen. Dabei will ich nicht noch einmal darauf eingehen, daß die umlaufenden strategischen Modelle sich sämtlich nicht in testbarer Form befinden, da in ihnen die Indifferenzbeziehung zwischen der Rüstung - oder besser: den Resultaten jeder Kombination von eigener und gegnerischer Rüstung - und zivilem Konsum und ziviler Produktion nicht in parametrischer Form angegeben wird ⁵²⁶.

Mich interessiert stattdessen an dieser Stelle, welche theoretischen Defekte diese Modelle aufweisen und wo sie Kenntnisse über nationalstaatliche Entscheidungsprozesse voraussetzen, die schon bei in voller Öffentlichkeit stattfindenden Entscheidungen selten, aber bei Entscheidungen über die Rüstung eines Staates fast überhaupt nicht zugänglich sind. Unter theoretischen Defekten verstehe ich dabei keine logischen Fehler, sondern solche Annahmen und Ableitungen aus Annahmen der Modelle, die noch vor Durchführung eines ausgearbeiteten Tests erwarten lassen, daß aus dem Modell keine gültigen Aussagen über die empirischen Prozesse abgeleitet werden können, die angeblich modelliert werden. Ich will mich auf drei Hauptpunkte beschränken, durch die ich die Brauchbarkeit der strategischen Modelle für

526 Cf. dazu 2.3.2. und O.R. Young (1972), p. 184.

empirische Analysen eingeschränkt sehe. Dabei halte ich mich mit der Reihenfolge der Kritik an die der Darstellung in 2.3.1.

3.5.3.2. Modelle für Kriegsabläufe

Mein erster Einwand richtet sich gegen die Bewertung einer x, y -Kombination von Rüstungsständen der beiden Kontrahenten durch die durch sie zu erwartenden Resultate, genauer: gegen die Art und Weise, wie diese Resultate aus den jeweiligen Werten von x und y bestimmt werden. Es ist evident, daß in den meisten Fällen nicht die Rüstung selbst für einen Staat von Wert ist, sondern nur ihr Beitrag zur Erreichung irgendwelcher Ziele, in erster Linie zur Verhinderung einer militärischen Niederlage in einem möglichen Krieg. Der Zusammenhang zwischen den Rüstungen, den Alternativen, und ihren Resultaten kann zunächst über Annahmen hergestellt werden⁵²⁷. Diese stellen zwar die Entscheidung eines Staates über seine Rüstung als unter Bedingungen der Sicherheit - perfekte Information über die Zuordnung von Alternativen und Resultaten - erfolgend dar, simplifizieren jedoch unzulässig. Aus dieser Erkenntnis sind die Submodelle für Kriegsabläufe entstanden, welche die Entscheidung über die staatliche Rüstung zu einer Entscheidung unter Risiko machen, dafür aber einen höheren Grad der Realitätsnähe beanspruchen⁵²⁸.

Komparativ besteht dieser Anspruch sicher zu Recht, ich bezweifle aber, daß diese Submodelle schon komplex genug sind, um in ihrer Anwendbarkeit nicht stark beschränkt zu sein. Der erste Grund dafür ist, daß sie

527 Cf. 2.3.1.5.1.1.

528 Cf. 2.3.1.5.2.1.

sich sämtlich auf solche Duelle zwischen Staaten beschränken, in denen ausschließlich Kernwaffen eingesetzt werden. Damit ist aber nach wie vor ungeklärt der Zusammenhang zwischen einer x,y-Kombination konventioneller Rüstungen und dem für die Staaten allein interessanten Resultat dieser Rüstungen im Falle eines Krieges. Ebenso ungeklärt ist der Zusammenhang zwischen Kombinationen von Rüstungsständen, die beiderseits sowohl konventionell wie atomare Rüstung enthalten und ihren Resultaten.

Das bedeutet aber, daß die umlaufenden strategischen Modelle für Rüstungswettläufe bis heute nur zur Analyse solcher Rüstungswettläufe herangezogen werden können, in denen für die Elemente der beiden den Rüstungswettlauf bildenden n-Tupel die zusätzliche Restriktion gilt, daß es sich um Verhaltensakte zur Steigerung der atomaren Rüstung des betreffenden Staates handeln muß. Man wird wohl empirisch keinen Rüstungswettlauf finden, bei dem die so eingeschränkten n-Tupel keine echten Teilmengen der n-Tupel nach der ursprünglichen Definition⁵²⁹ sind, sondern mit letzteren zusammenfallen. Damit läßt man sich das Problem der Zerlegung eines Rüstungswettlaufs in mehrere Teilwettläufe auf, das mit dem vorliegenden Instrumentarium der strategischen Modelle nicht gelöst werden kann, worauf ich später noch kurz eingehen werde.

Genau genommen ist nicht einmal die obige Feststellung zutreffend, daß strategische Modelle nur auf atomare Rüstungswettläufe angewandt werden können, denn die Submodelle für den Zusammenhang von Alternativen (Rüstungsständen) und Resultaten beschränken sich bislang auf "Raketenkriege"⁵³⁰. In diesen spielen interkonti-

529 Cf. 3.3.2.

530 Z.B.M.C. McGuire (1965), pp. 86-93, M.D. Intriligator (1968b), pp. 17-20.

mentale Bombenflugzeuge ebenso wenig eine Rolle wie auf Erdumlaufbahnen geparkte Orbitalbomben (FOBS). Aber auch von Modellen für "Raketenkriege" zu sprechen, ist noch zu wohlwollend: Es handelt sich um "Einheits-Raketenkriege", in denen es keine unverletzlichen Waffensysteme gibt, weil die Verwundbarkeit aller Raketen als einheitlicher Parameter angenommen wird. Damit sind z.B. von Unterseebooten aus abgeschossene Raketen (SLBM) aus der Analyse ausgeschlossen, und es wird nicht zwischen verbunkerten und unverbunkerten Raketen differenziert. Weiter haben alle Raketen einer Seite gleiche Treffergenauigkeit (CEP), und ihre Sprengladung ist einheitlich. Das Gleiche gilt für die Reliabilität und die Reichweite der Raketen jedes Staates, womit auch noch Mittelstreckenraketen (MRBM/IRBM) aus der Analyse verbannt werden.

Obwohl die einschlägige Information spärlich gesät ist, können alle diese Annahmen als grob unrealistisch bezeichnet werden ⁵³¹. Die technischen Eigenschaften der beiderseitigen Waffen sind noch weiter beschränkt - z.B. gibt es keine MIRVs und auch keine ABMs - aber ich will die Liste der simplifizierenden Annahmen nicht fortsetzen. Ihr gemeinsamer Effekt ist der, daß jede Seite nur über "Einheitsraketen" verfügt, deren technische Daten nicht der Realität entsprechen und deren Einsatz unrealistischen Beschränkungen unterliegt: Die beiden Staaten haben praktisch nur die Wahl zwischen "countervalue" und "counterforce" Einsatz und sie können die Zahl der Raketen in jeder Salve festlegen ⁵³².

531 Schon die bei I. Smart (1969), pp. 17-26, angegebenen Daten genügen jedoch, um das zu verdeutlichen.

532 Was sie alles nicht können, steht z.B. in den Annahmen von M.C. McGuire (1965), pp. 83-86.

Daß solche Modelle für Kriegsabläufe stark idealisiert und vereinfacht sind und einen globalen Krieg zwischen Großmächten auf das analytische Maß eines Artillerie- oder Raketenduellis reduzieren, brauche ich wohl nicht mehr zu betonen, zumal ihre Autoren sich über diese Beschränkungen zum Teil sehr wohl im klaren sind ⁵³³. Da ich an diesen Submodellen im Rahmen dieser Arbeit ja nur insoweit interessiert bin, als sie für strategische Modelle zur Analyse von Rüstungswettläufen verwandt werden, bleibt festzuhalten, daß sie die Rüstungswettlaufmodelle mit ihren Annahmen gehörig belasten. Wenn man sich entsinnt, welche Annahme durch diese Submodelle ersetzt worden ist ⁵³⁴, dann ist man versucht zu behaupten, daß - ungeachtet des heuristischen Wertes der Submodelle zur Lösung anderer Probleme - diese Annahme nicht viel unrealistischer war als die durch ihre Elimination eingeführten Annahmen.

3.5.3.3. Zerlegung von Rüstungswettläufen in Teilwettläufe

Der zweite Einwand gegen strategische Modelle hängt mit der weiter oben bereits angesprochenen Trennung verschiedener Teilwettläufe innerhalb eines Rüstungswettlaufes nach der ursprünglichen Definition zusammen. Diese Aufteilung des Rüstungswettlaufs ist erforderlich wegen der Unfähigkeit der Submodelle für Kriegsabläufe, das Resultat einer Kombination von Rüstungsständen zu ermitteln, die nicht ausschließlich die Stückzahlen von

533 So schreibt McGuire an anderer Stelle: "... evaluating war outcomes under any but the simplest assumptions at present is futile." M.C. McGuire (1967), p. 134. Eine knappe Kritik an den Raketenkriegsmodellen und ihren Annahmen findet sich auch bei R.H. Cady (1966), p. 16.

534 Nämlich daß einen Krieg "gewinnt", wer den höheren Rüstungsstand hat.

jeweils nur einer Einheitswaffe angeben. In den strategischen Modellen wird deshalb der Nutzen des Resultats der x,y -Kombination im jeweils untersuchten Teilwettbewerb mit dem der Ergebnisse der konkurrierenden zivilen Ausgaben verglichen um zu entscheiden, wo in welchem Umfang Ressourcen alloziert werden.

Was an keiner Stelle untersucht wird, ist die Konkurrenz mit einer Allokation in einem anderen Teilwettbewerb. Der Nutzen des Resultats jeder Rüstungskombination in einem Teilwettbewerb hängt nämlich nur ab von dem "Restbestand" an Rüstungsgütern, z.B. Raketen, die nach einem Krieg übrig bleiben, der nur mit den Waffen des jeweiligen Teilwettlaufs geführt wird ⁵³⁵. Was in den strategischen Modellen fehlt, ist die Interaktion des Nutzens, den die Resultate der Rüstungskombinationen in verschiedenen Teilwettläufen bringen, wenn - wie wohl tatsächlich der Fall - der Konflikt mit allen militärischen Machtmitteln beider Seiten ausgetragen wird, die in den einzelnen Teilwettläufen akkumuliert worden sind ⁵³⁶. Ich argumentiere nicht, daß die Berücksichtigung dieser Interaktion unmöglich und damit die analytische Trennung der Teilwettläufe unsinnig ist. Ich konstatiere lediglich, daß in den vorliegenden strategischen Modellen ihre Notwendigkeit nicht erkannt worden ist. Letztere wird jedoch kaum jemand ernsthaft bestreiten wollen.

Sie kann illustriert werden durch Zerlegung eines Rüstungswettlaufs in einen konventionellen und einen atomaren, strategischen Teilwettlaufs. Staat A habe dabei

535 M.C. McGuire (1965), p. 12.

536 Einen ganz kurzen Einwand, den man auch in dieser Richtung interpretieren könnte, bringt R.H. Cady (1966), p. 10.

im atomaren Teilwettlauf im Vergleich zum Gegner B einen solchen Stand erreicht, der ihm unter allen Umständen ein akzeptables Ergebnis eines atomaren Krieges mit B garantiert. B andererseits habe die gleiche Überlegenheit im konventionellen Teilwettlauf erreicht. Die Entscheidungsregel der strategischen Modelle würde A empfehlen, im atomaren Teilwettlauf lieber im zivilen Bereich zu allozieren statt in weiterer atomarer Rüstung. Im konventionellen Teilwettlauf würde A dagegen intensivere Rüstung auf Kosten zivilen Konsums empfohlen. Davon abgesehen, daß sich die beiden Ratschläge teilweise widersprechen können, vernachlässigen sie die Möglichkeit, daß die konventionelle Rüstung zum Teil durch atomare ersetzt werden kann.

In welchem Ausmaß diese Substitution möglich ist, hängt von der Glaubwürdigkeit ab, mit der A einen massiven Gegenschlag für den Fall beschränkter konventioneller Übergriffe durch B oder automatische Eskalation für den Fall einer Niederlage seiner konventionellen Streitkräfte androhen kann. Ist die Glaubwürdigkeit der Drohung garantiert, dann tut A gut daran, den zweiten Rat in den Wind zu schlagen und im zivilen Sektor zu allozieren, da er sich auf die Abschreckungswirkung seiner atomaren Rüstung verlassen kann. Ein ähnliches Ergebnis kann sich auch bei der Trennung nach Waffengattungen einstellen, wo starke Überlegenheit auf einem Bereich eine gewisse Unterlegenheit auf einem anderen kompensieren kann. Ein Beispiel dafür liefert, auch wenn es sich dabei nicht um einen Rüstungswettlauf handelt sondern um einen bereits ausgebrochenen Konflikt, die amerikanische Luftüberlegenheit in Indochina während der Abzugsphase der Bodentruppen.

3.5.3.4. Informationsprobleme

Der dritte und letzte Einwand gegen die strategischen Modelle ist am einfachsten darzustellen und wohl am schwierigsten aus der Welt zu schaffen. Wenn man annimmt, der zweite Einwand sei ausgeräumt, dann ist es möglich, bei gegebenen Ressourcen entsprechend der Entscheidungsregel aus 2.3.1.5.2.2. den angesichts der gegnerischen Rüstung für die eigene Rüstung zu allozierenden Betrag zu bestimmen und damit den eigenen Gesamtnutzen zu maximieren. Logisch ist das gar kein Problem, aber die forschungspraktischen Schwierigkeiten sind nicht zu übersehen. Woher bekommt man denn die dringend benötigte Information über die Nutzenfunktionen der Rüstung und der zivilen Produktion und des zivilen Konsums für den jeweiligen Entscheidungsträger? Wenn man diese nicht hat, kann man auch keine Indifferenzkurven angeben, also in der Konsum-Rüstungs-Ebene diejenigen Punkte ermitteln, die für den Entscheidungsträger gleichen Gesamtnutzen bringen. Ohne Indifferenzbeziehungen zwischen den um die knappen Ressourcen konkurrierenden Gütern ist aber die Anwendung der Entscheidungsregel nicht möglich.

Damit stehen die strategischen Modelle vor dem gleichen Problem wie jede andere praktische Anwendung der Entscheidungstheorie⁵³⁷: Sie setzen die Kenntnis der Präferenzen der Entscheidungsträger voraus, kennen aber keinen allgemein gangbaren Weg zu ihrer Ermittlung. Für die strategischen Modelle stellt sich dieses Problem in ganz besonderer Schärfe aus zwei Gründen: Erstens muß der Nutzen jeder Allokation im militärischen oder zivilen Bereich, der Wert, den sie für die Entscheidungseinheit hat, auf Ratio-Niveau gemessen werden, während

537 M.C. McGuire (1965), p. 96, nennt sein Modell selbst eine "decision theory".

bei einfacheren Entscheidungen oft ordinales oder zumindest Intervall-Meßniveau ausreicht ⁵³⁸. Zweitens haben sie es mit einem so ungeheuer komplexen Entscheidungsbereich zu tun, daß ein Versuch der Ermittlung der Präferenzen gerade zu dem Zeitpunkt, zu dem sie am wichtigsten ist, wenn nämlich eine Entscheidung vorbereitet wird, kaum von jemandem zu leisten ist, der nicht selbst an diesem Prozeß teilnimmt. Dazu kommt, daß der fragliche Bereich nicht gerade publizitätsfreundlich ist, so daß dem Analytiker die Information über die Wertskalen der Entscheidungseinheit sogar dann vorenthalten wird, wenn im Verlauf der Vorbereitung der Entscheidung einschlägige Denktechniken wie z.B. Operations Research angewandt werden, die den Entscheidungsträger zur Preisgabe seiner Präferenzen zwingen.

Bisher bin ich bewußt nicht auf die Frage eingegangen, ob denn Modelle wie die strategischen Modelle für Rüstungswettläufe überhaupt den tatsächlichen Entscheidungsprozeß bei der Festlegung der Rüstung eines Staates wiedergeben. Wenn man davon absieht, daß sie nur über jeweils einen Teil staatlicher Rüstung sprechen, dann nehmen sie doch in Anspruch, aus einer einzigen Kosten-Nutzen Analyse die Unterteilung des gesamten Staatshaushaltes in zivile und militärische Ausgaben zu erklären.

Man kann wohl argumentieren, daß derart detaillierte Kosten-Nutzen Analysen z.Z. erst in viel bescheidenerem Maßstab tatsächlich durchgeführt werden, z.B. bei der Entscheidung zwischen verschiedenen Prototypen eines Waffensystems - daß aber auf dieser höchsten Entscheidungsebene die Entscheidung aus viel "politischen" und "irrationaleren" Gründen fällt ⁵³⁹. Nichts-

538 Cf. A. Rapoport (1960), pp. 123-127.

539 Diesen Standpunkt vertritt auch M.H. Halperin (1971), pp. 31-33, der über die Anwendung moderner wissenschaftlicher Entscheidungshilfen im

destoweniger ist die Beschäftigung mit derartigen Modellen rationaler Entscheidung über staatliche Rüstung erforderlich und sei es nur um zu wissen, wie diese Entscheidungen auch anders aussehen könnten ⁵⁴⁰.

3.5.3.5. Schlußbemerkung

Wenn ich mit diesem Abschnitt die Behandlung strategischer Modelle für Rüstungswettläufe in dieser Arbeit abschließe, dann geschieht das also nicht, weil ich sie für logisch fehlerhaft oder für empirisch widerlegt halte, sondern weil sie den gegenwärtigen Kenntnisstand überfordern, speziell was Entscheidungsprozesse in Nationalstaaten angeht. Mein dritter Einwand sollte diesen Punkt verdeutlichen. Hier hat die empirische Forschung nicht mit der theoretischen Entwicklung Schritt gehalten.

Forts. 539:

Verteidigungsbereich sagt "... the more limited the decisions are the greater the role of quantitative methods" (p. 33). Akzeptiert man diese Feststellung als korrekte Beschreibung des Tatbestands, dann ist es gar nicht die Geheimniskrämerei der Entscheidungsträger, die an dem im letzten Einwand monierten Fehlen der nötigen Information über ihre Präferenzen Schuld ist. Vielmehr sind sie gar nicht in der Lage, die verlangte Information zu geben, da die Art des Entscheidungsprozesses ihnen die Deklaration ihrer Präferenzen auf diesem generellen Niveau gar nicht abverlangt.

540 Ich will mich nicht damit aufhalten, die Argumentation für und wider die Verwendung von rationalen Entscheidungsmodellen zur Analyse von nationalstaatlichen Entscheidungen hier auch noch aufzunehmen. Cf. dazu S. Verba (1969), besonders pp. 229-231, J.C. Harsanyi (1966), p. 2, R. Hilsman (1959), pp. 361-363, M. Patchen (1965), passim.

Die ersten zwei Einwände sind theoretischer Art, Während der zweite durch zusätzliche Annahmen relativ leicht beiseite geräumt werden kann, bin ich beim ersten weniger optimistisch. Um die gewaltig vereinfachenden Annahmen der Submodelle für Kriegsabläufe zu beseitigen, müßte ein eigener Forschungszweig, eine "empirische Kriegsforschung" etabliert werden, der sich an die Aufstellung von Hypothesen über den Zusammenhang der Resultate gewaltsamer Konflikte mit den Anfangsstärken und dem ökonomischen Potential der Kombattanten machte und diese Hypothesen den üblichen, methodisch rigorosen Tests zuführte. Auch der dritte Einwand wird sich, wenn überhaupt, nur mit beträchtlichem Arbeitsaufwand ausräumen lassen.

Die letzten Sätze zeigen wohl, warum ich trotz ihrer theoretischen Eleganz auf eine weitere Verwendung strategischer Modelle verzichte. Die dringend fälligen Arbeiten an ihrer Überführung in testbare und realistische Form erfordern den Aufbau eines eigenen Forschungsprogramms und die Lösung eines Problems, mit dem die Anwender formaler entscheidungstheoretischer Modelle seit zwei Jahrzehnten nicht recht fertig geworden sind. Da ich es nicht für ratsam halte, mit der Untersuchung von Rüstungswettläufen bis zur Lösung dieser Probleme zu warten, will ich lieber einige offene Systemmodelle formulieren und sie in eine testbare Form bringen. In welcher Reihenfolge die einzelnen Schritte dazu geschehen sollen, wird in der Einführung zum folgenden vierten Kapitel dargestellt.

4. Vorschläge zur Operationalisierung und ein Beitrag zur Modellkonstruktion

4.1. Einführung: Zur Systematik

In der Einführung zum dritten Teil der vorliegenden Arbeit wurde aus dem Überblick über die Literatur im zweiten Teil der Schluß gezogen, daß die sozialwissenschaftliche Theorie des gemeinhin als Rüstungswettlauf bezeichneten Verhaltens von Nationalstaaten in einer Sackgasse zu stecken scheint, weil in diesem Forschungszweig eine schrittweise Ausweitung der gesicherten Erkenntnis als Ergebnis ständiger Wechselwirkung von theoretischer Reflexion und empirischer Überprüfung nicht erfolgt. Als Ursache dafür wurde in 3.3. und 3.4. die ungenügende Verbindung der Sprachebenen der Beobachtung und der Modellkonstruktion identifiziert: Für die zentralen Terme "Rüstung" und "Rüstungswettlauf" stehen keine reliablen und validen Operationaldefinitionen zur Verfügung.

Hier Abhilfe zu schaffen, ist das Anliegen der folgenden Abschnitte 4.2. und 4.3. Da die Definition des Terms "Rüstungswettlauf" selbst den Term "Rüstung" enthalten muß ⁵⁴¹, beginne ich mit der Suche nach einem reliablen und validen Indikator für die Rüstung eines Staates und nehme erst dann die Operationalisierung des Terms "Rüstungswettlauf" in Angriff.

Es versteht sich, daß - sollten diese beiden Abschnitte brauchbare Ergebnisse bringen - diese nicht nur im Kontext von mathematischen Reaktionsmodellen für Rüstungswettläufe nützlich sein könnten. Bei dem Indikator für Rüstung liegt das auf der Hand. Mir scheint es jedoch auch nicht ganz unwichtig, daß die Operationalisierung

541 Cf. 3.3.1.

des Terms "Rüstungswettlauf" die Möglichkeit schafft, aus dem stets und überall zu beobachtenden Rüstungsverhalten von Nationalstaaten eine Menge von Verhaltensabläufen auszugrenzen, die nach angebbaren Kriterien intern homogen ist. Diese Möglichkeit ist nicht nur Voraussetzung für die Untersuchung der Gesetzlichkeit dieser Abläufe sondern auch der Ursachen ihres Auftretens und der Art und der Begleitumstände ihrer Beendigung.

Ebensosehr versteht sich aber, daß diese beiden Abschnitte sowohl räumlich wie auch dem Arbeitsaufwand nach auf Kosten der Behandlung der formalen Rüstungswettlaufmodelle gehen, die der ursprünglichen Konzeption nach einmal im Mittelpunkt dieser Dissertation stehen sollten. Entsinnt man sich jedoch dessen, was in 2.2.2. und auch in 3.2. über die Relevanz der vorliegenden Tests für die umlaufenden Systemmodelle gesagt werden mußte, dann nimmt man diese Akzentverschiebung gern in Kauf, um die logisch vorgeordneten Probleme auch zuerst zu behandeln. Wäre es nicht Spielerei, den bereits vorhandenen Modellen ein paar weitere hinzuzufügen in der Gewißheit, daß auch ihnen die Konfrontation mit der Realität auf absehbare Zeit erspart bleiben wird? Erst wenn sichergestellt ist, daß sie nicht mehr geschont werden und daß auch ihre Vorgänger nicht unter Hinweis auf Meßprobleme und die Unsicherheit, wo überhaupt und zwischen wem ein Rüstungswettlauf stattfindet, für Versagen in der Testsituation exkulpiert werden können, lohnt sich wieder die Arbeit an neuen formalen Modellen.

Sollten diese Voraussetzungen durch die beiden folgenden Abschnitte geschaffen sein, so kann anschließend der letzte Abschnitt dieses Kapitels einen Beitrag zur Lösung des Problems versuchen, von dem diese Arbeit ihren Ausgang genommen hat und das in 3.5.2. artikuliert wurde, nämlich der beschränkten Möglichkeit zu Erklä-

rung und Prognose innerhalb der umlaufenden Systemmodelle. Dort soll vor allem untersucht werden, wie diese Schwäche mit Hilfe offener Systemmodelle anstatt der gewohnten geschlossenen Modelle überwunden werden kann, welche Variablen als exogene Steuerungsvariablen in Betracht kommen und auf welche Weise sie in ein Systemmodell eingebaut werden müssen.

4.2. Operationalisierung des Terms "Rüstung"

4.2.1. Vorbemerkung: Explikation des Terms

Vor einer Operationalisierung des Terms "Rüstung" ist eine Explikation angebracht, wie sie in ganz groben Zügen schon in 3.4.1. gegeben wurde. Danach handelt es sich bei der Rüstung eines Staates um eine derjenigen Eigenschaften, welche ihm die Einflußnahme auf andere Staaten ermöglichen, nämlich die Eigenschaft, auf jene in einem bestimmten Umfang Gewalt ausüben zu können. Gewalt ist hier sehr eng auf physische Gewalt beschränkt und enthält nicht die in anderen Zusammenhängen interessanten Komponenten der Ausbeutung und der Unterdrückung. Unter der Ausübung von Gewalt auf einen Staat B durch einen Staat A wird hier nur die Einwirkung durch Staat A auf von B positiv bewertete Objekte, die der Verfügungsgewalt von B unterliegen, verstanden, also z.B. auf das militärische Material, die Bevölkerung oder die Industrieanlagen von B, durch Druck, Stoß, Erschütterung, Hitze oder andere Strahlung. Diese Einwirkung muß in der Absicht der Zerstörung oder Beschädigung der jeweiligen Zielobjekte erfolgen.

Als Mittel derartiger Einwirkung auf Ziele im Besitz anderer Staaten unterhalten die meisten Staaten spezielle Organisationen, ihre Streitkräfte. Nach der obigen Explikation ist klar, daß die Rüstung eines Staates nicht identisch ist mit dem militärischen Material,

das seinen Streitkräften zur Verfügung steht, daß sie aber nicht unabhängig von dessen Eigenschaften ermittelt werden kann. Unter dem militärischen Material ("hardware") sind alle diejenigen Geräte zu verstehen, mit denen die Streitkräfte ausgerüstet sind, also nicht nur die zur unmittelbaren Einwirkung auf gegnerische Ziele erforderlichen Waffen und die dazugehörigen Träger, sondern auch Transport- und Nachschubeinrichtungen oder Informationsbeschaffungssysteme. Die Rüstung eines Staates dagegen bezeichnet das Ausmaß an Gewalt, das durch Einsatz all dieses Materials gegen feindliche Ziele ausgeübt werden kann, hängt also ab von den Stückzahlen und den technischen Eigenschaften des militärischen Materials des betreffenden Staates.

Vielleicht kann diese Explikation des Terms "Rüstung" von einem Vergleich mit dem "militärischen Nutzen" oder der "Effektivität" des militärischen Materials eines Staates profitieren. Das oberste Ziel der Streitkräfte lautet in seiner allgemeinsten und vagsten Formulierung, einen gegnerischen Angriff abzuschrecken und im Falle eines nicht zu verhindernden militärischen Konfliktes dem Gegner möglichst viel Schaden zuzufügen und den Schaden für den eigenen Staat zu minimieren. Der militärische Nutzen oder Wert des militärischen Materials eines Staates kovariiert mit dem Ausmaß, in dem diese Ziele tatsächlich erreicht werden ⁵⁴². Da der Beitrag des einzelnen Materials zu dem ersten Teilziel, der Abschreckung, nur schwer feststellbar ist, konzentriert sich die Ermittlung des militärischen Nutzens, unter der Annahme eines rationalen Gegners, auf das zweite Teilziel, weil ein derartiger Gegner um so eher abgeschreckt wird, je mehr Schaden er für den Fall eines Konfliktes befürchten muß ⁵⁴³. Ohne damit bereits bei einer ope-

542 Cf. L.D. Attaway (1968), pp. 59-62.

543 Cf. M.J. Peck (1962), pp. 271 f., C.J. Hitch (1960), pp. 179-181.

rationalen Definition angelangt zu sein, kann man mit- hin sagen, daß der Wert militärischen Materials abhängt von dem Schaden, den ein Staat durch seinen Einsatz im Kriegsfall einem Gegner zufügen kann, und von dem eigenen Schaden, den er dadurch abwenden kann.

Dieser militärische Nutzen läßt sich jedoch nicht allgemein aus der Zusammensetzung der Streitkräfte bestimmen, sondern bei gegebener Zusammensetzung hängen die Schadensfunktionen von der Art des eingetretenen Konfliktes ab, von der Zusammensetzung der Streitkräfte des Gegners und ihrem Einsatz. Der entscheidende Unterschied zwischen der Rüstung eines Staates und dem militärischen Nutzen des Materials seiner Streitkräfte ist also, daß erstere die größtmögliche Gewaltanwendung des Staates gegenüber einem Gegner bezeichnet, die unabhängig von tatsächlich eingetretenen Kampfhandlungen ist, während letzterer von dem in Einzelfall angerichteten bzw. vermiedenen Schaden abhängt.

Diese Abgrenzung ist deshalb notwendig, weil sich mit dem Nutzen von Waffensystemen und Kombinationen von solchen bisher fast ausschließlich diejenige Literatur befaßt, die mit systemanalytischem Ansatz einen Beitrag zur Entscheidungshilfe bei konkreten Rüstungsentscheidungen leisten will⁵⁴⁴. Dazu muß sie aber ausgehen von denjenigen Kontingenzen, die für am wahrscheinlichsten gehalten werden und kann nicht allgemein angeben, welche Zusammensetzung der Streitkräfte eine größere Rüstung darstellt, die des Staates A oder die seines Kontrahenten B. Dafür kann sie jedoch angeben, für welche Fälle das jeweilige militärische Material - gemessen an den oben präzisierten Zielen der Streitkräfte - besser geeignet zu sein verspricht. Ein weiterer Grund dafür, daß

⁵⁴⁴ Cf. z.B. die beiden Sammelbände von E.S. Quade (1968) und (1964) oder die auf die input-Seite beschränkte Arbeit von G.H. Fisher (1971).

diese Literatur zu der Operationalisierung des Terms "Rüstung" gemäß der Explikation dieses Abschnitts wenig beitragen kann, liegt darin, daß einschlägige Kosten-Nutzen Analysen erst für Entscheidungen mit mittlerer Reichweite vorliegen, also beispielsweise für die Entscheidung zwischen zwei Kampfflugzeugen oder zwei Kampfpanzern, nicht aber für so weitreichende Entscheidungen wie der Festlegung der Zusammensetzung der gesamten Streitkräfte und ihrer Ausrüstung mit Material, die mit einem Schlag auch die Rüstung des betreffenden Staates bestimmen.

Die literarische Vorlage, derer man sich bei der Suche nach einem Indikator für die Rüstung eines Staates im oben explizierten Sinn bedienen könnte, fehlt also fast völlig. Einem Versuch kann das jedoch nicht im Wege stehen. Dieser Versuch wird in 4.2.2. unternommen, wo ein Maß für die Rüstung eines Staates präsentiert werden soll, das Resultat der Aggregation der Kampfkraft der einzelnen Waffensysteme der Streitkräfte des betreffenden Staates ist. Dabei wird sich herausstellen, daß das sooperationalisierte Meßkonzept in der Praxis eine Unmenge von Daten voraussetzt, die man nicht immer zur Verfügung haben wird. Deshalb wird in 4.2.3. versucht, einen Ersatzindex für dieses Idealmaß zu finden, der zwar wieder auf den Ausgaben beruht, welche die Staaten für ihre Streitkräfte tätigen, der aber die Unterteilung der Rüstungsausgaben in solche Kategorien berücksichtigt, welche der Steigerung der Rüstung dienen, und solche, bei denen das nicht der Fall ist. Dieser Ersatzindex wird ferner die Tatsache nicht außer acht lassen, daß aufeinanderfolgende Rüstungsbudgets einen kumulativen Effekt auf die Rüstung des betreffenden Staates haben und daß militärisches Material mit zunehmendem Alter einem natürlichen Verschleiß unterworfen ist.

4.2.2. Ein aggregierter Rüstungsindex

4.2.2.1. Vorbemerkung

Die Rüstung eines Staates, wie sie in 4.2.1. expliziert wurde, hängt ab von der Kampfkraft der einzelnen Waffen, die seinen Streitkräften zur Verfügung stehen. Damit kann die Suche nach einem Rüstungsindex in zwei Schritte zerlegt werden: Zuerst müssen Indizes für die Kampfkraft einzelner Waffen entwickelt werden und anschließend Aggregationsprozeduren zur Ermittlung eines Gesamtindexwertes für die Rüstung eines Staates aus den Kampfkraftwerten der einzelnen Waffen seiner Streitkräfte.

Zunächst zum ersten Schritt, den Kampfkraftindizes. Eine Explikation des Terms "Kampfkraft" ist nicht erforderlich, da er genau analog zu dem Term "Rüstung" verwandt wird. Er bezeichnet die mit Hilfe einer bestimmten Waffe mögliche Gewaltanwendung, das Ausmaß und die Art der physischen Einwirkung auf feindliche Ziele. Wie die Rüstung eines Staates mit dem Nutzen seines gesamten militärischen Materials kontrastiert werden kann, so läßt sich auch die Kampfkraft einer Waffe gegen ihren militärischen Nutzen abheben. Während erstere wieder feststeht, kann letzterer sehr unterschiedlich sein, je nachdem, unter welchen Bedingungen die Waffe eingesetzt wird. Der militärische Nutzen einer jeden Waffe ist in Abhängigkeit von der Situation verteilt, in der sie angewandt werden soll, und er hängt nur sehr indirekt mit der Kampfkraft dieser Waffe zusammen. Sowohl Waffen mit geringer als auch mit sehr hoher Kampfkraft können je nach Kontingenz extrem hohen oder gar keinen militärischen Nutzen haben. Wie hoch dieser Nutzen ist, hängt davon ab, ob und in welchem Umfang die betreffende Waffe diejenigen Eigenschaften besitzt, die zur Erreichung des militärischen Zieles erforderlich sind.

Wie in 4.2.1. ausgeführt, ist die hier angesprochene Analyseebene, nämlich die einzelner Waffensysteme, die Domäne systemanalytischer Kosten-Nutzen Analysen. Wenn das Konzept des militärischen Nutzens auf der Ebene der gesamten Streitkräfte nicht hilfreich bei der Ermittlung der Rüstung eines Staates war, kann es dann nicht auf dieser Ebene zur Bestimmung der Kampfkraft einzelner Waffen beitragen? Zur Beantwortung dieser Frage muß man sich ansehen, wie das allgemeine Ziel der Streitkräfte für einzelne Waffen in operationale Form übersetzt wird. Dies geschieht stets nur für bestimmte Einsatzarten und zwar für diejenigen, die man bei dem vorliegenden Waffensystem für die häufigsten und wahrscheinlichsten hält. Danach sucht man nach denjenigen Eigenschaften der Waffe, die für die Erreichung des jetzt operational vorliegenden Zieles am wichtigsten sind. Der Wert oder der Nutzen dieser Waffe ist um so höher, je stärker diese Eigenschaft(en) bei ihr ausgeprägt sind ⁵⁴⁵.

Mit Hilfe dieses Konzeptes des militärischen Nutzens ist es möglich, eine Reihe von Waffen nach ihrem Wert in einer bestimmten militärischen Verwendung, nach dem Ausmaß der Erfüllung bestimmter Aufträge, zu vergleichen und zu ordnen ⁵⁴⁶. An die Grenzen seiner Leistungsfähigkeit stößt man, wenn man den Wert ein- und derselben Waffe in verschiedenen Einsätzen oder gar den Wert verschiedener Waffen in verschiedenen Einsätzen verglei-

545 Zu dieser Prozedur der Bewertung und der anschließenden Entscheidung über Waffenbeschaffung unter zusätzlicher Berücksichtigung der input-Seite, also der Kosten, cf. das Entscheidungsmodell von M.J. Peck (1962), pp. 274-281, auch C.J. Hitch (1960), Kapitel 9.

546 Das setzt natürlich voraus, daß aus dem operationalen, situationsspezifischen Ziel die notwendigen Systemeigenschaften korrekt und vollständig abgeleitet worden sind.

chen will. Die Beurteilung des militärischen Nutzens in verschiedenen Situationen erfolgt ja anhand jeweils unterschiedlicher Kriterien, so daß Kommensurabilität nicht gewährleistet ist. Genau hier liegt das Handicap des Konzeptes des militärischen Nutzens: Offensichtlich ist die Auswahl unter einer Reihe von Waffenprototypen zur Erfüllung bestimmter Aufträge möglich, ohne daß man über eine universelle Skala für die Effektivität von Waffensystemen verfügt, und selbst wenn man eine solche hätte, wäre ihr für die Detailarbeit der Auswahl die für den jeweiligen Auftrag spezifische Nutzenskala vorzuziehen ⁵⁴⁷.

Genau wie bei der Konstruktion einer Skala für den militärischen Nutzen von Waffensystemen müssen auch für Kampfkraftindizes die Eigenschaften der Waffen herangezogen werden, die Frage ist hier nur: welche Eigenschaften? Im Gegensatz zur militärischen Kosten-Nutzen Analyse steht bei der Untersuchung der Aufrüstung eines Staates nicht immer die Information darüber zur Verfügung, an welche mögliche Zukunft die Entscheidungsträger bei einer Entscheidung über die Beschaffung oder den Ausbau eines bestimmten Waffentyps denken. Vor allem - selbst wenn man diese Information besitzen sollte, weiß man noch nicht, ob sich die Zukunft nicht ganz anders entwickeln wird, als von den Entscheidungsträgern antizipiert. Bei kompetitiver Aufrüstung ist diese Information auch unzureichend, weil ein Staat die Zusammensetzung und Ausrüstung seiner Streitkräfte nicht daran orientiert, welchen Nutzen das Material seines potentiellen Gegners in von jenem antizipierten Situationen hat, sondern daran, welchen Nutzen das Material des

⁵⁴⁷ Mit diesem Argument begründet M.W. Hoag (1967), pp. 9 f., die Tatsache, daß man sich im Bereich der militärischen Kosten-Nutzen Analyse bislang nicht mit der Suche nach situationsunabhängigen Kampfkraftindizes aufgehalten hat.

Gegners für jenen in solchen Situationen hat, die er selbst für wahrscheinlich hält. Außerdem befinden wir uns mit diesem Argument ohnehin wieder auf der Ebene des gesamten militärischen Materials, nicht mehr der einzelnen Waffen, und auf dieser Ebene können, wie bereits gesagt, selbst Kosten-Nutzen Analytiker den Nutzen für die Entscheidungseinheit nicht mehr angeben.

Bei der Suche nach solchen Eigenschaften von Waffen, die als Dimensionen eines Index für ihre Kampfkraft dienen können, darf man mithin nicht davon ausgehen, welche Eigenschaften in bestimmten Einsatzarten und -möglichkeiten verlangt werden, sondern man muß nach solchen Eigenschaften suchen, die möglichst allgemein, losgelöst vom konkreten Einzelfall, die Kampfkraft einer Waffe beurteilen lassen. Mit einer Aufreihung derartiger Eigenschaften und der Identifizierung der wichtigsten von ihnen beginnt die Konstruktion der Kampfkraftindizes. Diese Liste von Eigenschaften von Waffen hat ihren Ursprung in der Überlegung, daß unabhängig von allen konkreten kriegerischen Auseinandersetzungen der Zweck waffentechnologischer Innovation stets der gewesen zu sein scheint, möglichst intensiv, möglichst schnell, über möglichst große Entfernung, möglichst kontrollierbar und zuverlässig, möglichst wiederholbar und genau physisch auf gegnerische Ziele einwirken zu können ⁵⁴⁸.

Daran anschließend wird dann untersucht, auf welche Weise die in 4.2.2.2.1. identifizierten Dimensionen sinnvoll zu Indizes für die Kampfkraft von Waffen kombiniert werden können. Abgeschlossen wird der Abschnitt über Kampfkraftindizes mit einem tentativen Test der Validität derartiger Indizes. Dieser Validitätstest be-

548 Eine komplette Historie der Waffentechnologie unter diesem Aspekt stammt von B. Brodie (1962).

ruht auf der Tatsache, daß die Verteilung des militärischen Nutzens einer Waffe in Abhängigkeit von allen möglichen Situationen, in denen sie eingesetzt werden kann, um so höhere Werte enthält, je höher die Kampfkraft dieser Waffe ist. Anders ausgedrückt: Der Gesamtnutzen in allen möglichen Situationen einer Waffe muß proportional ihrer Kampfkraft sein. Hat man aus einer Stichprobe aller möglichen Einsätze Information über den gesamten militärischen Nutzen einer Reihe von Waffen, dann kann man deren Werte auf dem Kampfkraftindex berechnen und die Werte auf beiden Skalen miteinander vergleichen. Genau das wird in 4.2.2.2.3. getan.

Der zweite Schritt auf dem Weg zu einem Index für die Rüstung eines Staates ist die Aggregation der Indexwerte für die Kampfkraft einzelner Waffen. Diese Aggregation erfolgt in zwei Etappen. In der ersten wird bis auf die Ebene größerer Einheiten innerhalb einer Waffengattung (Land-, Luft-, See- oder strategische Streitkräfte) aggregiert, höchstens aber bis auf die Ebene einer ganzen Waffengattung der Streitkräfte eines Staates. Der Darstellung der hier möglichen und lohnenden Prozeduren schließen sich zwei weitere Validitätstests an, durch die überprüft werden soll, ob es tatsächlich zulässig ist, den gleichen Index für die Kampfkraft von Waffen verschiedener Waffengattungen zu verwenden. Sollten auch diese Tests nicht zur Zurückweisung des Kampfkraftindex aus 4.2.2.2.2. und der Prozeduren aus der ersten Aggregationsetappe führen, wird in der zweiten Aggregationsstufe aus den Indizes für die Kampfkraft der einzelnen Waffengattungen der Index für die Rüstung eines Staates gebildet.

Abgeschlossen wird schließlich dieser Abschnitt 4.2.2. über einen kampfkraftorientierten Rüstungsindex mit einer Behandlung der speziellen Probleme, die bei der Anwendung des Index auf strategische Rüstung auftreten.

4.2.2.2. Kampfkraftindizes

4.2.2.2.1. Dimensionen eines Kampfkraftindex

So häufig die Hinweise auf die Notwendigkeit sind, zur Untersuchung von Rüstungswettläufen Maße für die militärische Leistung oder Kampfkraft einzelner Waffensysteme zu entwickeln und aus diesen anschließend ein Maß für die Rüstung eines Staates zu aggregieren ⁵⁴⁹, so selten sind Versuche, dieser Forderung auch gerecht zu werden und etwa ein Inventar von solchen Eigenschaften in Angriff zu nehmen, die zu der Kampfkraft von Waffen beitragen. Es geht in diesem Zusammenhang ausschließlich um solche Eigenschaften, die auf dem "task level" militärischer Operationen relevant sind, also für die Erfüllung spezifischer, eng begrenzter Aufgaben, wie z.B. der Zerstörung eines bestimmten Zieles oder der Behauptung eines unter Kontrolle gehaltenen Raumes ⁵⁵⁰. Außer acht können solche Eigenschaften von Waffen bleiben, die für umfassendere militärische oder gar für politische Ziele relevant sind. Diese Beschränkung auf die einfachsten militärischen Aufgaben und das Zerstörungspotential von Waffen folgt aus der Explikation des Terms "Kampfkraft" - parallel zu der des Terms "Rüstung" - als der mit Hilfe einer Waffe größtmöglichen physischen Einwirkung auf gegnerische Ziele.

Als Faktoren, welche zu dem Ausmaß dieser Einwirkung beitragen, nennt ein Autor Geschwindigkeit, Reichweite, Genauigkeit, "destructive force" und Zuverlässigkeit ⁵⁵¹.

549 Cf. z.B. M.A. Ash (1951), pp. 220 f., R.H. Cady (1966), p. 16, R.A. Brody (1963), pp. 702 f., E. Moberg (1966), p. 80, P.E. Chase (1971), p. 459, K. Mayer (1972), pp. 21 f.

550 Zu der Untergliederung der Analyse militärischer Zielsetzungen in "task level", "situational level" und "policy level" cf. L.H. Wegner (1968), pp. 390-393, 398.

551 M.J. Peck (1962), p. 251.

Von diesen fünf Eigenschaften sind jedoch nur die ersten beiden uneingeschränkt operational, die dritte und fünfte sind es nur bedingt, und völlig unklar bleibt, was mit "destructive force" gemeint ist. Sehr viel umfangreicher und deshalb nützlicher sind die beiden Listen von Eigenschaften, die Kemp getrennt für Bodentruppen und Flugzeuge aufstellt ⁵⁵².

Ohne Rücksicht auf Kems Fragestellung ⁵⁵³ läßt sich die Prozedur seiner Studie folgendermaßen kurz darstellen. Zuerst werden verschiedene Pakete von Kampftruppen unterschiedlicher Zusammensetzung und Ausrüstung gebildet, deren Erwerb und Unterhalt annähernd gleich teuer ist, bzw. es wird ermittelt, wieviel Flugzeuge verschiedener Typen für einen bestimmten Geldbetrag jeweils beschafft werden können. Diese Pakete werden dann Gruppen von militärischen Experten vorgelegt mit der Bitte, für eine Reihe von Einsatzarten dasjenige Paket von Kampftruppen bzw. denjenigen Flugzeugtyp zu nennen, der zur Erfüllung der jeweiligen Aufgabe am besten, am zweitbesten etc. geeignet sei. Zusätzlich lautet die Anweisung, aus einer gleichzeitig präsentierten Liste von Waffencharakteristika diejenigen anzugeben, die für die Wahl der bevorzugten Pakete oder Typen und für ihre Rangordnung ausschlaggebend waren. Auch die jeweils entscheidenden Eigenschaften werden von den Experten in eine Rangordnung gebracht.

Im gegenwärtigen Stadium dieser Arbeit sind von Kems Studie nur die beiden Listen mit Eigenschaften von Flug-

552 G. Kemp (1970), pp. 50 f., 88 f.

553 Kemp will untersuchen, welche der zur Zeit angebotenen Waffen in Anbetracht ihrer Leistung und ihrer Kosten am ehesten für die Ausrüstung der Streitkräfte von Entwicklungsländern geeignet sind. Das hier eingeschobene kurze Referat der Methode empfiehlt sich auch wegen der Rolle, die Kems Daten in den ersten beiden der folgenden Validitätstests spielen.

zeugen und Bodentruppen interessant, weil sie eventuell Hinweise darauf geben können, welche Dimensionen ein allgemeiner Kampfkraftindex haben sollte. Für Bodentruppen lautet Kemps Liste von Eigenschaften ⁵⁵⁴:

Geschwindigkeit
 Beweglichkeit
 Feuerkraft
 Schutz (für die eigenen Truppen)
 Ausdauer und Unabhängigkeit (von logistischem
 Apparat)
 "Dichte" ⁵⁵⁵
 Schwierigkeit der Wartung

Die entsprechende Liste für Kampfflugzeuge umfaßt folgende Eigenschaften ⁵⁵⁶:

Geschwindigkeit
 Fähigkeit zum langsamen Flug
 militärische Nutzlast
 Aktionsradius
 Schwierigkeit der Wartung
 Anforderung an Start- und Landebahn
 Allwettertauglichkeit
 Tiefflugeigenschaften
 Belade- und Auftankzeit bei rollendem Einsatz
 Treibstoffreserven
 Kampferprobung
 Verschiedenartigkeit der Bewaffnung.

Bevor man sich daran macht, aus Kemps Daten diejenigen Eigenschaften zu ermitteln, welche von seinen Experten am häufigsten als ausschlaggebend für ihre Wahl einer bestimmten Waffe oder eines bestimmten Waffenpaketes genannt werden, empfiehlt sich noch ein kurzer Blick auf die Zusammensetzung seiner Listen. Dabei fällt auf, daß beide Listen Eigenschaften von Waffen enthalten, die nicht auf der Analyseebene einzelner, eng umrissener militärischer Aufträge relevant sind, sondern

554 G. Kemp (1970), pp. 50 f.

555 Darunter versteht Kemp "the amount of ground for which the unit could be held responsible".

556 G. Kemp (1970), pp. 88 f.

auf der Ebene umfassenderer militärischer Situationen, zu deren Bewältigung spezifische Einsätze lediglich Einzelbeiträge leisten.

Diese Eigenschaften sind bei Kampfflugzeugen die Schwierigkeit der Wartung, Anforderungen an das Flugfeld, die Ausrüstungszeit in rollendem Einsatz und die Kampferprobung. Alle diese Eigenschaften sind wichtig für die Entscheidung darüber, ob ein bestimmter Flugzeugtyp in einer bestimmten Situation eingesetzt werden soll, sie sind jedoch nicht hilfreich für die Entscheidung, welcher Typ besser dazu geeignet ist, eine Artilleriestellung des Gegners zu bombardieren oder eigenen Bodentruppen Erdkampfunterstützung zu geben. Sinngemäß gilt dasselbe für die Schwierigkeit der Wartung auf der Liste der Eigenschaften von Bodentruppen. Die vier genannten Eigenschaften kann man also schon jetzt als uninteressant für die Entwicklung von Kampfkraftindizes aus den beiden Listen streichen.

Eine erstaunlich klare Bestätigung dieser theoretischen Überlegung liefern Kemps Daten selbst. Die Einsätze, für welche die Experten die Eignung der verschiedenen Waffenpakete und Flugzeugtypen angeben sollen, sind alle auf der Ebene spezifischer Kampfaufträge ohne Berücksichtigung der militärischen Gesamtsituation formuliert ⁵⁵⁷. Ist die obige Überlegung korrekt und haben die vier genannten Eigenschaften tatsächlich nichts mit der Eignung für den spezifischen Einsatz zu tun, dann sollten diese Eigenschaften überhaupt nie zur Begründung der Auswahl einer Waffe für einen derartigen spezifischen Auftrag genannt werden, bzw. nur dann, wenn ein Mitglied des Expertenteams den Auftrag nicht richtig aufgefaßt hat.

557 G. Kemp (1970), pp. 45, 83.

In der Tat werden die vier angesprochenen Eigenschaften am seltensten von allen Eigenschaften als ausschlaggebend für die Wahl einer bestimmten Waffe für einen bestimmten Einsatz genannt. Die vier Eigenschaften von Flugzeugen werden bei zehn verschiedenen Einsätzen nur jeweils einmal als ausschlaggebend für die Wahl des bevorzugten Flugzeuges angegeben und das auch nur als dritt- bzw. viertwichtigste Eigenschaft ⁵⁵⁸. Bei der Bewertung von Paketen aus Bodentruppen wird die Eigenschaft der einfachen Wartung nur siebenmal genannt bei 47 möglichen Wahlen ⁵⁵⁹, die auf jede Eigenschaft entfallen könnten ⁵⁶⁰; als erste Wahl wird diese Eigenschaft als einzige nie genannt. Dieses Ergebnis bestätigt die Vermutung, daß die vier oben angeführten Eigenschaften nichts mit der Eignung einer Waffe zu tun haben, einen eng umrissenen Kampfauftrag auszuführen, und deshalb aus den beiden Listen von Kemp entfernt werden können.

Im nächsten Schritt geht es jetzt darum, aus den verbliebenen Eigenschaften der beiden Listen diejenigen zu ermitteln, die von den Experten für besonders wichtig zur Erfüllung bestimmter Kampfaufträge gehalten werden.

558 G. Kemp (1970), Appendix II, pp. 313-331.

559 Zwar läßt G. Kemp (1970), Appendix I, pp. 261-310, die Pakete aus Bodentruppen nur in 24 Missionen bewerten, da aber oft zwei oder gar drei Pakete nahe beieinander liegen, führt er in diesem Fall für jedes Mitglied der Spitzengruppe die entscheidenden Charakteristika an. Deshalb können auf eine Eigenschaft maximal 47 statt 24 Wahlen entfallen. Bei der Auszählung der vergebenen Wahlen habe ich nicht danach differenziert, welche Position in der Spitzengruppe das aufgrund eines bestimmten Charakteristikums für einen Auftrag für besonders geeignet gehaltene Paket einnimmt.

560 Zum Vergleich: Die nach der einfachen Wartung am seltensten genannte Eigenschaft erhält immerhin 22 von 47 möglichen Wahlen.

Zunächst zu der Liste von Eigenschaften von Kampfflugzeugen:

An erster Stelle in dieser Liste rangiert eindeutig die militärische Nutzlast. Sie wird bei allen zehn Kampfaufträgen als für die Wahl des bevorzugten Flugzeugtyps entscheidende Eigenschaft genannt, davon achtmal als für die Entscheidung wichtigste Eigenschaft und je einmal auf dem dritten und dem vierten Platz. Insgesamt neun Wahlen erhält die Verschiedenartigkeit der Bewaffnung, davon sieben an zweiter Stelle und wieder je eine an dritter und vierter Stelle. Die Geschwindigkeit wird in sechs Einsätzen als ausschlaggebend genannt, davon je zweimal auf dem ersten und dritten und je einmal auf dem zweiten und vierten Rang. Ebenfalls sechsmal erscheint die Fähigkeit, aufgrund von Treibstoffreserven in der Nähe des Ziels einen günstigen Zeitpunkt zum Angriff abwarten zu können ("loiter capability"); diese Eigenschaft wird viermal an dritter und zweimal an vierter Stelle angeführt. Die Zahl der Wahlen, welche diese vier Eigenschaften auf den verschiedenen Rängen erhalten, ist in Tabelle 2 angegeben ⁵⁶¹.

Eigenschaft	Wahlen				gesamt
	auf Rang				
	1	2	3	4	
<u>militärische Nutzlast</u>	8	0	1	1	10
<u>versch. Bewaffnung</u>	0	7	1	1	9
<u>Geschwindigkeit</u>	2	1	2	1	6
<u>Treibstoffvorrat</u>	0	0	4	2	6

Tabelle 2

⁵⁶¹ Tabelle 2 ist zusammengestellt nach G. Kemp (1970), Appendix II.

Obwohl die Experten diese vier Eigenschaften eindeutig an die Spitze der Liste setzen, ist es nicht zulässig, sie bereits als Kandidaten zur Verwendung in einem Kampfkraftindex zu betrachten und zwar aus zwei Gründen. Zum ersten sind die beiden Eigenschaften mit den meisten Wahlen nicht unabhängig voneinander. Damit ein Kampfflugzeug gleichzeitig verschiedene Waffen (etwa Maschinenkanonen, Bomben, Luft-Luft-Raketen und Luft-Boden-Raketen) tragen kann, muß seine Tragfähigkeit für militärische Nutzlast hoch sein. Aber auch wenn diese verschiedenen Waffen abwechselnd zugeladen werden sollen, muß die Nutzlast höher sein als bei einfacher Bewaffnung, da sonst die gesamte Zuladung durch mehrfache Installation von Halterungen, Ziel- und Auslösevorrichtungen beansprucht wird. Daß verschiedenartige Bewaffnung ein Aspekt hoher Nutzlast ist, zeigt auch die Tatsache, daß mit einer Ausnahme beide Eigenschaften zusammen als ausschlaggebend für die Wahl eines bestimmten Flugzeugtyps genannt werden, wobei die Nutzlast stets einen höheren Rang einnimmt.

Zum zweiten muß man noch die Tatsache korrigieren, daß - entgegen jeder Intuition - der Aktionsradius kein einziges Mal als entscheidend für die Wahl eines bestimmten Flugzeugs für eine bestimmte Aufgabe genannt wird. Das liegt einfach daran, daß Kemp alle Einsätze so spezifiziert, daß der Zielort nicht weiter als 100 Meilen von der Heimatbasis entfernt ist, um die übermäßige Betonung hoher Aktionsradien zu verhindern ⁵⁶². Weshalb er dann diese Eigenschaft überhaupt noch präsentiert, führt Kemp nicht aus. Auf jeden Fall kann man davon ausgehen, daß der Aktionsradius eines Flugzeugs ohne diese Einschränkung der Missionen bei der Auswahl eine große Rolle gespielt hätte. Diese Vermutung wird dadurch bestä-

562 G. Kemp (1970), p. 83.

tigt, daß - trotz Kemps Einschränkung - die Fähigkeit, in Zielnähe einen günstigen Zeitpunkt zum Angriff abzuwarten, so hoch eingeschätzt wird. Diese Fähigkeit hängt nämlich ausschließlich ab von dem Aktionsradius des betreffenden Flugzeugs: Je größer dieser Aktionsradius ist, um so größer ist der Radius des Kreises, innerhalb dessen alle Ziele liegen, über denen das betreffende Flugzeug vor dem Angriff mindestens noch eine bestimmte Zeit abwarten kann, und um so länger kann es über einem bestimmten Ziel verweilen.

Aus Kemps Daten über die Einschätzung von Flugzeugen durch militärische Experten lassen sich mithin drei voneinander unabhängige Eigenschaften ermitteln, die in erster Linie zur Beurteilung der Leistungsfähigkeit von Flugzeugen zur Erfüllung spezifischer militärischer Aufgaben herangezogen werden: militärische Nutzlast, Geschwindigkeit, Aktionsradius. Daß diese Eigenschaften tatsächlich voneinander unabhängig sind, läßt sich anhand der von Mihalka berechneten Korrelationen zwischen diesen Eigenschaften von 66 verschiedenen Flugzeugen feststellen, die in Tabelle 3 angegeben sind ⁵⁶³.

	n	r
g	-0,008	-0,378
n	1,000	0,389

(g = Geschwindigkeit, n = militärische Nutzlast,
r = Aktionsradius)

Tabelle 3

⁵⁶³ M. Mihalka (1971), Table 4.2., p. 106; die verschiedenen verwandten Flugzeugtypen sind in Table 4.6., pp. 114 f., aufgeführt.

Die beiden Koeffizienten zwischen g und r und zwischen n und r sind natürlich in Anbetracht des hohen N statistisch signifikant, aber inhaltlich spricht das nicht gegen die Aussage, die drei Eigenschaften seien unabhängig voneinander, da maximal 15 % der Varianz der einen durch eine der anderen Variablen erklärt werden können.

Nun aber zu den Bodentruppen! Am häufigsten werden hier mit großem Abstand die Eigenschaften der Mobilität und der Feuerkraft als ausschlaggebend für die Wahl eines bestimmten Pakets von Bodentruppen in den von Kemp präsentierten Kontingenzen angegeben. Feuerkraft wird in 45, Beweglichkeit in 43 von 47 möglichen Fällen genannt, beide dabei hauptsächlich auf dem ersten und zweiten Rang. Die am dritthäufigsten angeführte Eigenschaft taucht nur in 25 von 47 möglichen Fällen auf. Von den insgesamt 47 vergebenen ersten Rängen belegen Mobilität und Feuerkraft zusammen 34. Die genaue Anzahl der Wahlen, die sie auf den verschiedenen Rängen erhalten, gibt Tabelle 4 wieder ⁵⁶⁴.

Eigenschaft	Wahlen				
	auf Rang				gesamt
	1	2	3	4	
Feuerkraft	18	20	6	1	45
Beweglichkeit	16	12	9	6	43

Tabelle 4

Im Gegensatz zu den Eigenschaften von Flugzeugen in Tabelle 2 sind diese beiden Eigenschaften von Bodentruppen

⁵⁶⁴ Zusammengestellt nach G. Kemp (1970), Appendix I.

und den einzelnen Waffen von solchen Truppen nicht operational. Relativ einfach läßt sich dieser Einwand bei "Feuerkraft" aus dem Wege räumen. Hier kann man nämlich argumentieren, daß eine absolute obere Grenze für die Feuerkraft einer Waffe der Vorrat an Munition ist, der unter Gefechtsbedingungen mitgeführt werden kann ⁵⁶⁵.

Etwas schwieriger ist die Überführung von "Beweglichkeit" in ein oder mehrere operationale Maße. Sieht man sich die Explikation des Terms durch Kemp etwas genauer an ⁵⁶⁶, dann stellt man fest, daß mindestens drei Komponenten angesprochen sind: Geschwindigkeit, Aktionsradius und Geländegängigkeit. Aufgrund von Kemps Daten kann man jedoch Zweifel hegen, daß die Geländegängigkeit der Waffen in den einzelnen Paketen eine große Rolle bei der Begründung der Wahl eines Pakets durch seine Beweglichkeit durch die Experten spielt. Kemp unterteilt die einzelnen Aufgaben unter anderem danach, ob das Terrain, auf dem die betreffende Operation auszuführen ist, offen, mittelschwer oder schwierig ist ⁵⁶⁷. Spielte bei der Begründung der Wahl eines Pakets durch seine Beweglichkeit auch Geländegängigkeit eine Rolle, dann müßte diese Begründung um so öfter auftauchen, je schwieriger das Terrain ist. Dies ist jedoch nicht der Fall. Von den 47 möglichen Wahlen, die eine Eigenschaft insgesamt erhalten kann, sind 14 bei offenem Terrain möglich, und "Beweglichkeit" wird hier dreizehnmal genannt. Bei mittelschwerem (schwierigem) Terrain sind 15 (18) Wahlen möglich und "Beweglichkeit" erhält 14 (16) Wahlen.

Damit zu sagen, Geländegängigkeit spiele für die Experten bei der Beweglichkeit von Waffen keine Rolle, wäre

565 Cf. M. Mihalka (1971), p. 101.

566 G. Kemp (1970), p. 50.

567 Ibid., p. 44.

jedoch verfrüht. Man bemerkt nämlich, daß von 18 Wahlen bei schwierigem Terrain 13 auf den ersten beiden Rängen erfolgen, bei mittelschwerem Terrain 9 und bei offenem Terrain nur 6 Wahlen. Unter der Nullhypothese, daß Geländegängigkeit als Komponente von Beweglichkeit vernachlässigt werden kann und daß damit die Geländeform keine Rolle dabei spielt, ob eine Waffe wegen ihrer Beweglichkeit bevorzugt wird, lassen sich zu diesen drei Werten die entsprechenden Erwartungswerte berechnen. Dabei muß berücksichtigt werden, daß von 47 Wahlen 14 bei offenem, 15 bei mittelschwerem und 18 bei schwierigem Terrain möglich sind. Tabelle 5 enthält die beobachtete Anzahl der Wahlen von "Beweglichkeit" als ausschlaggebendem Charakteristikum auf den ersten beiden Rängen in der linken oberen Ecke jeder Zelle, die aufgrund der obigen Nullhypothese erwartete Anzahl von Wahlen auf diesen beiden Rängen in der rechten unteren Ecke.

Terrain		
offen	mittelschwer	schwierig
6 8,35	9 8,95	13 10,7

Tabelle 5

Der entsprechende Wert von χ^2 ist 1,155. Die Wahrscheinlichkeit, unter H_0 bei $df=2$ einen Wert von χ^2 1,155 aus purem Zufall zu erhalten, beträgt etwa 0,6. Erst jetzt scheint man mit ziemlicher Sicherheit feststellen zu können, daß bei der Auswahl einer Waffe durch Kamps Experten ob ihrer Beweglichkeit die Bedeutung ihrer Geländegängigkeit minimal ist.

Aber auch dieser Schluß ist nicht unzweifelhaft, denn man könnte ja argumentieren, daß bei der Begründung der

Wahl einer Waffe durch ihre Beweglichkeit angesichts offenen Terrains ihre Schnelligkeit gemeint sei, angesichts schwierigen Terrains aber ihre Geländegängigkeit. Die Bevorzugung der einzelnen Pakete bei den verschiedenen Geländebeziehungen deutet zwar nicht in diese Richtung, aber durch den χ^2 -Test ist diese Möglichkeit nicht widerlegt. Gegen dieses Argument spricht jedoch vor allem, daß dann Geschwindigkeit und Aktionsradius bei schwierigem Terrain keine Rolle spielen würden, was sicher nicht zutrifft.

Auf jeden Fall erweist sich die Zusammenfassung mehrerer wichtiger Waffencharakteristika durch Kemp für die Zwecke dieser Arbeit als hochgradig ineffizient. Seine Daten berechtigen jedoch zu der Aussage, daß für die Beurteilung der Eignung einer erdgebundenen Kampfeinheit oder ihrer einzelnen Waffen zur Erfüllung bestimmter, eng begrenzter militärischer Aufträge die wichtigsten Eigenschaften neben dem im Gefecht mitgeführten Vorrat an Zerstörungsmitteln Geschwindigkeit und Aktionsradius, weniger auch Geländegängigkeit, sind.

Vergleicht man diese Eigenschaften mit den zur Beurteilung von Flugzeugen aus Kemps Studie identifizierten, so stellt man fest, daß man zusätzlich nur die weniger wichtige Geländegängigkeit ermittelt hat, da militärische Nutzlast und Munitionsvorrat identisch sind. Die Übereinstimmung der bei den beiden Waffenarten benutzten Kriterien ist besonders erfreulich, weil das Ziel dieses Abschnittes die Entwicklung eines Kampfkraftindex ist, der bei allen möglichen Waffenarten anwendbar sein soll. Das bisherige Ergebnis ist in dieser Beziehung nicht entmutigend und erlaubt, die drei Variablen Geschwindigkeit, Aktionsradius und militärische Nutzlast als unerläßliche Dimensionen eines Kampfkraftindex zumindest für Bodentruppen und ihre einzelnen Waffen und für Flugzeuge festzuhalten. Die Geländegängigkeit des Materials

von Bodentruppen werde ich nicht weiter heranziehen, weil erstens für andere Waffenarten vergleichbare Eigenschaften nicht ohne weiteres angegeben werden können ⁵⁶⁸ und zweitens diese Eigenschaft erst skaliert werden müßte ⁵⁶⁹, während für die anderen Eigenschaften etablierte Skalen vorliegen.

Leider existiert für Seestreitkräfte eine Kamps Studie entsprechende Untersuchung von Experteneinschätzungen nicht. Kemp selbst behandelt zwar auch derartige Streitkräfte, aber ohne ersichtlichen Grund nicht in derselben quantitativen Weise wie Luft- und Bodestreitkräfte. Es bleibt deshalb nichts anderes übrig, als bei der Entwicklung eines Kampfkraftindex von der Annahme auszugehen, daß auch bei einer detaillierten Untersuchung der Determinanten der Eignung von Marineeinheiten zur Erfüllung spezifischer Kampfaufträge die drei bisher identifizierten Eigenschaften eine hervorragende Rolle spielen würden. Diese Annahme belastet natürlich den Anspruch der folgenden Ausführungen auf Allgemeingültigkeit, aber andererseits besteht kein Grund, sie a priori für unrealistisch zu erklären.

Es stellt schließlich auch keine große Überraschung dar, daß ausgerechnet die drei Variablen Geschwindigkeit, Aktionsradius und militärische Zuladung auf der

-
- 568 Am ehesten ließen sich noch Allwettertauglichkeit und Hochseetauglichkeit als entsprechende Eigenschaften von Flugzeugen und Marineeinheiten nennen.
- 569 Ein Index für Geländegängigkeit müßte etwa folgende Variablen kombinieren: Steigfähigkeit, Watfähigkeit, Schwimfähigkeit, Kletter- und Überschreitfähigkeit, spezifischer Bodendruck. Daß ein solcher Index hier nicht in Angriff genommen wird, liegt weniger an den praktischen Schwierigkeiten, sondern daran, daß in die Indizes für komplementäre Eigenschaften von Luft- und Seestreitkräften andere Variablen eingehen müßten, so daß Kommensurabilität nicht mehr gewährleistet wäre.

Ebene spezifischer Kampfaufträge so stark in den Vordergrund treten. Auch in Mihalkas Kampfkraftindizes, die allerdings nur für Flugzeuge gelten, spielen sie eine hervorragende Rolle ⁵⁷⁰. In der Tat scheinen diese drei Variablen das Skelett einer jeden einfachen militärischen Aufgabe zu erfassen, zu Wasser, zu Land und in der Luft. Das Gerippe derartiger Aktionen besteht darin, Zerstörungsmittel über eine gewisse Distanz mit einer der Situation entsprechenden Geschwindigkeit zu einem Ziel zu transportieren und sie dort zu applizieren. Die Entwicklung von Waffen war stets darauf angelegt, vom Steinbeil über die Muskete bis hin zur Interkontinentalrakete, möglichst schnell über möglichst große Entfernungen möglichst viel Gewalt ausüben zu können. Dazu kommt das Bemühen, dies möglichst zielgenau und möglichst reliabel zu tun, aber dafür Maße zu finden, dürfte - von wenigen Ausnahmen abgesehen - nicht ganz einfach sein.

In dieser allgemeinen Formulierung eines militärischen Auftrages verschwindet die klassische Unterscheidung zwischen Offensive und Defensive völlig. Die ausgeübte Aktivität ist in beiden Fällen dieselbe. Lediglich die Objekte, denen Vernichtungsmittel appliziert werden, unterscheiden sich bisweilen. Unbestreitbar ist diese Begründung für die Beschränkung auf die drei Variablen Geschwindigkeit, Aktionsradius und Nutzlast bei der Konstruktion von Kampfkraftindizes sehr commonsensical, aber vor der Durchführung dieser Konstruktion und vor Tests der Validität der resultierenden Indizes läßt sich ein anderes Argument schwer führen. Immerhin

570 Dort treten noch Herstellungsdatum und Triebwerksleistung hinzu, die jedoch eine vergleichsweise untergeordnete Rolle spielen. Besonders die Triebwerksleistung ist ziemlich bedeutungslos. Cf. M. Mihalka (1971), pp. 109, Table 4.3.

erfahren diese Überlegungen durch die in diesem Abschnitt analysierten Urteile militärischer Experten eine respektable Bekräftigung.

4.2.2.2.2. Kombination der Dimensionen zu dem Kampfkraftindex k

Im letzten Abschnitt wurden die drei Variablen Geschwindigkeit, militärische Nutzlast und Radius, hinfort g , n und r genannt, als unabhängige Dimensionen der Kampfkraft einer Waffe identifiziert. In diesem Abschnitt sollen diese Dimensionen zu einem sinnvollen Index für Kampfkraft kombiniert werden, oder, anders ausgedrückt, es soll nach einer Funktion $f(g, n, r)$ gesucht werden, welche eine Skala für die Kampfkraft von Waffen darstellt⁵⁷¹. Wir gehen dabei davon aus, daß die drei Dimensionen g , n und r ein dreidimensionales Orthogonalsystem aufspannen, wie es in Abbildung 5 dargestellt ist.

Nun gibt es potentiell unendlich viele Funktionen $F(g, n, r)$, die als Indizes für die Kampfkraft von Waffen vorgeschlagen werden könnten. Es ist jedoch sicherlich nicht ratsam, mit den kompliziertesten Funktionen zu beginnen, sondern man sollte zunächst einfache Funktionen auf ihre Eigenschaften untersuchen und, falls diese nicht zur Zurückweisung der jeweiligen Funktion als Index für Kampfkraft führen, sie anschließend Validitätstests unterziehen.

Zwei spezielle Funktionen von g , n und r bieten sich wegen ihrer Einfachheit zur Untersuchung an. Dabei handelt es sich zum einen um die Betragsfunktion des Vektors

⁵⁷¹ Zur Definition von Skalen (hier handelt es sich um eine abgeleitete Skala) cf. P. Suppes (1963), pp. 17 f.

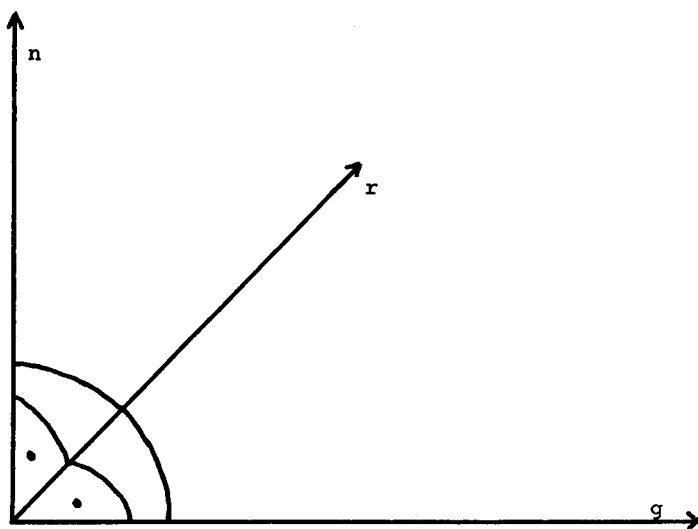


Abbildung 5

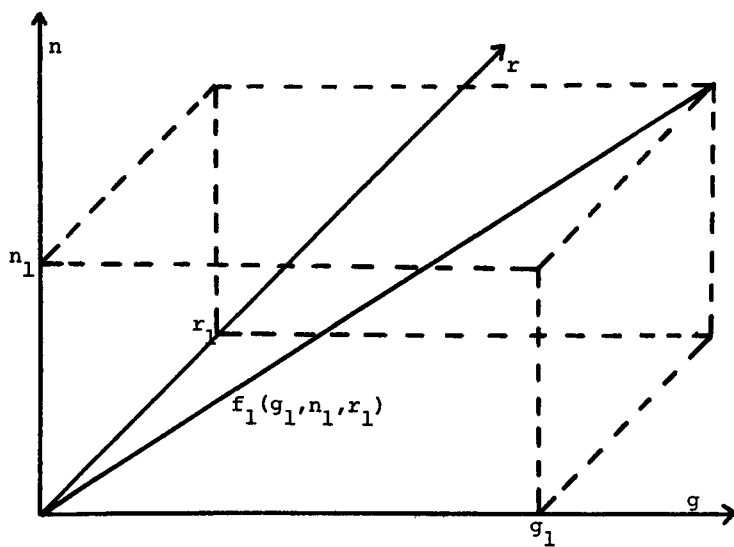


Abbildung 6

$\vec{x}=(g,n,r)$, zum anderen um die Volumenfunktion von g,n und r . Diese beiden Funktionen, f_1 und f_2 , lauten:

$$f_1(g,n,r) = |\vec{x}| = \sqrt{g^2+n^2+r^2} \quad (75)$$

$$f_2(g,n,r) = gnr \quad (76)$$

Abbildung 6 veranschaulicht graphisch diese beiden Funktionen. f_2 ist das Volumen des gestrichelt gezeichneten Körpers. g_1 , n_1 und r_1 sind die Werte eines bestimmten Waffensystems auf den drei für den Kampfkraftindex auserkorenen Dimensionen.

Welche formalen Eigenschaften sollten nun vom dem Kampfkraftindex verlangt werden? Diese Eigenschaften sind deshalb wichtig, weil sie aus der Masse der möglichen Funktionen diejenigen aussondern, die aufgrund von theoretischen Überlegungen als Indizes nicht in Frage kommen.

Die erste Forderung an Funktionen, die auf ihre Eignung als Kampfkraftindizes geprüft werden sollen, lautet, daß $f(g,n,r)$ steigen (fallen) muß, wenn der Wert einer der Dimensionen zunimmt (abnimmt), und die beiden übrigen konstant bleiben. Nur dann ist nämlich gewährleistet, daß eine Waffe, die auf allen Dimensionen einen höheren Wert einnimmt als eine zweite, auch den höheren Wert des Kampfkraftindex erhält. Ist $\delta > 0$, dann läßt sich dieses Kriterium formal folgendermaßen schreiben:

$$\begin{aligned} f(g \pm \delta, n, r) &\gtrless f(g, n, r) \\ f(g, n \pm \delta, r) &\gtrless f(g, n, r) \\ f(g, n, r \pm \delta) &\gtrless f(g, n, r) \end{aligned} \quad (77)$$

Durch Einsetzen von (75) und (76) in (77) läßt sich leicht zeigen, daß sowohl $f_1(g,n,r)$ als auch $f_2(g,n,r)$

dieser Forderung genügen.

Die zweite Forderung an $f(g,n,r)$ erhält man aus der Überlegung, daß ein Gerät, das entweder keine militärische Nutzlast (Zerstörungsmittel) in ihr Ziel tragen kann oder sich überhaupt nicht fortbewegen kann, oder gar ein Gerät, das beides nicht kann, keine Waffe ist ⁵⁷², also auch keine Kampfkraft haben kann. In diesem Fall muß der Wert des Kampfkraftindex gleich Null sein, also genau dann, wenn ein Gerät auf mindestens einer der drei Dimensionen g , n oder r den Wert Null hat. Formal:

$$f(0,n,r)=f(g,0,r)=f(g,n,0)=0 \quad (78)$$

Setzt man wieder (75) und (76) ein, dann sieht man, daß f_1 dem Kriterium nicht genügt, während das bei f_2 der Fall ist. Verwendete man f_1 als Kampfkraftindex, dann erhielten auch Lastwagen, Transportflugzeuge und -schiffe einen Wert für ihre "Kampfkraft" zugeteilt. f_2 dagegen besitzt den natürlichen Nullpunkt, der in (78) gefordert wird.

Die dritte Forderung an $f(g,n,r)$ schließlich ist etwas schwieriger zu begründen. Gegeben seien eine Waffe mit g_1 , n_1 und r_1 und eine zweite Waffe mit λg_1 , n_1 und r_1 . Ist $\lambda \neq 1$, dann muß sich der Kampfkraftindexwert der ersten Waffe, k_1 , von dem der zweiten, k_2 , unterscheiden (nach (77)). Aus den bisherigen Überlegungen geht jedoch nichts über das exakte Verhältnis der beiden Indexwerte hervor. Es steht lediglich fest, daß auch eine Waffe mit g_1 , λn_1 und r_1 oder ebenso eine Waffe mit

572 Von Waffen ist hier grundsätzlich nur bei irgendwelchen mechanischen Vorrichtungen die Rede, nicht berücksichtigt sind also von vornherein Hieb- und Stichwaffen. Von dieser Überlegung werden mithin ausschließlich Minen berührt, die ich nicht als Waffen, sondern als Sperrmittel bezeichnen möchte, wie z.B. auch Stacheldraht und Krähenfüße.

$g_1, n_1, \lambda r_1$ den Indexwert k_2 haben muß, da in Abschnitt 4.2.2.2.1. keine Information über eine eventuell notwendige Gewichtung der drei Dimensionen gewonnen wurde. Der Effekt der Multiplikation mit λ darf also nicht davon abhängen, in welcher Dimension sie erfolgt. Anders ausgedrückt: Die Multiplikation des Wertes auf einer beliebigen Dimension mit einer beliebigen Konstanten λ legt ein spezifisches Verhältnis a der beiden entsprechenden Kampfkraftindexwerte fest:

$$\begin{aligned} k_2 &= f(\lambda g_1, n_1, r_1) = f(g_1, \lambda n_1, r_1) = f(g_1, n_1, \lambda r_1) = \\ &= a f(g_1, n_1, r_1) = a k_1 \end{aligned}$$

Was liegt da näher, als von f zu verlangen, daß ein beliebiges Verhältnis zweier Werte auf jeder der drei Dimensionen von f getreu wiedergegeben werden soll. Diese Forderung entspricht genau der algebraischen Eigenschaft der Homogenität von Determinantenfunktionen. In der Anwendung auf $f(g, n, r)$ lautet diese Eigenschaft:

$$f(\lambda g, n, r) = f(g, \lambda n, r) = f(g, n, \lambda r) = \lambda f(g, n, r) \quad (79)$$

Auch diese Eigenschaft hat nur die Volumenfunktion (76), nicht aber die Betragsfunktion (75). Deshalb empfiehlt es sich, die letztere Funktion zu vernachlässigen und den Kampfkraftindex k als die Volumenfunktion (76) zu definieren.

$$k = gnr \quad (80)$$

Diese Definition von k bedeutet nicht nur, daß man zur Messung der Kampfkraft eine Ratio-Skala mit natürlichem Nullpunkt und der Einheit $\text{kg km}^2/\text{h}$ zur Verfügung hat ⁵⁷³, sondern man kann jetzt auch von den Eigenschaften profitieren, welche die Volumenfunktion neben

⁵⁷³ Diese Einheit ergibt sich, wenn man g in km/h , n in kg und r in km mißt.

der Eigenschaft der Homogenität besitzt. In erster Linie ist hier zu nennen ihre Scherungsinvarianz: Das Volumen eines Körpers bleibt erhalten, wenn die Winkel zwischen den einzelnen Dimensionen des Raumes verändert werden, in dem er sich befindet, sofern nur seine einzelnen Dimensionen unverändert bleiben. Der Quader aus Abbildung 6 geht entsprechend bei der Transformation des Orthogonalsystems in ein schiefwinkliges System in ein Parallelenisotop über, aber sein Volumen bleibt bei konstantem g_1 , n_1 und r_1 erhalten.

Die Eigenschaft der Scherungsinvarianz ist deshalb so wichtig, weil zu Beginn dieses Abschnitts die Orthogonalität von g , n und r nur angenommen wurde. In der Praxis wird diese Annahme jedoch selten voll erfüllt sein ⁵⁷⁴. Wegen der Scherungsinvarianz von k ist es aber unwichtig, die Daten im Einzelfall darauf zu überprüfen, da sich am Wert von k durch eine Verletzung der Annahme überhaupt nichts ändert. Auch dies ist ein nachträgliches Argument für die Wahl der Volumenfunktion als Kampfkraftindex, da die Betragsfunktion (75) diese Eigenschaft der Scherungsinvarianz nicht besitzt. Hätte man $k=f_1(g,n,r)$ gesetzt, müßte man entweder in jedem Einzelfall die Daten auf Orthogonalität prüfen und gegebenenfalls orthogonal transformieren, oder aber man müßte auf Vergleichbarkeit der Werte von k von einer Gruppe von Waffen zur anderen verzichten.

Es ist noch zu früh, k (wie in (80) definiert) als ein gutes Maß für die Kampfkraft von Waffen zu bezeichnen, und im Grunde genommen wird auch am Schluß dieser Arbeit diese Bezeichnung nicht endgültig gerechtfertigt sein. Immerhin erfüllt k alle theoretischen Anforderun-

⁵⁷⁴ Cf. z.B. Tabelle 3, die zeigt, daß in der betreffenden Stichprobe die Dimensionen g , n und r nicht völlig unabhängig sind.

gen dieses Abschnittes an einen Kampfkraftindex, und so ist es angebracht, vor der weiteren Aggregation zu einem Index für die Kampfkraft von mehrere Waffen umfassenden Einheiten oder gar von ganzen Waffengattungen im folgenden Abschnitt die Validität von k zu testen.

4.2.2.2.3. Erster Validitätstest: Vergleich der Kampfkraft von Kampfflugzeugen mittels k

Die bereits in 4.2.2.2.1. zitierte Studie von Kemp enthält nicht nur die dort ausgewerteten Rangordnungen von Waffencharakteristika sondern auch Rangordnungen von Flugzeugen und Paketen von Bodentruppen nach ihrer Eignung zur Bewältigung verschiedener spezifischer militärischer Aufträge. Ein Vergleich dieser Rangordnungen der Pakete von Bodentruppen mit den entsprechenden Werten von k setzt vorherige Aggregation der k -Werte der in jedem Paket enthaltenen Waffen voraus. Bei Flugzeugen ist das nicht der Fall, und deshalb wird der ihnen gewidmete Teil von Kemps Studie zum Zweck eines ersten tentativen Tests der Validität von k verwandt.

Diesem Test liegt folgende allgemeine Überlegung zugrunde: Gegeben sei die Menge aller möglichen militärischen Kampfaufträge. Jede beliebige Waffe kann zur Erfüllung jedes dieser Aufträge eingesetzt werden, sie leistet jedoch nicht bei jedem Auftrag gleich viel. Man erhält also für jede bestimmte Waffe eine bestimmte Verteilung der Leistung in Abhängigkeit vom Auftrag. Über die Form dieser Verteilung zu spekulieren ist müßig, da es sich bei der Variablen "Kampfauftrag" um eine Variable mit diskreten Werten ohne natürliche Anordnung handelt. Allgemein wird man sagen können, daß die Leistung einer Mehrzweckwaffe über mehrere Aufträge

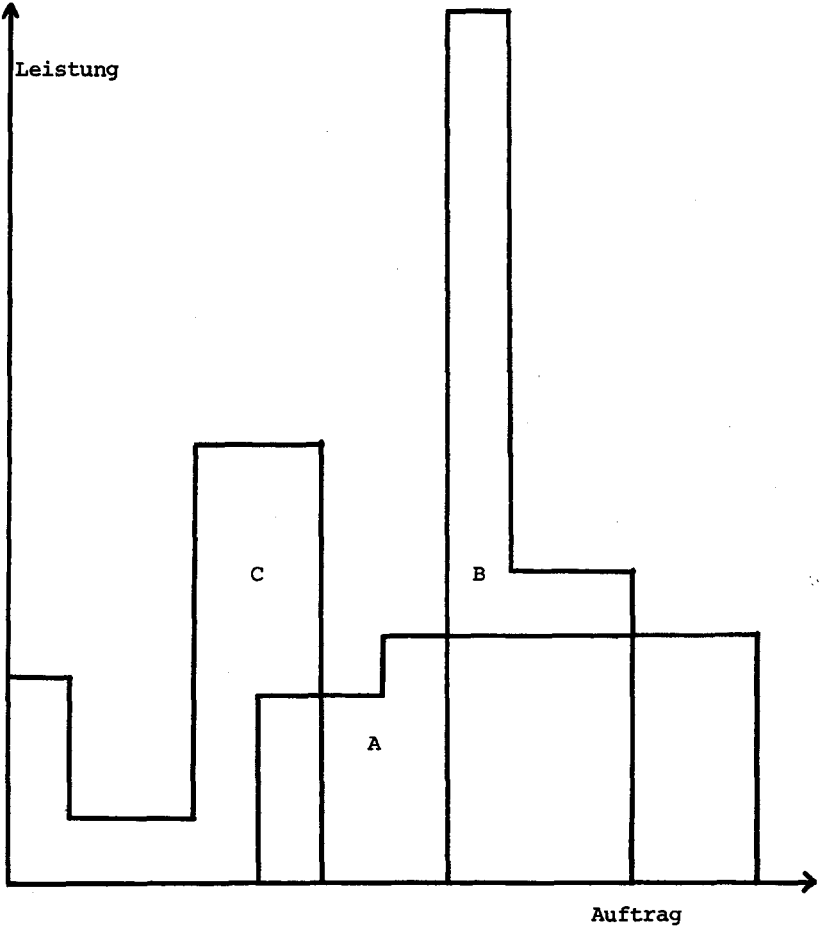


Abbildung 7

hinweg mäßig hoch ist, während hohe Leistung in wenigen Aufträgen spezialisierte Waffen charakterisiert. Abbildung 7 zeigt drei hypothetische Leistungsverteilungen der Waffen A, B und C, wobei A eine typische Mehrzweckwaffe und B eine hochspezialisierte Waffe ist.

Die Leistung einer Waffe zur Ausführung aller möglichen Kampfaufträge erhält man als die Fläche unter dem Graphen der Leistungsverteilung dieser Waffe. Ein operationales Maß für diese aggregierte Leistung zu geben, erübrigt sich, wenn man sich daran erinnert, welches analytische Skelett militärischer Kampfaufträge in 4.2.2.2.1. identifiziert wurde. Ruft man sich dieses Gerippe, die Explikation des Terms "Kampfkraft" aus 4.2.2.1. und die Dimensionen des Kampfkraftindex ins Gedächtnis, dann sieht man, daß in k bereits ein operationales Maß für die vom Einsatz unabhängige militärische Leistungsfähigkeit einer Waffe vorliegt.

Gegeben sei nun andererseits eine Menge W von Waffen. Zu jeder derartigen Menge gibt es eine Menge von Kampfaufträgen A , die all diejenigen Aufträge enthält, in denen mindestens ein Element von W eine von Null verschiedene Leistungsfähigkeit hat, und die keinen Auftrag enthält, zu dessen Erfüllung kein Element von W einen Beitrag leisten kann. Jede Menge von Aufträgen, die A als Teilmenge enthält, sei mit B bezeichnet: $A \subseteq B$. Entsprechend den Ausführungen der letzten beiden Abschnitte ist ein Maß für die militärische Leistung eines Elements von W in allen Elementen von B der k -Wert der entsprechenden Waffe.

Zieht man aus einer der zu einer bestimmten Menge W gehörigen Mengen B eine Zufallsstichprobe S , dann kann man wieder für jedes Element von W die Leistung in allen Elementen von S ermitteln, sofern man seine Leistung in jedem einzelnen Element von S kennt. Das Maß für die

Fähigkeit einer Waffe aus W , einem spezifischen Kampfauftrag aus S gerecht zu werden, heiße L , das aggregierte Maß für ihre Leistungsfähigkeit in allen Aufträgen aus S sei K . Handelt es sich bei S tatsächlich um eine Zufallsstichprobe, dann muß sich, von zufälligen Fehlern abgesehen, der k -Wert eines Elements von W aus seinem K -Wert durch Anwendung der in Anbetracht des Meßniveaus der K -Skala zulässigen Transformation erzeugen lassen ⁵⁷⁵.

Bei einer zufälligen Stichprobe aus B erwartet man also, wenn K eine Intervall- oder Ratioskala ist, eine perfekte Produkt-Moment-Korrelation zwischen den k - und den K -Werten der Elemente einer bestimmten Menge W . Bei einer Ratioskala erwartet man zusätzlich $k=aK$ und bei einer Intervallskala $k=aK+b$. Befindet K sich lediglich auf ordinalem Meßniveau, dann erwartet man eine Rangordnungskorrelation von 1 zwischen dem auf ordinales Meßniveau heruntertransformierten k und K und überdies die Gültigkeit von $k=\phi(K)$, wobei ϕ monoton steigend ist.

Worin besteht nun die Verbindung zwischen Kemps Studie und diesen Überlegungen zum Zusammenhang auftragsspezifischer und auftragsunabhängiger Leistungsmessung? Kemp läßt eine Gruppe von militärischen Experten die Leistungsfähigkeit einer Reihe von Flugzeugen - zusammen die Menge W - in zehn verschiedenen Missionen beurteilen. Faßt man diese Missionen als Stichprobe aus der Menge A auf, in deren Elementen die Elemente von W mit Aussicht auf von Null verschiedenen Erfolg eingesetzt werden können, oder auch als Stichprobe aus einer umfassenderen Menge B , dann bestimmen die Bewertungen eines Flugzeugs nach seiner Tauglichkeit für

⁵⁷⁵ Zu den zulässigen Transformationen cf. P. Suppes (1963), pp. 11-14.

eine bestimmte Mission den Wert von L des Flugzeugs in eben dieser speziellen Mission.

Aggregiert man für ein bestimmtes Element von W die L-Werte aus allen Missionen, dann erhält man den K-Wert des betreffenden Flugzeugs. Jetzt kann man testen, ob für alle Elemente von W die Werte von k und K in der vorhergesagten Beziehung stehen.

Von den zehn Missionen, in denen Kemp die untersuchten Flugzeuge den Experten zur Bewertung präsentiert, werden hier nur sechs als Stichprobe S aufgefaßt. Die übrigen vier haben die Bekämpfung von inneren Unruhen und Aufständen zum Gegenstand und sind für die Zwecke dieser Arbeit uninteressant, da es mir um einen Index für Rüstung im Kontext von Rüstungswettläufen zwischen Nationalstaaten geht und nicht um die Eignung bestimmter Waffen für counterinsurgency (COIN) Operationen ⁵⁷⁶. Die verbleibenden sechs Kampfaufträge lauten ⁵⁷⁷:

- Mission 3: Isolierter Luftangriff gegen feindliche Bodentruppen und Installationen - feindlicher Luftraum - geringer Widerstand
- 4: Erdkampfunterstützung für eigene Bodentruppen - feindlicher Luftraum - geringer Widerstand
- 7: Isolierter Luftangriff gegen feindliche Bodentruppen und Installationen - feindlicher Luftraum - heftige Abwehr
- 8: Erdkampfunterstützung für eigene Bodentruppen - feindlicher Luftraum - heftige Abwehr
- 9: Verteidigung eigener Flugplätze gegen feindliche Luftangriffe
- 10: Verteidigung von Städten und Industrieanlagen gegen feindliche Luftangriffe

576 Von Kems Fragestellung aus sind diese Missionen natürlich ebenso wichtig wie die externen Missionen.

577 Zum leichteren Vergleich mit der Vorlage behalte ich deren Nummerierung bei und nummeriere nicht fortlaufend. Zur genaueren Deskription der einzelnen Missionen cf. G. Kemp (1970), pp. 81-84.

Eine weitere Auswahl aus Kemps Daten muß getroffen werden, weil er in den Missionen eins bis acht Flugzeuge zur Bewertung präsentiert, die in den beiden letzten Missionen neun und zehn nicht vorgelegt werden und umgekehrt. Deshalb berücksichtige ich für die Zwecke des folgenden Validitätstests nur diejenigen Flugzeugtypen, für die über alle sechs Missionen hinweg ein Gesamtmaß K berechnet werden kann. Eine andere Prozedur wäre sinnlos, weil dann Kemp und nicht die Experten über die Brauchbarkeit der Flugzeugtypen für die einzelnen Kampfaufträge entschiede. Die einzelnen Flugzeuge erscheinen in der Mehrzahl, weil Kemp nicht nur militärischen Nutzen sondern auch Kosten untersucht. Deshalb faßt er die Maschinen jedes Typs zu Paketen zusammen, die alle für den gleichen Preis erhältlich sind, hält also die Kosten konstant. Die verbleibenden Pakete von Flugzeugen sind ⁵⁷⁸:

Paket 1:	18 Flugzeuge vom Typ F-86	(USA)
2:	12 Flugzeuge vom Typ F-5A	(USA)
3:	12 Flugzeuge vom Typ MiG-21D	(UdSSR)
4:	6 Flugzeuge vom Typ Lightning	(GB)
5:	6 Flugzeuge vom Typ Mirage III	(F)
6:	3 Flugzeuge vom Typ F-4C	(USA)

Die Instruktion für die Experten lautet, für jede Mission das beste, zweitbeste, drittbeste und das viertbeste Paket zu bezeichnen und auch die restlichen Pakete in eine Rangordnung zu bringen, ohne daß jedoch diese weiteren Ränge aufgeführt oder ausgewertet werden. Die folgende Tabelle 6 ⁵⁷⁹ gibt an, wie oft jedes dieser sechs Pakete in jeder der sechs Missionen auf jedem der vier ersten Ränge genannt wird.

578 G. Kemp (1970), pp. 85 f.

579 Tabelle 6 ist zusammengestellt nach G. Kemp (1970), Appendix II.

Mission	Rang	Paket					
		1	2	3	4	5	6
3	1	1	1	0	0	0	1
	2	0	2	0	0	0	0
	3	1	0	0	0	0	1
	4	1	0	0	0	0	1
4	1	2	1	0	0	0	1
	2	0	1	0	0	0	1
	3	0	0	0	0	1	0
	4	0	3	0	1	0	0
7	1	1	1	0	0	1	3
	2	3	2	0	1	1	2
	3	0	0	1	0	3	1
	4	0	2	1	0	1	2
8	1	0	1	0	0	0	3
	2	3	1	0	0	2	2
	3	0	2	1	1	2	1
	4	0	1	1	1	2	2
9	1	0	1	8	1	0	1
	2	0	2	1	2	1	3
	3	2	1	0	1	2	1
	4	2	2	0	3	1	2
10	1	0	1	9	0	0	1
	2	0	3	1	1	1	1
	3	3	2	0	2	2	2
	4	1	0	0	2	1	2

Tabelle 6

Zur Bestimmung des L-Wertes jedes Pakets in jeder Mission stehen mehrere Verfahren zur Verfügung. Das erste berücksichtigt, daß es sich bei den Expertenbeurteilungen nur um Rangordnungen handelt, definiert also den L-Wert als den mittleren Rang eines Pakets in jeder Mission. Hierbei ist von Nachteil, daß die Daten weniger Ränge als Pakete enthalten, so daß es vorkommen kann, daß ein Paket in einer bestimmten Mission nie auf den ersten vier Plätzen auftaucht, sein L-Wert in dieser Mission also undefiniert ist. Diese Schwäche kann jedoch bei der Aggregation der K-Werte korrigieren, wenn man sie für jedes Paket über den mittleren Rang eben dieses Pakets in allen Missionen definiert, in denen sein L-Wert definiert ist. Die K-Werte der Pakete erhält man durch eine bezüglich der $<$ -Relation strukturerhaltende Abbildung dieser mittleren Ränge auf die Menge der natürlichen Zahlen von 1 bis 6.

Der Haupteinwand gegen diese kurz skizzierte Prozedur lautet, daß sie von den beiden in den Daten enthaltenen Arten der Information, der Zahl der Wahlen und ihrer Rangordnung, nur die letztere berücksichtigt und die fast wichtigere Information über die Anzahl der Wahlen verschenkt. Damit wird auch der angestrebte Validitätstest auf die bei ordinalem Meßniveau zugelassenen Verfahren beschränkt, und die Anwendung effizienterer Tests wird verhindert.

Als ein zweites Maß für die Leistung eines bestimmten Pakets in einer bestimmten Mission läßt sich die Zahl der Wahlen verwenden, welche dieses Paket in der jeweiligen Mission erhält. Im Gegensatz zu dem ersten Verfahren befindet sich dieses Maß auf Intervallskalenniveau. Es sind also Aussagen der Form zulässig, daß zur Erfüllung des Kampfauftrages 7 Paket 2 ebensoviel eher geeignet ist als Paket 3, wie Paket 6 eher als Paket 2 geeignet ist. Unzulässig sind dagegen die Aussagen, daß Paket

6 für Auftrag 7 doppelt so gut wie Paket 1, viermal so gut wie Paket 3 und achtmal so gut wie Paket 4 geeignet sei. Die Unzulässigkeit derartiger Aussagen hat ihren Grund in der Abwesenheit eines natürlichen Nullpunktes. Erhält ein Paket in einer Mission überhaupt keine Wahl, dann heißt das nicht, daß seine Leistung in dem betreffenden Einsatz gleich Null ist, sondern lediglich, daß sie von allen Paketen der Präsentation die geringste ist, die um einen bestimmten Betrag unter der der nächsthöheren Konkurrenten liegt.

Das weitere Vorgehen liegt auf der Hand: Die ebenfalls auf Intervallskalenniveau gemessenen Werte von K der einzelnen Pakete erhält man aus ihren L -Werten durch Summation über alle Missionen hinweg. Der eigentliche Validitätstest könnte dann mittels einer Produkt-Moment-Korrelation zwischen k und K durchgeführt werden. Auch dieser Weg wird nicht beschritten, weil er Information verschenkt, nämlich die Information über die Rangordnung der einzelnen Wahlen, die alle als gleichwertig behandelt werden.

Hier Abhilfe zu schaffen, erweist sich als nicht ganz einfach. Kemps Skalierungstechnik gibt nämlich keinen Aufschluß über die Abstände zwischen den einzelnen Rängen oder gar über deren numerisches Verhältnis. Für die angestrebte Gewichtung der einzelnen Wahlen ist derartige Information jedoch unerlässlich. Man kann sie beschaffen durch Transformation der Ordinalskala, auf der Kemps Experten die einzelnen Pakete einstufen, in eine Intervallskala. Dies geschieht mit dem geringsten Fehlerisiko durch die Annahme der Äquidistanz der vier von Kemp geführten Ränge⁵⁸⁰. Da diese Annahme allein nicht

580 Zu den Grundlagen der Skalentransformation auf ein höheres Meßniveau cf. allgemein G.H. Coombs (1950), R.P. Abelson (1959), (1963b), R.N. Shepard (1966). Speziell zum Nachweis der geringsten Fehlererwar-

eine, sondern 6 (Zahl der Missionen) Intervallskalen erzeugt, wird zusätzlich angenommen, daß die Vergabe eines bestimmten Ranges durch einen Experten über alle Missionen und Pakete hinweg die gleiche Ausprägung der unterliegenden Eigenschaft signalisiert, zur Erfüllung eines bestimmten Kampfauftrages geeignet zu sein.

Die Transformation von Kemps Ordinalskala in eine Intervallskala erfolgt durch die Gleichsetzung der Angabe eines Pakets als erste Wahl durch einen Experten mit der Einstufung dieses Pakets auf der höchsten Position (10) einer zehn Punkte umfassenden Intervallskala. Die Wahl eines Pakets als zweitbeste Alternative bedeutet entsprechend die Vergabe von neun Punkten, als drittbeste von acht und als viertbeste Alternative von sieben Punkten. Es sei wiederholt: Diese Transformation erzeugt lediglich eine Intervallskala! Zehn Punkte bedeuten also nicht, daß der Experte das betreffende Paket für um 25 % besser hält als ein Paket, dem er acht Punkte gibt, sondern der Unterschied in der Leistungsfähigkeit angesichts eines bestimmten Auftrags zwischen einem Paket mit zehn und einem mit acht Punkten ist doppelt so groß wie der zwischen einem Paket mit acht und einem mit sieben Punkten. Die vier höchsten Werte der Skala könnten ebensogut 100, 105, 110, 115 sein ⁵⁸¹.

Forts. 580:

tung durch die Annahme der Äquidistanz bei der Transformation von Ordinal- in Intervallskalen cf. R.P. Abelson (1959), pp. 227-229, und zur empirischen Überprüfung dieser statistischen Analyse S.I. Labovitz (1970), pp. 520 f. Die Kritik an diesem Test von L.G. Vargo (1971), S. Schweitzer (1971) und L.S. Mayer (1971) wird in S.I. Labovitz (1971) zurückgewiesen.

581 Die 10 als höchsten Skalenwert habe ich wegen der Anzahl der von Kemp präsentierten Pakete gewählt. Man kann die Annahme meiner Skalentransformation so formulieren, daß jeder Experte bei der von Kemp

Forts. S. 273

Addiert man die von allen Experten für ein bestimmtes Paket in einer bestimmten Mission vergebenen Punkte, dann erhält man das wohl beste aus Kamps Daten zu destillierende Maß für die Leistung der Flugzeuge eines Pakets in einem spezifischen Einsatz, also den L-Wert dieses Pakets in diesem Einsatz. Addiert man diese Werte über alle Missionen, dann resultiert entsprechend das beste aus Kamps Daten erhältliche Maß für die vom Kampfauftrag unabhängige Leistungsfähigkeit des betreffenden Pakets, also sein K-Wert. Die L-Werte der einzelnen Pakete in den einzelnen Missionen und ihre aggregierten K-Werte sind in Tabelle 7 angegeben.

Mission	Paket					
	1	2	3	4	5	6
3	25	28	0	0	0	25
4	20	40	0	7	8	19
7	37	42	15	9	50	70
8	27	42	15	15	48	70
9	30	50	89	57	32	59
10	31	53	99	39	32	49
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
$K_P = \sum L$	170	255	218	127	170	292
N_P	18	12	12	6	6	3
$K = K_P / N_P$	9,44	21,25	18,17	21,17	28,33	97,33
K normalisiert	1,00	2,25	1,92	2,24	3,00	10,31

Tabelle 7

Forts. 581:

ohnehin verlangten Rangordnung dem bevorzugten Paket in jeder Mission den Skalenwert 10 gibt, dem zweitbesten den Wert 9 und dem jeweils schlechtesten schließlich den Wert 1.

Um festzuhalten, daß ΣL ein ganzes Paket von gleichartigen Flugzeugen charakterisiert, wird in Tabelle 7 der entsprechende Wert mit K_P bezeichnet. Die darauf folgende Zeile N_P gibt nochmals die Zahl der Flugzeuge in jedem Paket an. Die Leistungsfähigkeit des einzelnen Flugzeugs in jedem Paket über alle Missionen hinweg wird als $K=K_P/N_P$ berechnet und in der vorletzten Zeile aufgeführt. Die letzte Zeile schließlich gibt die normalisierten K -Werte der verschiedenen Flugzeugtypen wieder.

Nach den zu Beginn dieses Abschnittes angestellten Überlegungen müßten die soeben ermittelten Werte von K hoch mit den entsprechenden Werten des Kampfkraftindex k korreliert sein. Deshalb werden jetzt zunächst für die sechs untersuchten Flugzeugtypen die Werte des Index k berechnet. Tabelle 8 enthält die zu ihrer Ermittlung benötigten technischen Daten ⁵⁸².

582 Jane's Aircraft (1969-70), T. Cliffe (1972), Table G, pp. 41-47. Die dort in statute miles, lbs. und Mach angegebenen Daten wurden in das MKS-System umgerechnet. Der Aktionsradius ist bestimmt bei völliger Ausnutzung der militärischen Nutzlast, die Höchstgeschwindigkeit gilt für horizontalen Flug. Die laufende Nummerierung entspricht der der Pakete in den Tabellen 6 und 7.

Nr.	Flugzeug- typ	Aktions- radius (in km)	militäri- sche Nutz- last (in kg)	Höchstge- schwindig- keit (in km/h)	Kampfkraft- index k (in $\text{kgkm}^2/10^9\text{h}$)
1	F-86	443	1820	1110	0,885
2	F-5A	402	2820	1673	1,982
3	MiG-21D	724	1000	2627	1,905
4	Lightning	536	1360	2715	1,979
5	Mirage III	482	3180	2627	4,030
6	F-4C	857	7270	2870	17,900

Tabelle 8

Der eigentliche Validitätstest besteht jetzt einfach in der Berechnung einer Produkt-Moment-Korrelation zwischen K und k. Für die sechs Flugzeuge, deren Daten in Tabelle 8 aufgeführt sind, ist $r=0,998$ und $r^2=0,996$. Die erstaunlich gute Linearität illustriert Abbildung 8, die auf der Abszisse die normalisierten Werte von K, auf der Ordinate die Werte von k darstellt. Da die Werte der F-5A und der Lightning auf beiden Skalen fast identisch sind, werden sie als ein Punkt dargestellt.

Der Korrelationskoeffizient r zwischen k und K ist hochsignifikant ($F=996,0$, $p<0,001$). Bevor man aufgrund dieser Tatsache den Validitätstest von k für bestanden erklärt, empfiehlt es sich zu untersuchen, ob der unerwartet hohe Wert von r durch den Ausreißer F-4C zustande kommt. Um dieser Frage nachzugehen, berechnet man die Korrelation zwischen k und K für die Flugzeugtypen 1 bis 5, also ohne die verdächtige F-4 C. Hier ist $r=0,923$ und $r^2=0,852$ ($F=17,268$, $p<0,05$). Wie erwartet nimmt also r ab, wenn die F-4C ausgeschlossen wird. Die durch k erklärte Varianz von K sinkt um 14,4 %, und die Wahrscheinlichkeit, durch Zufall einen derartig hohen oder noch höheren Wert von r zu erhalten, steigt beträchtlich,

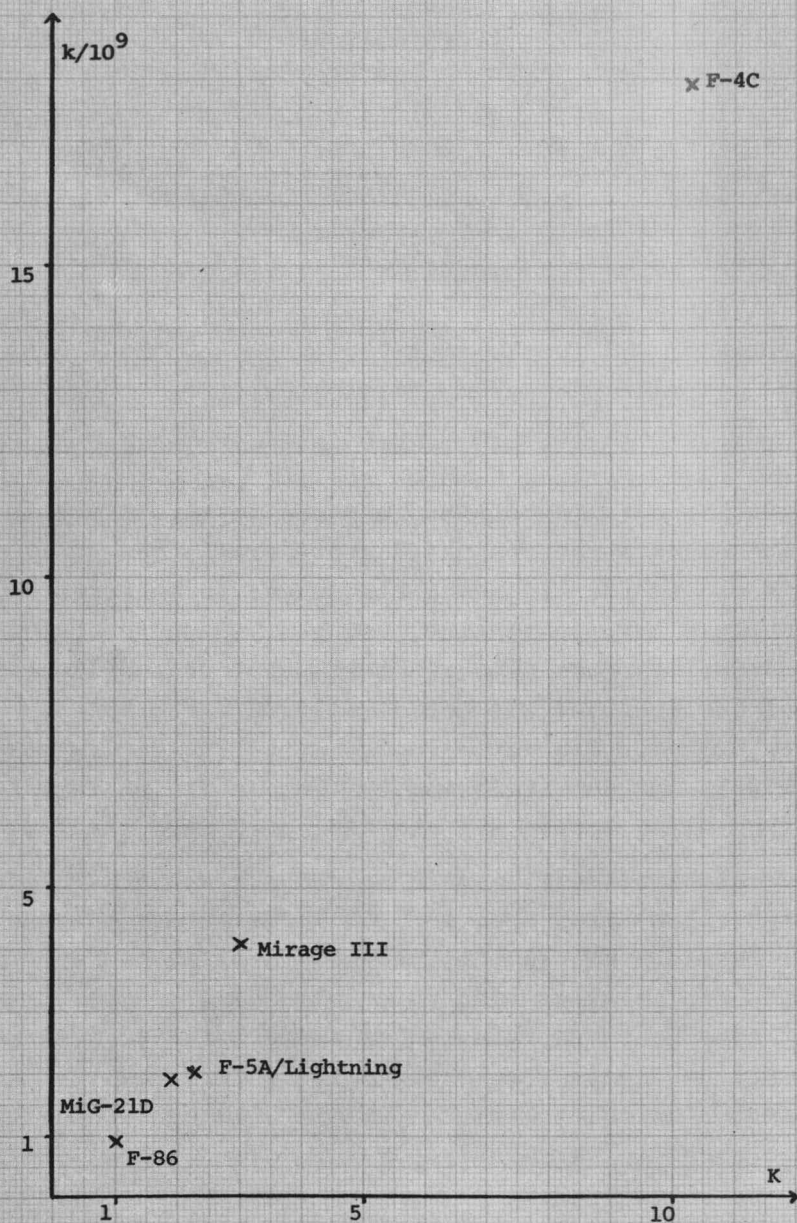


Abbildung 8

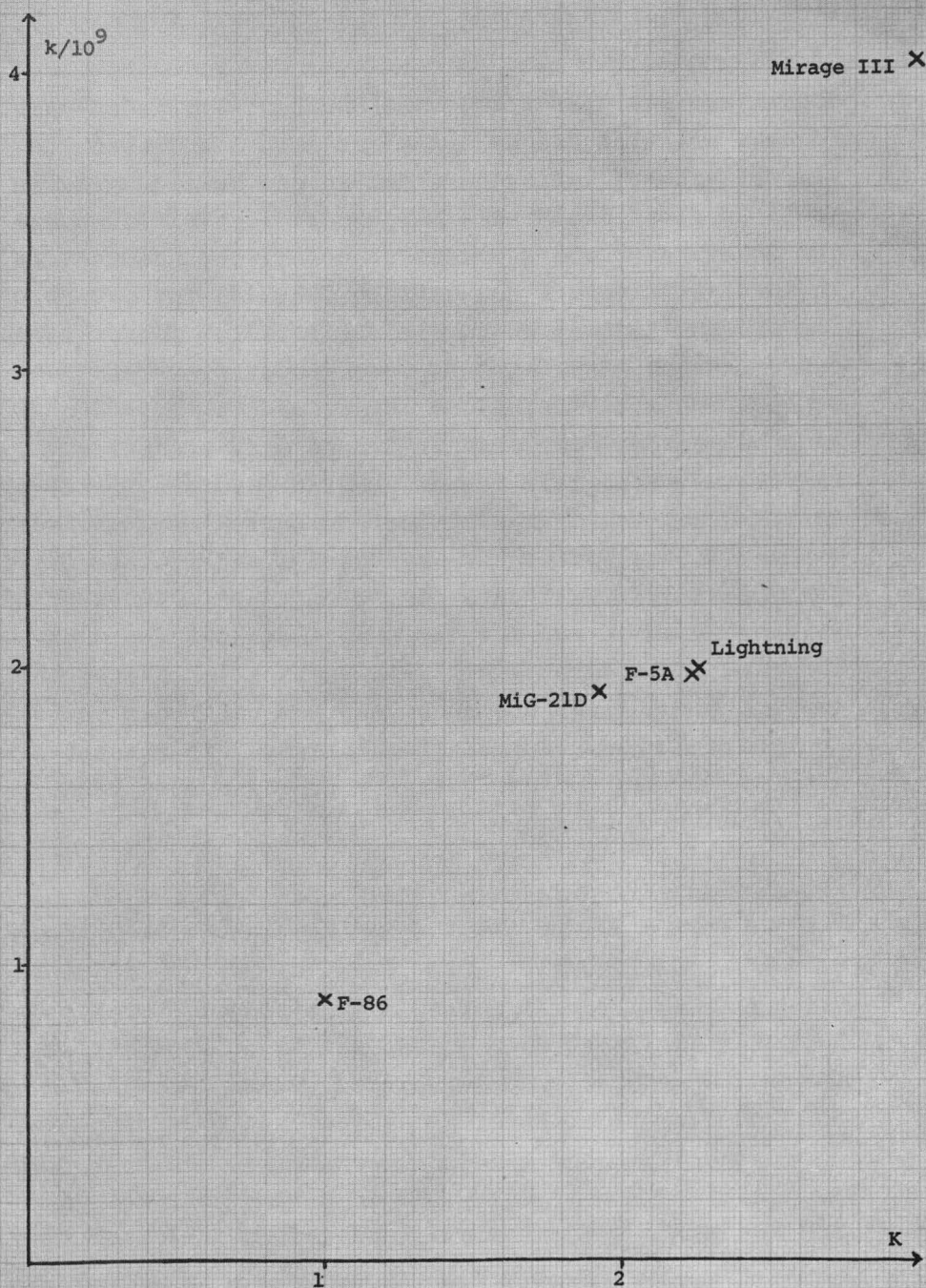


Abbildung 9

was allerdings auch auf die Abnahme von N zurückgeht. Abbildung 9 zeigt als vergrößerten Ausschnitt aus Abbildung 8 die Beziehung zwischen k und K für die ersten fünf Flugzeugtypen.

Obwohl man mit diesem Ergebnis durchaus zufrieden sein könnte, will ich die Datenanalyse noch nicht abschließen. Mir fällt nämlich auf, daß in der Bewertung durch Kemps Experten die Mirage III, vielleicht mit Ausnahme der Missionen 7 und 8, unerwartet schlecht abschneidet. In den Abbildungen 8 und 9 sieht man, daß ihr K -Wert für ihren k -Wert etwas zu niedrig ist. Ich führe das darauf zurück, daß Kemps Expertengruppe sich fast ausschließlich aus Amerikanern zusammensetzt⁵⁸³, die mangels genauer Kenntnis der Mirage dazu tendieren, ihre Leistungsfähigkeit leicht unterzubewerten. Trifft diese Erklärung zu, dann müßte bei Ausschluß auch noch der Mirage III die Korrelation zwischen k und K wieder steigen. Genau das tritt auch ein, wenn man die Korrelation zwischen k und K nur für die Kampfflugzeugtypen 1 bis 4 berechnet. Die durch k erklärte Varianz von K steigt um 11,2 % und liegt nur noch um 3,2 % unter der bei allen sechs Flugzeugen erklärten Varianz. Die genauen Ergebnisse dieses und der beiden vorangegangenen Tests faßt Tabelle 9 zusammen.

berücksichtigte Flugzeugtypen	r	r^2	$(N-2)r^2/(1-r^2)$	$p(F < (N-2)r^2/(1-r^2))$
1 - 6	0,998	0,996	996,000	<0,001
1 - 5	0,923	0,852	17,268	<0,05
1 - 4	0,982	0,964	53,555	<0,05

Tabelle 9

583 Cf. G. Kemp (1970), p. 89.

Die Ergebnisse dieser Validitätstests beweisen natürlich nicht, daß k ein valides Maß für die Kampfkraft von Waffen ist, aber das Vertrauen in die Brauchbarkeit des Index ist gestiegen. Streng genommen gilt dieser Test nur für Kampfflugzeuge, es sei jedoch angenommen, daß damit auch die Validität von k zur Messung der Kampfkraft des Gerätes anderer Waffengattungen etabliert ist. Diese Annahme kann nicht unmittelbar überprüft werden, da Kemps Daten über Bodentruppen sich auf aus mehreren Waffentypen zusammengesetzte Pakete beziehen. Deshalb müssen erst die Aggregationsprozeduren diskutiert werden, durch welche die k -Werte der einzelnen Waffen einer Waffengattung zu einem Index-Wert für die Kampfkraft dieser gesamten Waffengattung oder kleinerer zusammengesetzter Einheiten kombiniert werden. Die Annahme der Validität von k wird dann in einem zweiten Validitätstest zusammen mit der Aggregationsprozedur des nächsten Unterabschnittes überprüft.

4.2.2.3. Aggregationsprozeduren

4.2.2.3.1. Aggregation des Kampfkraftindex einer Waffengattung aus den Indizes ihrer einzelnen Waffen

Für die Zwecke dieser Arbeit wird eine militärische Kampfeinheit als eine Menge E von Waffen (nicht Waffentypen) w_1 bis w_l aufgefaßt ($l \geq 1$). Als Elemente von E sind nur Waffen derselben Waffengattung zugelassen. Eine Waffengattung wird entsprechend als eine Menge W von Waffen w_1 bis w_m betrachtet ($m > 1$), also als die Vereinigungsmenge aller ihrer Kampfeinheiten. Jedes Element w_i einer beliebigen Einheit - und damit auch der entsprechenden Waffengattung - ist im Rahmen dieser Arbeit ausreichend charakterisiert durch k_i , den ihm zu-

geordneten Wert des Kampfkraftindex k . In diesem Abschnitt geht es darum, aus diesen Werten von k einen Indexwert k_E für beliebige zusammengesetzte Einheiten und einen Indexwert k_W für beliebige ganze Waffengattungen zu aggregieren. Anders ausgedrückt: Es soll eine Funktion der Form $f_E(k_1, \dots, k_l)$ bzw. $f_W(k_1, \dots, k_m)$ gefunden werden, deren Funktionswerte Maße der Kampfkraft der entsprechenden Einheiten bzw. Waffengattungen sind. Zusammengesetzte Einheiten und Waffengattungen unterscheiden sich dabei nicht durch die Form der Funktion f sondern nur durch die beiden Mengen der Mengen ihrer Argumente ⁵⁸⁴.

Welche Eigenschaften soll nun die Funktion f haben? Zunächst soll natürlich - eine rein formale Forderung - der Funktionswert nicht von der Reihenfolge der Argumente abhängen, es soll also gelten:

$$f(k_i, k_j) = f(k_j, k_i) \quad (81)$$

Diese Forderung wird hier formal nur für zwei Argumente aufgestellt, weil der Wertebereich von f selbst wieder die Menge der reellen Zahlen ist. Jeder Funktionswert von f kann also selbst wieder als Argument von f in einem nächsten Schritt verwandt werden. f_E kann damit statt als eine Abbildung des l -fachen kartesischen Produkts von $\mathbb{R}$ ⁵⁸⁵ auf $\mathbb{R}$ als eine $(l-1)$ -mal wiederholte Abbildung von $\mathbb{R} \times \mathbb{R}$ auf $\mathbb{R}$ aufgefaßt werden und entsprechend f_W als $(m-1)$ -fach wiederholte derartige

584 Der Definitionsbereich von f_W ist die Menge der Mengen von reellen Zahlen, welche die Kampfkraft der einzelnen Waffen einer Waffengattung charakterisieren. Der Definitionsbereich von f_E ist die Menge der Mengen von reellen Zahlen, welche die Kampfkraft der einzelnen Waffen einer aus mehreren Waffen zusammengesetzten Einheit charakterisieren.

585 $\mathbb{R}$ ist die Menge der reellen Zahlen.

Abbildung. Auch die folgenden Kriterien für f werden deshalb stets für die kleinstmögliche Anzahl von Argumenten formuliert.

Nach der ersten Forderung ist die zweite vom formalen Standpunkt aus nur plausibel. Sie lautet, daß die Reihenfolge, in der diese Abbildungen von $\mathbb{R} \times \mathbb{R}$ nach $\mathbb{R}$ ausgeführt werden, für den Funktionswert unerheblich sein solle. Während (81) Kommutativität von f verlangt, wird jetzt auch Assoziativität gefordert:

$$f(f(k_i, k_j), k_k) = f(k_i, f(k_j, k_k)) \quad (82)$$

Dieses Kriterium ist auch inhaltlich interessant. Es besagt nämlich, daß der Kampfkraftindex der entstehenden Einheit der gleiche ist, wenn man Waffe w_k zu einer aus den Waffen w_i und w_j bestehenden Einheit hinzufügt, wie wenn man w_i einer aus w_j und w_k bestehenden Einheit zuschlägt.

Wenn k , k_E und k_W vergleichbar sein sollen, dann darf sich bei Anwendung von f auf eine aus nur einer Waffe bestehende Einheit der Indexwert dieser Waffe nicht ändern, es muß also für alle k_i gelten:

$$f(k_i) = f(k_i, 0) = k_i \quad (83)$$

Erhöht man die Kampfkraft einer beliebigen Waffe in einer Einheit (Waffengattung) um δ ($\delta \in \mathbb{R}$), dann sollte die Kampfkraft dieser Einheit (Waffengattung) ebenfalls um δ steigen:

$$f(k_i + \delta, k_j) = f(k_i, k_j + \delta) = f(k_i, k_j) + \delta \quad (84)$$

Die fünfte und letzte Forderung an f läßt sich folgendermaßen verbalisieren: Steigt (sinkt) die Kampfkraft jeder Waffe in einer Einheit (Waffengattung) auf das λ -fache, dann sollte auch die Kampfkraft der gesamten Einheit (Waffengattung) im selben Verhältnis zum Ausgangswert steigen (fallen):

$$f(\lambda k_i, \lambda k_j) = \lambda f(k_i, k_j) \quad (85)$$

Die Erfüllung der Kriterien (83), (84) und (85) garantiert sowohl Kommensurabilität von k , k_E und k_W , als auch, daß sich k_E und auch k_W , wie schon k , auf Ratio-skalenniveau befinden.

Auf der Suche nach einer Funktion, welche die Bedingungen (81) bis (85) erfüllt, stellt man fest, daß dies nur bei einer sehr einfachen Verknüpfung der Fall ist, die assoziativ und kommutativ ist, die Null als neutrales Element besitzt und für die zusammen mit der Multiplikation das Distributivgesetz gilt, nämlich bei der Addition. Der Funktionswert dieser Funktion ist die Summe der Argumente. Für k_E und k_W gilt mithin:

$$k_E = \sum_{i=1}^1 k_i \quad (86)$$

$$k_W = \sum_{i=1}^m k_i \quad (87)$$

Mit Hilfe dieser einfachen Aggregationsvorschriften können jetzt Kampfkraftindexwerte für größere militärische Kampfeinheiten und ganze Waffengattungen berechnet werden. Im folgenden Abschnitt wird die Validität derartiger Indizes überprüft.

4.2.2.3.2. Zweiter Validitätstest: Vergleich der Kampfkraft von Bodentruppen mittels k_E

Da jetzt die Möglichkeit gegeben ist, Kampfkraftindexwerte auch für zusammengesetzte Einheiten zu berechnen, können die Expertenbewertungen von aus mehreren Waffen bestehenden Bodenkampfverbänden, die in Kemps Studie

wiedergegeben werden, für einen zweiten Validitätstest herangezogen werden. Die theoretische Grundlage dieses Tests bilden wieder die zu Beginn des Abschnitts 4.2.2.2.3. angestellten Überlegungen zum Zusammenhang situations-spezifischer und situationsunabhängiger Leistungsmessung, in denen lediglich durchgängig "Waffe" durch "Einheit" zu substituieren ist. Wie in 4.2.2.2.3. geht es zunächst darum, aus den Expertenurteilen ein Maß für die vom Einsatz unabhängige Kampfkraft der vier von Kemp untersuchten Pakete von Bodentruppen zu gewinnen. Wieder werden nur diejenigen Missionen berücksichtigt, die Bestandteil der kriegerischen Auseinandersetzung zwischen Nationalstaaten sind, also nicht die von Kamps Ansatzpunkt aus besonders interessanten Einsätze gegen Partisanen oder anderen organisierten Widerstand im Landesinneren. Die verbleibenden Missionen, also die Stichprobe S aus der Menge aller für Bodentruppen in Kriegen zwischen Staaten möglichen Kampfaufträge, sind ⁵⁸⁶:

- Mission 13: Angriff gegen schwache feindliche Kräfte in offenem Terrain
- 14: Verteidigung gegen schwache feindliche Kräfte in offenem Terrain
- 15: Angriff gegen schwache feindliche Kräfte in mäßig schwierigem Terrain
- 16: Verteidigung gegen schwache feindliche Kräfte in mäßig schwierigem Terrain
- 17: Angriff gegen schwache feindliche Kräfte in schwierigem Terrain
- 18: Verteidigung gegen schwache feindliche Kräfte in schwierigem Terrain
- 19: Angriff gegen überlegene feindliche Kräfte in offenem Terrain
- 20: Verteidigung gegen überlegene feindliche Kräfte in offenem Terrain
- 21: Angriff gegen überlegene feindliche Kräfte in mäßig schwierigem Terrain
- 22: Verteidigung gegen überlegene feindliche Kräfte in mäßig schwierigem Terrain

586 G. Kemp (1970), pp. 42-45, 51 f. Wieder ist die Nummerierung der Kampfaufträge zum leichteren Vergleich mit der Vorlage von dieser übernommen.

- 23: Angriff gegen überlegene feindliche Kräfte in schwierigem Terrain
- 24: Verteidigung gegen überlegene feindliche Kräfte in schwierigem Terrain

Die den Experten zur Beurteilung vorgelegten vier Einheiten sind ⁵⁸⁷:

- Paket 1: 200 Soldaten mit leichten Waffen, durch Hubschrauber voll beweglich, von Kampfhubschraubern unterstützt ⁵⁸⁸
- 2: 350 Soldaten mit 50 mittelschweren Kampfpanzern und Mörsern, Haubitzen, Raketenjagdpanzern zur Unterstützung ⁵⁸⁹
- 3: 1200 Soldaten mit Schützenpanzern, Kanonenjagdpanzern, Mörsern, Panzerabwehrraketen, Haubitzen (schwere mechanisierte Infanterie) ⁵⁹⁰
- 4: 6000 Soldaten mit einigen Schützenpanzern, Mörsern, Haubitzen, Panzerabwehrraketen, hauptsächlich durch Lkw mobil (schwere Infanterie) ⁵⁹¹

Im Gegensatz zu der Bewertung der Flugzeuge geben die Experten hier nur eine erste und eine zweite Wahl an, obwohl sie alle vier Pakete nach ihren Präferenzen in den einzelnen Missionen ordnen sollen. Tabelle 10 ⁵⁹² gibt an, wie oft jedes der vier Pakete in jeder der Missionen 13 bis 24 als erste bzw. als zweite Wahl genannt wird.

⁵⁸⁷ Da Kemp die Kosten der vier Pakete wieder konstant hält, gibt er die Einheiten nicht durch konventionelle Bezeichnungen wie "Kompanie" oder "Brigade", sondern durch die Mannschaftsstärke und das Material jedes Pakets an; cf. G. Kemp (1970), pp. 45-49.

⁵⁸⁸ Paket 1 entspricht etwa zwei Kompanien der von den USA in Vietnam eingesetzten "Luftkavallerie" (air mobile infantry), einer durch Hubschrauber voll beweglichen Infanterie.

⁵⁸⁹ Paket 2 entspricht etwa drei Panzerkompanien zuzüglich einem Zug Panzerjäger, einem Zug Artillerie und einem Zug mechanisierter Infanterie.

⁵⁹⁰ Paket 3 besteht näherungsweise aus einem Panzergrenadierbataillon, einem Infanteriebataillon, einer Panzerjägerkompanie und einer Kompanie leichter Artillerie.

⁵⁹¹ Paket 4 entspricht ungefähr einer Infanteriebrigade.

⁵⁹² Zusammengestellt ist Tabelle 10 aus G. Kemp (1970), Appendix I, pp. 287-310. Daß Tabelle 10 sehr viel
Forts. S. 285

Mission	Rang	Paket			
		1	2	3	4
13	1	3	6	20	3
	2	5	9	8	7
14	1	1	6	14	11
	2	2	4	16	7
15	1	5	5	19	3
	2	5	6	8	10
16	1	2	3	16	11
	2	1	4	13	11
17	1	16	0	2	14
	2	9	1	7	12
18	1	2	0	7	23
	2	8	2	13	6
19	1	0	30	1	1
	2	4	1	24	0
20	1	0	26	4	2
	2	2	3	23	1
21	1	0	27	4	1
	2	4	3	21	1
22	1	0	20	9	3
	2	2	6	19	2
23	1	4	3	8	17
	2	10	3	11	5
24	1	1	8	4	19
	2	5	2	19	3

Tabelle 10

Forts. 592:

mehr Wahlen anführt als Tabelle 6, liegt nicht etwa daran, daß die in 4.2.2.2.3. verwandten Flugzeuge sehr wenig Wahlen im Vergleich zu den unberücksichtigten abbekommen, sondern daran, daß die Expertengruppe bei den Flugzeugen nur 11, bei den Paketen aus Bodentruppen dagegen 32 Experten umfaßt.

Um aus diesen Wahlen einen K-Wert für jedes Paket zu erzeugen, welcher die Kampfkraft über alle Aufträge hinweg charakterisiert, muß zunächst für jedes Paket die Leistungsfähigkeit zur Erfüllung jedes einzelnen Kampfauftrages feststehen. Diese L-Werte werden aus den tabellierten Werten durch die gleiche Gewichtung gewonnen, wie sie bei den Kampfflugzeugen angewandt wurde. Wieder wird bei dieser Transformation der Rangordnung der Experten in eine Intervallskala die Annahme gemacht, daß es sich um eine äquidistante Ordnung handelt. Den Wert von K für die einzelnen Pakete erhält man durch Addition der L-Werte über die Missionen hinweg. Tabelle 11 enthält für alle vier Pakete die Werte von L in allen Missionen und die rohen und normalisierten Werte von K.

Mission	Paket			
	1	2	3	4
13	75	141	272	93
14	28	96	284	173
15	95	104	262	120
16	29	66	277	209
17	241	9	83	248
18	92	18	187	284
19	36	309	226	10
20	18	287	247	29
21	36	297	229	19
22	18	254	261	48
23	130	57	179	215
24	55	98	211	217
$K = \sum L$	853	1736	2718	1665
K normali- siert	1,00	2,035	3,185	1,951

Tabelle 11

Wie schon in dem ersten Validitätstest müßten auch hier die in Tabelle 11 berechneten Werte von K mit den Werten des Kampfkraftindex k_E der vier Pakete von Erdkampftrouppen hoch korreliert sein. Vor dem eigentlichen Test müssen zunächst die Werte von k_E der vier untersuchten Einheiten berechnet werden. Dies erfordert eine Menge Detailinformation über technische Daten und Stückzahlen der schweren Waffen aller vier Einheiten und bringt einigen Rechenaufwand mit sich. Um diesen Abschnitt nicht ausufern zu lassen, ist der

Berechnung der vier hier benötigten Werte von k_E ein gesonderter Anhang gewidmet (Anhang 1), wo sich der interessierte Leser informieren kann. Die in Anhang 1 ermittelten Werte von k_E der vier Einheiten gibt Tabelle 12 wieder.

Paket	1	2	3	4
k_E (in 10^9)	0,8594	0,9248	1,0276	0,9205

Tabelle 12

Der eigentliche Validitätstest besteht jetzt in der Berechnung der Produkt-Moment-Korrelation zwischen K und k_E . Der Korrelationskoeffizient r hat den Wert 0,9945; damit können durch k_E 98,9 % der Varianz in K erklärt werden. Trotz des niedrigen N von 4 ist die Wahrscheinlichkeit, durch Zufall bei Abwesenheit einer Beziehung zwischen K und k_E ein r von 0,9945 oder darüber zu erhalten, deutlich geringer als 0,01 (F=180). Der sehr enge Zusammenhang zwischen k_E und K wird auch durch die folgende Abbildung 10 illustriert.

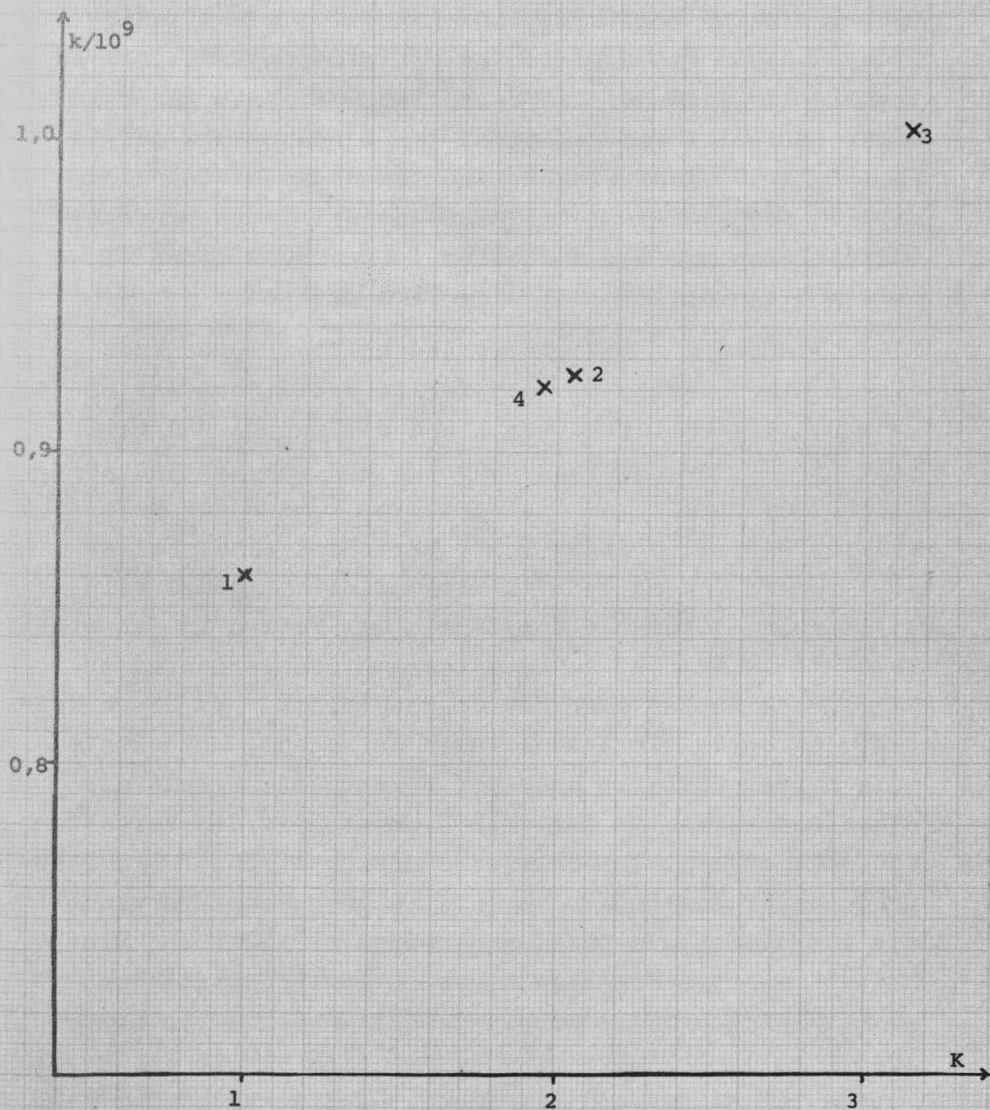


Abbildung 10

Abbildung 10 zeigt übrigens recht deutlich, deutlicher als die Abbildungen 8 und 9, daß sich K tatsächlich auf Intervallskalenniveau befindet. K ist durch Anwendung einer linearen Transformation in k_E überführbar. $K=0$ bedeutet nicht etwa, daß die Experten einer Einheit gar keine Kampfkraft zuerkennen, sondern lediglich, daß sie im Vergleich zu den anderen Einheiten so niedrig ist, daß auf die betreffende Einheit gar kein Punkt entfällt. Wie man durch den Schnittpunkt der in Abbildung 10 nicht eingezeichneten Regressionsgraden mit $K=0$ feststellen kann, wäre das bei Kemps Experten im Vergleich mit den Einheiten 1 bis 4 bei einer Einheit mit $k_E \leq 0,7825 \cdot 10^9$ der Fall gewesen.

Schon zu Ende des vorletzten Abschnittes wurde kurz darauf hingewiesen, daß der zweite Validitätstest eigentlich die Validität von k und die von k_E und damit auch die der Aggregationsprozedur aus dem letzten Abschnitt überprüft, da die Werte von k_E aus den k -Werten der Waffen in jedem Paket berechnet sind. Es ist also möglich, wenn auch unwahrscheinlich, daß k kein valider Index für die Kampfkraft der Waffen in den einzelnen Paketen ist, daß das Aggregationsverfahren zu k_E diesen Fehler aber wieder ausgleicht. Um diese Möglichkeit definitiv ausschließen zu können, bräuchte man noch Expertenurteile über die Leistungsfähigkeit der einzelnen Waffen in den vier Einheiten in den verschiedenen Einsätzen. Generell wäre es nützlich für die Überprüfung der Validität der entwickelten Kampfkraftindizes für Waffen und zusammengesetzte militärische Einheiten, mehrere Sammlungen von quantifizierten oder quantifizierbaren Expertenurteilen im Stile von Kemps Arbeit zu besitzen, möglichst für eine breite Skala von Waffen, Einheiten und Einsätzen. Da dies nicht der Fall ist, will ich mit einem dritten Test die Überprüfung der Validität des Kampfkraftindex k und des davon abgeleiteten Index k_E abschließen.

4.2.2.3.3. Dritter Validitätstest: Vergleich der Waffen und Einheiten verschiedener Waffengattungen mittels k und k_E

Im letzten Abschnitt und in 4.2.2.2.3. wurden k und k_E sowohl auf Flugzeuge als auch auf Einheiten von Bodentruppen angewandt und zwar mit einigem Erfolg. Für das Wissen um die Validität der Indizes wäre es sehr von Nutzen, könnte man die mit ihrer Hilfe möglichen Aussagen über die relative Kampfkraft von Bodentruppen und Flugzeugen an unabhängigen Erfahrungsdaten oder Einschätzungen von Fachleuten überprüfen. Dazu bräuchte man eine Aufstellung der Kampfeinsätze, in denen Flugzeuge und/oder Bodentruppen eingesetzt werden können. Durch Expertenurteile müßte man dann für jedes Element dieser Menge A von Einsätzen-oder für die Elemente einer Zufallsstichprobe S aus A - ermitteln, in welcher Reihenfolge und mit welcher Intensität die Elemente einer Menge von Waffen und Einheiten bevorzugt werden oder wieviele Waffen jeden Typs benötigt werden, um den bestimmten Auftrag mit einer spezifischen Erfolgsquote auszuführen. Weil es bisher keine derartige systematische Studie über die Ersetzbarkeit von Boden- durch Luftstreitkräfte gibt, ist der im folgenden vorzustellende Validitätstest weit weniger rigoros als die beiden vorhergehenden.

Einer der wenigen Versuche, die Ersetzbarkeit von Boden- durch Luftstreitkräfte zu untersuchen, geht aus von der Fragestellung, ob es billiger ist, größere feindliche Angriffe durch starke Bodentruppen mit leichtem Luftschirm oder durch schwächere Erdkampfbünde mit massiver Luftunterstützung abzuwehren ⁵⁹³.

593 M.G. Weiner (1968). Dieser Aufsatz wird als Beispiel einer militärischen Trade-off-Studie ausführlich besprochen bei G.H. Fisher (1971), pp. 255-283.

Daß die Arbeit eine brauchbare Antwort auf diese Frage nicht geben kann, liegt an den zahlreichen dubiosen Annahmen des verwandten Modells für die Interaktion der beiderseitigen Verbände; darauf macht auch der Autor selbst aufmerksam⁵⁹⁴. Für den beabsichtigten Validitätstest ist jedoch diese Kritik uninteressant, weil lediglich zwei Parameter aus diesem Aufsatz übernommen werden sollen.

Weiner macht zum Kriterium des Vergleichs der Effektivität von Bodentruppen und Flugzeugen ihre Fähigkeit, einem Gegner Verluste zuzufügen⁵⁹⁵. Diese Fähigkeit von Flugzeugen und Bodentruppen wird aus Daten über kriegserische Konflikte ermittelt. Für den von ihm untersuchten Fall eines gegnerischen Angriffs nennt er als Durchschnittswert für einen Einsatz eines mittleren Jagdbombers gegen organisiert angreifende Bodentruppen des Gegners 25 Verluste auf deren Seite. Der Widerstand von Bodentruppen andererseits gegen ähnlich ausgerüstete, aber zahlenmäßig doppelt überlegene angreifende feindliche Bodentruppen fordert nach Weiner durchschnittlich 11,2 % Verluste pro Monat auf der Seite der Angreifer.

Unterstellt man auf der Seite des Verteidigers eine Panzergrenadierdivision von dem bei NATO-Staaten üblichen Umfang, dann muß ein Angreifer etwa 50 000 Mann stark sein, um die geforderte Überlegenheit zu besitzen. Seine Verluste betrügen dann pro Monat 5600 Mann, pro Tag 187 und pro Stunde tatsächlicher Kampfhandlungen (da sich die einzelnen Bestandteile der Truppe im längszeitlichen Schnitt und im Schnitt quer durch die Einheit maximal drei Stunden pro Tag im Kampf befinden) ca. 62 Mann. Berücksichtigt man andererseits, daß der Einsatz des erwähnten Jagdbombers im Schnitt, grob gerechnet, eine Stunde dauert, dann fügt die Division der Erdkampfverbände dem Gegner pro Zeiteinheit der Kampf-

594 M.G. Weiner (1968), pp. 28 f., cf. auch L.H. Wegner- (1968), pp. 388 f., 414-416.

595 M.G. Weiner (1968), pp. 22 f.

handlungen 2,48-mal so viel Menschenverluste zu wie ein Jagdbomber (62/25).

Bedenkt man nun, wie "Kampfkraft" in 4.2.2.1. expliziert wurde, dann sieht man, daß die Kampfkraft einer Waffe und ihre Fähigkeit, einem Gegner pro Zeiteinheit eine gewisse Anzahl von Verlusten zuzufügen, nicht voneinander unabhängig sein können. Menschenverluste und andere Arten der Zerstörung sind ja nichts anderes als spezielle Resultate der physischen Einwirkung auf feindliche Ziele, und die Fähigkeit zu letzterer macht die Kampfkraft einer Waffe aus. Da in k und k_E Maße für die Kampfkraft von Jagdbombern und Divisionen bereitstehen, wird man erwarten, daß deren Werte sich - zumindest der Größenordnung nach - ähnlich verhalten wie die beiden Fähigkeiten, pro Zeiteinheit bestimmte Verluste zuzufügen.

Da der Wert von 25 Verlusten pro Jagdbombereinsatz ein mittlerer Erfahrungswert ist, kann kein bestimmter Flugzeugtyp angegeben werden, für den er gilt. Die Auswahl eines bestimmten Typs, dessen k -Wert dann mit dem k_E -Wert einer Panzergrenadierdivision verglichen werden soll, ist also relativ willkürlich. Zwei Gründe haben mich zur Auswahl der F-105D ⁵⁹⁶ bewogen. Zum ersten war sie in der Zeit, aus der Weiners Aufsatz stammt, der Standard-Jagdbomber der amerikanischen Luftwaffe, und ein großer Teil der in dem Erfahrungswert verarbeiteten Information könnte aus ihrem Einsatz in Vietnam stammen. Zum zweiten befindet sie sich mit ihrem k -Wert von $8,54425 \cdot 10^9$ ziemlich in der Mitte des Bereichs zwischen der zwar veralteten aber immer noch im Einsatz befindlichen F-86 und dem derzeit kampfstärksten Jagdbomber, der F-4 ⁵⁹⁷.

596 Zu den technischen Daten cf. wieder Jane's Aircraft (1969-70).

597 Cf. Tabelle 8.

Der Wert von k_E einer Panzergrenadierdivision im NATO-Bereich beträgt etwa $19,114 \cdot 10^9$ und ist 2,235-mal so hoch wie der k -Wert einer F-105D ⁵⁹⁸.

Das Ergebnis in Form des Vergleichs der beiden Verhältniszahlen ist nicht entmutigend und könnte mit einiger Vorsicht als Bestätigung der Möglichkeit gewertet werden, mit Hilfe von k und k_E auch die Kampfkraft verschiedenartiger Waffen und Einheiten zu vergleichen. Leider ist die Anzahl der untersuchten Waffen und Einheiten zu gering, um mit Hilfe einer Korrelation den Grad der Übereinstimmung des Kampfkraftindex mit der empirisch ermittelten Fähigkeit festzustellen, pro Zeiteinheit eine bestimmte Anzahl von Menschenverlusten beim Gegner zu bewirken.

Der Haupteinwand gegen diese Art von "Test" lautet jedoch, daß nur einer von vielen möglichen Kampfaufträgen herangezogen wurde, für den beide Einheiten eingesetzt werden können. Nach den den beiden ersten Tests zugrunde liegenden Überlegungen hat jede Waffe (Einheit) in jedem Einsatz eine spezifische Leistungsfähigkeit. Damit gibt es aber für je zwei Waffen (Einheiten) eine Verteilung der Verhältnisse ihrer Leistungen über die jeweils herangezogene Menge von Aufträgen hinweg.

Nur wenn es sich bei letzterer um eine Zufallsstichprobe handelt, kann man erwarten, daß der Mittelwert der Verhältniszahlen die beste Schätzung für den Mittelwert der Verhältnisse in allen Aufträgen ist, in denen mindestens eine Waffe (Einheit) mit von Null verschiedenem Erfolg eingesetzt werden kann. Bei der von Wiener und damit auch von mir unterstellten Situation handelt es sich aber nicht um eine Stichprobe von Aufträgen, son-

598 Zu der Berechnung des k_E -Werts einer Panzergrenadierdivision cf. Anhang 2.

dern um einen einzigen Kampfauftrag. Nur wenn man über Information verfügt, wo ungefähr der in diesem bestimmten Fall ermittelte Wert in der Verteilung aller bei den behandelten Waffen auftretenden Werte liegt, ist mithin die obige Interpretation des Ergebnisses als Bestätigung der Möglichkeit zum Kampfkraftvergleich mittels k und k_E zulässig. Dies ist aber nicht der Fall.

Dem eben formulierten Argument gegen den eigenen Befund kann man natürlich die Spitze nehmen, indem man ihm entgegenhält, daß es, in Anbetracht der Kautelen, unter denen der "Test" überhaupt stattfindet, gar nicht um die exakten Werte geht, was ja auch wegen der willkürlichen Auswahl der F-105D als Vergleichsobjekt nicht möglich ist, sondern um Größenordnungen. Nicht die Werte 2,48 und 2,235 und die Tatsache, daß der erstere nur um 11 % größer ist als der letztere, berechtigen zu der oben vorgenommenen Bewertung, vielmehr die Tatsache, daß die Größenordnung der beiden Werte die gleiche ist. Schließlich ist die physische Vernichtung von Menschenleben nur ein Resultat der Kampfkraft einer Waffe; exakte Übereinstimmung der beiden Werte konnte also gar nicht erwartet werden. Wenn es aber nur um die Größenordnung geht, dann ist unerheblich, in welchem Bereich der Verteilung die im vorliegenden Einsatz ermittelte Verhältniszahl liegt. Überdies besteht kein Grund zu der Annahme, daß sie in der Verteilung der Verhältniszahlen bei den beiden untersuchten Einheiten einen besonders extremen Platz einnimmt.

Ich halte also die obige Interpretation weiter für berechtigt, sofern festgehalten wird, daß die Validität von k und k_E durch diesen Test mit Sicherheit nur auf Ordinalskalenniveau konfirmiert wird und die Bestätigung auf dem höheren Meßniveau mit Vorsicht zu genießen ist.

Für eine weitere Untersuchung des hier angeschnittenen Problems der Validität von k und k_E zum Vergleich von Boden- und Luftstreitkräften steht nur der von Wegner skizzierte Weg offen, dessen Durchführung selbst mehrere Dissertationen füllen könnte⁵⁹⁹. Zunächst müßte das obligate Inventar von Kampfaufträgen erstellt und eine Stichprobe gezogen werden. Militärische Experten müßten dann systematisch befragt werden, welche Stückzahl der jeweils präsentierten Waffe (Einheit) benötigt würde, um den jeweiligen Kampfauftrag in einem festgelegten Umfang zu erfüllen. Ein anderer möglicher Ansatz wäre der von Kemp angewandte. Die Experten hätten dann in jedem Einsatz alle untersuchten Waffen (Einheiten) nach ihrer Eignung in eine Ordnung zu bringen⁶⁰⁰.

599 L.H. Wegner (1968), pp. 390-393.

600 Dieser Ausdruck steht hier salopp für jedes Verfahren, eine latente Eigenschaft mittels Expertenurteilen zu skalieren. Selbstverständlich gibt es effizientere Verfahren als das von Kemp verwandte. Unmittelbar auf Intervallskalenniveau wäre man z.B. durch Paarvergleich mit mehreren Replikationen gelangt; cf. W.S. Torgerson (1958), pp. 166-185, zu den meßtheoretischen Grundlagen der dort dargestellten Verfahren, besonders dem "Law of Comparative Judgment" pp. 155-163. Cf. weiter auch C.H. Coombs (1964), pp. 363 f., P. Suppes (1963), pp. 54-58. Betrachtet man die Urteile jedes einzelnen Experten als Replikation, dann wäre nach Thurstones Gesetz auch aus Kems Daten eine Intervallskala unmittelbar zu erzeugen oder sogar eine Ratioskala, wenn die Bedingung für ein Bradley-Terry-Luce System erfüllt ist (cf. C.H. Coombs (1964), p. 367, P. Suppes (1963), p. 49). Da er aber nicht für jede Mission die Rangordnung aller Waffen (Einheiten) durch jeden Experten angibt, mußte zu dem beschriebenen Aushilfsverfahren gegriffen werden.

Anstatt dieser langwierigen Prozedur wende ich mich nun der weiteren Aggregation von k und k_E zu.

4.2.2.3.4. Aggregation eines Rüstungsindex

Die Streitkräfte eines Staates sind für die Zwecke dieser Arbeit eine Menge $M = \{w_1, \dots, w_n\}$ von Waffen, wie auch Einheiten und Waffengattungen Mengen von Waffen sind. Die Menge M eines Staates ist dabei die Vereinigung aller Mengen E und W des betreffenden Staates. So, wie jede Waffe w_i durch ihren Wert von k , jede Menge E durch k_E und jede Menge W durch k_W eindeutig charakterisiert ist, so gibt es zu jeder Menge M genau einen Wert des Rüstungsindex r ⁶⁰¹. Während k_E und k_W Funktionen von k_1 bis k_1 bzw. k_1 bis k_m sind, muß r eine Funktion von k_1 bis k_n sein, wenn $k_1, \dots, k_n$ die Werte des Kampfkraftindex k aller Waffen $w_1, \dots, w_n$ des betreffenden Staates sind. Gesucht ist also in diesem Abschnitt eine Funktion $f(k_1, \dots, k_n)$, deren Funktionswert bei gegebenem M - und damit gegebenen Werten von k_1 bis k_n - die Kampfkraft von M und damit die Rüstung des betreffenden Staates charakterisiert.

Um mich nicht zu wiederholen, möchte ich nur feststellen, daß es mir sinnvoll erscheint, an f die gleichen Forderungen zu stellen, wie sie in 4.2.2.3.1. erhoben wurden. Die entsprechende Argumentation erhält man leicht durch Substitution von "Streitkräfte" (M) an Stelle von "Einheit" (E) oder "Waffengattung" (W) in den dortigen Ausführungen. Damit steht für f aber wiederum nur die Verknüpfung der Addition zur Verfügung und man erhält für r :

601 Nicht zu verwechseln mit dem Aktionsradius r !

$$r = \sum_{i=1}^n k_i \quad (88)$$

Bedenkt man, daß die Waffengattungen W eine Einteilung von M in Äquivalenzklassen darstellen, dann kann man (wegen (87)) bei g verschiedenen Waffengattungen für r auch schreiben:

$$r = \sum_{i=1}^g k_{W,i} \quad (89)$$

Die letzte Formulierung ist dazu angetan, eine Reihe von Einwänden zu provozieren, welche sinngemäß alle schon in 4.2.2.3.1. hätten vorgebracht werden können und die man auf den gemeinsamen Nenner bringen könnte: "Das Ganze ist mehr als die Summe seiner Teile". Gemeint ist damit, daß das Zusammenwirken von verschiedenen Waffen(gattungen) in bestimmten Einsätzen die Wirksamkeit einzelner der dabei beteiligten Waffen(gattungen) erhöhen kann. So ist Infanterie bei der Panzerabwehr bestimmt mit Luftunterstützung effektiver als ohne. Daraus scheint zu folgen, daß man den Bodentruppen eines Staates, der auch Luftstreitkräfte zu ihrer Unterstützung einsetzen kann, eine höhere Kampfkraft zusprechen müßte, als wenn letzteres nicht der Fall ist.

So richtig der Satz über das Ganze und die Teile allgemein ist, so wenig nützt er bei der Erörterung der theoretischen Validität von Rüstungs- und Kampfkraftindizes. Zum ersten messen die bisher entwickelten Indizes auch die im Zusammenwirken von verschiedenen Waffen entstehende Kampfkraft, da r , k_W und k_E ja aus k -Werten aggregiert werden. Letztere messen aber die Kampfkraft einzelner Waffen über alle möglichen Einsätze hinweg, wie die ersten beiden Validitätstests bestätigt haben, unter anderem also auch bei der Unterstützung des Einsatzes anderer Waffen. Eine zur

Erdkampfunterstützung geeignete starke Luftwaffe schlägt sich also in einem hohen k -Wert der Luftstreitkräfte nieder und geht somit natürlich auch in r ein.

Wem das nicht reicht, der sollte zum zweiten bedenken, daß es hier - immer noch - um ein Maß für Rüstung im Kontext von Rüstungswettläufen geht und nicht um ein Rezept, wie man Kriege gewinnt. Für letzteres ist es natürlich wichtig zu wissen, welches Zusammenwirken einzelner Waffen und Waffengattungen in bestimmten Situationen den optimalen militärischen Effekt ergibt. Bei der Entwicklung des ersteren jedoch befindet sich der Analytiker in der gleichen Situation beiden Seiten im Rüstungswettlauf gegenüber, wie einer der Teilnehmer am Rüstungswettlauf gegenüber dem anderen. Er sieht zwar das vorhandene Material, aber er kennt nicht die dahinter stehenden Absichten. Für ihn wie für die Entscheidungsträger des am Rüstungswettlauf teilnehmenden Staates ist es zwar interessant, die günstigsten Bedingungen für Einsatz und Zusammenwirken einzelner Waffen der Gegenseite zu kennen, aber sofern nicht eigene spezifische Aggressionspläne vorliegen oder solche des Kontrahenten bekannt sind, ist die Zukunft verhältnismäßig offen.

Den Entscheidungsträgern bleibt also nichts anderes übrig, als sich von der Leistungsfähigkeit der feindlichen Streitkräfte über eine ganze Reihe von mehr oder weniger wahrscheinlichen Kontingenzen hinweg ein Bild zu machen und dieses Bild in die Entscheidung über die eigene Rüstung einzugeben. Auch der Wissenschaftler verfügt über keinerlei höheres Wissen darüber, welche Art von Konflikt bevorsteht und welches Zusammenwirken der einzelnen Waffen und Waffengattungen dabei zu erwarten ist. Auch er muß sich ein von künftigen Situationen unabhängiges Bild von der Kampfkraft des Materials der am Rüstungswettlauf beteiligten Seiten machen, um ihre Reaktionen erklären zu können, und dabei soll der Rüstungsindex r helfen.

Der nächste Schritt müßte nun eigentlich wieder ein Test der Validität von r beim Vergleich der Rüstungen mehrerer Staaten anhand der Urteile von entsprechend instruierten Experten sein. Mangels einschlägiger Daten und angesichts der Schwierigkeit ihrer Erzeugung kann ein solcher Test hier nicht stattfinden. Es bleibt also vorläufig dem Leser überlassen, ob er unter Berücksichtigung der vorgelegten theoretischen Argumentation r für ein besseres Maß für die Rüstung von Staaten hält als ihre Rüstungsausgaben. In der Schlußbemerkung zu 4.2. wird auf diese Frage noch einmal eingegangen, nachdem bis dahin auch noch ein Ersatzmaß für r vorgestellt werden sein wird. Zunächst aber soll untersucht werden, ob sich für den Spezialfall von Rüstungswettläufen mit ausschließlich strategischen Kernwaffen nicht andere Maße anbieten, als sie im bisherigen Verlauf von 4.2.2. entwickelt worden sind.

4.2.2.4. Spezialfall: Rüstungswettläufe mit strategischen Kernwaffen

Nach Definition (80) nehmen Kernwaffen bei der Berechnung von k zunächst keine Sonderstellung ein. Im Gegenteil: Bei ihnen fällt diese Berechnung eher leichter als bei konventionellen Waffen, da in der Regel nach ihrem Wert von n , ihrer militärischen Nutzlast, nicht lange gesucht werden muß. Dabei handelt es sich nämlich nicht um das Eigengewicht des jeweiligen Sprengkopfes oder seiner Ladung, sondern um das TNT-Äquivalent seiner Sprengwirkung, wenn man die gemeinsame Berechnungsbasis beibehalten will.

Verwendet man diese Größe bei der Bestimmung von k , dann gehen in den Kampfkraftindex in der Tat extrem hohe Werte ein, und man sollte sich fragen, ob die entstehenden immensen Werte von k , wenn man sie mit den Werten konventioneller Waffen vergleicht, die tatsächlichen Verhältnisse der mit beiden Arten von Waffen möglichen physischen Ein-

wirkung wiedergeben und ob die Verhältnisse zwischen dem mit Hilfe von Kernwaffen verschiedener Größe möglichen Ausmaß physischer Einwirkung korrekt wiedergegeben werden. Die erste Frage ist relevant für die Berechnung von r , die zweite sowohl für die Bestimmung von r als auch für die der Kampfkraft der strategischen Waffen eines Staates und damit für die Analyse von Rüstungswettläufen, die nur strategische Waffen auf beiden Seiten involvieren.

Die letztere Frage kann man ohne Einschränkungen verneinen. Es trifft nicht zu, daß ein Sprengkopf mit einer 10 Megatonnen (MT) TNT entsprechenden Ladung die zehnfache Effektivität eines 1 MT-Sprengkopfes hat, er setzt lediglich die zehnfache Energie frei ⁶⁰². Die Ursache dafür ist die prinzipiell bei allen Waffen gültige, aber erst von einer Sprengkraft von etwa einer Kilotonne (KT) TNT an, also weniger bei taktischen Atomwaffen, bedeutsame Tatsache, daß die durch eine Explosion freigesetzte Energie dreidimensional wirkt. Alle Punkte auf und über der Erdoberfläche, auf welche eine bestimmte Menge von Strahlungsenergie und Druck wirkt, sind gleich weit vom Zentrum der Explosion entfernt, lassen sich also als auf die Erde gestülpte Halbkugel oder Käseglocke vorstellen ⁶⁰³.

Das Volumen dieser Halbkugel ist proportional der durch die Explosion freigesetzten Energie. Ab der erwähnten Größenordnung wird das Faktum interessant, daß der überwältigende Teil der beabsichtigten Zerstörung unmittelbar auf oder dicht über der Erdoberfläche erfolgt, alle nach oben wirkende Energie also "ungenutzt" bleibt. Ein Maß für die mit einer Kernwaffenexplosion mögliche physische Einwirkung ist also die Grundfläche der erwähnten Käseglocke, die aber nicht zu MT, sondern zu $MT^{2/3}$ proportional ist. Megatonnage als Maß für die militärische

602 Cf. D. Inglis (1970), p. 64.

603 S. Glasstone (1957), p. 103.

Nutzlast von Kernwaffen übertreibt mithin stark die Rolle hoher Ladungen ⁶⁰⁴; eine Verzehnfachung der Ladung bringt z.B. "nur" eine Steigerung der möglichen Zerstörung um einen Faktor von 4,65 mit sich. Deshalb ist es nicht sinnvoll, Megatonnage zum Indikator für die strategische Rüstung eines Staates zu erklären. Die Aggregation der Ladungen der einzelnen Waffen würde nämlich die Zusammensetzung der strategischen Waffen aus vielen kleinen Sprengköpfen oder wenigen großen unberücksichtigt lassen, die für die damit auf gegnerische Ziele mögliche physische Einwirkung ausschlaggebend ist ⁶⁰⁵.

Wenn man also k unter Verwendung des TNT-Äquivalents des Sprengkopfes als Dimension n nicht als Maß für seine Zerstörungskraft verwenden kann und ebensowenig das TNT-

604 S. Glasstone (1957), p. 103., auch I. Smart (1969), p. 16. Weit wichtiger als die Ladung des Sprengkopfes ist die Zielgenauigkeit des Trägers. Ist es beispielsweise nicht möglich, bei gegebener Ladung MT und gegebenem zirkulär wahrscheinlichem Fehler CEP (= circular error probable: der Radius eines Kreises um das Ziel, innerhalb dessen man bei vielen auf das Ziel abgefeuerten Sprengköpfen 50 % der Einschläge erwartet) ein bestimmtes, halbwegs gegen Druck und Strahlung resistentes Ziel mit einer relevant von Null verschiedenen Wahrscheinlichkeit zu zerstören, gelingt dies aber bei unverändertem CEP mit einer Ladung von a MT mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit p , dann kann der gleiche Effekt (p) bei unverändertem MT durch eine Senkung des zirkulär wahrscheinlichen Fehlers auf $CEP/a^{1/3}$ erzielt werden. Cf. I. Smart (1969), pp. 15-17, H.F. York (1969), pp. 27 f., besonders auch die Graphik auf p. 28, welche den mit zunehmender Stärke der Ladung abnehmenden marginalen Nutzen einer weiteren Steigerung der Sprengladung deutlich illustriert (man beachte den Druckfehler: die oberste Kurve stammt von einem 20 MT-Sprengkopf, die unterste von einem 1 MT-Sprengkopf, nicht umgekehrt).

605 E.B. Hansen (1964), Anm. 2, p. 138.

Äquivalent seiner Ladung allein, welche Maße bleiben dann? Auch hier fehlt es wieder nicht an Versuchen, die Rüstung eines Staates mit Hilfe seines Erfolges in möglichen oder wahrscheinlichen Konflikten mit möglichen oder wahrscheinlichen Gegnern zu messen ⁶⁰⁶.

Den Argumenten gegen diesen Ansatz sind wir in 4.2.2. schon häufig genug begegnet, so daß hier Kürze geboten ist. Weder weiß man genau, wer als Gegner in Frage kommt, erhält also unterschiedliche Meßwerte, je nachdem welchen Gegner man unterstellt, noch kennt man den Ablauf des zukünftigen Konflikts. Man kann zwar optimale Allokation von Ressourcen annehmen ⁶⁰⁷, aber was das im Einzelfall heißt, wissen die Entscheidungsträger meist selbst nicht so recht, und über die aus dieser Annahme entstehenden simplifizierten Kriegsmodelle ⁶⁰⁸ ist das Nötigste schon in 3.5.3. gesagt worden. Daß zu alledem Rüstung durch diese Behandlung von einer absoluten Einheitenvariablen zu einer relationalen Variablen wird, sei nur am Rande bemerkt.

Von diesen voroperationalen und unbefriedigenden Versuchen abgesehen befinden sich vor allem zwei weitere Indikatoren für strategische Rüstung eines Staates in der Diskussion. Im Gegensatz zu der Megatonnage aller Gefechtsköpfe handelt es sich dabei nicht um aus technischen Daten der einzelnen Waffen aggregierte Indikatoren ⁶⁰⁹,

606 Z.B. G.W. Rathjens (1969a), pp. 7 f., 8 f., G.R. Pitman (1966), Anm. 2, p. 352, L.D. Attaway (1968), pp. 66-68, 73-75.

607 Cf. z.B. H.J. Piccariello (1962), F.A. Miercort (1971).

608 Ein Kurzreferat findet sich in 2.3.1.5.2.1.

609 Eine ganze Liste von waffentechnischen Variablen, welche zur Kombination von Indizes für strategische Rüstung verwandt werden könnten, findet sich bei T.C. Schelling (1963b), p. 475, ohne daß jedoch der Versuch einer Indexbildung unternommen wird.

sondern um bloße Stückzahlen, nämlich zum einen um die der Kernwaffenträger, zum anderen um die der Gefechtsköpfe des betreffenden Staates. Diese beiden Indikatoren werden mit Vorliebe im Zusammenhang mit der summierten Megatonnage aller Gefechtsköpfe erörtert ⁶¹⁰.

Den ersten von ihnen kann man gleich wieder beruhigt zu den Akten legen, denn erstens ist er nicht eindeutig und zweitens berücksichtigt er die technische Entwicklung nicht. Nicht eindeutig ist er, weil z.B. bei U-Boot-Raketen nicht festgelegt ist, ob das Boot oder die einzelnen Raketen als Träger zu zählen sind ⁶¹¹. Auf der Höhe der Entwicklung war er eigentlich noch nie, denn schon Bomber konnten mehrere Bomben oder Luft-Boden-Raketen tragen. Durch MRVs und MIRVs ist er schließlich endgültig veraltet ⁶¹², da er die Zahl der Köpfe pro Trägersystem nicht berücksichtigt.

610 Z.B. bei G.W. Rathjens (1969a), pp. 7 f., R.E. Lapp (1972), pp. 21 f., J.I. Coffey (1971b), pp. 22-24. Dort findet die Behandlung des Operationalisierungsproblems nicht im Rahmen von Rüstungswettlaufmodellen, sondern der "How much is enough?" Diskussion statt. In diesem Rahmen ist sie, zumindest der Intention nach, eher politischer als wissenschaftlicher Natur. Während die Befürworter weiterer strategischer Aufrüstung der USA auf die Überlegenheit der UdSSR im Bereich der Megatonnage verweisen und sich über die Zahl der Sprengköpfe ausschweigen, ist die von mir im Text genannte Kombination eine Spezialisierung derjenigen Autoren, welche die Fähigkeit zum zweiten Schlag für beide Seiten für gesichert halten, dies mit dem Verweis auf die zahlenmäßige Überlegenheit der USA zu belegen suchen und von weiterer Aufrüstung abraten. Es verwundert sicher nicht, daß diese Diskussion keine Erkenntnis über die Validität der beiden Indikatoren gebracht hat.

611 Das macht immerhin einen Unterschied von einem gegen 16 Träger. Ein ähnliches Problem stellt sich bei Bombern mit Luft-Boden-Raketen mit nuklearem Sprengkopf (z.B. "Hound Dog" oder SRAM).

612 Da MRVs auf der Polaris A-3 schon seit 1962 installiert sind, cf. I. Smart (1969), p. 22, ist seine Zählebigkeit im Bereich der Messung strategischer Rüstung eigentlich etwas befremdlich.

Der zweite gängige Indikator für strategische Rüstung, die Zahl der nuklearen Sprengköpfe, enthält in der Regel nur diejenigen Köpfe, die einsatzbereit auf Trägern montiert sind oder für die zumindest Trägersysteme bereitstehen, also keine auf Lager gehaltenen Köpfe. Der große Nachteil dieses Indikators ist, daß er einen einzigen 40 KT-Sprengkopf auf einer Rakete mit insgesamt vielleicht zehn MIRVs gleichstellt mit einem 25 MT-Kopf. Damit hat er aber einen schweren bias zugunsten von mit Mehrfach-Sprengköpfen ausgerüsteten strategischen Streitkräften, wie auch der Vergleich der einschlägigen Daten für USA und UdSSR zeigt, wonach die Sowjetunion hoffnungslos im Hintertreffen ist ⁶¹³. Für die politische "Entscheidungshilfe" mag es ausreichen zu sagen, daß nach dem einen Indikator (Megatonnage) der eine Staat, nach dem anderen (Zahl der Sprengköpfe) der zweite Staat dem jeweiligen Gegner überlegen ist. Für die vorliegende Arbeit ergibt sich daraus indes die Suche nach einem Indikator für strategische Rüstung, welcher den einen bias vermeidet, ohne den anderen in Kauf zu nehmen. Doch welches Maß kommt hierfür in Frage?

Die Grundlagen zur Beantwortung dieser Frage wurden schon weiter oben in diesem Abschnitt gelegt, indem eine über die Erdoberfläche gestülpte Halbkugel als der Ort aller Punkte identifiziert wurde, auf die ein bestimmter Druck und eine bestimmte Strahlung wirkt. Ich nehme nun zusätzlich an, daß die durch die Explosion freigesetzte Energie innerhalb dieser Halbkugel gleichmäßig verteilt ist. Schneidet man die Halbkugel eine Längeneinheit über dem Erdboden parallel zu diesem ab, dann liegt auf der Erde eine Kugelschicht, innerhalb welcher die gesamte Zerstörung erfolgt. Unter der obigen Annahme entspricht die in

613 Cf. z.B. R.E. Lapp (1972), Table 1, p. 22, Table 2, p. 23.

dieser Kugelschicht wirkende Energie $MT^{2/3}$, wenn MT die Stärke der Explosion bezeichnet. Ließe sich die Kugelschicht nach oben druck- und strahlungsdicht abdecken, dann richtete eine Explosion von $MT^{2/3}$ den gleichen Schaden an wie eine frei über der Erdoberfläche erfolgende Explosion der Stärke MT. Man könnte also $MT^{2/3}$ als die "echte" militärische Nutzlast einer Kernwaffe der nominalen Nutzlast MT auffassen und bei der Berechnung der k-Werte derartiger Waffen verwenden.

Zuvor aber sollte man sich fragen, ob es angesichts der Tatsache, daß der Kampfkraftindex k unverändert für strategische Waffen nicht verwendbar ist, weil er hohen Ladungen eine zu große Bedeutung zumißt, nicht sinnvoll ist, sich nach einem gänzlich neuen Index K (nicht zu verwechseln mit K in 4.2.2.2. und 4.2.2.3.) für die Kampfkraft strategischer Kernwaffen umzusehen. Als erste Dimension stünde für einen derartigen Index ebenfalls $MT^{2/3}$ fest und als zweite, wegen der erwähnten Bedeutung hoher Treffergenauigkeit, der zirkulär wahrscheinliche Fehler CEP. Ein beide Dimensionen vereinigender Index bietet sich an:

$$K = MT^{2/3} / CEP^2 \quad (90)$$

Dieser Index ⁶¹⁴ hat den Vorteil, empirisch leicht interpretierbar zu sein. Von seinem numerischen Wert hängt nämlich direkt die Wahrscheinlichkeit ab, daß ein nuklearer Sprengsatz ein Ziel bestimmter Härte zerstört, auf das er abgefeuert wird ⁶¹⁵.

⁶¹⁴ Verwandt wird dieser Index z.B. bei J.J. Stone (1966) p. 155. M.D. Intriligator (1968b), Anm.1, p. 21.

⁶¹⁵ Wird ein Sprengkopf mit der Ladung MT und dem zirkulär wahrscheinlichen Fehler CEP auf ein Ziel der Härte (Widerstandsfähigkeit gegen Druck) H abgefeuert (CEP in Seemeilen, H in psi gemessen), dann ist p_z , die Wahrscheinlichkeit der Zerstörung des Ziels, gegeben durch

$$p_z = 1 - (1/2)^{6MT^{2/3}/HCEP^2}$$

(kombiniert aus Gleichungen (3) und (5) von R.D. Bowers (1958), pp. 85 f.).

Ein formaler Nachteil dieses Index ist, daß er der Kampfkraft einer strategischen Waffe keine Obergrenze setzt, sondern bei abnehmendem CEP gegen unendlich geht. Dem könnte abgeholfen werden, indem

$$K = MT^{2/3} / (1 + CEP^2) \quad (91)$$

gesetzt wird, wodurch K natürlich nicht mehr ein Vielfaches des Exponenten in der Gleichung aus Anm. 615 ist.

Schwerer wiegen indes die inhaltlichen Einwände gegen K, wie in (90) oder (91) definiert. Der erste lautet, daß der zirkulär wahrscheinliche Fehler CEP für Bombenflugzeuge keine sinnvolle Interpretation hat, K also nicht bei allen strategischen Waffen, sondern nur bei Raketen und eventuell FOBSS die Kampfkraft messen kann. Aber auch bei der letzteren Gruppe ist der Nutzen eines geringen Fehlers und damit eines hohen Werts von K auf Einsätze gegen harte Ziele (z.B. verbunkerte Interkontinentalraketen) beschränkt, wie man aus der Gleichung in Anm. 615 sieht ⁶¹⁶. Für Einsätze gegen "weiche" Ziele, also vor allem Bevölkerungskonzentrationen, ist beispielsweise "Schmutzigkeit" eines Sprengkopfes ⁶¹⁷ weit wichtiger als die Zielgenauigkeit des Trägersystems, so daß K eigentlich nur die Effektivität von auf Raketen montierten nuklearen Sprengköpfen gegen andere Raketenbunker mißt.

Auch gegen diese Formulierung könnte man noch einwenden, daß die Bedeutung des Nenners von K ständig sinkt, weil in überschaubarer Zukunft die CEP-Werte von Interkontinentalraketen und U-Boot-Raketen so gering sein werden, daß jedes Raketensilo auch mit den kleinsten Ladungen sicher zerstört sein kann ⁶¹⁸.

⁶¹⁶ Cf. R. Sagdeev (1971), pp. 229 f.

⁶¹⁷ Cf. D.R. Inglis (1970), p. 63.

⁶¹⁸ David Hoag, Direktor des Apollo-Steuers- und Navigationsprogramms, erwartet bis 1980 für Interkontinentalraketen einen mittleren zirkulär wahrscheinlichen Fehler von 30 m; cf. D. Hoag (1969), pp. 80 f.

Es ist deshalb ratsam, die Treffgenauigkeit der jeweiligen Trägersysteme aus dem Spiel zu lassen und sich auf $MT^{2/3}$ bei der Messung der Kampfkraft von strategischen Kernwaffen zu beschränken, sofern man überhaupt für derartige Waffen ein gesondertes Maß neben k beibehalten will ⁶¹⁹. Diese Folgerung entspricht der bisher in 4.2. verfolgten Absicht, die Kampfkraft möglichst verschiedener Waffen vergleichen zu können. Mit Hilfe von $MT^{2/3}$ kann man z.B. die Kampfkraft von Interkontinentalraketen mit der von mit frei fallenden Bomben bestückten Bombenflugzeugen vergleichen ⁶²⁰. Daß dieser Indikator zu einer Überbetonung weder der Stückzahlen noch extrem großer Ladungen neigt, zeigen die Summen der entsprechenden Werte für alle einsatzbereiten Gefechtsköpfe der USA und der UdSSR. Beide liegen in der Nachbarschaft von 40 Megatonnen und bestätigen damit den Eindruck des strategischen Gleichstandes, der einerseits auf weniger, aber extrem starken Sprengköpfen und andererseits auf zahlreichen Mehrfachsprengköpfen beruht.

Daß ich trotzdem $MT^{2/3}$ nicht unmittelbar als Indikator für die Effektivität strategischer Kernwaffen empfehle, sondern für die Verwendung dieses Ausdrucks als Maß für ihre reale militärische Nutzlast, also als Dimension n , im Kampfkraftindex k plädiere, liegt weniger daran, daß ich k als einen so vorzüglichen Index ansehe, sondern daran, daß $MT^{2/3}$ nur eine der Dimensionen mißt, die in 4.2.2.2.1. als bestimmend für die Kampfkraft von Waffen ermittelt wurden. Für die Kampfkraft sind nicht nur die

619 Diesen Weg hat J.C. Lambelet (1972), p. 17, beschritten; entsprechend muß er den Rüstungswettlauf zwischen USA und UdSSR in einen konventionellen und einen strategischen (nuklearen) Rüstungswettlauf aufteilen.

620 Als Maß für die Effektivität von strategischen Waffen wird $MT^{2/3}$ z.B. von M.C. McGuire (1965), Anm. 3, p. 154, verwandt. Sicher wird dieses Maß auch genau den Anforderungen gerecht, die E.B. Hansen (1964), Anm. 2, p. 138, an derartige Indikatoren richtet.

Sprengwirkung eines Kopfes, sondern auch die Eigenschaften seiner Fortbewegung relevant. Eine Bombe allein ist noch keine Waffe und hat auch keine Kampfkraft, nur Sprengkraft. Kampfkraft hat die Kombination, die entsteht, wenn der Sprengkopf auf ein Vehikel montiert wird, das ihn an sein Ziel bringen kann. Dabei ist für die Kampfkraft sehr wohl interessant, ob es sich dabei um eine Interkontinentalrakete, eine Kurzstreckenrakete oder einen Langstreckenbomber handelt.

folgt man dieser meiner Entscheidung, dann werden strategische Kernwaffen bei der Berechnung von k behandelt wie konventionelle Waffen mit dem einzigen kleinen Unterschied, daß $n = MT^{2/3}$ gesetzt wird. Mit Hilfe von k sind dann auch Vergleiche zwischen nuklearen und konventionell bestückten Waffen bezüglich ihrer Kampfkraft möglich. Für die strategischen Streitkräfte eines Staates kann ein Gesamtindex k_w berechnet werden, der sich auf der gleichen Skala befindet wie die Indexwerte anderer Waffengattungen. Nach (89) kann aus diesen Indexwerten schließlich auch ein Wert von r berechnet werden, welcher ein Maß für die gesamte konventionelle und nukleare Rüstung eines Staates ist. Mit den in dem zu Ende gehenden Abschnitt 4. 2.2. entwickelten Indizes ist es mithin möglich, Rüstungswettläufe zwischen Nationalstaaten oder Allianzen aus solchen zu analysieren, die entweder nur auf dem Sektor strategischer Atomwaffen oder nur auf dem konventioneller Rüstung oder in beiden Bereichen zusammen geführt werden.

4.2.3. Ein Ersatzindikator für die Rüstung eines Staates

4.2.3.1. Vorbemerkung

Der gesamte Abschnitt 4.2.2. war dem Problem gewidmet, wie der Einwand entkräftet werden kann, verschiedene Waffentypen seien ebensowenig addierbar wie Äpfel und Birnen. Die Lösung wurde - wie beim Obst auch - dadurch gefunden, daß gemeinsame Eigenschaften identifiziert wurden, welche für die jeweilige Verwendung relevant sind und auf denen die verschiedenen Untersuchungsobjekte verglichen werden können. Unterstellt man einmal, diese Lösung sei geglückt, lohnt sich dann überhaupt die Suche nach einem weiteren Indikator für die Rüstung eines Staates?

Diese Frage kann man kaum verneinen, sieht man sich einmal die Information an, welche die Berechnung von r voraussetzt. Um für ein bestimmtes Land r zu berechnen, muß man nämlich genaue Aufstellungen über den Bestand dieses Staates an Kriegsmaterial über die ganze Zeit hinweg besitzen, die auch über Zu- und Abgänge Auskunft geben müssen. Zusätzlich benötigt man für alle Waffentypen die Werte der drei Dimensionen g , n und r . Am ehesten ist das noch der Fall bei der strategischen Rüstung von Staaten mit Kernwaffen und ihren Trägern ⁶²¹. Anders sieht es dagegen bei der konventionellen Rüstung aus, wo sowohl Stückzahlen als auch technische Daten - besonders bei neuen Waffen - bisweilen geheimgehalten werden. Aber selbst

621 Sowohl über Stückzahlen wie technische Daten kann man sich dabei halbwegs zuverlässig aus offenen Quellen unterrichten. Stückzahlen der Trägersysteme finden sich z.B. in den verschiedenen Ausgaben von Institute for Strategie Studies, The Military Balance, technische Daten in I. Smart (1969), in der Sektion über "Military Missiles" von Jane's Aircraft und für die strategische U-Boot-Waffe in Jane's Fighting Ships (jährliche Ausgaben).

wenn alle Information offen auf dem Tisch liegt, bringt die Bestimmung des jeweiligen Wertes von r immer noch eine Menge Arbeitsaufwand mit sich, sofern es sich um halbwegs ansehnliche Streitkräfte handelt. Da die strategische Rüstung mit Atomwaffen und ihren Trägern auf jeden Fall mit Hilfe von r gemessen werden kann, beschränkt sich die Suche nach einem Ersatz in diesem Abschnitt durchweg auf konventionelle Waffen.

Die Suche nach einem Ersatz für r kann man auffassen als die nach einer alternativen Basis zum Vergleich von Äpfeln und Birnen. Glücklicherweise befindet sich ein Maß im Umlauf, das sowohl Kernobst als auch Waffen auf eine gemeinsame Basis reduziert, nämlich die jeweiligen Kosten, denen man nicht mehr ansieht, daß sie für Artikel aufgetreten sind, die "eigentlich" unvergleichbar sein sollen. Das bedeutet nicht, daß die in 4.3. als Rüstungsindikator für invalide und unreliabel erklärten Rüstungsausgaben hier fröhliche Urständ feiern sollen. Es geht vielmehr darum, unter Berücksichtigung der Unterteilung der Rüstungsausgaben in verschiedene Kategorien einen neuen Indikator zu konstruieren, welcher keinen Ansatzpunkt für Kritik an seiner Validität, wie der in 3.4. vorgebrachten, bietet. Das Problem der Reliabilität und vor allem das der Inflation und der zum Teil extrem lückenhaften und entstellten Daten bleibt ebenso ungelöst wie das der Währungskonversion. Zugunsten dieser Beschränkung könnte man argumentieren, daß es mit Sicherheit eine Reihe von Fällen gibt, in denen zwar die jährlichen Rüstungsausgaben und ihre Zusammensetzung einigermaßen zuverlässig ermittelt werden können, nicht aber die zur Berechnung von r notwendigen Daten vorhanden sind. Für derartige Fälle ist der Ersatzindikator gedacht, der im folgenden vorgestellt und dessen Validität anschließend getestet werden soll.

4.2.3.2. Rüstung und Rüstungsausgaben

4.2.3.2.1. Beschaffung von Waffen als Akkumulation von Rüstung

Auf die einzelnen Kategorien der Rüstungsausgaben wurde schon in 3.4. eingegangen, und in 3.4.2.2. wurde als einer der Gründe für die Invalidität von Rüstungsausgaben als Indikator für die Rüstung eines Staates die Tatsache angeführt, daß diese einzelnen Kategorien teilweise eher mit der Rüstung selbst, teilweise eher mit ihrem jährlichen Zuwachs zusammenhängen. Es liegt deshalb nahe, die einzelnen Kategorien zu unterteilen in solche, welche als Indikatoren für die Rüstung und solche, die als Indikatoren für ihren Zuwachs genommen werden können. Unter den ersteren ist vor allem die Unterhaltung des vorhandenen Materials zu nennen. Diese Kosten kovariieren sicher mit der Menge des vorhandenen Geräts und dem Grad seiner Kompliziertheit. Andererseits steht kein enger Zusammenhang zwischen Unterhaltungskosten und Rüstung als der aggregierten Kampfkraft der einzelnen Waffen zu erwarten ⁶²².

Als Indikator für den jährlichen Zuwachs der Rüstung bietet sich die Ausgabenkategorie "Beschaffung" an, sofern man vernachlässigt, daß sie nicht nur Ausgaben zur Beschaffung von Waffen, sondern auch für die Schaffung der zu ihrem Einsatz nötigen Infrastruktur enthält. Da diese Kosten um so höher sind, je komplizierter und damit teurer die Waffe ist, für welche sie entstehen, geht man wohl sicher mit der Annahme, daß derartige Kosten einen

622 Das sieht man beispielsweise daran, daß für die Kosten und zeitliche Dauer der Wartung von verschiedenen Waffen recht grobe Richtwerte für ausreichend gehalten werden, die zwar noch zwischen Panzern und Flugzeugen differenzieren, aber für Jagdflugzeuge oder Panzer unabhängig vom Typ einheitliche Wartungskosten pro Zeiteinheit unterstellen. Cf. Stockholm International Peace Research Institute (1971), Appendix 4, pp. 805-809.

festen Anteil an der Kategorie "Beschaffung" ausmachen und deshalb vernachlässigt werden können. Entschließt man sich für die Verwendung der Budgetkategorie "Beschaffung" (b) bei dem Versuch der Konstruktion eines Ersatzindikators für r, dann macht man, wegen des Meßniveaus von r, die grundlegende Annahme, daß der Wert von b im i-ten Jahr proportional ist dem Zuwachs von r vom i-1-ten zum i-ten Jahr: $ab_i = r_i - r_{i-1}$. Da $r_i - r_{i-1}$ die Summe der Kampfkraftwerte k aller im i-ten Jahr beschafften Waffen ist, folgt, daß man die Annahme auch so formulieren könnte, daß der Preis einer Waffe (p) proportional ihrer Kampfkraft ist: $ap = k$.

Das Kriegsmaterial eines Staates kann als ein Lager von Gütern aufgefaßt werden, bei dem der materielle Wert der Neuzugänge durch b gemessen wird ⁶²³, unter der obigen Annahme aber auch als ein Vorrat an Rüstung, wobei die jährlich hinzugefügte Kampfkraft ebenso durch b gemessen werden kann. Da uns die Rüstung eines Staates interessiert und nicht ihr Zuwachs, muß man einen Weg zur Bestimmung des materiellen Zeitwerts des Vorrats und damit der akkumulierten Rüstung aus den sukzessiven Zugängen ermitteln. Ein erster Schritt in diese Richtung ist die Überlegung, daß jede Waffe im Vorrat irgendwann genau einmal als Zugang in der Beschaffungskategorie aufgetaucht ist. Als Näherung für den Wert des Bestandes im Zeitpunkt t, $b_{k,t}$ (k für kumuliert), könnte man also die Summe aller bis zum Zeitpunkt t einschließlich getätigten jährlichen Ausgaben für Beschaffung auffassen:

$$b_{k,t} = \sum_{i=0}^t b_i \quad (90)$$

623 Cf. P. Joenniemi (1970), pp. 144 f.

Unter Berücksichtigung der oben formulierten Annahme folgt daraus für die Rüstung des betreffenden Staates im t -ten Jahr:

$$r_t = ab_{k,t} + a \sum_{i=0}^t b_i \quad (91)$$

4.2.3.2.2. Veraltung von Waffen und natürliche Abnutzung
Gleichung (91) fordert einen auf, zur Ermittlung der Rüstung eines Staates in einem bestimmten Zeitpunkt t seine Ausgaben für die Beschaffung von Waffen von grauer Vorzeit bis zu dem Zeitpunkt t zu addieren, ohne Rücksicht darauf, daß sich Waffen, die vor längerer Zeit beschafft worden sind, längst nicht mehr im Besitz der Streitkräfte dieses Staates sondern auf dem Meeresboden, dem Schrotthaufen oder in den Arsenalen von Entwicklungsländern befinden. Diese Gleichung muß also so modifiziert werden, daß sie Entwertung und Ausfälle von Waffen in der Zeit berücksichtigt. Letztere resultieren vor allem aus im normalen Betrieb anfallenden Unfällen und irreparablen technischen Defekten.

Zusätzlich zu dieser ständig wirkenden Auszehrung des Bestandes muß noch berücksichtigt werden, daß jede Waffe nach einer gewissen Zeitspanne veraltet ist. Zwar verliert sie nicht an Kampfkraft, aber das militärische Umfeld, in dem sie eingesetzt werden soll, verändert sich, vor allem die entsprechenden Waffen potentieller Gegner und deren komplementäre Waffen⁶²⁴. Noch vor Ablauf dieser Zeit wird der betreffende Staat danach streben, die

624 Mit "komplementären Waffen" sind die zur Bekämpfung einer bestimmten Waffe geeigneten Waffen gemeint.

jeweilige Waffe aus seinem Arsenal auszusondern, sie entweder einzumotten oder sie weiterzuveräußern an Staaten, in deren militärischem Umfeld sie noch nicht als veraltet zu betrachten ist. Die Dauer dieses Zeitraums hängt erstens wieder ab von der militärischen Umgebung eines Staates und der Geschwindigkeit ihrer Veränderung und zweitens von der Wirksamkeit der betreffenden Waffe.

Als Faustregel gilt, daß eine Waffe um so schneller veraltet (*ceteris paribus*), je wirksamer sie ist (und damit je neuer sie ist) - eine Folge des exponentiellen Wachstums militärischer Forschung und Entwicklung ⁶²⁵.

Wie können nun Abnutzung und Entwertung von Waffen in die Gleichungen (90) und (91) eingebracht werden? Zur Beantwortung dieser Frage empfiehlt es sich, die Entwicklung des Materialbestandes zu betrachten, der in einem bestimmten Jahr $t=0$ angeschafft worden ist. Der traditionelle Ansatz ist der, nach ein paar Jahren den Restbestand festzustellen und daraus die jährliche Verlustrate zu bestimmen. Der anfängliche Bestand unterliegt dann in der Zeit einem exponentiellen Verfall. Der Nachteil dieses Ansatzes ist, daß er die tatsächliche Verteilung der Verluste in der Zeit nicht berücksichtigt. Die resultierende Verfallofunktion legt die größten Verluste in die ersten Jahre nach der Beschaffung, während der Bestand mit zunehmendem Abstand von Beschaffungsjahr sich asymptotisch an 0 annähert, ohne diesen Wert je zu erreichen. Diese Betrachtungsweise berücksichtigt weder, daß die Wahrscheinlichkeit betriebsbedingter Ausfälle mit zunehmendem Alter des Gerätes steigt, noch daß noch vor Ablauf der Veraltungszeit V das Gerät schrittweise aus dem Betrieb genommen und durch neues ersetzt wird.

625 Zur Veraltungsrate von Waffen cf. P. Joenniemi (1970), p. 143.

Diese beiden Tatsachen lassen einen nach Funktionen der vom Beschaffungsjahr aus gezählten Zeit Ausschau halten, die anfangs recht langsam fallen, mit zunehmendem Abstand von der Beschaffung aber immer schneller, um nach Ablauf der Veraltungsperiode V den Wert 0 anzunehmen. Ist t die vom Beschaffungsjahr an gemessene Zeit, dann bieten sich zwei Funktionen von t mit den gewünschten Eigenschaften an, nämlich die an $f(t)=1$ gespiegelte Exponentialfunktion

$$f_1(t) = 2 - e^{t \ln 2 / V} \quad (92)$$

und die nach unten geöffnete Parabel

$$f_2(t) = 1 - t^2 / V^2 \quad (93)$$

Ein Vergleich der Werte von f_1 und f_2 für t von 0 bis V bei einem bestimmten, aber beliebigen V zeigt, daß (93) die gewünschte Eigenschaft, anfangs im Vergleich zu t gegen V recht langsam abzunehmen, stärker besitzt als (92). Deshalb wird im folgenden davon ausgegangen, daß die im Jahr $t=0$ für den Betrag b beschafften Waffen im Jahr t im Bestand des betreffenden Staates einen Wert von $b f_2(t)$ repräsentieren. Da für b nicht nur ein einziger Waffentyp, sondern ein ganzes Sortiment von Waffen beschafft werden kann, soll die Veraltungsperiode V dabei ein gewichtetes Mittel aus den entsprechenden Werten aller im Bestand des jeweiligen Staates vertretenen Waffen sein. Für die Zwecke der Untersuchung von Rüstungswettläufen empfiehlt es sich, für jeden Teilnehmer einen mittleren Wert von V zu schätzen oder zu ermitteln und diesen für die Dauer des Wettrüstens konstant zu halten, obwohl er eigentlich selbst mit fortschreitender technischer Entwicklung stets abnimmt.

Der nächste Schritt ist nun die Verwertung von (93) dergestalt, daß für einen bestimmten Zeitpunkt t der Wert des

Bestandes aus der Beschaffung in t und allen vorangegangenen Beschaffungen bis einschließlich $t-V$ bestimmt werden kann. Alle noch vor V getätigten Beschaffungen haben nach (93) inzwischen den Wert 0. Befindet sich der Zeitpunkt i zwischen $t-V$ und t , dann ist nach (93) der Wert in t der in i beschafften Waffen $b_i(1-(t-i)^2/V^2)$, und den Wert aller in t akkumulierter Waffen, $b_{k,t}$, erhält man als die Summe dieser Werte für alle Jahre von $t-V$ bis t :

$$b_{k,t} = \sum_{i=t-V}^t b_i(1-(t-i)^2/V^2) \quad (94)$$

Wegen (91) gilt entsprechend unter den in 4.2.3.2.1. gemachten Annahmen:

$$r_t = ab_{k,t} = a \sum_{i=t-V}^t b_i(1-(t-i)^2/V^2) \quad (95)$$

Gleichung (95) besagt, daß man die Rüstung eines Staates in einem bestimmten Jahr nicht nur durch den aus der Kampfkraft der einzelnen Waffen aggregierten Index r , sondern auch durch die Ausgaben für Beschaffung von Waffen in den letzten V Jahren unter Berücksichtigung der Veraltungs- und Ausfallsfunktion messen kann. b_k und r sind Maße für die gleiche Eigenschaft von Staaten, nämlich ihre Rüstung. Beide Maße befinden sich auf Ratioskalenniveau. Für r wurde das bereits früher festgestellt und für b_k gilt dies, weil b_k durch eine Ähnlichkeitstransformation in r überführbar ist. Diese Aussagen gelten natürlich nur unter den beiden Annahmen, daß für alle (konventionellen) Waffen $k=ap$ gilt und daß (98) die Veraltung und natürliche Abnutzung von Waffen in der Zeit adäquat

wiedergibt. Der folgende Validitätstest untersucht, ob b_k ein valider Ersatzindikator für r ist. Bringt er ein für b_k negatives Ergebnis, dann muß mindestens eine der beiden Annahmen unzutreffend sein. Besonderes Augenmerk wird man dabei wohl auf die erste Annahme richten müssen.

4.2.3.3. Test der Validität des Ersatzindikators b_k

Validitätstests für b_k können sowohl an realweltlichen wie an simulierten Daten durchgeführt werden. Gegenüber ersteren haben letztere eine ganze Reihe von Vorteilen. Für den Test müssen nämlich zwei Zeitreihen vorliegen, die von r für einen bestimmten Staat und einen bestimmten Zeitraum und die von b_k für den gleichen Staat und Zeitraum. Bei der ersten Zeitreihe hat man Rücksicht zu nehmen auf die sich ständig wandelnde, komplizierte Zusammensetzung des Waffenbestandes, und man wird damit rechnen müssen, wichtige Daten nicht ohne weiteres zur Verfügung zu haben. Zur Aufstellung der zweiten Zeitreihe benötigt man die jährlichen Ausgaben für Beschaffung des betreffenden Staates. Hier stellt sich aber das Problem, daß in die zum Test verwandte Periode oder in die vorangegangenen V Jahre, die wegen der rekursiven Definition von b_k ebenfalls berücksichtigt werden müssen, kriegerische Auseinandersetzungen des untersuchten Staates fallen können, die wegen der gesteigerten Beschaffung bei gleichzeitig erhöhter Veraltungs- und Ausfallrate nicht ohne weiteres die Berechnung von b_k gestatten. Auch wenn diese Schwierigkeit entfällt, hat man zur Berechnung von b_k immerhin noch die laufenden Beschaffungsausgaben in konstante Preise umzuwandeln und erst einmal Beschaffungs- von übrigen Rüstungsausgaben zu trennen.

All diese Probleme sind mitnichten unlösbar, aber sie lassen es geraten erscheinen, für einen tentativen Validitätstest simulierte statt realweltlicher Daten zu verwenden.

Damit schafft man diese Schwierigkeiten mit einem Schlag aus der Welt. Man kann von einem Staat ausgehen, der erst zu rüsten beginnt, dessen "Vorleben" also uninteressant ist. Die Zusammensetzung seiner Waffenbeschaffung kann man so dirigieren, daß die zur Berechnung von k und damit r benötigten Daten vorliegen - die Stückzahlen legt man ohnehin selbst fest - b_k in konstanten Währungseinheiten erhält man durch Verwendung der auf ein bestimmtes Jahr bezogenen Preise der einzelnen Waffen.

Genau diesen Weg geht der folgende Test, dem ein imaginärer Staat zugrunde liegt, dessen Einkaufsliste über zwanzig Jahre hinweg in Tabelle 13 wiedergegeben ist. Der Einfachheit des Beispiels halber wird davon ausgegangen, daß vor dem Jahr 1 dieser Staat keine Waffen besitzt. Aus dem gleichen Grund beschränkt sich das Beispiel auf wenige Waffentypen und auf größeres militärisches Gerät (Panzer und Kampfflugzeuge), da dieses sowohl bei der Rüstung eines Staates als auch seinen Beschaffungsausgaben den Löwenanteil ausmacht. Die letzte Spalte von Tabelle 13 gibt die für die angegebenen Waffen entstehenden jährlichen Beschaffungskosten an ⁶²⁶.

626 In konstanten US \$ (1971). Quelle: T. Cliffe (1972).

Jahr	Beschaffung	b (in 10^6 §)
1	50 Kampfpanzer vom Typ M 48 A2	9,0
2	10 Kampfflugzeuge vom Typ G-91	13,2
3	50 M 48 A2	9,0
4	10 G-91	13,2
5	50 M 48 A2, 10 G-91	22,2
6	10 G-91	13,2
7	20 Kampfflugzeuge vom Typ F-104G	55,2
8	20 M 48 A2, 10 F-104G	31,2
9	20 F-104G	55,2
10	20 M 48 A2, 10 F-104G	31,2
11	30 Kampfpanzer vom Typ "Leopard", 30 F-104G	92,9
12	40 "Leopard"	13,5
13	50 "Leopard", 20 F-104G	72,2
14	50 "Leopard", 10 Kampfflugzeuge vom Typ F-4F	89,0
15	50 "Leopard", 20 F-4F	161,0
16	20 "Leopard", 30 F-4F	222,8
17	50 F-4F	360,0
18	50 F-4F	360,0
19	20 "Leopard", 20 F-4F	150,8
20	20 "Leopard", 20 F-4F	150,8

Tabelle 13

Unter Berücksichtigung der anderwärts publizierte Erfassungswerte über den Ausfall militärischen Geräts im Routinebetrieb sind in Tabelle 14 die jährlichen Bestände des imaginären Staates an den fünf verwandten Waffentypen berechnet ⁶²⁷:

627 A.C. Leiss (1970), p. 366, gibt eine allgemeine Formel zur Berechnung des Bestandes eines Staates an einer bestimmten Waffe aus dem Bestand des vorhergehenden Jahres an. Auf den vorliegenden Fall angewandt lautet diese Formel $B_{w,i} = a_w B_{w,i-1} + N_{w,i}$, wobei $B_{w,i}$ und $N_{w,i}$ Bestand bzw. Neuzugänge der Waffe w im Jahr i sind und a_w die natürliche "attrition rate" der Waffe w ist. Als Werte von a_w nennt Leiss für Flugzeuge 0,1, für Panzerfahrzeuge 0,05 pro Jahr.

W a f f e

Jahr	M 48 A2	"Leopard"	G-91	F-104G	F-4F
1	50				
2	47		10		
3	95		9		
4	90		18		
5	136		26		
6	129		34		
7	123		31	20	
8	137		28	28	
9	130		25	45	
10	144		23	51	
11	137	30	21	76	
12	130	68	19	68	
13	124	115	17	81	
14	118	156	15	73	10
15	112	201	14	66	29
16	106	211	13	59	56
17	101	200	12	53	100
18	96	190	11	48	140
19	91	201	10	43	146
20	86	211	9	39	151

Tabelle 14

Den r-Wert jedes Jahres erhält man durch Multiplikation der jährlichen Bestandsziffern jeder Waffe in Tabelle 14 mit dem k-Wert dieser Waffe und anschließende Addition über alle Waffen hinweg⁶²⁸. Diese Werte zeigt Tabelle 15

628 Die k-Werte der einzelnen Waffen lauten (in 10^9):

M 48 A2 : 0,0060
 "Leopard" : 0,0153
 G-91 : 0,3815
 F-104G : 5,3200
 F-4F : 17,9000

Quellen für die technischen Daten: K. Vogel (1971), Jane's Aircraft (1969-70).

zusammen mit den jährlichen Werten von b_k , die durch Einsetzung der b -Werte aus Tabelle 13 in (94) entstehen. Für V wurde bei der Berechnung willkürlich, aber unter Berücksichtigung der Häufigkeit von Modellwechseln in den Streitkräften industrialisierter Staaten, der Wert 15 gesetzt.

Jahr	$r(\text{in } 10^9)$	$b_k (\text{in } 10^6 \text{ \$})$
1	0,300	9,0
2	4,097	22,15
3	4,010	30,95
4	7,420	43,8
5	10,746	65,2
6	13,745	77,2
7	118,858	130,5
8	160,522	158,8
9	249,330	209,7
10	280,645	235,0
11	413,302	319,8
12	371,070	322,8
13	439,995	381,2
14	575,870	452,8
15	878,100	592,0
16	1324,825	788,0
17	2080,256	1115,5
18	2772,696	1438,9
19	2846,440	1534,4
20	2919,196	1620,5

Tabelle 15

Nach (95) hat man zu erwarten, daß die die einzelnen Jahre repräsentierenden Punkte in einem rechtwinkligen Koordinatensystem mit den Achsen r und b_k auf einer Geraden liegen, daß also eine hohe Produkt-Moment-Korrelation

zwischen den beiden Variablen besteht, und daß diese Gerade durch den Ursprung geht. Die erste Erwartung geht uneingeschränkt in Erfüllung. Der Korrelationskoeffizient zwischen r und b_k beträgt 0,994, und durch b_k können 98,9 % der Varianz in r erklärt werden ($F=1482$). Leider ist das bei der zweiten Erwartung nicht der Fall: sowohl aus Abbildung 12 (und Abbildung 13, einem Ausschnitt der Umgebung des Ursprungs aus Abbildung 12 mit vergrößerter Einheit) als auch aus der Regressionsgleichung $r=1925b_k - 142,5 \cdot 10^9$ wird deutlich, daß b_k nicht durch eine Ähnlichkeitstransformation, sondern lediglich durch eine lineare Transformation in r überführt werden kann. Das bedeutet aber nichts anderes, als daß b_k nicht auf Ratioskalenniveau, sondern höchstens auf Intervallskalenniveau ein valider Ersatz für r sein kann.

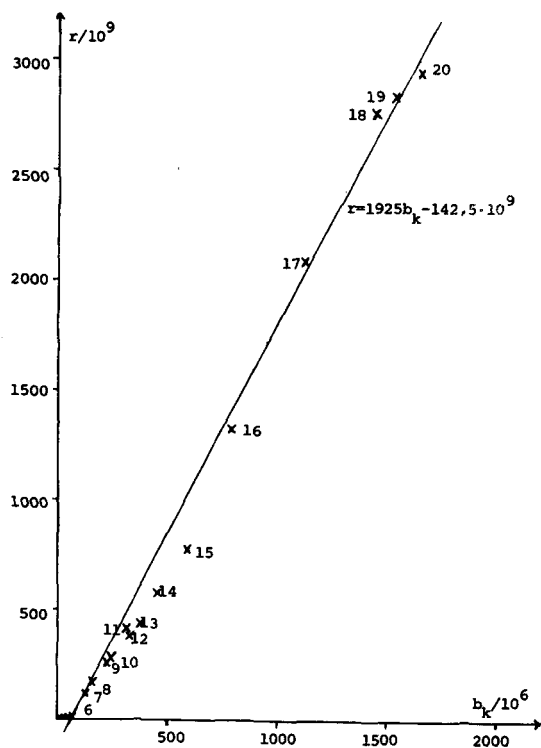


Abbildung 11

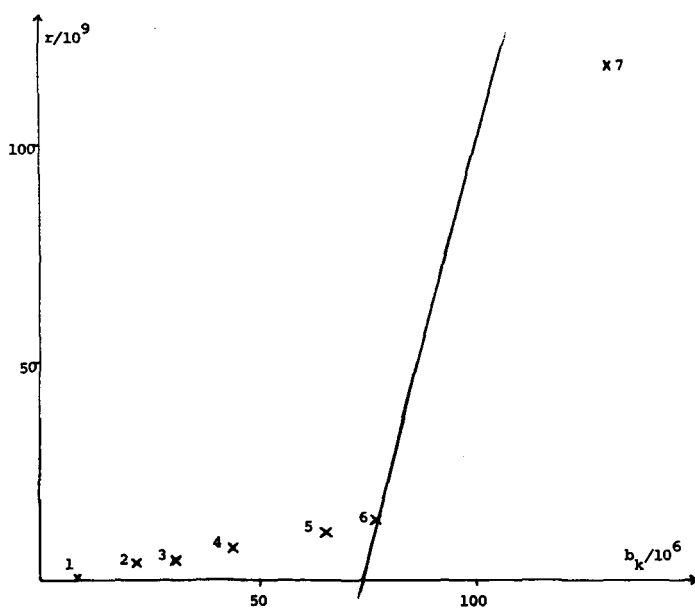


Abbildung 11A

Man könnte fragen, ob das nicht reicht; es bedeutet immerhin schon einiges, über ein auf Intervallskalenniveau befindliches valides Ersatzmaß für r zu verfügen. Die Antwort auf diese Frage hängt vom konkreten Forschungsvorhaben ab und wird in den meisten Fällen positiv ausfallen, wo ein höheres Meßniveau gar nicht gefragt ist. Für die Zwecke dieser Arbeit ist die Entscheidung nicht ganz so einfach, weil - streng genommen - die formalen Rüstungswettlaufmodelle aus 2.2. und 4.4. voraussetzen, daß x und y , die Rüstungen der am Rüstungswettlauf beteiligten Staaten, auf Ratioskalenniveau gemessen werden.

Man könnte selbstverständlich argumentieren, daß der auftretende Fehler (das absolute Glied der Regressionsgleichung) im Vergleich zu den auftretenden Werten von r und b_k so klein sei, daß man b_k so behandeln könne, als handelte es sich um eine Ratioskala, weil besonders bei größeren Werten von r und b_k die Angabe von Verhältnissen kaum verfälscht würde. Ob man dieses Argument akzeptiert, ist weitgehend Geschmacksache, und angesichts der aus Platzgründen erfolgenden Beschränkung auf diesen einen Test der Validität von b_k will ich eine eigene Stellungnahme dazu gar nicht abgeben.

Statt dessen will ich lieber untersuchen, woran es liegt, daß der Test ein Ergebnis zeitigt, das weder den Erwartungen widerspricht, noch sie voll einlöst. Die Vermutung liegt nahe, daß mit den Annahmen etwas nicht stimmt. Beginnen wir mit der Veraltungsfunktion (93): Daß diese Veraltungsfunktion und der von mir gewählte Wert von V nicht grundverkehrt sein können, sieht man daran, daß die Korrelation zwischen b_k und r auf 0,971 sinkt, wenn man b_k nicht, wie für Tabelle 15, aus (94), sondern aus (90) berechnet. Obwohl dieser Wert selbst schon recht hoch ist, erklärt die von mir verwandte Veraltungsfunktion zusätzliche 4,8 % der Varianz in r . Aus optischer Inspektion von Abbildung 11 könnte sich dennoch

der Eindruck ergeben, daß die Veraltungsfunktion (93) in den ersten Jahren nach der Beschaffung den Bestand zu schwach dezimiert. Anhaltspunkte dafür sind die Jahre 3, 12, 19 und 20. In den ersten beiden steigt b_k , obwohl r einmal leicht und einmal deutlich abnimmt, in den letzten beiden steigt b_k noch vergleichsweise kräftig, obwohl nach Tabelle 14 die Beschaffungen dieser Jahre gerade noch die Ausfälle ausgleichen und r nicht mehr so stark zunimmt, wie aus dem Knick in der gedachten Verbindungslinie der einzelnen Jahre ersichtlich ist.

Diesem Einwand müßte ich allerdings entgegenhalten, daß nicht die von mir bei der Berechnung von b_k in Tabelle 15 benutzte Veraltungsfunktion (93) die Ausfälle in den ersten Jahren nach Beschaffung zu niedrig ansetzt, sondern daß die bei der Berechnung des jährlichen Bestandes in Tabelle 14 verwandten jährlichen Ausfallquoten ⁶²⁹ am oberen Ende der Verteilung der möglichen Werte liegen. An anderer Stelle sind Daten veröffentlicht, welche weit niedriger liegen als die bei der Aufstellung von Tabelle 14 benutzten, die ich nur gebraucht habe, weil anderwärts keine Angaben für verschiedene Waffentypen an einer Stelle zu finden waren ⁶³⁰. In den fraglichen Jahren müßte

629 Cf. Anm. 627.

630 Für einige Kampfflugzeugtypen bestimmt J.H. Hoagland (1967), Table 1, p. 7, die jährliche Ausfallquote, indem er den Restbestand an Flugzeugen eines bestimmten Typs für 1970, die Gesamtproduktion und den Zeitpunkt der Produktion ermittelt. Aus diesen Daten läßt sich mit Hilfe der Annahme exponentiellen Verfalls die jährliche Ausfallquote ermitteln. Obwohl bei diesem Verfahren alle Ausfallursachen, einschließlich Kampfhandlungen, in allen Abnehmerländern berücksichtigt werden, liegen fast alle Quoten unter dem von Leiss übernommenen Wert von 0,1. Bei technischen Defekten und Unfällen als einzigen Ausfallursachen dürften also erheblich geringere Werte zu erwarten sein. Hoaglands Daten bestätigen sogar recht eindrucksvoll die Veraltungsfunktion (93). Der Prozentsatz der noch verbliebenen Flugzeuge eines Typs nimmt nämlich um so

also nicht b_k niedriger, sondern r höher sein.

Wie steht es nun mit der anderen Annahme, daß die Kampfkraft einer Waffe proportional ihrem Preis ist? Da man der Veraltungsfunktion wenig anhaben kann, muß der auftretende Fehler darauf zurückgehen, daß diese Annahme nicht völlig mit der Realität übereinstimmt. Daß dem so ist, zeigt bereits ein kurzer Blick auf die Abbildungen 11 und 12. Dort liegen die Jahre 1 bis 6 fast exakt auf einer Geraden. Dasselbe gilt für die Jahre 6 bis 14, wenn man sich den durch die überhöhte Ausfallquote entstehenden Fehler dadurch beseitigt denkt, daß 12, 13 und 14 um den gleichen Betrag parallel zur r -Achse so nach oben verschoben werden, daß 11 und 12 annähernd zusammenfallen. Ebenso liegen wieder 14 bis 18 auf einer Geraden mit noch steilerer Steigung als von 6 bis 14.

Sieht man sich daraufhin Tabelle 13 auf besondere Ereignisse zwischen den Jahren 6 und 7 und 13 und 14 hin an, dann bemerkt man, daß im ersten Fall der Übergang von G-91 auf F-104G, im zweiten Fall der von F-104G auf F-4F erfolgte. Daß die Steigung der Verbindungsgeraden der einzelnen Jahre bei jedem Übergang auf einen neueren Flugzeugtyp zunimmt, bedeutet, daß bei dem neueren Typ mehr Kampfkraft und damit mehr Rüstung pro Währungseinheit gekauft wird. Das widerspricht aber der Annahme, daß $k=ap$, und der oben konstatierte Fehler kann auf die Verletzung dieser Annahme zurückgeführt werden.

Forts. 630:

rapider ab, je länger die Produktion dieses Typs zurückliegt.

Eine eher journalistische Illustration des Problems sei gestattet: Träfe der Wert von Leiss für den Routinebetrieb zu, dann hätte die Bundesluftwaffe in den ersten vier Jahren nach ihrer Ausrüstung mit dem "Starfighter" mehr Maschinen dieses Typs verlieren müssen, als das bis heute der Fall war, obwohl gerade diese Maschine nicht als extrem haltbar gilt.

Um das Ausmaß der Verletzung dieser Annahme zu ermitteln, wurde in einer Stichprobe von insgesamt 45 Waffen (5 Kriegsschiffen, 20 Kampfflugzeugen, 20 erdgebundenen Waffen) der Zusammenhang von p und k untersucht. Aus Platzgründen werden hier nur die Ergebnisse wiedergegeben. In der untersuchten Stichprobe bestand zwischen p und k eine recht hohe Korrelation von 0,913, was 83,4 % erklärter Varianz entspricht. Das absolute Glied der Regressionsgleichung unterschied sich wie oben bei r und b_k deutlich von 0 ($1,78 \cdot 10^9$) ⁶³¹. Die Leistung einer Ursprungsgeraden, die der Bedingung $k=ap$ genügt, als Näherungsgerade für die Regressionsgerade war bescheiden. Durch eine derartige Gerade konnten maximal 55,4 % der Varianz in k erklärt werden - ein Indiz dafür, daß das absolute Glied der Regressionsgeraden verglichen mit den kleineren auftretenden Werten von k recht groß ist ⁶³². Deshalb wurde nach einer nichtlinearen Beziehung zwischen p und k Ausschau gehalten, die in der Parabel $k=p^2/2910$ schließlich gefunden wurde. Mit Hilfe dieser Parabel

- 631 Den Wert ihrer Steigung (2440) kann man als Bestätigung der oben und in der letzten Anmerkung geäußerten Zweifel auffassen, ob nicht die von Leiss übernommenen Abnutzungsraten zu hoch sind. Unabhängig von der Annahme $k=ap$ sollte man nämlich erwarten, daß die Regression von r auf b_k eine ähnliche Steigung hat wie die von k auf p . Verwendet man statt der auf Tabelle 14 basierten r -Werte aus Tabelle 15 solche Werte von r , die ohne Berücksichtigung von Ausfällen zustandekommen, und nach (90) anstatt nach (94) berechnete Werte von b_k , dann ist das auch der Fall (Steigung der Regressionsgeraden: 2220). Die um ein ganzes Stück geringere Steigung der Regressionsgeraden in Abbildung 11 geht also auf die überhöhten Ausfallraten aus Anm. 627 zurück.
- 632 Dieses Ergebnis gibt einem gewisse Zweifel an der oben erwähnten Möglichkeit auf, b_k trotz des von Null verschiedenen absoluten Gliedes der Regressionsgeraden als auf Ratioskalenniveau valides Ersatzmaß für r aufzufassen.

können immerhin 91 % der Varianz in k erklärt werden. Eine lineare Beziehung besteht also nicht, wie in 4.2.3. 2.1. angenommen, zwischen k und p , sondern sie besteht zwischen k und p^2 . Da dieses Ergebnis nur aus einer (nicht repräsentativen) Stichprobe von konventionellen Waffen stammt, darf es nicht verallgemeinert werden, andererseits kommt es auch nicht überraschend, war doch auch in Abbildung 11 der Gedanke an eine Näherung durch eine Parabel nicht allzu abwegig.

Die Nutzenanwendung dieses kurzen Exkurses für die Interpretation des obigen Validitätstestes lautet, daß eine Ursprungsgerade als Regression von r auf b_k angesichts der nichtlinearen Beziehung zwischen k und p überhaupt nicht zu erwarten war. Eine solche Gerade mit hoher Erklärungskraft für die Varianz von r als Regression von r auf b_k wäre zu erwarten, wenn b nicht als jährliche Ausgaben für Waffenbeschaffung, sondern als Summe der quadrierten Preise aller in einem Jahr beschaffter Waffen definiert wäre und die Werte dieser Variablen nach (94) kumuliert würden⁶³³. Hier schließt sich jedoch der Kreis zur anfänglichen Fragestellung, der Suche nach einem weniger Information voraussetzenden Ersatzmaß für r : Verfügt man über die Information, die erforderlich ist, um aus b_k ein auf Ratioskalenniveau valides Ersatzmaß für r zu machen (Stückzahlen und -preise der einzelnen in einem jeden Jahr beschafften Waffentypen), dann hat man in aller Regel auch die Möglichkeit, r unmittelbar zu berechnen.

633 Dies ist auch tatsächlich der Fall. Korreliert man r aus Tabelle 15 mit b_k -Werten, die aus b -Werten kumuliert sind (nach (94)), die in jedem Jahr die Summe der Quadrate der Preise aller in dem jeweiligen Jahr beschaffter Waffen angeben, dann erhält man einen Korrelationskoeffizienten von 0,9995, was eine erklärte Varianz von 99,9 % bedeutet. Das absolute Glied der Regressionsgleichung schrumpft auf $0,1 \cdot 10^9$ und kann damit getrost vernachlässigt werden, so daß Validität auf Ratioskalenniveau vorliegt.

War mithin die Suche nach einem Ersatzindikator für die Rüstung eines Staates umsonst? Man wird diese Frage nicht ohne weiteres verneinen können. Andererseits zeigte sich b_k auf Intervallskalenniveau als ganz passabler Ersatz für r . Überdies könnte es Situationen geben, in denen der Fehler erträglich erscheint, der durch die Annahme entsteht, b_k sei auf Ratioskalenniveau valide, vor allem, wenn man ihn mit der herrschenden Praxis bei der Messung von Rüstung kontrastiert. Besonders prekär wird die Entscheidung in Situationen, in denen die Datenlage die Berechnung von r verbietet. Angesichts der Wahl, Rüstung gar nicht, durch Rüstungsausgaben oder durch b_k zu messen, glaube ich ein Plädoyer für letzteres vertreten zu können.

4.2.4. Abschließende Bemerkungen zur Operationalisierung des Terms "Rüstung"

Zum Abschluß dieses Abschnitts 4.2. über die Operationalisierung der in Rüstungswettlaufmodellen grundlegenden Variablen "Rüstung" möchte ich keine Zusammenfassung oder Systematisierung der Einzelergebnisse vornehmen, da ich hoffe, daß die Art ihrer Präsentation eine solche überflüssig macht. Auch eine Rekapitulation des Gedankengangs halte ich für überflüssig, da dieser aus 4.2.1., 4.2.2.1. und 4.2.3.1. klargeworden sein sollte. Stattdessen möchte ich das Erreichte an der Kritik messen, die in 3.4. an den gängigen Operationalisierungen des Terms "Rüstung" vorgebracht wurde. Das Ergebnis lautete dort, daß man zum gegenwärtigen Zeitpunkt über keine reliablen und validen Indikatoren für die Rüstung eines Staates verfügt. Ist dieser Mangel in diesem Abschnitt beseitigt worden?

Die Antwort auf diese Frage hängt ab von der Interpretation der verschiedenen Validitätstests, da das Reliabilitätsproblem angesichts der Dimensionen von r und k bei

diesen Indizes nur eine untergeordnete und bei b_k keine größere Rolle spielt als bei der Verwendung der Rüstungsausgaben eines Staates als Indikator. Eine mögliche Interpretation lautet, daß die Tests die Gültigkeit der Identifikation der einzelnen Dimensionen und ihrer Aggregation zu k und der weiteren Aggregation zu k_E und schließlich zu r nicht bestätigen, weil erstens das Intervallskalenniveau der Expertenartikulationen erzwungen ist, und die in den Tests verwandten Waffen keine repräsentative Stichprobe - und noch dazu eine mit kleinen N - darstellen. Dem könnte man entgegnen, daß erstens die Meßniveautransformation in Übereinstimmung mit gängigen Verfahren und unter Minimierung des erwarteten Fehlers vorgenommen wurde und daß zweitens die Auswahl der Waffen, speziell in den beiden ersten Tests, aus einem Kontext stammt, der alle möglichen Fehler erwarten läßt, aber keinen systematischen bias zugunsten der Validität von k und k_E . Für die Validität der Kampfkraft- und Rüstungsindizes sprechen die ausgesprochen hohen Korrelationen, die in den ersten beiden Tests ermittelt werden konnten.

Ein konsequenter methodologischer Fallibilismus wird sich damit jedoch nicht zufrieden geben, sondern die Forderung nach weiteren Tests erheben. Man wird auch gut daran tun, sich zu erinnern, daß Validität eines Meßkonzepts keine dichotomische, sondern eine graduelle Eigenschaft ist. Es ist mithin durchaus möglich, daß die Validität von r und k etwas niedriger ist, als die Tests dieses Abschnittes erwarten lassen. Um hier von der Spekulation zu gesicherten Ergebnissen zu kommen, bedarf es weiterer Tests an größeren Stichproben unter Berücksichtigung aller möglichen Waffentypen. Für solche Tests fehlen jedoch zur Zeit die notwendigen Daten.

Ganz ähnlich verhält es sich bei dem Test der Validität von b_k als Ersatz für r ; als zusätzlicher Einwand könnte

höchstens angeführt werden, daß es sich bei den Daten um simulierte handelt. Meine Antwort ist prinzipiell die gleiche wie oben: Bewiesen ist in 4.2.3.3. nichts worden, aber angesichts des hohen Prozentsatzes der durch b_k erklärten Varianz von r kann b_k als Ersatz für r nicht zurückgewiesen werden, sondern es müssen weitere Tests, möglichst auch an realweltlichen Daten, erfolgen. Da b_k jedoch nur auf Intervallskalenniveau ein valider Ersatzindikator für r ist, kann dieses Maß auch schon vor weiteren Validitätstests im Rahmen der Analyse von Rüstungswettläufen mit Hilfe von formalen Modellen nur dann verwandt werden, wenn man den in 4.2.3.3. erwähnten Fehler in Kauf zu nehmen bereit ist. Unter dieser wichtigen Einschränkung kann die Forderung nach neuen Tests mit der Feststellung verbunden werden, daß mit beiden Rüstungsindikatoren gearbeitet werden kann.

4.3. Zur Abgrenzung der Fallmenge

4.3.1. Vorbemerkung

Sicher kann es in den Sozialwissenschaften schwieriger sein als in anderen empirischen Wissenschaften, aus Tests und Experimenten Information über die Übereinstimmung eines Modells mit dem Stück Realität, das es zu beschreiben und erklären vorgibt, zu destillieren. Dieser Schwierigkeitsgrad ist aber keine Frage der Einzigartigkeit des Objektbereichs, sondern er ist bei voll in die Theorie integrierter Basissprache allein durch die Komplexität der verwandten Modelle bedingt. Nur weil letztere in einem größeren Ausmaß von der Komplexität des untersuchten Realitätsausschnitts abhängt, hat der erste Satz seine Berechtigung.

Gegenwärtig konstatiert er jedoch nur eine entfernte Möglichkeit, denn gerade in der politischen Wissenschaft gängige Modelle zeichnen sich nicht durch übergroße Kom-

plexität aus. Die allenthalben auftretenden Probleme bei der Interpretation vorliegender Daten und der Ergebnisse von Hypothesentests müssen also andere Ursachen haben, die vor allem im Bereich der Begriffsbildung zu suchen sind. Ein Musterbeispiel stellen hier die formalen Modelle zur Analyse von Rüstungswettläufen dar. Wie in 3.1., 3.2. und 3.3.1. dargelegt wurde, findet in diesem Forschungsbereich eine Wechselwirkung zwischen Theorie und Empirie nicht statt, weil die bisherigen empirischen Arbeiten nur spärliche Auskunft darüber geben, ob die umlaufenden formalen Modelle leisten, was sie zu leisten vorgeben. Ursache dafür ist mitnichten die Komplexität der Modelle, die in der Tat relativ simpel sind, sondern die Art der Begriffsbildung, der Verzicht auf präzise Korrespondenzregeln zwischen theoretischer und Beobachtungssprache.

Dieser Verzicht stellt, ohne daß irgend jemandem die Absicht dazu unterstellt werden soll, die beste Immunisierung gegen empirische Überprüfung dar. Einerseits glaubt jedermann zu wissen, wovon die Rede ist, worüber das Modell handelt und worüber nicht; andererseits bleibt in der konkreten Testsituation ein breiter Interpretationsspielraum, und ob man das Modell für falsifiziert oder für nicht falsifiziert hält, ist weitgehend Geschmackssache. Bei den in 2.2.1. referierten Rüstungswettlaufmodellen läßt sich ein Argument für die Irrelevanz eines empirischen Tests für ein bestimmtes Modell stets auf die Invalidität des für die zentrale Variable "Rüstung" verwandten Indikators stützen oder auf die Verwendung von Daten, die keinen Rüstungswettlauf darstellen.

Die erste Immunisierungsstrategie sollte durch den Abschnitt 4.2. unmöglich gemacht werden, in dem nach einem validen Maß für die Rüstung eines Staates gesucht wurde. Der zweiten gilt dieser Abschnitt 4.3., in dem es um eine Operationalisierung des Terms "Rüstungswettlauf" geht,

also um eine Abgrenzung der Fallmenge, an deren Elementen Tests durchgeführt werden müssen, um ein Rüstungswettlaufmodell falsifizieren zu können. Dabei werden im Vordergrund stehen die beiden in 3.3.5. aufgeworfenen Probleme, wann erstens ein gegebener Datensatz einen Rüstungswettlauf zwischen zwei Allianzen oder einer Allianz und einem Nationalstaat darstellt und was es zweitens heißt, daß in einem Rüstungswettlauf jede Seite ihre Rüstung als Reaktion auf die der Gegenseite interpretiert. Zunächst aber wird eine formale Version der Rekonstruktion der gängigen Definition des Terms "Rüstungswettlauf" geliefert, die einige kleinere Schwächen der Rekonstruktion aus 3.3. vermeidet ⁶³⁴.

4.3.2. Definition des Terms "Rüstungswettlauf"

4.3.2.1. "Rüstungswettlauf" als Paar von geordneten n-Tupeln

Da ich den Term "Rüstungswettlauf" für Interaktionsfolgen zwischen je zwei Nationalstaaten oder Allianzen aus solchen reserviert habe, ist es nicht erforderlich, auf die für die Verhaltensakte in einem Rüstungswettlauf verantwortlichen Entscheidungseinheiten und ihre Anzahl einzugehen. Dagegen ist es sinnvoll zu fragen, ob man, wie in der Rekonstruktion in 3.3.2. geschehen, Rüstungswettläufe als Paare von n-Tupeln aus Verhaltensakten definieren sollte, da man sich bei der Untersuchung von kompetitivem Rüstungsverhalten ja nicht für die einzelnen Verhaltensakte, die zur Steigerung der Rüstung führen, interessiert, sondern für ihre über einen bestimmten Zeitraum hinweg aggregierten Ergebnisse. Für jeden einzelnen Staat sind die Ergebnisse die in bestimmten Abständen gemessenen Werte seiner Rüstung. Die Rüstung eines Staates

⁶³⁴ Cf. 3.3.2. bis 3.3.4.

verändert sich zwar nicht kontinuierlich, aber in zahlreichen kleinen Schritten mit jedem einschlägigen Verhaltensakt. Diese näherungsweise kontinuierliche Entwicklung wird durch die Ermittlung der Rüstung in bestimmten größen Abständen zu einer Folge von diskreten Werten reduziert. Derartige Zeitreihen bilden das Datenmaterial bei der Analyse von Rüstungswettläufen.

Beschränkt man die Feststellung der Rüstung auf einen Zeitpunkt in jedem aufeinanderfolgenden Kalenderjahr und betrachtet die Rüstung in diesem Zeitpunkt als charakteristisch für die Rüstung des betreffenden Staates in diesem Jahr, dann erhält jeder Staat in jedem Jahr genau einen Wert auf der Variablen "Rüstung" zugewiesen, also genau einen Wert des Rüstungsindex r . Die Rüstung des Staates i im Jahr j wird bezeichnet durch $r_{i,j}$. Betrachtet man die r -Werte eines Staates i in n aufeinanderfolgenden Jahren a bis e (mit $e-n=a-1$), dann kann man die Zeitreihe $r_{i,a}$ bis $r_{i,e}$ auch als geordnetes n -Tupel R_i aus Rüstungsständen auffassen: $R_i = (r_{i,a}, r_{i,a+1}, \dots, r_{i,e-1}, r_{i,e})$. Entsprechend kann die Rüstung einer Allianz über n aufeinanderfolgende Jahre hinweg als ein geordnetes n -Tupel aus r -Werten betrachtet werden, wobei der r -Wert der Allianz in jedem Jahr als die Summe der r -Werte aller Mitgliedstaaten der Allianz in dem betreffenden Jahr definiert ist ⁶³⁵.

Bei Rüstungswettläufen handelt es sich nun um Paarmengen, also um ungeordnete Paare, von derartigen geordneten n -Tupeln aus Rüstungsständen, wobei es gleichgültig ist, ob

635 Unter "Allianz" wird dabei eine Gruppe von Nationalstaaten verstanden, die zum militärischen Beistand vertraglich verpflichtet sind, wenn einer von ihnen von einem oder mehreren dritten Staaten angegriffen wird. Zu diesem engen Allianz begriff cf. J.D. Singer (1969), pp. 515, 521, B.M. Russett (1971), pp. 262 f. Zur Definition einer Allianz cf. allgemein J.D. Singer (1968), B.M. Russett (1968b), E.H. Fedder (1968).

die beiden n -Tupel aus Rüstungsständen zweier Staaten, zweier Allianzen, oder eines Staates und einer Allianz bestehen. Um nicht jedesmal Staaten und Allianzen auf-führen zu müssen, spreche ich im folgenden nur noch von Rüstungswettläufen zwischen zwei Einheiten ⁶³⁶. Nicht jede Paarmenge von n -Tupeln aus Rüstungsständen stellt jedoch bereits einen Rüstungswettlauf zwischen zwei Einheiten dar. Dazu müssen noch eine Reihe weiterer Bedingungen erfüllt sein.

Die erste dieser Bedingungen lautet, daß beide n -Tupel einer derartigen Paarmenge gleichviel Elemente haben müssen und daß Anfangszeitpunkt a und Endzeitpunkt e in beiden n -Tupeln identisch sein müssen. Unter Berücksichtigung dieser zusätzlichen Bedingung kann ein Rüstungswettlauf zwischen den Einheiten i und k , $RW_{i,k}$, folgendermaßen formal dargestellt werden ⁶³⁷:

$$RW_{i,k} = \{R_i, R_k\} = \{(r_{i,a}, \dots, r_{i,e}), (r_{k,a}, \dots, r_{k,e})\} \quad (96)$$

636 Man könnte einen Rüstungswettlauf ebensogut als geordnetes n -Tupel aus geordneten Paaren von r -Werten auffassen, wobei das j -te geordnete Paar die Rüstungsstände der am Rüstungswettlauf beteiligten Einheiten im j -ten Jahr enthielte. Diese Version hätte den Vorteil, unmittelbar graphisch in der Rüstungsebene interpretierbar zu sein. Die im Text durchgeführte Variante wurde wegen ihrer größeren Affinität zur literarischen Vorlage gewählt; ihre Veranschaulichung ist nicht bedeutend komplizierter.

637 Der Unterschied zu Mayhews Definition der Interaktionssequenz besteht lediglich darin, daß jener die Verhaltensakte bzw. Ergebnisse von solchen beider Einheiten in einem einzigen (zeitlich) geordneten n -Tupel unterbringt. Die Annahme der Gleichzeitigkeit von $r_{i,j}$ und $r_{k,j}$ wird dann durch die Annahme ersetzt, daß die Einheiten i und k jeweils abwechselnd genau einen Verhaltensakt produzieren, so daß deren Ergebnisse beim zeitlichen Durchlauf durch ein n -Tupel nach alternierender Urheberschaft aufgereiht sind. Gegenüber dieser Definition hat die im Text angebo-

Noch längst stellen aber nicht alle derartigen Paarmenten Rüstungswettläufe dar. Noch ist es möglich, daß bei einer oder bei beiden Einheiten die Rüstung zwischen den Zeitpunkten a und e abnimmt, zunimmt oder konstant bleibt. Deshalb muß für alle i und für alle j ($a \leq j \leq e$) in einem Rüstungswettlauf gelten, daß $r_{i,j} < r_{i,j+1}$. Nur dann ist gewährleistet, daß die Rüstung beider am Rüstungswettlauf beteiligter Seiten während des Rüstungswettlaufs von Jahr zu Jahr steigt; ist das nicht der Fall, dann liegt kein Rüstungswettlauf vor.

Aber auch wenn diese Bedingung erfüllt ist, muß es sich bei einer gegebenen Paarmenge von n -Tupeln noch nicht um einen Rüstungswettlauf handeln. Die bisher aufgestellten Bedingungen präzisieren lediglich, was in 3.3.2. als der kleinste gemeinsame Nenner der meisten umlaufenden Definitionen des Terms "Rüstungswettlauf" rekonstruiert wurde, und machen ihn auch für Rüstungswettläufe zwischen Allianzen oder zwischen einem Nationalstaat und einer Allianz handhabbar. Im folgenden Abschnitt wird dasjenige Kriterium eingeführt, das aus der Menge aller Paarmenten von geordneten n -Tupeln aus Rüstungsständen, welche den bisherigen Bedingungen genügen, die Menge aller Rüstungswettläufe ausgrenzt, nämlich die Reaktivität des Rüstungsverhalten.

4.3.2.2. Reaktivität des Rüstungsverhaltens im Rüstungswettlauf

Unter die bisherige Definition fallen auch eine ganze Reihe von Paarmenten von geordneten n -Tupeln aus Rüstungsständen, die man nicht gerne als Rüstungswettläufe bezeich-

Forts. 637:

tene den Vorteil, daß die beiden im Einzelfall zu untersuchenden Zeitreihen unmittelbar in der Operationaldefinition des Terms "Rüstungswettlauf" anzutreffen sind; cf. B.H. Mayhew (1971), pp. 13 f.

nen möchte. Liegen beispielsweise die beiden für die Rüstungsstände in beiden n -Tupeln verantwortlichen Einheiten geographisch so weit voneinander entfernt, daß die Rüstung jeder Einheit zum militärischen Einsatz gegen die andere Einheit praktisch nutzlos ist, wird man nicht geneigt sein, bei der entsprechenden Paarmenge von einem Rüstungswettlauf zu sprechen, auch wenn alle übrigen Kriterien erfüllt sein sollten⁶³⁸. Letzteres trifft auch zu, wenn die physische gewaltsame Einwirkung der beiden Einheiten aufeinander mittels ihrer Streitkräfte zwar möglich, aber von den beiden Einheiten bei der Festlegung ihrer Rüstung mangels hinreichend intensiver Feindseligkeit nicht in Betracht gezogen wird.

Für die Vergabe des Terms "Rüstungswettlauf" an eine Paarmenge der beschriebenen Art wird man also zusätzlich zu den oben angeführten Kriterien verlangen, daß die Anwendung physischer Gewalt zwischen den beiden Einheiten in nennenswertem Umfang überhaupt möglich ist und von den beiden Einheiten in den Prozeß der Entscheidung über ihren jeweiligen Rüstungsstand dergestalt einbezogen wird, daß die Rüstung der jeweils anderen Einheit als Ursache für die eigene Rüstung und ihre Entwicklung in der Zeit interpretiert wird. Bei dem Versuch der Operationalisierung dieser beiden Kriterien kann man sich auf das letztere beschränken, da es eine hinreichende Bedingung für das erste Kriterium darstellt: Interpretiert ein Staat die Rüstung eines zweiten Staates als ursächlich für sein eigenes Rüstungsverhalten, dann kann man davon ausgehen, daß eine gewaltsame Auseinandersetzung zwischen

638 Unter Verwendung von Bouldings Konzept der "critical boundary" (cf. K.E. Boulding (1963b), pp. 265-263) könnte man dieses Kriterium so formulieren, daß eine Paarmenge der Form (96) nur dann ein Rüstungswettlauf sein kann, wenn sich die "critical boundaries" der Einheiten i und k mindestens zweimal schneiden.

den beiden Staaten eine reale Möglichkeit darstellt⁶³⁹.

Der letzte Schritt auf dem Weg zu einer Operationalisierung des Terms "Rüstungswettlauf" besteht nun darin anzugeben, wann ein Staat seine Rüstung als Reaktion auf die eines anderen Staates interpretiert. Eine gewisse Schwierigkeit bei der Operationalisierung dieses Kriteriums liegt darin, daß die Rüstung jeder an einem Rüstungswettlauf beteiligten Einheit jährlich durch einen einzigen r-Wert gemessen wird, der aus den Ergebnissen einer ganzen Reihe von Einzelentscheidungen aggregiert ist, in der Rüstungspolitik des betreffenden Staates jedoch selbst keine Rolle spielt.

Man wird also nicht erwarten können, daß die Elemente seines n-Tupels aus Rüstungsständen von dem betreffenden Staat selbst unmittelbar als Folge der Elemente des n-Tupels des gegnerischen Staates ausgegeben werden. Ebenso wenig kann man das bei jeder einzelnen Entscheidung erwarten, die zu einer Steigerung der Rüstung und damit einer Zunahme des r-Wertes des betreffenden Staates führt. Vielmehr wird man davon auszugehen haben, daß derartige Interpretationen durch die kompetenten Eliten in einem Staat sehr viel globaler und vor allem zu solchen Zeitpunkten und Gelegenheiten öffentlich artikuliert werden, welche die Rolle der Streitkräfte publikumswirksam darstellen. In solchen Zusammenhängen, wie beispielsweise nationalen Feier- und Gedenktagen, Paraden, (Rüstungs-)Etatdebatten und sicherheitspolitischen Lage-

639 "Hinreichende Bedingung" ist hierbei nicht im logisch-deduktiven Sinn zu verstehen, sondern als Umschreibung einer vorwissenschaftlich-empirisch beobachteten Teilmengenbeziehung. Mir ist kein Fall bekannt, daß zwei Staaten ihre Rüstungen als gegenseitige Reaktionen deklarieren, ohne daß ein gewaltsamer Konflikt im Bereich des Möglichen liegt. Sollte ein konträrer Fall beobachtet werden, dann müßte eine Operationalisierung auch noch dieses ersten Kriteriums nachgetragen werden.

berichten, läßt sich am ehesten die benötigte Information über die Begründung ihres Rüstungsverhaltens durch die nationalstaatlichen Entscheidungsträger finden.

Entsprechend diesen Überlegungen soll die Rüstung eines Staates i genau dann als von den Entscheidungsträgern von i im Jahr j als Reaktion auf die Rüstung eines zweiten Staates k interpretiert betrachtet werden, wenn in dem betreffenden Jahr zu den erwähnten Anlässen Artikulationen kompetenter Eliten⁶⁴⁰ von i nachgewiesen werden können, in denen der Überzeugung Ausdruck gegeben wird, daß Umfang und Zusammensetzung der Rüstung von i durch Umfang und Zusammensetzung der Rüstung von k verursacht sind⁶⁴¹. Eine Paarmenge von geordneten n -Tupeln aus Rüstungsständen der Form (96) soll genau dann ein Rüstungswettlauf zwischen zwei Staaten i und k heißen, wenn in allen Jahren von $a+1$ bis e die Rüstung von i als Reaktion auf die von k und die Rüstung von k als Reaktion auf die von i von den jeweiligen Eliten interpretiert wird.

Diese Definition eines Rüstungswettlaufs beschränkt sich auf Staaten, bezieht also Allianzen nicht ein, weil bisher nur definiert wurde, was es heißen soll, daß ein Staat in einem bestimmten Jahr mit seiner Rüstung auf

640 Aus Gründen der internationalen Vergleichbarkeit der Eliten und der Vermeidung der Berücksichtigung zufälliger und nicht repräsentativer Artikulationen wird man gut daran tun, diesen Kreis recht eng zu fassen und ihn etwa auf Staats- und Regierungschef, Außen- und Verteidigungsminister, die Spitzen ihrer Ministerien, sowie auf die Spitzen der Parteien zu beschränken, welche personell an der Regierung beteiligt sind.

641 Wichtig ist bei derartigen Eliteartikulationen nicht die präzise Wortwahl, ob also von der Rüstung oder ihrem Zuwachs, den Rüstungsausgaben oder ihrem Zuwachs, dem Personalbestand der Streitkräfte, der Kampfkraft oder der Modernisierung von Struktur und Ausrüstung der Truppen die Rede ist, sondern die Herstellung eines kausalen Zusammenhanges zwischen derartigen Eigenschaften von Staaten und ihren Streitkräften.

die eines bestimmten Staates reagiert; eine entsprechende Definition für Allianzen steht noch aus. Mit einer solchen könnte man es sich sehr einfach machen, indem man in die Liste der informationsträchtigen Veranstaltungen und Gelegenheiten Tagungen, militärische Lageberichte etc. der politischen und militärischen Spitzenorganisationen von Allianzen einbezieht und definiert, daß Allianz i im Jahr j ihre Rüstung als Reaktion auf die von Allianz k genau dann interpretiert, wenn sich zum angegebenen Zeitpunkt entsprechende Artikulationen der hier kompetenten Eliten nachweisen lassen.

Eine auf dieser Definition basierende Definition des Rüstungswettlaufs zwischen Allianzen hätte jedoch den Nachteil, unberücksichtigt zu lassen, daß die Interpretation der Reaktivität und die Rüstung steigernde Verhaltensakte hier von verschiedenen Einheiten ausgehen - nämlich einmal von der Allianz und einmal von ihren Mitgliedstaaten - und daß die Beteiligung von Allianzmitgliedern sowohl an der Interpretation der Rüstung der eigenen Allianz als Reaktion auf die der anderen Allianz als auch an der Steigerung der Rüstung der eigenen Allianz unterschiedlich ist. Speziell kleinere Staaten in einer Allianz interpretieren unter dem Schutz und Schirm ihrer mächtigeren Verbündeten ihre eigene Rüstung nicht als Teil einer "konzertierten Reaktion" einer Allianz auf die Rüstung eines Gegners, sondern als ihren eigenen Beitrag für ihre eigene Sicherheit, und es kann vorkommen, daß sie während eines andauernden Rüstungswettlaufs zwischen ihrer Allianz und einer anderen Einheit ihre eigene Rüstung vermindern ⁶⁴².

Deshalb wird ein anderer Weg beschritten, der auch Rüstungswettläufe, an denen eine oder zwei Allianzen beteiligt sind, ausschließlich über die Artikulationen und

642 Cf. dazu Anm. 434 und die dort angegebene Literatur.

das Verhalten von Nationalstaaten definiert. Als einzige Ergänzung zu den obigen Definitionen wird dabei eingeführt, daß die Artikulation einer Überzeugung, daß für die eigene Rüstung die einer feindlichen Allianz ursächlich sei, äquivalent sein soll zu einer Menge von Sätzen, die ein kausales Verhältnis zwischen der eigenen Rüstung und der jedes Mitglieds dieser Allianz herstellen.

Unter Berücksichtigung dieser Definition kann die obige Definition eines Rüstungswettlaufs folgendermaßen verallgemeinert werden: Eine Paarmenge der Form (96) soll genau dann ein Rüstungswettlauf zwischen zwei Einheiten i und k vom Zeitpunkt a bis zum Zeitpunkt e heißen, wenn die Eliten jedes Staates, dessen Rüstung in die Elemente von R_i eingeht, seine Rüstung in jedem Jahr von $a+1$ bis e als Reaktion auf die Rüstung jedes Staates interpretieren, dessen Rüstung in den Elementen von R_k enthalten ist, und jeder Staat, dessen Rüstung in die Elemente von R_k eingeht, seine Rüstung in jedem Jahr von $a+1$ bis e als Reaktion auf die Rüstung jedes Staates interpretiert, dessen Rüstung in den Elementen von R_i enthalten ist.

Handelt es sich bei i und k um zwei Staaten, dann sind R_i und R_k identisch mit den Zeitreihen $r_{i,j}$ und $r_{k,j}$ der beiden Staaten von $j=a$ bis $j=e$, und diese Definition ist mit der oben präsentierten Definition eines Rüstungswettlaufs zwischen zwei Staaten identisch. Ist eine oder sind beide Einheiten i und k Allianzen, dann sind die Elemente von R_i und R_k nicht die jährlichen Summen der Rüstungen aller jeweiligen Allianzmitglieder, wie zunächst in 4.3.2.1. festgestellt, sondern die Summen der jährlichen r -Werte von allen Mitgliedern der Kerngruppen K_i und K_k aus Mitgliedstaaten der Einheiten i und k . Mitglied der Kerngruppe K_i ist jeder Staat, der in allen Jahren von $a+1$ bis e seine Rüstung als Reaktion auf die aller Mitglieder von K_k interpretiert und umgekehrt. ⁶⁴³

⁶⁴³ Bedenkt man, daß bei einem einzelnen Staat als Einheit Kerngruppe und Einheit identisch sind und daß

Eine Veränderung des Mitgliederbestandes der Kerngruppen K_i und K_k während eines Rüstungswettlaufs ist durch die verallgemeinerte Definition des Terms "Rüstungswettlauf" nicht zugelassen. Es ist deshalb möglich, daß während eines andauernden Rüstungswettlaufs in einer Allianz ein Staat auftritt, der ab einem bestimmten Jahr seine Rüstung als Reaktion auf die aller Mitglieder der Kerngruppe der anderen Allianz interpretiert, die ihrerseits alle ihre Rüstung auch als Reaktion auf die des betreffenden Staates interpretieren.

Nach der verallgemeinerten Definition gäbe es jetzt zwei ineinander verschachtelte Rüstungswettläufe zwischen den beiden Allianzen, die sich neben den Kerngruppen im Anfangsjahr unterschieden. Der gleiche Fall wäre in einem Rüstungswettlauf zwischen einem Staat und einer Allianz möglich. Diesem Mangel kann man abhelfen, indem man verlangt, daß die Kerngruppe jeder Allianz in jedem Jahr maximal sein soll, das heißt in keiner Menge von Staaten der gleichen Allianz echt enthalten sein darf, bei deren Verwendung als Kerngruppe das Kriterium aus Anm. 643 enthalten bleibt. Jede Veränderung auch nur einer Kerngruppe bedeutet mithin das Ende des alten und den Beginn eines neuen Rüstungswettlaufs. Ein Rüstungswettlauf zwischen den beiden Einheiten i und k läßt sich in Anbetracht

Forts. 643:

Einheiten - ob Staaten oder Allianzen - Mengen von Staaten sind, dann läßt sich die Definition der Kerngruppen relationentheoretisch folgendermaßen darstellen: Bei den Kerngruppen K_i und K_k der an einem Rüstungswettlauf beteiligten Einheiten i und k handelt es sich um je eine Teilmenge aus diesen beiden Einheiten, so daß die Relation "... interpretiert seine Rüstung als Reaktion auf die von ..." in dem kartesischen Produkt $(K_i \cup K_k) \times (K_i \cup K_k)$ irreflexiv und symmetrisch ist und so in zwei Mengen partitioniert werden kann, daß ein jedes Element der einen Menge ein Element von K_i als Vorder- und eines von K_k als Hinterglied hat, während es sich bei der zweiten Teilmenge genau umgekehrt verhält.

dieser Ergebnisse endgültig definieren als eine Paar-
menge der Form (96), bei der R_i und R_k die Zeitreihen
von a bis e der Summen der jährlichen r-Werte der Ele-
mente von in jedem Jahr von a bis e maximalen Kerngrup-
pen K_i und K_k der Einheiten i und k sind.

Diese Definition hat den Vorteil, ohne weiteres in ei-
nen Algorithmus überführt werden zu können, der bei Ein-
gabe von jährlichen Rüstungsständen einer Reihe von Staa-
ten, von Information über ihre Interpretation ihrer eige-
nen Rüstung und über ihre Allianzverflechtung sämtliche
in diesen Daten enthaltene Rüstungswettläufe ermittelt.
Der Hauptfortschritt gegenüber älteren Definitionen be-
steht in der Operationalisierung des Kriteriums dafür,
wann ein Staat seine Rüstung als Reaktion auf die eines
anderen interpretiert.

Verglichen mit der bisher am weitesten in Richtung auf
eine Operationalisierung vorangetriebenen Fassung von
Chase ⁶⁴⁴, in der Perzeption von Bedrohung ⁶⁴⁵ durch
einen Staat und Interpretation der eigenen Rüstung als
Reaktion auf die jenes Staates gleichgesetzt werden, ver-
meidet die vorliegende Operationalisierung einige Schwie-
rigkeiten. Es scheint mir nämlich alles andere als ausge-
macht, daß die Perzeption von Bedrohung unbedingt zu ei-
ner derartigen Interpretation der eigenen Rüstung führt.
Ich möchte die Hypothese wagen, daß ein Staat, d.h. sei-
ne Entscheidungsträger, sich und seine zentralen Werte in
kurzfristigen Krisen ⁶⁴⁶ oder bei großem Unterschied der

644 Cf. 3.3.5.

645 Zur Definition von "Perzeption von Bedrohung" cf.
J.D. Singer (1962), p. 172, (1958), pp. 94 f.,
J.R. Raser (1966), pp. 305-307, R.A. Brody (1967),
p. 27. Zur inhaltsanalytischen Messung cf. O.R. Hol-
sti (1963), pp. 613 f., (1965b), pp. 160 f.,
D.A. Zinnes (1966), pp. 481-483, (1962), pp. 238 f.,
J.D. Singer (1965), pp. 71-73, R.A. Brody (1963),
pp. 707-711, C.F. Hermann (1969a), pp. 100 f.

646 Zur Krisendefinition cf. C.F. Hermann (1969a), pp.
21-24, (1969b), p. 414, J.A. Robinson (1969), pp.
80-82, D.C. Schwartz (1967), pp. 470 f.,

Rüstungsstände von einem zweiten Staat bedroht fühlen kann, ohne seine eigene Rüstung deshalb als Reaktion auf die des zweiten Staates zu interpretieren.

Diese Interpretation könne man erwarten, wenn die Perzeption von Bedrohung durch die Überzeugung ergänzt wird, daß in der vorliegenden Situation die relativen Rüstungsstände eine hervorragende Rolle spielen. Dabei ist es völlig irrelevant, ob es sich bei diesen Perzeptionen um Fehlperzeptionen handelt, oder ob im Bewußtsein der Entscheidungsträger Konzepte und Stimuli einander adäquat zugeordnet werden ⁶⁴⁷. Wenn aber die Perzeption von Bedrohung nur zu einer Interpretation der eigenen Rüstung als Reaktion auf fremde Rüstung führen kann, nicht aber in jedem Fall muß, dann erscheint es mir am sinnvollsten, entsprechende Artikulationen der Eliten selbst als Indikatoren zu verwenden.

Genau dagegen dürfte sich die Hauptkritik an der vorliegenden Operationalisierung des Terms "Rüstungswettlauf" wenden. Zwar wird kaum jemand bestreiten wollen, daß Artikulationen der besprochenen Art auf Perzeption von Bedrohung zurückgehen können, aber ebenso gut können sie einer propagandistischen Verschleierung eigener Machtgelüste oder der Expansionsgelüste des eigenen "militärisch-industriellen Komplexes" dienen. Ist letzteres der Fall, dann handelt es sich bei der öffentlichen Begründung der Rüstung um ein grandioses Täuschungsmanöver, um die öffentliche Meinung im eigenen Land opferbereit zu machen. Von kompetitivem Rüstungsverhalten und entsprechend einem "Rüstungswettlauf" kann nach diesem Einwand nicht die Rede sein. Folgt man ihm, dann ist es nicht angebracht, die an einem Rüstungswettlauf teilneh-

Forts.

646: O.R. Holsti (1965a), pp. 80 f., R. Hilsman (1959), pp. 376 f., R.C. North (1962), pp. 197-199.

647 Zur Definition von "Fehlperzeption" cf. R. Jervis (1969), pp. 246 f., M. Nowakowska (1967), p. 82.

menden Staaten als "black boxes" aufzufassen und die Artikulationen ihrer Eliten als bare Münze zu akzeptieren und zur Operationalisierung der Reaktivität der Rüstung heranzuziehen, wie ich das getan habe.

Dieser Einwand darf nicht unter den Tisch gewischt werden, aber man darf aus ihm auch nicht den Schluß ziehen, eine Untersuchung der Gesetzmäßigkeiten von Rüstungswettläufen nach meiner Definition sei illegitim vor einer ideologiekritischen Auseinandersetzung mit den entsprechenden Interpretationen ihrer Rüstung durch die Eliten. Ohnehin sticht er nur insoweit, als er diese Interpretationen auf die Verschleierung der Interessen von innerhalb eines Staates angesiedelten Lobbies zurückführt. Auch wenn ein Staat nämlich aus Dominanzgelüsten aufrüstet, kann er dies durchaus konsistent durch die Rüstung anderer Staaten begründen, bedroht sie doch die Durchsetzung seines zentralen Wertes Vorherrschaft⁶⁴⁸. Nur wo die Rüstung eines Staates überhaupt nichts mit der internationalen Lage und um so mehr mit den Interessen seines "militärisch-industriellen Komplexes" zu tun hat, besteht die Kritik an der Vergabe des Terms "Rüstungswettlauf" zu Recht.

Ihre einzige Konsequenz besteht aber in dem Zwang zu einer Entscheidung in Prozedurfragen und nicht, wie man das vereinzelt hört, in einer Aufgabe des Terms "Rüstungswettlauf" zugunsten des "autistischen" Rüstungsverhaltens. Rüstung wird entweder als reaktiv interpretiert, weil sie es ist, oder weil diese Interpretation von den Eliten als gute Camouflage für ihre wahren Absichten und Motive angesehen wird. Man kann als Wissenschaftler zu-

648 Man hat den Systemmodellen zur Analyse von Rüstungswettläufen häufig vorgeworfen, sie erfaßten nur Rüstungswettläufe zwischen Status-Quo-Mächten. Die Definition von "Bedrohung" als Gefahr für die Durchsetzung zentraler Werte - statt lediglich für den nationalen Bestand - macht diesen Vorwurf offensichtlich gegenstandslos.

nächst die Interpretationen der Eliten angehen und untersuchen, wann sie wirklich die psychischen Zustände der Artikulateure wiedergeben und welche deren wahre Absichten sind. Das Ergebnis kann dann eingehen in die Definition dessen, was oben als die Interpretation eines Staates seiner Rüstung als Reaktion auf die eines anderen Staates bezeichnet wurde, und es ermöglicht eine weitere Eingrenzung der Fallmenge. Man kann aber auch zweitens zunächst Rüstungswettläufe nach der oben vorgestellten Definition untersuchen und bei denjenigen Elementen der Fallmenge, die nicht durch Rüstungswettlaufmodelle, die ja gegenseitige Reaktivität der Rüstungen voraussetzen, erklärt werden können, eine Analyse anderer möglicher Ursachen des Rüstungsverhaltens der betreffenden Staaten nachliefern. In Anbetracht der Schwierigkeit der Ermittlung der "wahren" Motive der Entscheidungsträger und der Themenstellung dieser Arbeit beschreite ich den zweiten Weg. Dadurch wird der erste weder für uninteressant noch für unwichtig erklärt.

Die ganze Argumentation, Rüstungswettläufe gäbe es gar nicht, weil alle staatliche Rüstung vor dem Hintergrund der an ihrer Festlegung beteiligten Interessen gesehen werden müsse, scheint mir auf mangelnder Differenzierung zwischen der Lagedefinition der Entscheidungsträger und ebendiesen Interessen zu beruhen. Niemand wird bestreiten, daß es im Kalten Krieg Kriegsgewinnler gibt und daß jede Rüstung zu Nutz und Frommen ökonomischer Eliten ausschlägt, nur daß die Entscheidungsträger Agenten dieser Eliten sind, muß im Einzelfall erst nachgewiesen werden und darf nicht einfach definiert werden. Natürlich ist es möglich, daß diese Eliten versuchen, die Lageperzeption der Entscheidungsträger zu ihren Gunsten zu beeinflussen, also in Richtung auf Perzeption von Bedrohung, die Aufrüstung wahrscheinlicher macht. Der entscheidende Punkt ist jedoch, daß bei einem Erfolg dieser Versuche

Lagedefinition und Verhalten der Entscheidungsträger genau so aussehen, als hätten sie es mit einem tatsächlich feindseligen Gegner zu tun und perzipierten ihre Situation adäquat. Der Einfluß der profitgierigen Eliten ist lediglich eine zusätzliche Quelle der Fehlperzeption.

Damit ist ein überaus wichtiger Forschungsbereich abgesteckt, dessen sich die Proponenten des "autistischen" Rüstungsverhaltens ebenfalls annehmen sollten, nämlich die Untersuchung des Einflusses militärischer und ökonomischer Eliten auf die Definition der Situation durch außenpolitische Eliten. Daß diese Fragestellung hier ausgeblendet bleibt, liegt nicht etwa an einer normativen Billigung dieses Einflusses, sondern daran, daß für Rüstungswettläufe nur die Resultate von Verhaltensakten und die Definition der Situation relevant sind, der sie entspringen. Eine analytische Trennung von den Determinanten dieser Lagedefinition ist möglich und notwendig.

Der einzige Fall, in dem ein Verhalten unter meiner Rüstungswettlaufdefinition subsumiert wird, das man dort lieber nicht sähe, ist der, daß ein Entscheidungsträger weiß, daß seine internationale Umwelt seinem Staat kein Leid antun will und er dennoch Aufrüstung als notwendige Reaktion auf äußere Bedrohung darstellt. Diesen Fall halte ich jedoch für so unwahrscheinlich und selten, daß man getrost den zweiten der oben aufgezeigten Wege einschlagen und mit der Analyse von Rüstungswettläufen, wie sie in diesem Abschnitt definiert wurden, mit Hilfe von formalen Modellen beginnen kann. Der folgende Abschnitt 4.4. ist den dafür zur Verfügung stehenden Modellen gewidmet.

4.4. Offene Modelle für Rüstungswettläufe: Ein Versuch der Modellkonstruktion

4.4.1. Vorbemerkung

An dieser Stelle der vorliegenden Arbeit könnte das theoretische Argument auch abgeschlossen werden, und man könnte Tests der in 2.2. referierten umlaufenden Systemmodelle für Rüstungswettläufe in Angriff nehmen. Dazu müßte man für rüstungswettlaufverdächtige Paare von Nationalstaaten und/oder Allianzen aus solchen die Zeitreihen ihrer jährlichen r -Werte ermitteln und anschließend anhand der Kriterien aus 4.3. entscheiden, ob und wann zwischen ihnen ein Rüstungswettlauf oder mehrere Rüstungswettläufe stattgefunden haben. Danach wäre zu prüfen, inwieweit das jeweils getestete Modell die Zeitreihen jedes Rüstungswettlaufs erklären kann.

In 3.5.2. wurde dargelegt, warum in dieser Dissertation dieser Weg nicht eingeschlagen wird und deshalb mit den Ergebnissen empirischer Modelltests nicht aufgewartet werden kann. Die dort angestellten Überlegungen scheinen darauf hinzudeuten, daß Tests der bislang angebotenen geschlossenen Modelle nur von beschränktem Wert sind, da, selbst wenn gezeigt werden kann, daß ein bestimmtes Modell eine Reihe von Rüstungswettläufen *post festum* in ihrem Ablauf erklärt, den Fortgang noch andauernder Rüstungswettläufe betreffende Prognosen nur unter einer ihre Gültigkeit stark restringierenden *ceteris paribus* Klausel gestellt werden können. Statt empirischen Tests ist dieser letzte Abschnitt der Arbeit deshalb der Entwicklung von in dieser Hinsicht für überlegen gehaltenen offenen Modellen für Rüstungswettläufe gewidmet.

Die Art des Übergangs von geschlossenen zu offenen Modellen ist prinzipiell beliebig; die in 3.5.2.3. und 3.5.2.4. mit den Arbeiten Mihalkas und Lambellets kontrastierten

einschlägigen Andeutungen Richardsons weisen jedoch auf eine wichtige Unterscheidung hin. Die bei den ersten beiden Autoren anzutreffende Berücksichtigung exogener Variabler mittels linearer Kombination zu den endogenen (Rüstungs-) Variablen schafft das soeben kurz rekapitulierte Problem nicht aus der Welt, sondern verschärft es noch durch Einbringung zusätzlicher Parameter.

Der entscheidende Schritt ist mithin nicht die Verwendung offener anstelle geschlossener Systemmodelle, sondern die Elimination von Parametern, die allerdings nur mittels offener Modelle möglich ist, aber nicht durch jedes offene Modell automatisch erreicht wird.

Da die offenen Modelle dieses Abschnittes der Absicht entspringen, durch weitgehende Ausschaltung von nur post festum zu ermittelnden Parametern die Möglichkeit zu echten Prognosen zu schaffen, sind sie von den in 3.5.2.3. referierten Andeutungen Richardsons zur Operationalisierung der Parameter seines klassischen Modells inspiriert. Dieses Modell betrachtet, wie die meisten übrigen Systemmodelle, die beiden am Rüstungswettlauf beteiligten Seiten als "black boxes" und setzt unmittelbar Eingabewerte (Rüstungsstände beider Seiten) und Ausgabewerte (Zuwachs der jeweiligen Rüstung) ohne Berücksichtigung des vermittelnden Entscheidungsprozesses in Verbindung. Alle Variablen, welche die Intensität beeinflussen, mit der ein Staat bei seiner Aufrüstung auf die Rüstung eines potentiellen Gegners reagiert, werden in einem einzigen Parameter, dem "defense coefficient", zusammengefaßt und für den Verlauf eines Rüstungswettlaufs in ihrem kombinierten Einfluß als konstant betrachtet. Diese Annahme ist nicht nur Ursache der in 3.5.2. erörterten Probleme bei Erklärung und Prognose, sondern auch grob unrealistisch. Die vorliegende Charakterisierung des Modells deutet jedoch an, wie man dieser unhaltbaren Annahme entgegen kann.

Sind alle die Intensität der Reaktion auf gegnerische Rüstung beeinflussenden Variablen der Einfachheit des Modells halber in einem einzigen Parameter zusammengefaßt, dann muß diese Bequemlichkeitslösung nun, da sie sich als unrealistisch erweist, aufgegeben werden, und dieser Parameter muß durch eine Variable oder durch eine Kombination von solchen Variablen ersetzt werden, welche auf die Intensität der betreffenden Reaktion Einfluß haben. Damit ist nicht nur eine unhaltbare Annahme aufgegeben und ein erster Schritt in Richtung auf die Elimination der Parameter getan, sondern auch eine Antwort auf die Frage gegeben, welche Variablen am ehesten verdienen, als exogene Variablen in offene Modelle für Rüstungswettläufe einzugehen ⁶⁴⁹.

Diese erste Frage zu beantworten bedeutet, eine zweite zu stellen. Welche Variablen sind es nämlich, die über die Intensität der Reaktion auf die Rüstung eines potentiellen Gegners entscheiden und die deshalb in offene Rüstungswettlaufmodelle eingebaut werden sollen. Nach meiner Auffassung können diese Variablen in zwei Gruppen unterteilt werden. Der ersten gehören Variablen an, welche die internationale Situation, in welcher der Rüstungswettlauf abläuft, und besonders die Beziehungen der beiden am Rüstungswettlauf beteiligten Seiten zueinander

649 Hier ließe sich einwenden, daß Richardsons klassisches Modell nicht nur den "defense coefficient" enthält und deshalb auch andere Variablen angeführt werden müßten, durch welche die übrigen Parameter ersetzt werden können. Dagegen möchte ich jedoch halten, daß erstens dieser Parameter der wichtigste in Richardsons Modell ist und ein ihm entsprechender Parameter als einziger in allen in 2.2. referierten Systemmodellen auftaucht, daß zweitens die Formulierung eines parallelen Arguments für andere Parameter trivial ist und daß drittens wegen des von dem Richardsons verschiedenen Einbaus der Rolle knapper Ressourcen in das Modell aus 4.4.3.2. in 4.4.3.4. andere Parameter des klassischen Modells für mich uninteressant sind.

charakterisieren, also in erster Linie aus Transaktionsvariablen (wie z.B. zwischenstaatlichem Handel oder diplomatischem Konflikt) abgeleitete Indizes. Zur zweiten Gruppe gehören solche Variablen, welche die Definition der Situation durch die beiden am Rüstungswettlauf beteiligten Seiten ausmachen. Hier kommen Variablen aus der kognitiven und aus der affektiven Komponente der Definition der Situation in Betracht.

Bei der ersten Gruppe von Variablen wird versucht, aus "objektiven" Daten Maße für die Spannung oder die Feindseligkeit zwischen den am Rüstungswettlauf teilnehmenden Staaten zu gewinnen, deren Werte dann über die Intensität der Reaktion entscheiden. Der "black box" Ansatz bleibt dabei erhalten, es werden nur mehr Variablen zur Charakterisierung der Situation als inputs verwandt. Bei Verwendung von Variablen der zweiten Kategorie wird dieser Ansatz zwar insoweit beibehalten, als nicht jeder einzelne Schritt des Entscheidungsprozesses in das Modell eingeht, aber der überbrückte Abschnitt des Entscheidungsprozesses ist viel kürzer: Voraussagen auf das resultierende Verhalten erfolgen nicht mehr ausschließlich aufgrund der objektiven Situation, sondern auch mit Hilfe der intervenierenden Variablen der Perzeption dieser Situation durch die Entscheidungseinheit und deren Einstellungen.

Ein offenes Rüstungswettlaufmodell für Rüstungswettläufe unter Verwendung von Variablen der beiden genannten Typen als exogenen Variablen bildet den Gegenstand des Abschnittes 4.4.3., in dem auch auf die Einbeziehung der Rolle knapper Ressourcen in ein derartiges Modell eingegangen wird. Dem schließt sich an die Behandlung zweier Spezialprobleme, die bei der Anwendung des offenen Modells auf Rüstungswettläufe zwischen Allianzen und auf mehrere gleichzeitig ablaufende Rüstungswettläufe mit sich überschneidender Teilnehmerschaft auftreten. Zunächst

aber nehme ich mir noch exkursartig den Modellcharakter von Rüstungswettlaufmodellen wie den in 2.2. referierten oder dem in 4.4.3. präsentierten vor, um die Verwendung dieses vielstrapazierten Terms zu klären, und begründe die Formulierung meines Rüstungswettlaufmodells in Differenzen- anstatt in Differentialgleichungen.

4.4.2. Modellcharakter und formale Darstellung:

Ein Exkurs

Sinn dieses Abschnittes ist natürlich nicht, auch noch einen Beitrag zur erkenntnistheoretischen oder zur formalen Modelltheorie zu liefern. Meine Absicht ist vielmehr, unter Berücksichtigung etablierter Erkenntnisse dieser Disziplinen darauf aufmerksam zu machen, daß der Term "Modell" sowohl bei den Systemen aus 2.2. als auch bei dem offenen System der folgenden Abschnitte in zweierlei Bedeutungen verwandt werden kann. Welcher davon man den Vorzug gibt, hängt davon ab, ob man sich mit diesen Systemen als empirischer Verhaltenswissenschaftler oder als Formalwissenschaftler befaßt.

In der ersten Bedeutung ist ein Modell für ein konkretes (empirisches) System ein begriffliches oder konkretes System, das dem ersten konkreten System analog ist und an seiner Stelle untersucht wird, um Erkenntnisse über seine Eigenschaften und sein Verhalten zu gewinnen ⁶⁵⁰. Die Zuordnungsregeln zwischen den Einheiten und Relationen des konkreten Systems und denen des konzeptuellen Systems sind die Zuordnungsregeln zwischen der Sprache des Modells und der Basis- oder Beobachtungssprache, also die Operationaldefinitionen theoretischer Konzepte.

650 Cf. dazu P. Suppes (1957), p. 254, (1961), pp. 165 f., A. Kaplan (1964), pp. 266 f., 273 f., K.R. Popper (1972), pp. 74 f.

Der Unterschied zwischen diesem Modellbegriff und dem der "Theorie" wird entweder in dem Grad der Formalisierung oder, in der neueren Wissenschaftstheorie, in dem Vorhandensein eines Axiomensystems bei Theorien gesehen. Statt von einer Analogie ist oft auch von einer Homomorphie - oder gar einer Isomorphie - zwischen konzeptuellem System und konkretem System die Rede. Beide Formulierungen unterschlagen aber die Tatsache, daß der Nachweis einer derartigen Beziehung zwischen beiden Systemen das tägliche Brot der empirischen Wissenschaften ist, so daß ein konzeptuelles System eigentlich erst dann Modell für ein konkretes System genannt werden kann, wenn dieser Nachweis erfolgt ist.

Da hier nicht weiter ins Detail gegangen werden kann, will ich den ersten Gebrauch des Terms jedoch als hinlänglich geklärt betrachten. Alle Systeme, die in dieser Arbeit bisher besprochen wurden oder noch vorgestellt werden, beanspruchen, in dieser ersten Bedeutung Modelle für den Ablauf derjenigen empirischen Prozesse zu sein, die in 3.3. vorläufig und in 4.3. endgültig als Rüstungswettläufe definiert wurden.

In der zweiten Bedeutung ist ein Modell für ein Axiomensystem eine Interpretation, bei der dieses Axiomensystem gilt, d.h. eine dem Axiomensystem nicht widersprechende Interpretation oder, noch anders ausgedrückt, eine das Axiomensystem erfüllende Interpretation⁶⁵¹. Eine allgemeine formale Theorie geschlossener dynamischer Systeme mit n Variablen geht aus von einem Axiomensystem

651 Zur technischen Bedeutung von "Interpretation" in diesem Zusammenhang cf. P. Suppes (1957), pp. 64-67. Zu diesem zweiten, formalwissenschaftlichen Modellbegriff cf. *ibid.*, p. 253, P. Suppes (1961), pp. 165 f., H. Hermes (1969), p. 27, K.R. Popper (1972), pp. 72-74, W. Leinfellner (1967), pp. 51 f., A. Tarski (1965), pp. 120-124.

aus n Axiomen, deren i -tes feststellt, daß der Wert der i -ten Variablen im Zeitpunkt t eine Funktion der Werte der Variablen 1 bis n in den Zeitpunkten 0 bis t ist. Da die freien Variablen dieses Axiomensystems gebunden sind und ein Definitionsbereich, nämlich die Menge aller Rüstungswettläufe, spezifiziert ist, kann man die in 2.2. referierten geschlossenen Systeme sämtlich als Modelle für (oder als gültige Interpretationen) dieses Axiomensystems betrachten ⁶⁵². Ebenso ist das in den folgenden Abschnitten präsentierte offene System ein Modell für das entsprechende Axiomensystem einer allgemeinen formalen Theorie offener dynamischer Systeme ⁶⁵³. Unter diesem Aspekt läßt sich die Lieblingsbeschäftigung der allgemeinen Systemtheorie, die Suche nach weit auseinanderliegende Gegenstandsbereiche verknüpfenden Isomorphismen zwischen konzeptuellen Systemen, auch auffassen als die Suche nach solchen substantiellen Modellen der ersten Art, die Modelle der zweiten Art der gleichen formalen Theorie sind ⁶⁵⁴.

Es muß wohl nicht betont werden, daß in der vorliegenden Arbeit, einer Studie über Möglichkeiten und Hindernisse bei der Anwendung formaler Rüstungswettlaufmodelle, der Term "Modell" ausschließlich in seiner ersten Bedeutung verwandt wird. Diesen Exkurs zur Verwendung des Terms

652 Cf. die Herleitung von Richardsons "klassischem" Modell als Spezialfall eines geschlossenen Systems mit negativer Rückkopplung bei P.E. Chase (1971), pp. 68-71.

653 Als eine solche Theorie kann der regelungstheoretische Teil der Kybernetik aufgefaßt werden; cf. W.R. Ashby (1964), pp. 1-4.

654 Cf. z.B. den Vergleich von Richardsons "klassischem" System mit anderen geschlossenen Systemen bei A. Rapoport (1963), pp. 499-504. Eine knappe, aber präzise Gegenüberstellung der beiden hier angesprochenen Modellbegriffe findet sich bei P. Suppes (1957), pp. 253 f., (1961), pp. 165 f.

halte ich jedoch für angebracht, um nicht der Inflation des unpräzisierten Gebrauchs dieses Terms noch weiter Vorschub zu leisten. Die Kontrastierung mit der zweiten Bedeutung empfiehlt sich auch besonders deshalb, weil Rüstungswettlaufmodelle, speziell Richardsons "klassisches" Modell, zu den Standardbeispielen zählen, wenn es die Möglichkeit zu illustrieren gilt, daß verschiedene empirische Interpretationen eines einzigen Axiomensystems als konzeptuelle Analogbildungen zu konkreten Systemen diverser Objektbereiche genutzt werden können.

Ein zweiter Punkt, der vor der Behandlung der inhaltlichen Probleme in den folgenden Abschnitten geklärt werden sollte, betrifft die formale Darstellung des zu präsentierenden Rüstungswettlaufmodells. Die meisten Autoren von Systemmodellen für Rüstungswettläufe haben sich ohne weiteres Richardson in der Wahl von Differentialgleichungen zu diesem Zweck angeschlossen. Zwar trifft es zu, daß Differenzengleichungen ⁶⁵⁵ und Differentialgleichungen analog sind und daß eine zu einer bestimmten Differentialgleichung analoge Differenzengleichung eine der Lösung der ersteren analoge Lösung hat ⁶⁵⁶; damit ist jedoch die Entscheidung für einen der beiden Gleichungstypen im Einzelfall nicht völlig willkürlich.

Wenn immer der Definitionsbereich (die Definitionsbereiche) der unabhängigen Variablen und/oder der Wertebereich (die Wertebereiche) nicht dicht geordnet sind, ist streng genommen die Annahme jeder Grenzwertbildung, daß unendliche Folgen kleiner Differenzen durchlaufen werden können,

655 Zur Definition von Differenzengleichungen cf. S. Goldberg (1968), p. 79, H. Meschkowski (1959), p. 12.

656 Analogie bedeutet hier, daß überall, wo in einem Fall bei der Bestimmung der Lösung der Differenzenoperator oder sein inverser Operator angewandt wird, im anderen Fall der Differentialoperator oder sein inverser Operator angewandt wird.

nicht an jeder Stelle des Definitions- oder Wertebereichs erfüllt, die Verwendung von Differentialgleichungen also nicht gerechtfertigt. Dennoch erfüllen sie in den meisten Fällen als Näherungen ihren Zweck. Besteht jedoch der Definitionsbereich einer Funktion ausschließlich aus diskreten und äquidistanten Werten der unabhängigen Variablen, dann empfiehlt sich die Darstellung der Veränderung der abhängigen Variablen von einem Wert der unabhängigen Variablen zum anderen durch eine Differenzengleichung⁶⁵⁷. Bei Rüstungswettläufen ist dies mit den in jährlichem Abstand angegebenen Rüstungsständen genau der Fall. Obwohl immer noch die Näherung durch Differentialgleichungen möglich ist, halte ich die Verwendung von Differenzengleichungen für intuitiv einleuchtender und dem Datenmaterial angemessener und werde ihnen deshalb in den folgenden Abschnitten den Vorzug geben⁶⁵⁸.

4.4.3. Ein einfaches offenes Modell für Rüstungswettläufe

4.4.3.1. Vorbemerkung

Wie in der Vorbemerkung zu 4.4. ausgeführt, zerfällt das Hauptanliegen dieses Abschnittes, die Einführung eines offenen Rüstungswettlaufmodells, in die *sukzessive* Beantwortung dreier Fragen, wobei die zweite und dritte Fragestellung von der Beantwortung der je vorangegangenen Frage abhängen. Da hier die Konsequenz aus der Kritik in 3.5.2. durch Ersetzung von Parametern der umlaufenden Modelle durch exogene, unabhängige Variablen gezogen werden soll, gilt die erste Frage dem Modell oder den Modellen

657 H. Meschkowski (1959), pp. 13 f., S. Goldberg (1968), pp. 13 f., 80 f.

658 Cf. auch M. Wolfson (1968), p. 110, und M. Chatterji (1969), p. 91, zur Begründung ihrer Entscheidung zugunsten von Differenzengleichungen bei der Formulierung ihrer Rüstungswettlaufmodelle.

und dem Parameter oder den Parametern, an denen diese Substitution ausgeführt werden soll. Von der jeweils getroffenen Entscheidung hängt dann die Formulierung der zweiten Frage nach den Variablen ab, die als exogene Variablen in das offene Modell eingehen sollen. Diese Auswahl der die Parameter ersetzenden exogenen Variablen bestimmt wieder die formalen und methodischen Probleme, die beim Einbau der exogenen Variablen in das offene Modell gelöst werden müssen.

Die erste, Art der Modelle und zu substituierende Parameter betreffende Frage wird in 4.4.3.2. behandelt, die zweite und dritte Frage, welche die exogenen Variablen angehen, werden in zwei aufeinanderfolgenden Unterabschnitten von 4.4.3.3. beantwortet. Den Abschluß von 4.4.3. bildet die Untersuchung des Problems, ob sich die Komplizierung der Grundform durch Berücksichtigung der Wirkung der Knappheit der Ressourcen lohnt, die in fast allen umlaufenden Rüstungswettlaufmodellen anzutreffen ist.

4.4.3.2. Die Grundform des offenen Rüstungswettlaufmodells

In diesem Abschnitt soll eine allgemeine Form von offenen Rüstungswettlaufmodellen präsentiert werden, in der die Parameter der umlaufenden Modelle eliminiert und durch exogene Variablen ersetzt sind. Diese Formulierung des Programms enthält bereits eine Entscheidung gegen die Suche nach in ihrem Aufbau völlig von den bisherigen verschiedenen Modellen. Diese Entscheidung läßt sich damit begründen, daß bei aller berechtigten Kritik an ihrer mangelnden Komplexität und ihrer Formulierung als - von wenigen Ausnahmen abgesehen - geschlossenen Systemen, diese Modelle doch als kleinsten gemeinsamen Nenner eine zentrale Annahme über das Rüstungsverhalten

in einem Rüstungswettlauf enthalten, deren Aufgabe durch nichts gerechtfertigt erscheint. Diese Annahme lautet, daß der Zuwachs der Rüstung eines an einem Rüstungswettlauf teilnehmenden Staates A zu einem bestimmten Zeitpunkt t von der Rüstung des Partners im Rüstungswettlauf, B, in t oder in einem früheren Zeitpunkt abhängt. Streicht man in allen Systemmodellen für Rüstungswettläufe aus 2.2. alle endogenen oder exogenen Variablen, die zur Erklärung des Zuwachses der Rüstung (x) von A herangezogen werden mit Ausnahme der Rüstung seines Gegners B (y), dann lassen sich fast alle diese Modelle unmittelbar in die folgende Form überführen ⁶⁵⁹:

$$x_{t+1} - x_t = p y_t \quad (97)$$

$$y_{t+1} - y_t = q x_t \quad (98)$$

Dieser kleinste gemeinsame Nenner deutet darauf hin, daß die Rüstung des Gegners im Rüstungswettlauf ganz allgemein für die wichtigste Erklärungsvariable für die Rüstung eines an einem Rüstungswettlauf teilnehmenden Staates gehalten wird und die übrigen Variablen, seien sie endogen oder exogen, in ihrer Wirkung zweitrangig sind. Das gilt offensichtlich auch für die Knappheit der Ressourcen, die in Richardsons "klassischem" Modell an zweiter Stelle steht. Dieser Beurteilung schließe ich mich an, und in 4.4.3.4. werde ich zeigen, daß die Belastung der verfügbaren Ressourcen zwar formal auch in meinem Modell einfach

659 Die einzige Ausnahme ist das System höherer Ordnung ((40),(42)) von Lagerstrom; bei allen übrigen Systemen erster Ordnung aus 2.2. trifft die im Text getroffene Feststellung zu. Handelt es sich bei dem betreffenden System aus 2.2. um ein System aus Differentialgleichungen, dann wird es durch die Streichung der übrigen Erklärungsvariablen natürlich nicht direkt in das System ((97),(98)) überführt, sondern in ein analoges Differentialgleichungssystem.

zu berücksichtigen ist, daß aber die inhaltliche Relevanz eines derartigen Schrittes zweifelhaft ist.

Daß man in den beiden Gleichungen des Systems ((97), (98)) auf jeweils eine der beiden endogenen Variablen des Systems als Erklärungsvariable für die Veränderung der Rüstungsstände verzichten kann, bedeutet aber mitnichten, daß dieses System bereits komplex genug ist, um realweltliche Rüstungswettläufe in ihrem Ablauf zu erklären. Die Modelle aus 2.2. kann man sämtlich als Versuche auffassen, durch Hinzufügung weiterer endogener oder exogener Variabler die Komplexität dieses Systems zu steigern. Mein eigenes Ausgangsmodell entsteht nicht anders: Durch Einbeziehung weiterer Variabler in dieses zu stark simplifizierte Modell. Der einzige Unterschied besteht formal zunächst nur in der Art des Einbaus der zusätzlichen Variablen. Die Autoren, deren Beiträge in 2.2. referiert wurden, wählten zu diesem Zweck mit einer Ausnahme stets die lineare Kombination und erkaufen dabei den Vorteil formal einfach zu handhabender Modelle mit der Einführung neuer Parameter ⁶⁶⁰.

Da meine Intention die möglichst weitgehende Elimination von Parametern ist, nehme ich ein nichtlineares Modell in Kauf und ersetze in (97) und (98) die Parameter p und q durch exogene Variablen oder durch Kombinationen von exogenen Variablen. Getreu Occams Rasiermesser ist es geboten, zunächst die einfachsten derartigen nichtlinearen und offenen Rüstungswettlaufmodelle empirisch auf ihre Erklärungskraft zu prüfen, also solche, die in jeder Gleichung nur eine exogene Variable haben. Wenn e_{AB} und e_{BA} die jeweiligen exogenen Variablen sind, dann lautet

⁶⁶⁰ Bei dieser Ausnahme handelt es sich um das nichtlineare System ((38), (39)) von Caspary.

die allgemeine Form derartiger Modelle ⁶⁶¹:

$$x_{t+1} - x_t = p' e_{AB,t} y_t \quad (99)$$

$$y_{t+1} - y_t = q' e_{BA,t} x_t \quad (100)$$

Dieses System, das ich den weiteren Überlegungen zugrunde legen möchte, zeigt ganz deutlich, welche exogenen Variablen in Frage kommen. Stellt die linke Seite jeder Gleichung die Reaktion eines Staates auf die Rüstung seines Kontrahenten im Rüstungswettlauf dar, dann bestimmt das Produkt $p' e_{AB,t}$ bzw. $q' e_{BA,t}$ die Intensität der Reaktion bei gegebener Rüstung des Kontrahenten, und da p' und q' Konstanten sein sollen, werden die Werte der Produkte in ihrer zeitlichen Fluktuation allein durch die Werte der exogenen Variablen beeinflusst. Bei letzteren muß es sich also um solche Variablen handeln, bei denen der begründete Verdacht besteht, daß sie entscheidenden Anteil an der Stärke der Reaktion eines Staates auf die Rüstung eines Gegners durch seine eigene Aufrüstung haben. Welche Variablen ich hier für besonders wichtig halt, will ich in 4.4.3.3.1. darlegen.

Zuvor seien jedoch noch einige Bemerkungen erlaubt, in denen das System ((99),(100)) der Kritik aus 3.5.2. gegenübergestellt wird. Dort wurden Modelle gefordert, die entweder parameterfrei sind oder nur solche Parameter enthalten, die im Verlauf eines Rüstungswettlaufs ihre Werte nicht verändern. Ob eines von beiden bei dem System ((99),(100)) der Fall ist, kann erst nach ausgiebigen empirischen Tests entschieden werden. Das ideale Ergebnis wäre, daß p' und q' in allen untersuchten Rüstungs-

661 Um die Möglichkeit von time-lags der endogenen gegenüber den exogenen Variablen zuzulassen, müßten streng genommen e_{AB} und e_{BA} variabel indiziert werden mit $(t-i)$ bzw. $(t-j)$, wobei $i \geq 0$ und $j \geq 0$.

wettläufen zwischen beliebigen Einheiten einen einzigen konstanten Wert hätten. Man hätte es dann mit einem wirklich parameterfreien Modell zu tun, und $p'=q'$ wäre eine "natürliche" Proportionalitätskonstante. Mit diesem Fall wird man besser nicht rechnen.

Das zweitbeste Ergebnis von Tests wäre, daß die Parameter p' und q' ihre Werte zwar von Staat zu Staat und von Rüstungswettlauf zu Rüstungswettlauf ändern, nicht aber im Verlauf eines Rüstungswettlaufs. Es wäre dann durch die Auswahl der exogenen Variablen gelungen, diejenigen Variablen zu isolieren, welche durch ihre kurzfristigen Fluktuationen die Intensität der Reaktion auf die Rüstung eines Kontrahenten während eines Rüstungswettlaufs verändern, während alle anderen Variablen, welche diese Intensität beeinflussen, in ihrer kombinierten Wirkung konstant blieben, lediglich zufällig schwankten oder minimale Trends aufwiesen.

Im dritten und ungünstigsten Fall änderten die Parameter p' und q' ihre Werte während eines Rüstungswettlaufs, was zu einer Zurückweisung des Modells und zur Suche nach weiteren für die Intensität der Reaktion verantwortlichen exogenen Variablen oder Kombinationen von solchen führen müßte, da offenbar der kumulierte Effekt der in die Parameter verbannten Einflüsse während eines Rüstungswettlaufs nicht annähernd konstant bliebe.

Gesetzt den zweiten Fall, dann hat man mit Modellen der Form ((99),(100)) - im Gegensatz zu den trivialen "Retrodiktionen" - die Möglichkeit zu echten Prognosen. Die Werte von p' und q' sind nämlich nicht erst nach Ablauf eines Rüstungswettlaufs zu ermitteln, sondern stehen näherungsweise schon durch die Werte der Variablen in zwei Zeitpunkten t und $t+1$ fest ⁶⁶². Mit Hilfe dieser Werte

662 Sollten sich in den Tests die exogenen Variablen unter Verwendung von time-lags als besonders erklärungskräftig erweisen, müßten deren Werte natürlich aus einem dritten, zurückliegenden Jahr stammen.

ist dann eine Vorhersage auf die Rüstungsstände des folgenden Zeitpunktes $t+2$ zulässig. Diese Möglichkeit wird erkaufte durch die Beschränkung, daß Prognosen durch wiederholte Anwendung von (99) und (100) als Regressionsgleichungen nur maximal um eine Zeiteinheit mehr im voraus möglich sind, als der eventuell erforderliche time-lag der endogenen gegenüber den exogenen Variablen beträgt.

4.4.3.3. Exogene Variablen

4.4.3.3.1. Auswahl der exogenen Variablen

4.4.3.3.1.1. Vorbemerkung

Bereits in 4.4.3.2. wurde angedeutet, daß 4.4.3.3.1. der Suche nach solchen Variablen gewidmet ist, die für die Intensität der Reaktion auf die Rüstung des Gegners im Rüstungswettlauf durch eigene Aufrüstung verantwortlich sind. Die Ermittlung derartiger Variabler erfolgt in zwei Schritten. Der erste Schritt besteht in der Aufstellung der Hypothese, daß das Ausmaß der Reaktion eines Staates A auf den Stimulus der Rüstung des Staates B abhängt von der Bedeutung, die er seiner eigenen Rüstung in seinen Beziehungen zu B zumißt, also von der Attraktivität ihres Gebrauchs, sei es zur Anwendung offener Gewalt oder zur Abschreckung, als Alternative in der Interaktion mit B ⁶⁶³. Je höher diese Attraktivität ist, desto wichtiger sind militärische Ressourcen und desto stärker fällt die Reaktion auf B's Rüstung aus ⁶⁶⁴.

663 Diese Hypothese geht davon aus, daß die Menge gangbarer Alternativen durch die verfügbaren Ressourcen abgesteckt wird und daß das Fehlen von Ressourcen für bevorzugte Alternativen die Beschaffung der entsprechenden Ressourcen stimuliert; cf. R.A. Brody (1967), p. 31.

664 Die Bedeutung (salience) ihrer Rüstung für die Entscheidungseinheit ist also, nach Chase' Formulierung, eine Kontrollfunktion, die in das geschlossene Rüstungswettlaufmodell eingeführt wird; cf. P.E. Chase (1969), p. 146, (1968b), pp. 52 f.

Im zweiten Schritt soll geklärt werden, wovon die Bedeutung seiner Rüstung für A im Umgang mit B abhängt. Natürlich ist in jedem Rüstungswettlauf für jeden Beteiligten seine Rüstung eine nicht ganz uninteressante Größe, aber ihre Bedeutung kann doch mehr oder weniger hoch sein. Gelänge es, die letztere in ihrem jeweiligen Wert durch eine oder mehrere Variablen zu erklären, dann müßte man, wenn die erste Hypothese zutrifft, auch die Intensität der Reaktion auf einen gegebenen feindlichen Rüstungsstand erklären können. In den beiden folgenden Abschnitten will ich daher darstellen, welche Variablen mir zur Erklärung der Bedeutung seiner Rüstung für die Entscheidungseinheit eines Nationalstaates am besten geeignet scheinen. Sie sollen dann als exogene Variablen in das Modell ((99),(100)) eingehen.

Ist x die Rüstung der Einheit A und y die der Einheit B, dann lassen sich die bisherigen Ausführungen in einem Schaubild wie in Abbildung 12 veranschaulichen.

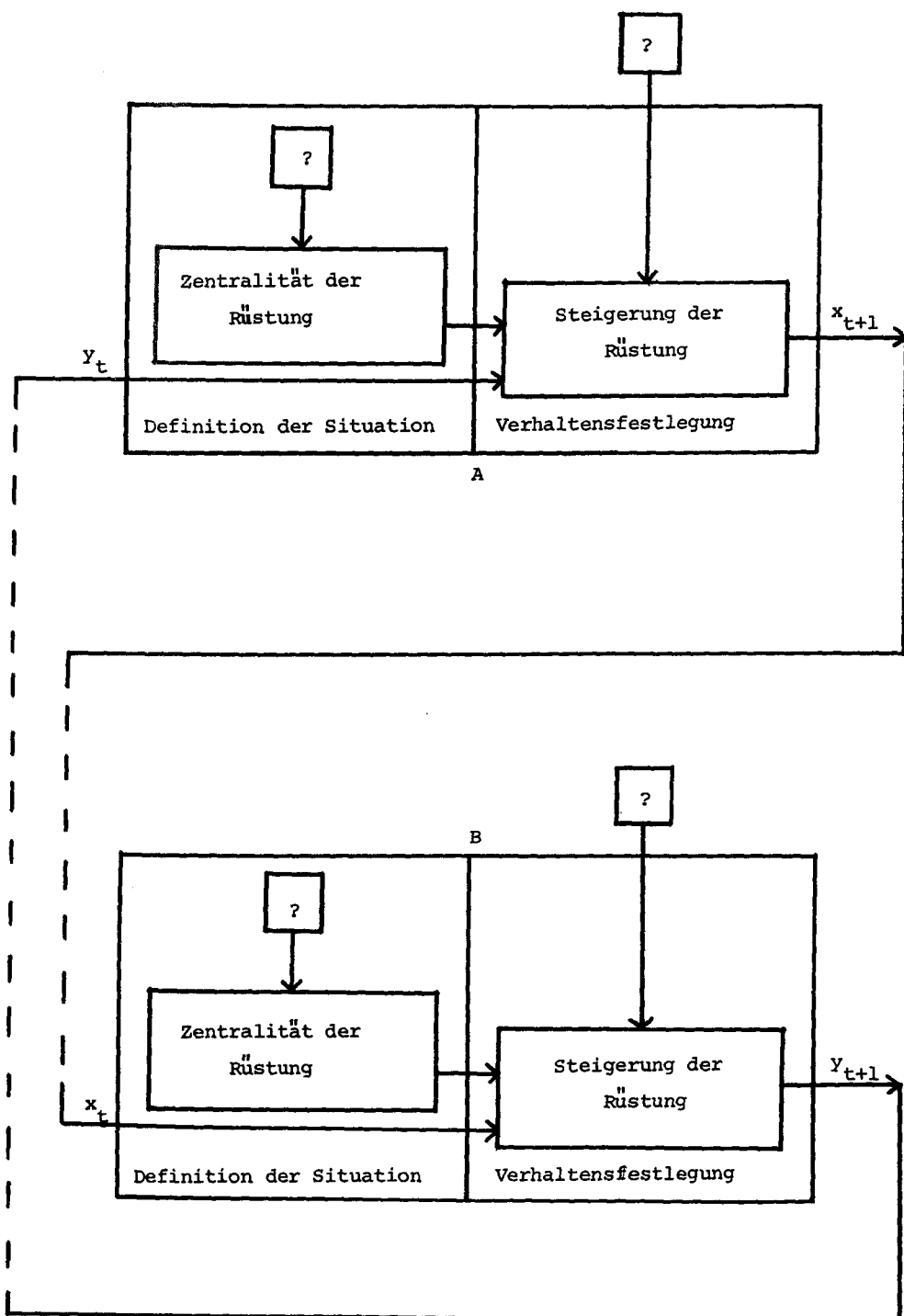


Abbildung 12

Abbildung 12 zeigt, daß die Antworten auf die weiterführende Frage nach den die Wichtigkeit seiner Rüstung für einen Nationalstaat bestimmenden Variablen danach dichotomisiert werden können, ob die genannten Variablen Teil der internationalen Situation sind oder, wie die Wichtigkeit der Rüstung selbst, in einem Interaktionsmodell wie Abbildung 12 der Definition dieser Situation durch die Entscheidungseinheiten der Nationalstaaten zuzurechnen sind ⁶⁶⁵. Entsprechend wird der nächste Abschnitt solche Elemente der Definition der Situation ⁶⁶⁶ aufsuchen, die den genannten Effekt auf die Zentralität seiner Rüstung in der Weltsicht der Entscheidungseinheit eines Nationalstaates haben, während der übernächste Abschnitt Variablen mit dem gleichen Effekt aus der objektiven internationalen Situation isolieren soll, in der ein Rüstungswettlauf abläuft ⁶⁶⁷.

-
- 665 Zur Darstellung des in Abbildung 12 verwandten vermittelten Stimulus-Response Interaktionsmodells cf. R.C. North (1962), p. 199, (1964), p. 1, O.R. Holsti (1968a), pp. 419-422, R.A. Brody (1967), pp. 20-23, E.E. Azar (1970), pp. 77 f. Zur Kritik cf. besonders J.D. Singer (1965), p. 70, G. Hilton (1970b), pp. 52-54, R. Jervis (1967), passim.
- 666 Zur Definition des Terms "Definition der Situation" cf. I. De Sola Pool (1969), pp. 665, 671 f., O.R. Holsti (1971), pp. 56-59, (1970b), pp. 303 f., (1969), pp. 544 f., R.A. Brody (1967), pp. 26 f., D.G. Pruitt (1965), pp. 393-395, K. Faupel (1969), pp. 56 f. Boulding spricht statt von "Definition der Situation" vom "image", dem für den internen Gebrauch gebildeten Weltbild der Entscheidungsträger mit kognitiven, affektiven und evaluativen Komponenten; cf. K.E. Boulding (1959), pp. 120 f., (1963b), pp. 95 f.
- 667 Merkwürdigerweise gibt es in der Literatur weit mehr Definitionen des Terms "Definition der Situation" als solche des Terms "internationale Situation"; eine solche ist jedoch notwendig, um das Universum derjenigen Variablen abzugrenzen, die im übernächsten Abschnitt als Kandidaten für den Status der exogenen Variablen in Frage kommen. Für meine Zwecke genügt es, darunter die Menge aller Variablen zu ver-

Sofern die obige Hypothese über den Zusammenhang der Zentralität von Rüstung mit der Intensität der Reaktion auf gegnerische Rüstung bei der Festlegung der eigenen Rüstung zutrifft, können beide Arten von Variablen in dem offenen Rüstungswettlaufmodell als exogene (Steuerungs-) Variablen fungieren.

4.4.3.3.1.2. Elemente der Definition der Situation als exogene Variablen

4.4.3.3.1.2.1. Elemente der kognitiven Komponente der Definition der Situation als exogene Variablen

Daß vor der objektiven Situation selbst ihre Definition durch die Entscheidungseinheit nach Variablen abgesucht wird, die wegen ihres Einflusses auf die Zentralität der Rüstung als exogene Variablen für mein offenes Rüstungswettlaufmodell verwandt werden können, liegt daran, daß mit Hilfe derartiger Variabler sehr viel unmittelbarere und intuitiv plausiblere Erklärungen der Wichtigkeit der Rüstung und damit der Intensität der Reaktion auf die Rüstung eines Gegners möglich sind als mit Elementen der objektiven Situation. Man kann wohl allgemein davon ausgehen, daß für das Verhalten beliebiger Entscheidungseinheiten die Situation, in der sie agieren, keine so guten Erklärungen liefert wie die

Forts. 667:

stehen, die das Internationale System oder seine Subsysteme oder seine Einheiten charakterisieren und deren Werte unabhängig von Perzeptionen, Interpretationen oder Bewertungen irgendwelcher Entscheidungseinheiten ermittelt werden können. Das Attribut "objektiv" besagt nicht, daß Perzeptionen etc. nicht objektiv ermittelt werden könnten, sondern lediglich, daß die Ergebnisse subjektiver Erkenntnisprozesse und Einstellungen in der Situation selbst nicht enthalten sein sollen.

intervenierende Variable der Definition dieser Situation durch die betreffende Entscheidungseinheit ⁶⁶⁸.

Die Definition der Situation kann zerlegt werden in eine kognitive und eine affektive Komponente ⁶⁶⁹; bei der Suche nach Erklärungsvariablen für die Zentralität der Rüstung werde ich mir zunächst die erstere vornehmen. Ihr gehören an die Perzeption der Umwelt, also die Zuordnung von Konzepten zu Stimuli, sowie die Perzeption von Handlungsalternativen und die Erwartung von bestimmten Resultaten als Ergebnis bestimmter Alternativen.

Während die Zentralität der Rüstung für eine an einem Rüstungswettlauf teilnehmende Entscheidungseinheit A unter ihre Perzeption von Alternativen fällt, sind Erklärungsvariablen für die Zentralität der Rüstung im Bereich der Perzeption ihrer Umwelt durch die Entscheidungseinheit zu suchen, speziell in ihrer Perzeption des Verhaltens anderer Entscheidungseinheiten derselben Ebene und, noch spezifischer, in ihrer Perzeption des gegen sie gerichteten Verhaltens der zweiten in den Rüstungswettlauf involvierten Einheit B ⁶⁷⁰. Für diejenige Variable aus der Perzeption des Verhaltens von B durch A, die für die Bedeutung seiner Rüstung für A entscheidend ist, halte ich A's Perzeption von gegen sich gerichte-

668 Zu einer allgemeinen Fassung dieses Argumentes in seiner Anwendung auf nationalstaatliches Rüstungsverhalten cf. G. Bateson (1949), pp. 125 f., Q. Wright (1965a), pp. 1269-1271.

669 Cf. die in Anm. 666 angegebene Literatur.

670 Empirische Evidenz gegen den hier fälligen Einwand gegen die Konzeptualisierung der Definition der Situation durch einen Nationalstaat als der seiner Entscheidungseinheit, nämlich die Vermutung unterschiedlicher Lagedefinitionen bei einzelnen Mitgliedern der Entscheidungseinheit, findet sich bei O.R. Holsti (1970b), passim.

ter Feindseligkeit B's, die in die Perzeption negativen Affekts und solcher Aktionen zerfällt, welche die Erreichung eigener Ziele bedrohen ⁶⁷¹.

Die grundlegende Überlegung bei dieser Auswahl läßt sich etwa folgendermaßen darstellen: Die Bedeutung seiner Rüstung für Staat A im Rüstungswettlauf gegen B ist direkt proportional der subjektiven Wahrscheinlichkeit einer Niederlage gegen B pro Zeiteinheit. Letztere ist aber das Produkt aus der subjektiven Wahrscheinlichkeit eines Krieges gegen B pro Zeiteinheit und der subjektiven konditionalen Wahrscheinlichkeit einer Niederlage in einem solchen Krieg. Die Perzeption von gegen sich gerichteter Feindseligkeit B's durch A steigert dessen subjektive Erwartung eines Krieges gegen B und damit bei gleichbleibender subjektiver konditionaler Wahrscheinlichkeit einer Niederlage die Erwartung einer Niederlage pro Zeiteinheit, also die Zentralität seiner Rüstung für A. Bei konstanter Rüstung B's und konstanter Perzeption von Feindseligkeit B's durch A kann A die Zentralität seiner Rüstung in seinem Aufmerksamkeitsbereich nur durch eine Senkung der konditionalen Wahrscheinlichkeit einer Niederlage für den Fall eines Krieges mit B vermindern, und das versucht er durch eine Steigerung seiner Rüstung ⁶⁷².

671 Zur Definition von "Perzeption von Feindseligkeit" cf. D.A. Zinnes (1966), p. 477, R.A. Brody (1967), p. 27, G. Hilton (1971), p. 252, D.C. Schwartz (1967), p. 472. Eine ähnliche Bedeutung wie die im Text konstatierte mißt dieser Variablen zu T.L. Saaty (1968), p. 48.

672 Es bleibt hier aus Gründen der begrifflichen Einfachheit unberücksichtigt, daß die subjektive konditionale Wahrscheinlichkeit einer Niederlage ihrerseits dergestalt auf die Erwartung eines gewaltsam ausgetragenen Konfliktes mit B einwirkt, daß ein Zurückgehen der ersteren auf sehr kleine Werte eine Verminderung der letzteren zur Folge hat (beabsichtigte Abschreckungswirkung, in Abbildung 13 gestrichelt gezeichnet). Zu einer ähnlichen Formulierung wie der im Text vorgeführten cf. W.R. Caspary (1969), pp. 19-21.

Diese vereinfachten Beziehungen zwischen dem Verhalten des Kontrahenten im Rüstungswettlauf und der Definition der eigenen Lage, deren Auswirkungen auf das eigene Verhalten und dessen Rückwirkungen auf die Definition der eigenen Lage sind in Abbildung 13 dargestellt ^{672a}.

Aus Abbildung 13 geht hervor, daß die schematische Darstellung in Abbildung 12 stark vereinfacht. Gibt Abbildung 13 die Reaktion auf gegnerische Rüstung halbwegs adäquat wieder, dann wirkt die Rüstung von B sich nämlich nicht direkt auf die Steigerung der Rüstung durch A aus, sondern auf dem Umweg über die Zentralität der Verhaltensalternative, die der Einsatz der eigenen Rüstung für A darstellt. Für die Formulierung meines offenen Rüstungswettlaufmodells ist dieses Detail jedoch ebenso uninteressant wie die übrigen Einzelheiten der Abbildung 13, die nur zur Identifizierung der exogenen Variablen benötigt wurden und gar nichts daran ändern, daß die Reaktion von A auf gegebene Rüstung von B eine Steigerung der eigenen Rüstung ist, die um so intensiver ausfällt, je höher der Wert der exogenen Variablen ist.

Diese Details von Abbildung 13 erlauben jedoch, die Wahl des nichtlinearen Modells ((99),(100)) bestätigt zu sehen. Sind C_1 bis C_5 Konstanten, dann gelten nach Abbildung 13 folgende Gleichungen ⁶⁷³:

^{672a} Die Auswirkung der Steigerung der Rüstung auf die konditionale Erwartung einer Niederlage ist in Abb. 13 gestrichelt dargestellt, da es sich dabei nicht um eine Hypothese des Entscheidungsmodells sondern um eine Absicht (Hoffnung) der Entscheidungsträger handelt.

⁶⁷³ Wieder ist ein eventueller time-lag der endogenen gegenüber den exogenen Variablen nicht berücksichtigt; cf. Anm. 661.

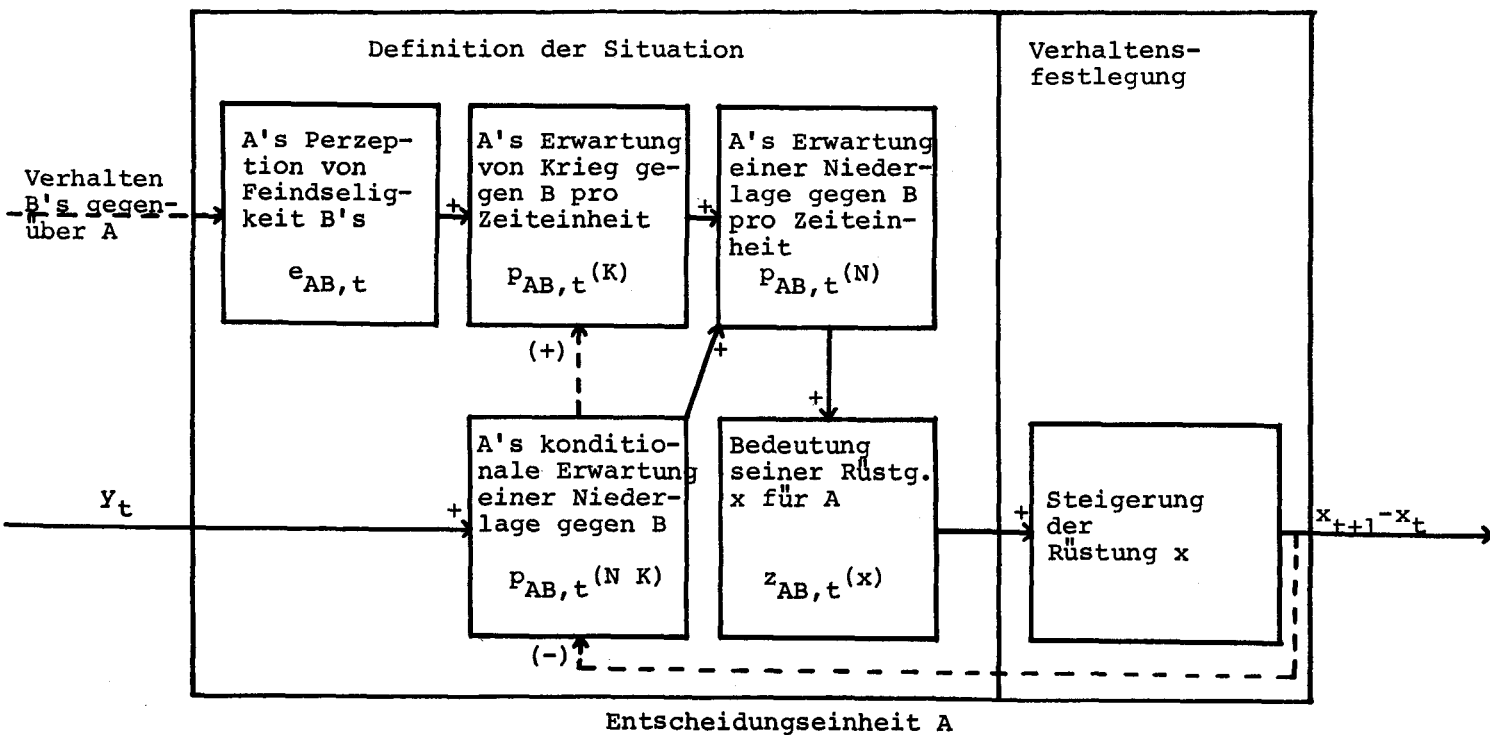


Abbildung 13

$$p_{AB,t}(K) = G_1 e_{AB,t}$$

$$p_{AB,t}(N|K) = G_2 y_t$$

$$p_{AB,t}(N) = G_3 p_{AB,t}(K) p_{AB,t}(N|K)$$

$$z_{AB,t}(x) = G_4 p_{AB,t}(N)$$

$$x_{t+1} - x_t = G_5 z_{AB,t}(x)$$

Daraus folgt durch mehrfache Substitution:

$$x_{t+1} - x_t = G_1 G_2 G_3 G_4 G_5 e_{AB,t} y_t \quad (101)$$

Diese Gleichung ist äquivalent mit (99).

Ein zweites inhaltliches Argument für mein offenes Rüstungswettlaufmodell unter Verwendung der Perzeption von Feindseligkeit als exogener Variabler läßt sich führen, wenn man bedenkt, daß Singer die Perzeption eines Staates A seiner Bedrohung durch einen Staat B von A's Einschätzung von B's Fähigkeit, in A's Zielerreichung zu intervenieren, und von B's Absicht, dies zu tun, abhängig macht⁶⁷⁴. Unterstellt man annähernd genaue Information der Kontrahenten über die Rüstung der jeweiligen Gegenseite und identifiziert Perzeption von Feindseligkeit und Perzeption von Absicht zur Verfolgung von den eigenen entgegenstehenden Zielen durch B, dann kann die rechte Seite von (99) oder (101) als Sonderfall von A's Perzeption militärischer Bedrohung durch B aufgefaßt werden. Die Gleichungen des Modells ((99),(100)) können somit als Anwendung der allgemeinen Hypothese, auf Perzeption von Bedrohung reagierten Entscheidungseinheiten

⁶⁷⁴ J.D. Singer (1962), pp. 172, 243, (1958), pp. 94 f., auch R.A. Brody (1967), p. 27, J.R. Raser (1966), pp. 305-307.

allgemein mit feindseligem Verhalten⁶⁷⁵, auf Aufrüstung im Rüstungswettlauf als Spezialfall feindseligen Verhaltens betrachtet werden.

Gegen diese Interpretation könnte eingewandt werden, daß die Gleichsetzung von Perzeption von Feindseligkeit mit Singers "perception of intent" nicht zulässig sei. Ob man diesen Einwand akzeptiert, hängt davon ab, ob man "intent" als "intention" oder "resolve" (Entschlossenheit) auffaßt. Entschließt man sich für letztere Interpretation von Singers Ausführungen, wie das vereinzelt getan wird⁶⁷⁶, dann trifft der Einwand zu, aber man befindet sich in einem gänzlich von dem hier thematischen verschiedenen Untersuchungsbereich, nämlich in dem der strategischen Interaktion zwischen Nationalstaaten und speziell dem der Determinanten der Glaubwürdigkeit einzelner verhaltenskontrollierender Drohungen⁶⁷⁷. Mir scheint aus dem Kontext eindeutig hervorzugehen, daß Singer mit "threat" nicht einzelne Drohungen, sondern den Zustand des Bedrohtseins und mit "intent" nicht Entschlossenheit zur Ausführung von Drohungen, sondern Absichten meint, die Konfliktverhalten erwarten lassen⁶⁷⁸; "intent" kann

675 Zu dieser Hypothese cf. A. Gladstone (1955), p. 27, D.A. Zinnes (1966), p. 477, W.H. Gorson (1970), pp. 4 f., R.A. Brody (1967), pp. 18-20, und die zahlreichen dort angegebenen Referenzen.

676 Cf. D.C. Schwartz (1967), p. 475.

677 Zur Rolle der Entschlossenheit zur Ausführung von Drohungen für deren Glaubwürdigkeit cf. W.W. Kaufmann (1956), pp. 19 f., G.H. Snyder (1971a), pp. 98 f., J.I. Coffey (1971a), p. 36, G. Kent (1967), pp. 85 f., B. Scowcroft (1969), p. 453.

678 Dabei handelt es sich um die gängige Interpretation von Singers Ausführungen; cf. besonders Holstis Vorstellungen zur Operationalisierung von Singers "Threat perception=estimated capability×estimated intent" in O.R. Holsti (1963), pp. 613 f.

also etwa gleichgesetzt werden mit dem, was Singer anderwärts den "operational code" nennt, die Präferenzen einer Entscheidungseinheit bezüglich Zielen und den Mitteln zu ihrer Durchsetzung⁶⁷⁹.

Ist aber diese zweite Interpretation korrekt, dann ist der obige Einwand nichtig. Zwar muß begrifflich zwischen der Perzeption von B's Absicht durch A, A an der Erreichung einiger seiner Ziele zu hindern (intent), und A's Perzeption von gegen sich gerichteter Feindseligkeit B's differenziert werden, aber mangels Gelegenheit zur Introspektion kann A B derartige Absichten nur zuschreiben, wenn er entsprechende Manifestationen von B's Affekt oder feindseliges, der Erreichung der eigenen Ziele entgegenstehendes Verhalten von B registriert oder registriert hat⁶⁸⁰. Perzeption der genannten Absichten ist also nur möglich, wenn von derselben Quelle Feindseligkeit perzipiert wird. Die oben vorgenommene Zurückführung des offenen Rüstungswettlaufmodells auf die allgemeine Hypothese über die Auswirkung der Perzeption von Bedrohung ist mithin zulässig.

679 J.D. Singer (1964), p. 427.

680 Cf. R.A. Brody (1966), p. 325, (1967), p. 28, J.R. Raser (1969), p. 436. Könnte eine Entscheidungseinheit die Absichten ihres Gegenspielers ohne Bezug auf dessen Verhalten einschätzen, dann existierte auch nicht die Möglichkeit der "worst case analysis", der Gleichsetzung der Absichten der Gegenseite mit der für einen selbst unsympathischsten der aufgrund ihrer (bekannten) Ressourcen möglichen Optionen. Cf. dazu im Kontext von Rüstungswettläufen R.C. Snyder (1961), p. 39, R. Jervis (1970), pp. 38-40, J.D. Singer (1962), pp. 171 f., H. Bull (1961), p. 7, G.W. Rathjens (1971), pp. 7-9, I. Smart (1971), pp. 348 f. Zum umgekehrten Verfahren der Lösung von Informationsproblemen durch Entscheidungseinheiten, dem Schluß von (für bekannt gehaltenen) Absichten auf die vorhandenen Ressourcen, cf. U. Bronfenbrenner (1961), passim, G.H. Snyder (1971a), pp. 77-80, R. Jervis (1972), pp. 15 f.

4.4.3.3.1.2.2. Elemente der affektiven Komponente der Definition der Situation als exogene Variablen

Wenden wir uns nun der zweiten, affektiven Komponente der Definition der Situation zu. Es handelt sich dabei um die Gesamtheit aller Bewertungen und Einstellungen einer Entscheidungseinheit gegenüber anderen Akteuren oder anderen Einstellungsobjekten wie Alternativen, Resultaten von Alternativen und Eigenschaften der internationalen Situation. Von allen derartigen Einstellungen kommen als exogene Variablen für das Modell ((99),(100)), also zur Erklärung der Bedeutung seiner Rüstung für die Entscheidungseinheit eines Nationalstaates und damit der Intensität ihrer Reaktion auf die Rüstung des Gegners im Rüstungswettlauf, vor allem die Einstellungen der Einheit gegenüber anderen Entscheidungseinheiten in Frage, besonders aber die Feindseligkeit ihrer Einstellung dem Gegner im Rüstungswettlauf gegenüber. Es ist dabei unerheblich, ob diese feindselige Einstellung von A gegenüber B Ergebnis der Perzeption von gegen sich gerichteter Feindseligkeit B's durch A ist, ob sie auf Fehlperzeption von B durch A zurückgeht oder von B's Verhalten unabhängig zustandekommt. In allen Fällen läßt sich das gleiche Argument wie oben für die Verwendung der Perzeption von Feindseligkeit als exogener Variabler führen, wenn man nur substituiert, daß A's Erwartung eines Krieges gegen B proportional ist der Feindseligkeit von A gegenüber B ⁶⁸¹. Entsprechend wäre in Abbildung 13 "Per-

681 Der Unterschied in der Verwendung der beiden exogenen Variablen liegt darin, daß das Modell ((99),(100)) mit der Perzeption von Feindseligkeit als exogener Variabler möglicherweise vorhandene aggressive Intentionen der Feindseligkeit perzipierenden Einheit vernachlässigt, während es mit der Feindseligkeit der Einstellung gegenüber dem Kontrahenten als exogener Variabler die Determinanten dieser Einstellung vernachlässigt. Da keines der Modelle den jeweils entgegengesetzten Fall ausschließt, muß man

zeption von Feindseligkeit B's durch A" durch "Feindseligkeit der Einstellung A's gegenüber B" zu ersetzen.

Es sollte hier nicht vorgegriffen werden auf die in 4.4.3.3.2. erfolgende Behandlung methodologischer Probleme bei der Verwertung der in diesem Abschnitt identifizierten exogenen Variablen in offenen Modellen, aber bei der Variablen der Feindseligkeit der Einstellung A's gegenüber B kann man sich durch einen kurzen Vorgriff die ganze weitere inhaltliche Argumentation für ihre Verwendung als exogener Variabler ersparen. Eine die Manifestation dieser Einstellung beinhaltende Variable, nämlich "expression of hostility", erfreut sich großer Beliebtheit im Rahmen der inhaltsanalytischen Studien der Stanford-Gruppe ⁶⁸²; ein Blick auf die Operationalisierung dieser Variablen in den genannten Arbeiten beleuchtet die anstehenden Probleme.

"Eypression of hostility" gegenüber B durch A wird ermittelt aus einer Inhaltsanalyse der Artikulationen der Entscheidungseinheit von A ohne Rücksicht darauf, ob die betreffenden Artikulationen dem internen Gebrauch A's vorbehalten sind oder B oder eine dritte Einheit zum Adressaten haben. Dabei werden jedoch auf unzulässige Weise zwei Arten von Information vermengt ⁶⁸³: Ist eine Artikulation für den internen Gebrauch A's bestimmt,

Forts. 681:

jedoch vorsichtig sein mit der Behauptung, das erste betone die defensive, das zweite die offensive Rolle staatlicher Rüstung.

- 682 Zur Definition dieser Variablen cf. D.A. Zinnes (1966), pp. 481, 483, G. Hilton (1971), p. 252. Eine Darstellung der inhaltlichen Ergebnisse dieser Gruppe und Kritik an ihrem methodischen Apparat bringen G. Hilton (1970a) und R. Jervis (1967)
- 683 Eine ausführliche Kritik dieser Schwäche der Stanford-Arbeiten findet sich bei R. Jervis (1967), pp. 371-373.

dann gibt sie in der Tat A's Einstellung gegenüber B wieder, ermöglicht also Aussagen über die affektive Komponente von A's Definition der Situation. Richtet sie sich jedoch an eine zweite Einheit, dann kann daraus auf die Einstellung von A gegenüber B nicht geschlossen werden, da diese Artikulation bereits die der Definition der Situation folgende "Definition of Policy" 684 durchlaufen hat und einen in einer bestimmten Intention erfolgenden Verhaltensakt A's darstellt, der anderen Einheiten zum Stimulus werden kann 685.

Dieses Exempel lehrt, daß bei Artikulationen von Einstellungen gegenüber B durch A danach differenziert werden muß, ob sie an B oder andere Entscheidungseinheiten ge-

684 Cf. die in Anm. 665 angegebene Literatur zu Interaktionsmodellen.

685 In der bei den Stanford Arbeiten dominanten Version des Interaktionsmodells ist "expression of hostility" jedoch weder in der Definition der Situation noch in dem Bereich der Verhaltensoutputs angesiedelt, sondern in der "Definition of Policy" (hier gebraucht als "Expression of A's Attitude and Behavior Toward B"; Hervorhebung vom Verf. - man beachte die Vermengung von Einstellung und Verhalten!), cf. R.C. North (1964), p. 1. Die Ursache dafür ist das zu enge Verständnis der Definition der Situation, die in diesen Arbeiten nur eine kognitive Komponente hat, während die affektive in den Bereich der Verhaltensfestlegung abgeschoben ist.

Eine Ausnahme von der Regel machen Brody et al., die "expression of hostility" zu den Verhaltensoutputs zählen (cf. R.A. Brody (1967), pp. 23 f.). Da Sie die gleiche Operationalisierung verwenden wie die übrigen Arbeiten, differenzieren auch sie nicht zwischen A's Einstellungen und seinem Verhalten; nur die Unterbringung im Interaktionsschema ist exzeptionell.

richtet sind oder von A zum "Hausgebrauch" bestimmt sind; nur anhand der letzteren kann A's Feindseligkeit gegenüber B ermittelt werden. Genau diese Daten sind aber, zumindest für die besonders interessanten, noch andauernden Rüstungswettläufe, in den seltensten Fällen zur Verfügung. Vielleicht entspringt die kritisierte Operationalisierung von "expression of hostility" in den Stanford-Arbeiten dem Versuch, diesem Mangel abzu-
helfen, indem man auch Daten aus der zwischenstaatlichen Kommunikation einbezieht⁶⁸⁶. Sollte dem so sein, dann muß dieser Versuch als gescheitert gewertet werden. Aus dem Fehlen der genannten Daten ist nicht der Schluß zu ziehen, daß man zu einem Ersatz in Form des Außenverhaltens einer Entscheidungseinheit greifen sollte, sondern daß man beim gegenwärtigen Erkenntnisstand kaum verlässliche Information über die Einstellungen einer Entscheidungseinheit gewinnen kann, sofern die untersuchte Periode nicht der Historie angehört und durch Aktenpublikationen oder ähnliches Material die benötigten Daten beschafft werden können⁶⁸⁷.

686 Bei der Untersuchung von Krisen in der jüngeren Vergangenheit verwenden auch die Autoren dieser Gruppe zur Messung des "Affekts" von A gegenüber B ausschließlich Artikulationen, die A an andere Akteure richtet, also Verhaltensakte, suggerieren dabei aber, daß tatsächlich "Affekt" gemessen werde; cf. O.R. Holsti (1968a), pp. 420-422, 436. In Wirklichkeit wird der Affekt gemessen, den A aufgrund seiner Definition der Situation für seine nach außen gerichteten Artikulationen für nötig und nutzbringend hält.

687 "Historie" muß dabei nicht notwendig so weit zurückliegen wie der von den Stanford-Arbeiten behandelte Ausbruch des Ersten Weltkrieges. Für die jüngere Vergangenheit kann ein Teil der benötigten Daten sicher auch durch Analysen der "operational codes" der zentralen Entscheidungsträger wie die von O.R. Holsti (1970a) für John Foster Dulles und von D.S. McLellan (1971) für Dean Acheson beschafft werden, die jedoch notwendig auf langfristige Einstellungen

Das heißt aber nichts anderes, als daß dasjenige Element der affektiven Komponente der Definition der Situation, das als exogene Variable für das Rüstungswettlaufmodell ((99),(100)) am plausibelsten ist, gerade für die wichtigsten und interessantesten Rüstungswettläufe nicht in Frage kommt. Man hätte zwar die Möglichkeit, unter der Annahme, daß die Einstellung von A gegenüber B um so feinseliger ist, je mehr Feindseligkeit B gegenüber A zum Ausdruck bringt, eine bereinigte Variable "expression of hostility", die nur über Außenverhalten operationalisiert würde, anstelle der Feindseligkeit von A's Einstellung gegenüber B als exogene Variable in das Modell einzuführen. In die A's Reaktion auf B's Rüstung bestimmende Gleichung ginge also B's Ausdruck von Feindseligkeit gegenüber A als exogene Variable ein. Ein derartiges Modell enthält jedoch nicht mehr ein Element der Definition der Situation, sondern einen Aspekt des Verhaltens des Kontrahenten als exogene Variable und ist weit weniger plausibel als das ursprünglich intendierte. Deshalb soll es nur für den Fall in Reserve gehalten werden, daß das offene Modell unter Verwendung anderer exogener Variabler nicht hält, was es verspricht.

Forts. 687:

einiger weniger Entscheidungsträger beschränkt sind und die kurzfristigen Fluktuationen der Attitüden der gesamten Entscheidungseinheit nicht erfassen können.

4.4.3.3.1.3. Elemente der objektiven Situation als exogene Variablen

Wenn, wie in 4.4.3.3.1.2. gesagt, das Verhalten einer Einheit aus ihrer Erkenntnis ihrer Umwelt und aus ihren Attitüden besser prognostiziert werden kann als aus ihrer Umwelt selbst, die der Einheit als Stimulus und dem Wissenschaftler unmittelbar als Untersuchungsobjekt dient, warum wird dann überhaupt auf die Möglichkeit eingegangen, Elemente der objektiven Situation in System ((99),(100)) als exogene Variablen einzubauen? Nach den Umständen des Verzichts auf die vielversprechende Attitüdenvariable "Feindseligkeit" im letzten Abschnitt kommt die Begründung wohl nicht überraschend, daß vor allem Probleme im Bereich der Sammlung derartiger Perzeptions- und Einstellungsdaten diesen Abschnitt notwendig machen. Man erkaufte dabei bewußt eine Abmilderung dieser Schwierigkeiten mit einer geringeren Erklärungskraft der Variablen. Daß der gezahlte Preis nicht zu hoch ist, kann man nur aufgrund der Überlegung hoffen, daß bei einer ganzen Reihe von Stimuli die Perzeptionen verschiedener Entscheidungseinheiten ähnlich ausfallen werden ⁶⁸⁸.

Welche Elemente der objektiven Situation sind es, die sich als exogene Variablen für ein offenes Rüstungswettlaufmodell anbieten? Nach der obigen Definition ⁶⁸⁹ ist die internationale Situation die Menge aller nicht-perzeptuellen und nicht-affektiven ⁶⁹⁰ Variablen, die

688 Für eine ausführliche Begründung der Substitution von "objektiven" Variablen für Variablen aus dem Bereich der Definition der Situation cf. K.J. Holsti (1963), pp. 78 f.

689 Cf. Anm. 667.

690 "Affektiv" soll eine Variable heißen, wenn sie die Einstellungen einer Einheit gegenüber beliebigen Einstellungsobjekten wiedergibt. Der Ausdruck von Affekt ist damit keine affektive Variable, sondern ein Unterfall der Verhaltensvariablen.

das internationale System, seine Subsysteme oder Einheiten charakterisieren - eine potentiell unendliche Menge. Doch längst nicht alle Elemente dieser Menge bieten sich als Erklärungsvariablen für die Zentralität ihrer Rüstung für die Entscheidungseinheit in einem Rüstungswettlauf und damit die Intensität ihrer Reaktion auf die Rüstung ihres Kontrahenten an. Schon im letzten Abschnitt stellte sich als Ersatz für die affektive Variable "A's Feindseligkeit gegenüber B" die Expressionsvariable "gegenüber A zum Ausdruck gebrachte Feindseligkeit B's" heraus. Das entspricht der commonsense-Erwartung, daß das aufeinander gerichtete Verhalten der Kontrahenten im Rüstungswettlauf nach ihrer jeweiligen Definition der Situation am ehesten in der Lage ist, ihr Verhalten innerhalb des Rüstungswettlaufs zu erklären. Als exogene Variablen kommen daher für das offene Rüstungswettlaufmodell in erster Linie Transaktionsvariablen zwischen A und B in Frage ⁶⁹¹.

Aus der großen Gruppe der Transaktionsvariablen ist nach meiner Auffassung vor allem die Feindseligkeit des von B auf A gerichteten Verhaltens dazu geeignet, A's Erwartung eines Konfliktes mit B, damit die Bedeutung, die A seiner Rüstung bei konstanter Rüstung B's zumißt und damit die Stärke von A's Reaktion auf B's Rüstung durch eigene Aufrüstung zu erklären. Diese Variable möchte ich deshalb nach A's Perzeption der gegen sich gerichteten Feindseligkeit B's als zweite exogene Variable für die Grundform des offenen Rüstungswettlaufmodells aus 4.4.3.2.

⁶⁹¹ Zur Definition des Terms "Transaktionsvariable" und zur Abgrenzung gegenüber "Verhalten" und "Interaktion" cf. K. Faupel (1971c), pp. 179 f. Um eine eigene terminologische Diskussion an dieser Stelle zu vermeiden, schließe ich mich Faupels Begrifflichkeit kurzerhand an.

vorschlagen ⁶⁹². Eine eigene graphische Darstellung erübrigt sich, da gegenüber 4.4.3.3.1.2.1. lediglich die Hypothese über die für die subjektive Erwartung eines Krieges verantwortliche Variable verändert ist, so daß ein entsprechender Austausch der exogenen Variablen in Abbildung 13 ausreicht.

Damit ist jedoch noch nicht die Möglichkeit ausgeschöpft, Transaktionsvariablen zwischen zwei Staaten A und B als exogene Steuerungsvariablen für die Erklärung eines zwischen ihnen ablaufenden Rüstungswettlaufs zu nutzen. Die soeben benannte zweite exogene Variable für mein offenes Rüstungswettlaufmodell berücksichtigt nämlich aus der Gesamtheit der zwischen A und B anfallenden Transaktionen nur feindseliges oder Konfliktverhalten, sei es verbal oder nicht-verbal, das die beiden Kontrahenten gegeneinander richten. Ebenso gut könnte man argumentieren, daß A's Erwartung eines Krieges gegen den Kontrahenten im Rüstungswettlauf umgekehrt proportional ist der Kooperation, die B's Verhalten gegenüber A kennzeichnet.

Akzeptiert man dieses Argument, dann kann man die Tatsache ausnutzen, daß kooperatives Verhalten, im Gegensatz zu feindseligen Transaktionen, die stets nicht-routine-mäßig erfolgen, sowohl routine- als auch nicht-routine-

692 Der Unterschied zu der im letzten Abschnitt zurückgestellten Variablen "expression of hostility" ist der, daß jene nur das von B auf A gerichtete Verbalverhalten berücksichtigt, während die im Text vorgeschlagene zweite exogene Variable das gesamte Verhalten B's gegenüber A charakterisiert. Wegen der fragwürdigen Meßkonzepte - sowohl für "Rüstung" wie auch für "feindseliges Verhalten" - lassen sich die Ergebnisse bisheriger empirischer Arbeiten über den Zusammenhang von Konfliktverhalten und Rüstungsverhalten nur sehr bedingt als Evidenz für den Einbau dieser Variablen in das offene Rüstungswettlaufmodell anführen, obwohl die Richtung des Zusammenhangs meiner Hypothese entspricht; cf. P. Smoker (1964b), pp. 66, 71 f., J.E. Loftus (1968), pp. 26-32.

mäßig stattfindet ⁶⁹³. Beispiele für routinemäßige kooperative Transaktionen sind regelmäßige Konsultationen, Verrechnungen von Dienstleistungen, Amtshilfe von Exekutivorganen, Handels-, Verkehrs-, Kommunikations-, und Touristenströme. Schon diese Beispiele zeigen, inwiefern das Ausweichen auf derartige Transaktionsvariablen von Vorteil sein kann. Nicht-routinemäßige kooperative Transaktionen haben nämlich ebenso wie feindselige Transaktionen den Nachteil, daß wegen der Verschiedenartigkeit der anfallenden Verhaltensakte und ihrer unterschiedlichen Intensität die Entwicklung von Maßen für die tatsächlich durch eine Serie von Verhaltensakten manifestierte Feindseligkeit oder Kooperation meßtechnisch nicht trivial ist.

Demgegenüber bietet sich bei den routinemäßigen kooperativen Transaktionen die Feststellung der Häufigkeit pro Zeiteinheit und der anschließende Vergleich dieses Wertes mit dem aufgrund der Indifferenzannahme erwarteten Wert oder einem Mittelwert der jeweiligen Transaktionsvariablen in einem beide untersuchte Einheiten enthaltenden Aggregat als einfachster Weg zu einem Kooperationsmaß an. Ein weiterer Vorteil derartiger Transaktionen ist, daß Datenbeschaffungsprobleme in der Regel nicht existieren oder zumindest im Vergleich zu denen bei feindseligem zwischenstaatlichen Verhalten geringfügig sind.

Diese beiden Vorteile im Bereich der Datenlage und der Indexbildung erkaufte man wieder durch eine Reduktion der erwarteten Erklärungskraft des Grades der Abwesen-

693 Nicht-routinemäßige Transaktionen sind solche, die weder gewohnheitsmäßig noch repetitiv anfallen. Sie werden oft auch als Interaktionen bezeichnet, während "Transaktionen" dann nur routinemäßige gerichtete Verhaltensakte genannt werden; cf. besonders C.A. McClelland (1969), p. 713. Nach dieser Sprachregelung gibt es zwar kooperative Interaktionen, aber keine feindseligen Transaktionen.

heit kooperativer Routinetransaktionen zwischen den Kontrahenten in einem Rüstungswettlauf für ihre subjektiven Erwartungen eines Krieges gegen den jeweiligen Gegner gegenüber der Erklärungskraft der zweiten oder gar der ersten exogenen Variablen. Die Erklärung der Erwartung eines Krieges erfolgt nämlich in mehreren Schritten und nicht so unmittelbar wie durch die beiden ersten exogenen Variablen, so daß mehr intervenierende Variablen eine Rolle spielen können.

Die Formulierung des vorletzten Satzes weist übrigens auch auf einen weiteren Nachteil kooperativer Routine-transaktionen hin: Obwohl ihre Richtung ebensogut feststellbar ist wie bei nicht-routinemäßigen Transaktionen, ist die Interpretation dieser Richtung schwieriger. Aus einer Veränderung des Umfangs derartiger Transaktionen zwischen A und B läßt sich kaum auf eine Veränderung des kooperativen Verhaltens entweder des Absenders oder des Empfängers schließen, sondern höchstens auf eine Veränderung der in dem ungeordneten Paar bestehenden Kooperation⁶⁹⁴. Bei der Bildung eines Index für den Grad der Abwesenheit kooperativer Routinetransaktionen verschenkt man also die Information über die Richtung der Transaktionsströme und verwendet eine einzige, die Paarmenge charakterisierende Variable zur Erklärung der Erwartung eines Krieges durch beide am Rüstungswettlauf beteiligten Staaten, also als gemeinsame exogene Variable in beiden Gleichungen des Modells ((99),(100)).

Angesichts dieser Probleme könnte man für einen Verzicht auf die Verwendung von aus routinemäßigen Transaktionen berechneten Indizes im vorliegenden Zusammenhang argumentieren. Daß ich diesen Rat nicht akzeptiere, hat einen

694 Diese Aussage gilt für verschiedene routinemäßige Transaktionen kooperativer Art in unterschiedlicher Schärfe. Uneingeschränkt gilt sie für die unten zur Spannungsmessung verwandten Handelsströme.

forschungspraktischen und einen theoretischen Grund. Der erste ist, daß bei der Untersuchung realweltlicher Rüstungswettläufe die Ermittlung der Rüstungen der Kontrahenten schon genügend Datensammlungsprobleme aufwerfen wird, so daß in dieser Hinsicht unkomplizierte exogene Variablen den Arbeitsaufwand verringern helfen können. Zum zweiten bin ich der Auffassung, daß das Ausmaß der Abwesenheit kooperativer Routinetransaktionen zwischen zwei rüstungswettlaufenden Staaten ein ganz guter Indikator für die zwischen ihnen bestehende Spannung ist - ebenfalls eine Variable für Paarmengen aus Nationalstaaten, nicht für geordnete Paare aus solchen.

Diese Variable - begrifflich expliziert als die Gesamtheit der zwischen zwei Staaten in Verhalten, Perzeptionen und Einstellungen vorhandenen Feindseligkeit - soll unter der Annahme, daß ein Staat A einen Krieg gegen den Kontrahenten im Rüstungswettlauf, B, um so eher erwartet, je höher die Spannung zwischen ihm und B ist, als dritte exogene Variable für das offene Rüstungswettlaufmodell vorgeschlagen werden ⁶⁹⁵. Der Einfachheit halber wird der Index für die Spannung zwischen zwei Staaten nur aus den Daten über ihre gegenseitigen Handelsströme dergestalt berechnet, daß die Spannung zwischen zwei Staaten

695 Spannung wird hier als relationale Variable verwandt. Obwohl dieser Gebrauch der Alltagssprache am nächsten steht, ist er in der Literatur nicht häufig anzutreffen. Cf. z.B. O.R. Holsti (1963), pp. 613, der aber Spannungsindizes aus Perzeptionsvariablen gebildet sehen möchte. A.G. Newcombe (1970), p. 23, verwendet den Term "Spannung" für eine komparative Variable, K.J. Holsti (1963), pp. 79 f., 92, abwechselnd für eine absolute Einheitenvariable und eine analytische Aggregatvariable. Eine analytische Aggregatvariable ist Spannung auch bei R. Väyrynen (1971), pp. 1 f.

um so höher ist, je weiter ihr Handel unter dem "normalen" Wert liegt ⁶⁹⁶.

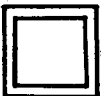
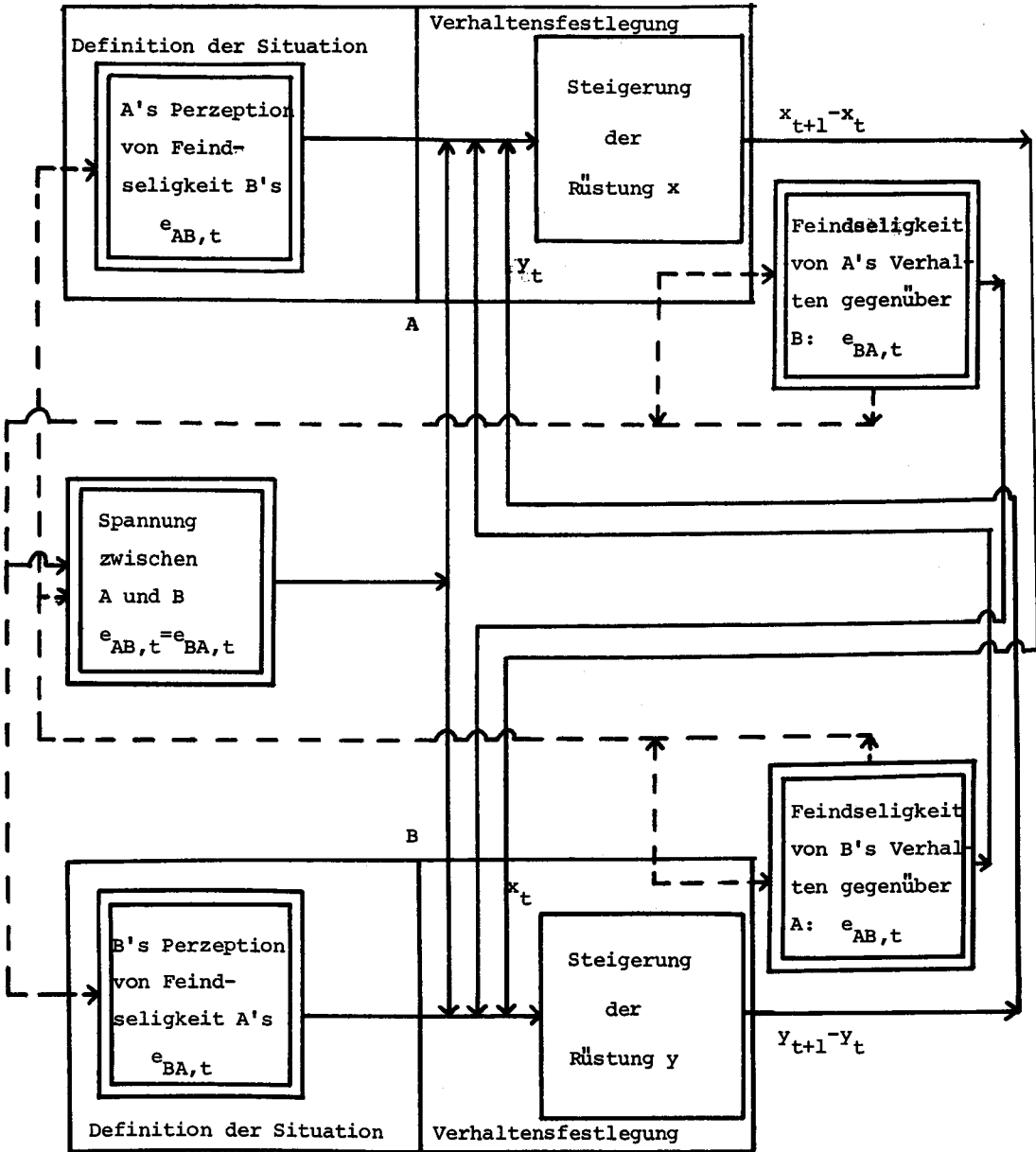
Das Inventar exogener Variabler für das offene Rüstungswettlaufmodell ist damit vollständig. Aufgrund theoretischer Überlegungen erscheinen zur Erklärung von A's Erwartung eines Krieges gegen B und damit der Zentralität seiner Rüstung und der Stärke seiner Reaktion auf die Rüstung von B vor allem A's Perzeption von gegen sich gerichteter Feindseligkeit B's, die Feindseligkeit von B's Verhalten gegenüber A und die Spannung zwischen A und B als vielversprechend. Man wird dabei erwarten, daß Schwankungen in der Intensität der Reaktion von A bei gegebener Rüstung von B durch die erste Variable am besten und durch die dritte Variable am schlechtesten erklärt werden. Ob diese Auswahl exogener Variabler die mit ihr verbundenen Erwartungen bezüglich der Erklärungskraft des offenen Rüstungswettlaufmodells erfüllt und ob die vorhergesagte Hierarchie der Erklärungskraft der exogenen Variablen existiert, muß durch empirische Tests des Modells ((99),(100)) unter Verwendung der ver-

696 Zu den Details cf. 4.4.3.3.2.4. und die dort zitierte Literatur. Neben der leichteren Zugänglichkeit der Daten spricht für die Auswahl der Handelsströme aus der Vielfalt der kooperativen Routinetransaktionen die empirische Evidenz über den Zusammenhang von Fluktuationen im Handel mit Änderungen im Rüstungsverhalten bei P. Smoker (1964b), pp. 66, 77, (1967b), pp. 68-71, die allerdings wegen der verwandten Meßkonzepte mit großer Skepsis zu betrachten ist.

Ein inhaltliches Argument für die Bildung von Spannungsindizes für rüstungswettlaufende Staaten mit Hilfe ihres Handels läßt sich etwa so formulieren, daß Handel mit dem Kontrahenten im Rüstungswettlauf um so eher als Hilfestellung für seine Bedürfnisbefriedigung oder gar für die Realisierung seiner aggressiven Intentionen gesehen und damit vermieden wird, je gespannter die Beziehungen zwischen den beiden Staaten sind; cf. R.E. Gift (1969), passim.

schiedenen exogenen Variablen beantwortet werden. Den beim Einbau dieser Variablen in das offene Modell auftretenden methodologischen Problemen ist der folgende Abschnitt gewidmet. Ihren Einfluß auf die Reaktion eines in einen Rüstungswettlauf involvierten Staates auf die Rüstung seines Gegners durch eigene Aufrüstung und ihre Stellung im Interaktionsschema faßt (unter Vernachlässigung der Details aus Abbildung 13) Abbildung 14 zusammen ⁶⁹⁷.

⁶⁹⁷ Man vergleiche diese Abbildung mit der schematischen Darstellung von Richardsons geschlossenem Rüstungswettlaufmodell bei J.H. Milsom (1968), Fig. 3.2.8., p. 63.



=exogene Variable

Durch - - - → dargestellte Beziehungen sind nicht Bestandteil des Rüstungswettlaufmodells ((99), (100)).

Abbildung 14

4.4.3.3.2. Methodologische Probleme bei der Verwendung der exogenen Variablen im offenen Rüstungswettlaufmodell

4.4.3.3.2.1. Vorbemerkung

Wäre diese Dissertation, wie die meisten Arbeiten über mathematische Rüstungswettlaufmodelle, ausschließlich an den formalen Modellen und nicht an den Möglichkeiten ihrer Anwendung auf realweltliche Rüstungswettläufe interessiert, dann könnte dieser Abschnitt entfallen, wie auch 4.2. und 4.3. überflüssig gewesen wären. Für das in 3.5. artikulierte, bei den umlaufenden Modellen auftretende erkenntnistheoretische Problem ist ein Lösungsvorschlag in Form des offenen Rüstungswettlaufmodells bereits formuliert, und es sind zusätzlich Überlegungen über die verwendbaren exogenen Variablen angestellt worden. Da das offene Modell aber nicht nur zusätzlich zu den bereits vorhandenen Modellen eingeführt, sondern auch für die empirische Prüfung vorbereitet werden soll, ist eine Antwort auf die Frage unerläßlich, ob für die exogenen Variablen "Perzeption von Feindseligkeit", "feindseliges Verhalten" und "Spannung" Skalen vorliegen oder ohne weiteres erzeugt werden können, die den formalen Anforderungen des offenen Modells ((99),(100)) genügen⁶⁹⁸. Nur wenn diese Frage bejaht wird, kann im Anschluß an diese Arbeit mit der Datensammlung für den Modelltest begonnen werden.

Welches sind nun die Bedingungen, welche die drei Variablen erfüllen müssen? Die erste Bedingung ergibt sich

698 Das Problem ist also nicht, ob überhaupt Skalen für die exogenen Variablen vorliegen, denn das ist natürlich der Fall; cf. Anm. 682, Anm. 695. Zur zweiten exogenen Variablen cf. O.R. Holsti (1968b), pp. 146 f., R.C. North (1967), pp. 119 f., R.J. Rummel (1967), pp. 198-201.

daraus, daß die endogenen Variablen des Rüstungswettlaufmodells, x und y , mit ihren Werten in t die Rüstungen der Kontrahenten im Rüstungswettlauf für das t -te Jahr angeben. Entsprechend müssen die Werte der exogenen Variablen in t die Perzeption von Feindseligkeit etc. während desselben Jahres wiedergeben. Die zweite Forderung richtet sich unmittelbar an die zur Verfügung stehenden Skalen. Da die endogenen Variablen auf Ratio-skalenniveau gemessen werden, müssen die Skalen für die exogenen Variablen das gleiche Meßniveau haben, weil sonst Voraussagen auf die bei gegebenen Werten der endogenen und exogenen Variablen zu erwartende Steigerung der Rüstungen nicht eindeutig sind, sondern durch Anwendung der bei niedrigeren Meßniveaus zulässigen Skalentransformationen auf die Werte der exogenen Variablen beeinflußt werden. Im folgenden soll kurz untersucht werden, wie weit die drei exogenen Variablen diesen Bedingungen genügen und wie dies andernfalls erreicht werden kann.

4.4.3.3.2.2. Perzeption von Feindseligkeit

Um der ersten Bedingung des letzten Abschnittes zu genügen, ist unter der exogenen Variablen Perzeption von Feindseligkeit nicht die Intensität einzelner Perzeptionen zu verstehen, sondern A's Perzeption von gegen sich gerichteter Feindseligkeit B's während eines Jahres. Die Einheit bei der Bestimmung des Wertes dieser Variablen für ein geordnetes Paar aus Nationalstaaten in einem bestimmten Jahr ist eine Perzeption A's von gegen sich gerichteter Feindseligkeit B's, das heißt eine Artikulation der Entscheidungseinheit A's ⁶⁹⁹, die zum Ausdruck

⁶⁹⁹ Als Artikulationen des Kollektivs werden, wie üblich, die Artikulationen der ihm angehörenden Individuen aufgefaßt.

bringt, daß A feindseliges Verhalten oder eine feindselige Einstellung B's gegen sich gerichtet sieht ⁷⁰⁰.

A's Perzeption von gegen sich gerichteter Feindseligkeit B's ließe sich in einem Jahr t aus derartigen Einheiten ganz einfach durch Auszählen über ebendieses Jahr hinweg bestimmen ⁷⁰¹. Die Schwäche dieses Verfahrens liegt in der Gleichsetzung der Häufigkeit mit der Intensität der Perzeption von Feindseligkeit während einer Zeiteinheit. In Anbetracht der unterschiedlichen Ausprägung der Feindseligkeit, die ein Staat in jeder einzelnen Perzeption gegen sich gerichtet sehen kann, ist diese Gleichsetzung sicher problematisch, und damit ist auch fragwürdig, daß die Häufigkeit derartiger Perzeptionen ein auf Ratioskalenniveau valides Maß für die Perzeption von Feindseligkeit während der fraglichen Periode ist.

Abhilfe kann nur durch ein Maß für die Intensität der in jeder Perzeption vermerkten Feindseligkeit geschaffen werden. Um A's Perzeption von gegen sich gerichteter Feindseligkeit B's während eines bestimmten Zeitraumes zu bestimmen, wird die Intensität der Feindseligkeit, die A in allen einzelnen in diesem Zeitraum anfallenden Perzeptionen von B gegen sich gerichtet sieht, zu einem einzigen Meßwert summiert ⁷⁰².

700 Cf. R.C. North (1964), p. 4, O.R. Holsti (1965b), p. 160. Argumente gegen den parallel zu 4.4.3.3.1.2.2. möglichen Einwand, auch solche Artikulationen zerfielen in solche, die Rückschlüsse auf tatsächliche Perzeptionen zulassen und solche, die strategischen Überlegungen A's entspringen, finden sich bei R. Jervis (1967), p. 384.

701 Diese Prozedur trifft man, wenn auch für andere Zeiteinheiten, tatsächlich in der Literatur an; cf. D.A. Zinnes (1962), p. 238.

702 Die Berechnung der mittleren Intensität der Feindseligkeit in den während einer Zeiteinheit anfallenden Perzeptionen (cf. R.C. North (1964), Table 2, p. 6) ist nur sinnvoll, wenn die Zahl der Perzeptionen pro Zeiteinheit konstant ist.

Während die erste Bedingung des letzten Abschnittes von einem derartigen Maß erfüllt wird, hängt die Erfüllung der zweiten Bedingung von dem Meßniveau der Skale ab, die für die Messung der Intensität der in den einzelnen Perzeptionen gegen einen selbst gerichtet gesehenen Feindseligkeit verwandt wird. Die Perzeption von Feindseligkeit in einem bestimmten Zeitintervall wird genau dann auf Ratioskalenniveau gemessen, wenn die Intensität der Feindseligkeit in den einzelnen Perzeptionen auf Ratioskalenniveau gemessen wird.

Letzteres ist aber bei den in der Literatur anzutreffenden Prozeduren zur Messung perzipierter Feindseligkeit nicht der Fall; sie erreichen höchstens Intervallskalenniveau ⁷⁰³. Darüber hinaus setzen sie voraus, daß alle im Verlauf eines Rüstungswettlaufs auftretenden Perzeptionen vor ihrer Skalierung nach der Intensität der perzipierten Feindseligkeit zusammen vorliegen, was bei zum Zeitpunkt der Untersuchung noch andauernden Rüstungswettläufen offensichtlich nicht der Fall sein kann. Bei solchen Rüstungswettläufen müßte jeder neu auftretenden Perzeption von Feindseligkeit ohne Referenz auf bisherige oder zukünftige Perzeptionen ein Skalenwert zugeordnet werden können.

⁷⁰³ Und auch dieses Meßniveau ist noch durch die in den Stanford-Arbeiten übliche Q-Sort Technik erzwungen (zur Prozedur cf. R.C. North (1964), p. 5, L.E. Moses (1967), p. 1054, Anm. 1, p. 1059). Das zeigt sich unter anderem daran, daß ein Vergleich der Skalenwerte, die man bei der Skalierung verschiedener Mengen von Perzeptionen mit nicht-leerem Durchschnitt erhält, nur ordinal sinnvoll ist; cf. L.E. Moses (1967), p. 1055. Dem letzten Einwand hilft die Methode von L.E. Moses (1967), pp. 1055-1057 ab, aber die nach ihr erstellten Skalen erreichen ebenfalls nur erzwungenes Intervallskalenniveau.

Dieser Befund bedeutet nichts anderes, als daß beim gegenwärtigen Stand der Skalierung von Perzeptionen nach der Intensität der perzipierten Feindseligkeit die Verwendung von A's Perzeption von gegen sich gerichteter Feindseligkeit B's als exogener Variabler im offenen Rüstungswettlaufmodell ((99),(100)) zur Erklärung der Intensität von A's Reaktion auf B's Rüstung nicht möglich ist, obwohl von dieser Variablen als einem Element von A's Definition der Situation die beste Erklärung dieser Intensität erwartet wurde. Die Lösung des Skalierungsproblems ist also Voraussetzung für die empirische Überprüfung des offenen Rüstungswettlaufmodells mit dieser ersten exogenen Variablen. Sie ist aber nicht mehr Gegenstand dieser Arbeit und dürfte in der Richtung der Konstruktion einer "master scale" ⁷⁰⁴ für Perzeptionen von Feindseligkeit liegen, die Ratioskalenniveau besitzen muß ⁷⁰⁵.

4.4.3.3.2.3. Feindseliges Verhalten

Wie im vorigen Abschnitt muß auch der Wert der exogenen Variablen "Feindseligkeit von A's Verhalten gegenüber B" für jeweils ein Jahr bestimmt werden. Die Einheit ist dabei ein an die Adresse B's gerichteter Verhaltensakt A's, in dem A entweder verbal Feindseligkeit seiner Einstellung oder Absicht gegenüber B zum Ausdruck bringt oder die physische Situation zu B's Nachteil und entgegen

704 Zum Begriff und zur Konstruktion cf. W.S. Torgerson (1958), pp. 87 f.

705 Zur Konstruktion einer derartigen master scale bietet sich der Paarvergleich durch eine Reihe von Experten über einer möglichst großen Menge von Perzeptionen nach der Intensität der je perzipierten Feindseligkeit mit nachfolgender Untersuchung an, ob die erhaltene Ordnung der Bedingung eines Bradley-Terry-Luce Systems genügt; cf. C.H. Coombs (1964), p. 367, P. Suppes (1963), p. 49.

B's Wertvorstellungen verändert oder zu verändern sucht ⁷⁰⁶. Der Wert der exogenen Variablen könnte für ein bestimmtes geordnetes Paar aus Nationalstaaten und ein bestimmtes Jahr wieder durch Auszählen der derartigen in dem betreffenden Jahr angefallenen Verhaltensakte ermittelt werden ⁷⁰⁷. Die Kritik an dieser Prozedur braucht nicht ausgeführt zu werden, da sie zu den in 4.4.3.3.2.2. gegen die Verwendung ausschließlich frequenzorientierter Maße vorgebrachten Einwänden parallel läuft.

Die Alternative zum reinen Frequenzmaß ist die Gewichtung der in einem Jahr anfallenden Verhaltensakte durch die Intensität der in ihnen entweder verbal oder nicht-verbal manifestierten Feindseligkeit mit anschließender Summierung über das betreffende Jahr hinweg. Die dazu erforderliche Skala für die Messung der in einzelnen Verhaltensakten manifestierten Feindseligkeit muß gleichermaßen für verbales und nicht-verbales Verhalten gelten. Aus diesem Grunde sind die in den Arbeiten der Stanford-Gruppe verwandten Skalen für "expression of hostility" mit ihrer Beschränkung auf Verbalverhalten für den vorliegenden Zweck unbrauchbar ⁷⁰⁸.

706 Derartige Verhaltensakte werden anderwärts auch unter "events" geführt. Zur Definition des Terms cf. E.E. Azar (1970), pp. 11 f., und die dort zitierte Literatur.

707 In der Literatur ist dieses Verfahren, auf feindseliges Verbalverhalten beschränkt, bei D.A. Zinnes (1966), pp. 483 f., anzutreffen. Die Identifizierung solcher Verhaltensakte aus dem gesamten verbalen output einer Entscheidungseinheit sollen die Wortlisten von B.D. Jansen (1966), Appendices I, II, p. 32, erleichtern.

708 "Expression of hostility" soll dabei entsprechend dem Vorschlag aus 4.4.3.3.1.2.2. "bereinigt" sein, also nur noch aus verbalem Außenverhalten bestimmt werden, wie das die Stanford-Autoren bei der Untersuchung neuerer Krisen selbst handhaben; cf. O.R. Holsti (1968a).

Trotz dieser Komplizierung des Skalierungsproblems findet man in der Literatur mindestens zwei Skalen, die sowohl für verbales wie für nicht-verbales Verhalten die Intensität der manifestierten Feindseligkeit messen. Die erste von ihnen erreicht jedoch nicht das nach 4.4.3.3.2.1. für die exogene Variable und damit für die Messung der Feindseligkeit einzelner Verhaltensakte erforderliche Ratioskalenniveau, sondern ist eine nach der Methode des Paarvergleichs aus Expertenurteilen erstellte Intervallskala ⁷⁰⁹.

Die zweite Skala indes, Corsons "Conflict Intensity Scale" ⁷¹⁰, befindet sich, zumindest nach den Bekundungen ihres Autors, sogar auf Ratioskalenniveau, ermöglicht mithin die Erfüllung beider in der Vorbemerkung zu 4.4.3.3.2. aufgestellter Bedingungen bei der Messung der Feindseligkeit des Verhaltens eines Staates A gegenüber B, seinem Kontrahenten im Rüstungswettlauf, über ein Jahr hinweg. Der Wert der zweiten exogenen Variablen für ein bestimmtes geordnetes Paar von Nationalstaaten und ein bestimmtes Jahr wird mit Hilfe dieser Skala ermittelt, indem zuerst alle in diesem Jahr auftretenden gegen den zweiten Staat gerichteten feindseligen Verhaltensakte des ersten Staates festgestellt und ihre Werte auf Corsons Skala bestimmt werden; die Summe dieser Skalenwerte für das ganze Jahr ergibt dann den betreffenden Wert der

709 Zu dieser Skala, die auf dem gleichen Kontinuum auch kooperatives Verhalten erfaßt, cf. E.E. Azar (1970), pp. 17-25, (1972a), pp. 188 f., (1972b), p. 379, und auch T.J. Sloan (1972). Die Sammlung und Codierung von Daten über feindseliges Verhalten von Nationalstaaten wird bei E.E. Azar (1970), pp. 28-35, (1972b), passim, behandelt; cf. dazu auch R.J. Rummel (1966).

710 Cf. W.H. Corson (1970), pp. 12-15. Zur verwandten Methode, Stevens' Ratio Estimation, cf. pp. 11 f., und C.H. Coombs (1964), pp. 371-374, und die dort angegebene Literatur.

zweiten exogenen Variablen. Ihrer Verwendung beim Test des offenen Rüstungswettlaufmodells stehen also keine methodologischen Hindernisse mehr im Weg.

4.4.3.3.2.4. Spannung

Bei Spannungsindizes aus Handelsströmen ist die erste Bedingung für exogene Variablen aus 4.4.3.3.2.1., daß nämlich ihr Wert eine Paarmenge oder ein geordnetes Paar aus Nationalstaaten für jeweils ein Jahr charakterisieren soll, ohne weiteres erfüllt. Wegen des Vorhandenseins eines Geldstandards stellt sich das Problem der Messung einzelner Transaktionen nach ihrer Intensität nicht. Die Daten liegen in der Regel bereits aufbereitet vor, also in Form des für einzelne Kalenderjahre aggregierten Wertes der in ihnen anfallenden Transaktionen. Sofern diese Zeiteinheit bei der Indexbildung nicht verändert wird, gelten aus Handelsströmen berechnete Spannungsindizes ebenfalls jeweils für ein Kalenderjahr.

Die letzten Feststellungen konnten ohne Bezug auf bestimmte Spannungsindizes getroffen werden, die zweite Frage nach dem Meßniveau muß dagegen für spezifische Indizes beantwortet werden. Da Spannung in der Literatur nur ausnahmsweise als relationale Variable gebraucht wird und Indizes in diesem Ausnahmefall aus Perzeptionsvariablen gebildet werden ⁷¹¹, kann ich mich hier nicht auf etablierte Indizes beziehen, sondern muß - aus Platzgründen äußerst knapp - auf die Konstruktion von Spannungsindizes aus Transaktionsvariablen, speziell internationalem Handel, eingehen.

Das Problem der Indexbildung stellt sich, weil der absolute Umfang des Handels zwischen zwei Staaten allein noch keine Rückschlüsse auf den Grad der Spannung oder Kooperation in ihren Beziehungen zuläßt ⁷¹². Man hat vielmehr

⁷¹¹ Cf. Anm. 695.

⁷¹² "Handel" zwischen zwei Staaten A und B heißt hier und im folgenden die Summe der Exporte von A nach

davon auszugehen, daß, je nach Größe und Wirtschaftskraft, bei zwei gegebenen Staaten mit "normalen" Beziehungen ein bestimmter, von Null verschiedener Wert des jährlichen zwischenstaatlichen Handels zu erwarten ist. Übersteigt der tatsächliche diesen erwarteten "normalen" Wert, dann wird man von Kooperation oder Integration zwischen den beiden Staaten sprechen ⁷¹³; liegt der tatsächliche unter dem erwarteten Wert, dann sind die Beziehungen der beiden Staaten durch Abwesenheit von Kooperation oder Spannung gekennzeichnet.

Die Bildung von Spannungsindizes aus Handelsdaten zerfällt damit in zwei Schritte. Im ersten Schritt muß für je zwei Staaten das "normale" Handelsvolumen bestimmt und im zweiten muß aus der Abweichung des tatsächlichen von diesem erwarteten Handelsvolumen der eigentliche Spannungsindex konstruiert werden. Glücklicherweise finden sich in der Literatur mindestens drei derartig aufgebaute Indizes, allerdings für Kooperation von Staaten und ihre wechselseitige Bedeutung als Handelspartner füreinander, die, faßt man negative oder unter dem erwarteten Wert liegende Werte von Kooperation als Maße für Spannung auf, ohne weiteres zur Spannungsmessung genutzt werden können.

Der erste dieser Indizes ist der "relative acceptance" Index von Savage und Deutsch. Zunächst wird der erwartete Wert des Handels zwischen den beiden Elementen einer

Forts. 712:

B und der Exporte von B nach A, da, wie in 4.4.3.3. 1.3. ausgeführt, die Richtung der Handelsströme für die Kooperation bzw. die Abwesenheit von Kooperation zwischen zwei Staaten inhaltlich schwer interpretiert werden kann.

713 Ein inhaltliches Argument gegen diese in allen Analysen von Transaktionsströmen anzutreffende Interpretation führt B.B. Hughes (1972), pp. 668-672, 676 f. Cf. auch C. Clark (1972), passim.

Paarmenge $\{i, j\}$ aus Nationalstaaten, $E_{ij} = E_{ji}$, unter der Annahme berechnet, daß das Handelsvolumen zwischen i und j lediglich von beider Tendenz abhinge, am Welthandel zu partizipieren, also von beider Anteil am Welthandel ⁷¹⁴. Der Index RA_{ij} ist dann definiert als $(A_{ij} - E_{ij})/E_{ij}$, wobei A_{ij} das tatsächliche Handelsvolumen zwischen i und j bezeichnet. Der Index nimmt Werte zwischen -1 (bei $A_{ij} = 0$) und ∞ (bei $E_{ij} \rightarrow 0, A_{ij} \neq 0$) an. Ist $A_{ij} = E_{ij}$, dann ist $RA_{ij} = 0$. Ist $-1 \leq RA_{ij} \leq 0$, dann ist das Verhältnis der beiden Staaten zueinander gespannt und $|RA_{ij}|$ ist - nach meiner Interpretation - ein Maß für die vorhandene Spannung.

Während der "relative acceptance" Index unmittelbar tatsächliche und erwartete Handelsströme vergleicht, verwendet Smokers Index die erwartete und die tatsächliche Bedeutung zweier Staaten füreinander als Handelspartner ⁷¹⁵. Die Bedeutung von i als Handelspartner für j ist definiert als H_{ij}/H_j , wobei H_{ij} der Handel zwischen i und j und H_j der gesamte internationale Handel (Importe + Exporte) j 's ist ⁷¹⁶. Die Bedeutung von i und j als Handelspartner füreinander ist definiert als $B_{ij} = B_{ji} = (1/2)(H_{ij}/H_i) + (H_{ij}/H_j)$. Da B_{ij} aus tatsächlichen Daten über den Handel zwischen i und j ermittelt wird, entspricht diese Größe dem A_{ij} bei Savage und Deutsch. Dem E_{ij} entspricht bei

714 Gegenüber meiner Darstellung berücksichtigt die Vorlage auch die Richtung der Handelsströme. Zur Prozedur cf. L.R. Savage (1960), pp. 556-558, S.J. Brams (1966), pp. 882-886. Zur Modifikation der Prozedur cf. L.A. Goodman (1963), pp. 201 f. Computerprogramme zur Ermittlung von RA_{ij} und zur weiteren Analyse von Transaktionsströmen präsentieren L.A. Goodman (1964) und H.R. Alker (1962).

715 P. Smoker (1965b), pp. 161 f., 169 f. (1967b), pp. 68 f.

716 Cf. auch B.M. Russett (1968a), pp. 363 f.

Smoker B , das jährliche Mittel von B_{ij} über alle Paarungen von Nationalstaaten hinweg, das Smoker als erwarteten Wert für B_{ij} verwendet. Der "Polarisationsindex" $B_{ij}/\bar{B}$ nimmt Werte zwischen 0 (bei $B_{ij}=0$, also $H_{ij}=0$) und ∞ (bei $\bar{B} \rightarrow 0$) an; ist $B_{ij}=\bar{B}$, dann ist $B_{ij}/\bar{B}=1$. Nach meiner Interpretation bedeuten Werte des Polarisationsindex zwischen 0 und 1 Spannung zwischen i und j , wobei die Spannung um so größer ist, je kleiner der Wert des Polarisationsindex ist.

Ähnlich wie Smoker berechnet auch Mortara zunächst die tatsächliche und die erwartete Intensität des Handels zwischen zwei Staaten; er verwendet zur Gewichtung dabei nicht den gesamten Außenhandel der beiden Staaten, sondern ihre Bevölkerungszahlen⁷¹⁷. Die tatsächliche Intensität des Handels zwischen i und j , I_{ij} , ist definiert als $H_{ij}/(P_i+P_j)$, wobei P_i und P_j die Bevölkerungszahlen der Staaten i und j sind. Die erwartete Intensität des Handels, EI_{ij} , ergibt sich als der Handel pro Kopf der Weltbevölkerung P_w , den i und j gemeinsam mit dem Rest der Welt führen: $EI_{ij} = ((H_i - H_{ij}) + (H_j - H_{ij}))/P_w$. I_{ij} entspricht A_{ij} , EI_{ij} entspricht E_{ij} im Savage/Deutsch-Index. Als Index für die Intensität des Handels zwischen i und j verwendet Mortara I_{ij}/EI_{ij} . Wie der Polarisationsindex Smokers bewegt sich dieser Index zwischen 0 (bei $I_{ij}=0$, also $H_{ij}=0$) und ∞ (bei $H_i=H_j=H_{ij}$); ist $I_{ij}=EI_{ij}$, dann ist sein Wert 1. Wieder werden Werte zwischen 0 und 1 als Spannung zwischen i und j interpretiert. Die Spannung ist um so größer, je kleiner der Wert von Mortaras Intensitätsindex ist.

Alle diese Indizes, ursprünglich zur Messung kooperativen Verhaltens und der Integration von Nationalstaaten konstruiert, können auch zur Spannungsmessung verwandt

717 G. Mortara (1959), pp. 20-25.

werden; eine Auswahl ist a priori nicht möglich. Eine gewisse Schwierigkeit stellen noch die unterschiedlichen Wertebereiche der drei Indizes dar, die einen Vergleich ihrer Werte bei einem einzigen Datensatz erschweren. Wegen der extrem schiefen Verteilung der Indexwerte (Integration reicht von Indexwerten von 0 bzw. 1 bis , Spannung von 0 bis -1, bzw. von 0 bis 1) kann man auch nicht erwarten, daß die Indizes die je gemessenen Eigenschaften auf Ratioskalenniveau messen.

Man wird sich deshalb für alle drei Indizes Transformationen wünschen, die ihnen einen gemeinsamen Wertebereich und gemeinsame Fixpunkte geben und den Skalenbereich für Integration ebenso breit machen wie den für Spannung. Als Fixpunkte bieten sich an -1 für totale Integration (die beiden Staaten handeln nur noch untereinander), 0 für Indifferenz (der jeweilige erwartete Wert ist gleich dem tatsächlichen) und +1 für größte Spannung (Handel zwischen den beiden Staaten findet überhaupt nicht statt). Für den ersten Index werden alle diese Anforderungen durch die Transformation $\tanh((E_{ij}/A_{ij}) - (A_{ij}/E_{ij}))$ erfüllt und für die übrigen beiden anderen Indizes durch die gleiche Transformation, sofern man für E_{ij} und A_{ij} die entsprechenden erwarteten und tatsächlichen Werte substituiert.

Die drei transformierten Spannungsindizes können als exogene Variablen im offenen Rüstungswettlaufmodell verwandt werden, sofern sie die Spannung zwischen den Kontrahenten im Rüstungswettlauf auf Ratioskalenniveau messen. Ob dem so ist, kann an dieser Stelle und in dieser Arbeit nicht beantwortet werden, sondern muß durch Validitätstests der drei Skalen überprüft werden. Diese können am ehesten mit Hilfe von Expertenurteilen über das Ausmaß der Spannung in ungeordneten Paaren aus Nationalstaaten durchgeführt werden. Wegen der Unkompliziertheit der Datensammlung und der maschinell leicht möglichen

Berechnung der Indexwerte für große Mengen von ungeordneten Paaren aus Nationalstaaten halte ich die Validierung dieser drei Skalen für eine vordringliche Aufgabe, die noch vor dem Test des Modells ((99),(100)) mit anderen exogenen Variablen, etwa der zweiten, in Angriff genommen werden sollte.

4.4.3.4. Komplizierung der Grundform:

Die Rolle knapper Ressourcen

Fast alle in 2.2. referierten Systemmodelle für Rüstungswettläufe berücksichtigen - in Anlehnung an Richardson - die Tatsache, daß ein Staat A bei gegebener Rüstung B's, seines Kontrahenten im Rüstungswettlauf, um so weniger intensiv aufrüstet, je mehr die vorhandenen Ressourcen durch seine bereits akkumulierte Rüstung in Anspruch genommen werden. Deshalb empfiehlt sich eine knappe Untersuchung der Frage, wie erstens die Rolle beschränkter Ressourcen bei der Reaktion auf die Rüstung eines Gegners in der Grundform ((99),(100)) meines offenen Rüstungswettlaufmodells berücksichtigt werden kann und ob sich zweitens diese Berücksichtigung derzeit überhaupt lohnt.

Bei der Behandlung des ersten Problems sind die umlaufenden Modelle wenig hilfreich. In Richardsons "klassischem" Modell wirkt sich die Knappheit der zur Verfügung stehenden Ressourcen viel zu schwach aus; bei genügend aufgerüstetem Gegner sprengen nach diesem Modell beide Staaten alle ihrer Aufrüstung gesetzten natürlichen Grenzen ⁷¹⁸. Casparys Modell entspringt zwar explizit dem Wunsch, diesem Defekt durch Einführung einer Obergrenze für die Rüstungsausgaben beider Staaten abzuhelpen, wobei einem

⁷¹⁸ Zur Kritik dieses Aspekts des "klassischen" Modells Richardsons cf. W.R. Caspary (1967), pp. 72 f.

ten von RA_A/BSP_A schon spürbar, wie man sie in der Regel antrifft.

Ich bin zwar der Auffassung, daß man diesen Weg einschlagen sollte, wenn man unbedingt die Rolle knapper Ressourcen im offenen Rüstungswettlaufmodell berücksichtigen will. Ich selbst würde jedoch dafür plädieren, zunächst die Grundform des Modells unter Verwendung der verschiedenen exogenen Variablen aus 4.4.3.3. zu testen und sich erst dann nach zusätzlichen exogenen Variablen umzusehen, wenn alle diese Tests zur Zurückweisung des je getesteten Modells führen. Ob man dabei der Knappheit der Ressourcen eine so große Rolle beimessen sollte wie Richardson und die meisten in seiner Tradition stehenden Autoren, kann bezweifelt werden.

Abgesehen von den praktischen Schwierigkeiten, die bei der Verwendung der Belastung der Volkswirtschaft eines Staates durch seine Rüstung als exogener Variabler durch die Ermittlung von c , des höchstmöglichen Anteils der Rüstungsausgaben am Bruttosozialprodukt, auftreten, könnte man nämlich argumentieren, daß diese Belastung sich auch im Verlauf eines Rüstungswettlaufs wegen der gleichzeitigen Zunahme von Rüstungsausgaben und Bruttosozialprodukt nicht wesentlich ändert. Wenn dem so ist, dann ist aber der Einfluß dieser Belastung auf die Intensität der Reaktion auf die Rüstung des Kontrahenten im Rüstungswettlauf im Laufe der Zeit annähernd konstant, kann also unter die Parameter p' und q' subsumiert werden.

Diese Überlegungen gelten unabhängig davon, ob man das jährliche Bruttosozialprodukt oder einen Bruchteil davon als natürliche Obergrenze für die jährlichen Rüstungsausgaben eines Staates ansetzt. In jedem Fall laufen sie darauf hinaus, daß die Belastung, welche seine Rüstung für einen Staat darstellt, allenfalls langfristig die Intensität seiner Reaktion auf gegnerische Rüstung beeinflusst,

aber ihre kurzfristigen Fluktuationen nicht erklären kann ⁷²². Für einzelne Rüstungswettläufe wird man also von ((102),(103)) keine gegenüber ((99),(100)) gesteigerte Erklärungskraft erwarten und deshalb zunächst die einfachere Grundform testen, bevor man sich um eine weitere Komplizierung des Modells bemüht, die man jedoch - und das als Antwort auf die zweite Frage - nicht in der in diesem Abschnitt besprochenen Richtung suchen wird.

4.4.4. Zwei Spezialprobleme bei der Anwendung des offenen Rüstungswettlaufmodells

4.4.4.1. Vorbemerkung

In dem vorangegangenen Abschnitt 4.4.3. wurde ein offenes Rüstungswettlaufmodell präsentiert, die in ihm zu verwendenden exogenen Variablen wurden identifiziert, und die bei ihrem Einbau in das offene Modell auftretenden Probleme wurden besprochen. Abschließend wurde gefragt, ob schon vor Tests des einfachen offenen Modells an der Empirie die Berücksichtigung weiterer exogener Variabler, speziell der ökonomischen Belastung eines Staates durch seine Rüstung, geraten erscheint. Nachdem letzteres verneint wurde, könnte der Abschnitt 4.4. und damit diese Arbeit abgeschlossen werden, wenn das offene Rüstungswettlaufmodell nur auf Rüstungswettläufe zwischen zwei Staaten angewandt werden sollte, von denen überdies keiner in einen gleichzeitigen Rüstungswettlauf mit einer dritten Einheit verwickelt sein dürfte. Die Werte der en-

722 Auch W.R. Gasparry (1967), p. 73, argumentiert, daß die Vernachlässigung ökonomischer Restriktionen eine gute Näherung darstellen könnte. Wenn er dieses Argument jedoch auf "reiche" Staaten beschränkt, dann übersieht er, daß auch bei unterentwickelten Staaten RA/BSP im Laufe der Zeit meist in derselben Größenordnung bleibt - nur auf niedrigerem Niveau.

dogenen Variablen x und y wären dann die jährlichen r -Werte der beiden Kontrahenten, und $e_{AB,t}$ und $e_{BA,t}$ wären die Werte in t der geordneten Paare (A,B) und (B,A) auf der jeweils verwandten exogenen Variablen.

Das offene Rüstungswettlaufmodell soll jedoch ausdrücklich nicht nur für Rüstungswettläufe zwischen einzelnen Nationalstaaten gelten, sondern für Rüstungswettläufe zwischen beliebigen Einheiten, seien es Allianzen aus Nationalstaaten oder einzelne Nationalstaaten; es soll auch gelten für solche Rüstungswettläufe, bei denen eine oder beide Einheiten gleichzeitig in einen oder mehrere Rüstungswettläufe mit dritten Einheiten verwickelt sind. Bei Rüstungswettläufen, an denen Allianzen beteiligt sind, stellt die Ermittlung der Werte der endogenen Variablen kein Problem dar: Nach 4.3.2.2. handelt es sich bei der Rüstung einer Allianz um die Summe der r -Werte derjenigen Staaten, die der Kerngruppe dieser Allianz angehören.

Die exogenen Variablen sind jedoch bisher nur für geordnete bzw. für ungeordnete Paare aus Nationalstaaten definiert, nicht aber für Paare aus Allianzen oder aus einem Nationalstaat und einer Allianz. Man muß also eine Vorschrift angeben, nach der aus den Werten der einzelnen geordneten Paare aus Nationalstaaten, die ein Element der ersten Allianz A als Vorderglied und ein Element der zweiten Allianz B als Hinterglied haben, der Wert des geordneten Paares (A,B) aus beiden Allianzen auf der jeweiligen exogenen Variablen bestimmt werden kann. Genau das soll im folgenden Abschnitt geschehen.

Der zweite empirisch auftretende Fall, auf den das offene Modell in der Grundform nicht angewandt werden kann, ist der sich überlagernder Rüstungswettläufe. Dieser Fall liegt vor, wenn sich eine Einheit gleichzeitig in Rüstungswettläufen gegen mindestens zwei verschiedene Ein-

heiten befindet. Offensichtlich kann unter diesen Umständen die Aufrüstung dieser einen Einheit von einem Jahr zum anderen nicht allein durch die Rüstung einer einzigen zweiten Einheit erklärt werden, sondern es müssen dazu die Rüstungen aller Einheiten herangezogen werden, gegen welche die erste Einheit im Rüstungswettlauf steht. Im übernächsten Abschnitt, dem letzten des vierten Teils, wird eine Verallgemeinerung der Grundform durchgeführt, die dieser Forderung gerecht wird.

4.4.4.2. Rüstungswettläufe zwischen Allianzen:

Bestimmung der Werte der exogenen Variablen

Da Allianzen in der Regel keine eigene Rüstung unterhalten und nicht für die Außenbeziehungen ihrer Mitgliedsstaaten zuständig sind, bilden das Rohmaterial für die Untersuchung von Rüstungswettläufen zwischen Allianzen Rüstungen, Perzeptionen und Verhaltensakte ihrer Mitgliedstaaten, genauer, der Mitglieder ihrer Kerngruppen. Information über Rüstung, Perzeptionen, Verhalten der Allianz muß aus diesem Material hochaggregiert werden. Besonders einfach ist das bei der Rüstung von Allianzen.

Gehören der Kerngruppe der Allianz A n Staaten mit den Rüstungen (in t) $r_{A,1,t}$ bis $r_{A,n,t}$ und der Kerngruppe der Allianz B m Staaten mit den Rüstungen (in t)

$r_{B,1,t}$ bis $r_{B,m,t}$ an, dann ist die Rüstung der Allianz A in t

$$x_t = \sum_{i=1}^n r_{A,i,t}$$

und die Rüstung der Allianz B in t

$$y_t = \sum_{j=1}^m r_{B,j,t}$$

Etwas komplizierter ist die Berechnung der Werte der die Intensität der Aufrüstung steuernden exogenen Variablen für Paare aus Allianzen aus den Werten aller Paare aus Kerngruppenstaaten dieser Allianzen auf denselben Variablen. Am einfachsten ist sie noch bei der Verwendung eines der Spannungsindizes aus 4.4.3.3.2.4. als exogener Variabler. Hier kann man nämlich von der Tatsache Gebrauch machen, daß diese Indizes durch die Einbeziehung erwarteter Werte die Größe der Einheiten kontrollieren, und den gesamten Handel der Kerngruppenstaaten einer Allianz als den Handel einer einzigen Einheit auffassen. Auf diese Weise lassen sich für jedes beliebige ungeordnete Paar aus Allianzen unmittelbar aus den Handelsdaten die jährlichen Werte der drei Spannungsindizes berechnen, und man erspart sich die Berechnung dieser Werte für jede der nm Paarungen aus je einem Staat der Kerngruppe von A und einem Staat aus der Kerngruppe von B.

Nicht überspringen kann man diesen Schritt bei der Verwendung der beiden ersten exogenen Variablen. Hier muß man zunächst für jedes geordnete Paar (i,j) aus einem Staat i aus der Kerngruppe der Allianz A und einem Staat j aus der Kerngruppe der Allianz B den Wert der jeweiligen exogenen Variablen in t , $e_{A,ij,t}$, bestimmen. Diese Werte stellen für jedes t eine Matrix mit mn Elementen dar, die für jedes der n Mitglieder der Kerngruppe von A angeben, wieviel Feindseligkeit es von jedem der m Mitglieder der Kerngruppe von B gegen sich gerichtet sieht, bzw. wie hoch die Feindseligkeit des gegen jedes Mitglied der Kerngruppe von A gerichteten Verhaltens jedes Mitglieds der Kerngruppe von B ist.

Die Werte in dieser Matrix steuern die Reaktion der Kerngruppenstaaten von A auf die Rüstung der Kerngruppenstaaten von B und damit die Reaktion der Allianz A auf die Rüstung der Allianz B. Eine entsprechende Matrix aus mn Werten $e_{B,ji,t}$ muß für jedes t ebenfalls bestimmt werden;

sie enthält den Wert der jeweiligen exogenen Variablen in t für jedes geordnete Paar (j,i) aus einem Mitglied j der Kerngruppe von B und einem Staat i aus der Kerngruppe von A .

Wie kommt man nun von dieser Matrix der mn Werte $e_{A,ij,t}$ zu einem Wert $e_{AB,t}$, der angibt, wieviel Feindseligkeit Allianz A in t von B gegen sich gerichtet sieht, bzw. wie feindselig in t das Verhalten der Allianz B gegenüber der Allianz A ist. Dieser Wert bestimmt nach dem offenen Rüstungswettlaufmodell bei gegebener Rüstung B 's die Reaktion A 's in t . Zwei einfache Berechnungsverfahren verbieten sich von vornherein: Die Addition aller mn Werte $e_{A,ij,t}$, weil das Ergebnis stark abhängt von der Zahl der Staaten in den Kerngruppen der beiden Allianzen, die Bildung des Mittelwertes aus allen mn Werten $e_{A,ij,t}$, weil es einen Unterschied macht, ob bei einem hohen Wert von $e_{A,ij,t}$ i und j innerhalb ihrer jeweiligen Allianzen einen größeren Anteil der Rüstungen stellen oder ob i und j Zwergstaaten sind, deren Rüstungen bei den Rüstungen ihrer Allianzen nicht ins Gewicht fallen.

Der letzte Satz weist in die Richtung, in der die Lösung zu suchen ist. $e_{AB,t}$ muß als gewichtetes Mittel aller $e_{A,ij,t}$ gewonnen werden, gewichtet durch die Anteile der Rüstungen von i und j an den Rüstungen ihrer jeweiligen Allianzen in t . Die Gewichtung wird im folgenden schrittweise durchgeführt.

Gegeben sei ein bestimmter Staat i aus der Kerngruppe der Allianz A . Bestimmt werden soll zunächst der Wert $e_{A,iB,t}$ des geordneten Paares (i,B) auf der exogenen Variablen, der die Intensität der Reaktion von i auf die gesamte Rüstung der Kerngruppe der Allianz B bestimmt, aus den m Werten $e_{A,ij,t}$ ($j=1,\dots,m$). Für die Intensität der Reaktion von i auf die gesamte Rüstung der Kerngruppe von B ist der j -te dieser Werte um so wichtiger, je höher

der Anteil ist, den die Rüstung von j an der Rüstung der Allianz B ausmacht. Für $e_{A,iB,t}$ kann man also schreiben:

$$e_{A,iB,t} = \frac{\sum_{j=1}^m e_{A,ij,t} r_{B,j,t}}{\sum_{j=1}^m r_{B,j,t}} = \frac{1}{y_t} \sum_{j=1}^m e_{A,ij,t} r_{B,j,t} \quad (104)$$

Aus den Werten $e_{A,iB,t}$ ($i=1, \dots, n$) kann nun $e_{AB,t}$ wieder als gewichtetes Mittel berechnet werden. Für die Intensität der Reaktion von A auf die gesamte Rüstung von B ist die Intensität der Reaktion von i auf die gesamte Rüstung von B um so bedeutsamer, je höher der Anteil ist, den i an der Rüstung von A stellt. Mithin gilt:

$$e_{AB,t} = \frac{\sum_{i=1}^n e_{A,iB,t} r_{A,i,t}}{\sum_{i=1}^n r_{A,i,t}} = \frac{1}{x_t} \sum_{i=1}^n e_{A,iB,t} r_{A,i,t}$$

Durch Einsetzen von (104) erhält man:

$$e_{AB,t} = \frac{1}{x_t y_t} \sum_{i=1}^n r_{A,i,t} \sum_{j=1}^m e_{A,ij,t} r_{B,j,t} \quad (105)$$

Entsprechend erhält man aus der Matrix der mn Werte $e_{B,ji,t}$ für $e_{BA,t}$ bei Rüstungswettläufen zwischen Allianzen:

$$e_{BA,t} = \frac{1}{x_t y_t} \sum_{j=1}^m r_{B,j,t} \sum_{i=1}^n e_{B,ji,t} r_{A,i,t} \quad (106)$$

Ist eine der beiden Einheiten ein einzelner Staat und keine Allianz, dann entfällt in (105) und (106) jeweils eine Summation. Ist die erste Einheit, A, ein einzelner Staat, dann entfällt die Summation über i, ist es B, dann entfällt in beiden Gleichungen die Summation über j.

4.4.4.3. Überlagerung von Rüstungswettläufen

Nachdem nun durch das offene Rüstungswettlaufmodell ((99), (100)) Rüstungswettläufe zwischen beliebigen Einheiten und nicht nur zwischen Nationalstaaten erklärt werden können, ist das letzte Hindernis für die Allgemeingültigkeit des Modells die Tatsache, daß sich verschiedene Rüstungswettläufe auch überlagern können, daß also eine Einheit in mehr als einen Rüstungswettlauf zur gleichen Zeit verwickelt sein kann. In diesem letzten Abschnitt von 4.4. wird zunächst dargestellt, warum die Grundform des Modells Rüstungswettläufe nicht erklären kann, die von einem oder mehreren anderen Rüstungswettläufen überlagert sind, und anschließend wird eine Verallgemeinerung des Modells vorgeführt, die diesem Mangel abhelfen soll.

Gegeben sei ein Rüstungswettlauf RW_{AB} zwischen den Einheiten A und B, der vom Zeitpunkt a_1 bis zum Zeitpunkt e_1 dauert. Gegeben sei ferner ein Rüstungswettlauf RW_{AC} zwischen den Einheiten A und C vom Zeitpunkt a_2 bis zum Zeitpunkt e_2 . Der Unterscheidung halber nenne ich das geordnete n-Tupel aus Rüstungsständen von A im ersten Rüstungswettlauf R_{A1} und das geordnete n-Tupel aus Rüstungsständen von A im zweiten Rüstungswettlauf R_{A2} . Damit ist also $RW_{AB} = \{R_{A1}, R_B\}$ und $RW_{AC} = \{R_{A2}, R_C\}$. RW_{AB} und RW_{AC} überlagern einander genau dann, wenn es mindestens ein t gibt, für das sowohl $a_1 \leq t \leq e_1$ als auch $a_2 \leq t \leq e_2$ gilt, oder, anders ausgedrückt, wenn der Durchschnitt $R_{A1} \cap R_{A2}$ nicht leer ist ($R_{A1} \cap R_{A2} \neq \emptyset$).

Ist entweder $a_1 \leq t \leq e_1$ oder $a_2 \leq t \leq e_2$, aber nicht beides der Fall, dann steht für diese Werte von t der unmittelbaren Anwendung des Grundmodells zur Erklärung der beiden Rüstungswettläufe nichts im Weg. Für alle Werte von t , für die $a_1 \leq t \leq e_1$ und nicht $a_2 \leq t \leq e_2$ gilt, wird RW_{AB} durch das folgende System ((107), (108)) erklärt, wobei x_t die Rüstung der Einheit A in t und y_t die Rüstung der Einheit B in t sein soll:

$$x_{t+1} - x_t = p_1' e_{AB, t} y_t \quad (107)$$

$$y_{t+1} - y_t = q_2' e_{BA, t} x_t \quad (108)$$

Für alle Werte von t , für die $a_2 \leq t \leq e_2$ und nicht $a_1 \leq t \leq e_1$ gilt, wird RW_{AC} durch das folgende System ((109), (110)) erklärt, wobei x_t wieder die Rüstung der Einheit A in t und z_t die Rüstung der Einheit C in t sein soll:

$$x_{t+1} - x_t = p_2' e_{AC, t} z_t \quad (109)$$

$$z_{t+1} - z_t = q_2' e_{CA, t} x_t \quad (110)$$

Schwierigkeiten bereitet nur die Erklärung von RW_{AB} für diejenigen Zeitpunkte t , in denen sich die beiden Rüstungswettläufe überlagern, für die also $a_1 \leq t \leq e_1$ und ebenso $a_2 \leq t \leq e_2$ gilt. Aber auch hier muß man weiter einschränken. Nach Annahme führen nämlich die Einheiten B und C keine weiteren Rüstungswettläufe neben RW_{AB} und RW_{AC} . Ihre Rüstungsstände können mithin durchgehend durch das Rüstungsverhalten von A und e_{BA} bzw. e_{CA} , also durch (108) und (110) erklärt werden. Eine Aufsplitterung der Rüstung von A in die beiden Rüstungswettläufe findet nicht statt, da ihre bloße Akkumulation die Richtung ihres Einsatzes offen läßt.

Übrig bleibt das Problem der Erklärung der Rüstungsstände derjenigen Einheit (A), in der sich RW_{AB} und RW_{AC} überlagern, in denjenigen Zeitpunkten, in denen sich

RW_{AB} und RW_{AC} überlagern. (107) macht $x_{t+1}-x_t$ in RW_{AB} abhängig von $e_{AB,t}$ und y_t ; im fraglichen Zeitraum der Überlagerung von RW_{AB} und RW_{AC} reichen diese Variablen jedoch sicher nicht zur Erklärung von $x_{t+1}-x_t$ aus, sondern es müssen auch $e_{AC,t}$ und z_t dazu herangezogen werden.

Da Rüstungswettläufe jedoch nach Definition stets nur zweiseitig sind, gibt es in jedem Rüstungswettlaufmodell genau zwei endogene Variablen, in dem RW_{AB} erklärenden Modell also nur x_t und y_t . Die für den Zeitraum der Überlagerung zur Erklärung von $x_{t+1}-x_t$ zusätzlich benötigten Variablen $e_{AC,t}$ und z_t können also in das RW_{AB} erklärende System nur als exogene Variablen eingebaut werden, d.h., daß ihre Werte von dem System selbst nicht bestimmt werden. RW_{AB} und RW_{AC} werden also nicht in einem gemeinsamen Modell verkoppelt, sondern bei der Erklärung von RW_{AB} wird RW_{AC} lediglich als externer Störfaktor während der Überlagerungsperiode berücksichtigt.

Wie sieht das nun im Modell aus? Zunächst böte sich natürlich an, RW_{AB} durch ein System aus (108) und einer Gleichung zu erklären, die $x_{t+1}-x_t$ als Summe der rechten Seiten von (107) und (109) darstellte. Gegen diese intuitiv plausible Prozedur, die man übrigens beim n-Nationen Modell Richardsons vorfindet ⁷²³, spricht die Tatsache, daß Rüstung, ähnlich wie Bargeld ⁷²⁴, durch die bloße Akkumulation die Richtung ihrer Verwendung nicht ~~von~~wegnimmt. Reagiert die Einheit A in den beiden Rüstungswettläufen RW_{AB} und RW_{AC} also auf die Rüstung derjenigen Einheit, gegen welche die Erwartung einer Niederlage pro Zeiteinheit am höchsten ist ⁷²⁵, dann ist sie, nach

723 Cf. 2.2.1.1.2.2.3.

724 Dieser Vergleich stammt von K.E. Boulding (1963a), p. 432.

725 Das muß nicht während der gesamten Überlagerungsperiode der gleiche Kontrahent sein.

ihren eigenen Anforderungen, auch gegenüber den anderen Einheiten, gegen die sie Rüstungswettläufe führt, ausreichend gerüstet.

Die Effekte der Rüstungen von B und C und des Verhaltens dieser beiden Einheiten auf die Bedeutung, die A seiner Rüstung zumißt, sind also nicht additiv, sondern die Bedeutung seiner Rüstung für A und damit die Intensität seiner Aufrüstung hängt ab von der höchsten Erwartung einer Niederlage pro Zeiteinheit gegen irgendeinen der Kontrahenten, gegen die A Rüstungswettläufe führt. Nach diesen Überlegungen wäre also die Aufrüstung der Einheit A, in der RW_{AB} von RW_{AC} überlagert wird, in den Zeitpunkten t , in denen RW_{AB} von RW_{AC} überlagert wird:

$$x_{t+1} - x_t = \max(p_1' e_{AB,t} y_t, p_2' e_{AC,t} z_t) \quad (111)$$

Nicht jedermann wird damit einverstanden sein, daß RW_{AB} in den Zeitpunkten, in denen dieser Rüstungswettlauf durch RW_{AC} überlagert ist, durch das System ((111), (108)) erklärt werden soll. Da empirische Evidenz über sich überlagernde Rüstungswettläufe nicht vorliegt, kann dagegen nur dumpfes Unbehagen an der kontraintuitiven Annahme des Modells artikuliert werden, daß ein Staat, der gleichzeitig an zwei Rüstungswettläufen beteiligt ist, nicht stärker aufrüstet, als er das in dem gegen den gefährlichsten Kontrahenten geführten Rüstungswettlauf auch ohne Überlagerung durch andere Rüstungswettläufe täte.

Diese Unzufriedenheit hat ihren Grund wohl darin, daß nach (111) A während der Überlagerungsperiode so rüstet, als käme seine Rüstung entweder gegen B oder gegen C zum Einsatz; auf den für ihn nachteiligeren Fall stellt er seine Rüstung ein. Daneben besteht aber noch die Möglichkeit, daß seine Rüstung für A gleichzeitig als Alternative seines Verhaltens gegenüber B als auch gegenüber C

in den Vordergrund rückt. Die Kalkulation dieser Möglichkeit durch die Einheit A würde eine intensivere Aufrüstung während der Überlagerungsperiode erwarten lassen als während der beiden einzelnen Rüstungswettläufe RW_{AB} und RW_{AC} , wenn sie einander nicht überlagern.

Die Berechtigung dieses Einwandes gegen (111) läßt sich vor Tests des in dieser Arbeit vorgeschlagenen Rüstungswettlaufmodells nicht beurteilen. Ich möchte jedoch (111) gegen diese Kritik mit der Bemerkung in Schutz nehmen, daß nach der Rüstungswettlaufsdefinition dieser Arbeit die Einheiten B und C keiner Allianz angehören dürfen, daß also A's subjektive Wahrscheinlichkeiten von Kriegen gegen B bzw. gegen C pro Zeiteinheit voneinander unabhängig sind und damit A's subjektive Wahrscheinlichkeit gleichzeitiger Kriege gegen B und C pro Zeiteinheit recht gering ist. Dennoch sollte man den Fall nicht ausschließen, daß (111) die Aufrüstung der Einheit, in der sich Rüstungswettläufe überlagern, während der Überlagerungsperiode nicht erklären kann. Für diesen Fall möchte ich (111) so erweitern, daß die Erwartung A's gleichzeitiger Niederlagen gegen B und C berücksichtigt wird.

Nach 4.4.3.3.1.2.1. ist A's Erwartung in t eines Krieges gegen B pro Zeiteinheit proportional zu $e_{AB,t}$, seine Erwartung in t eines Krieges gegen C pro Zeiteinheit ist proportional zu $e_{AC,t}$. A's Erwartung in t gleichzeitiger Kriege gegen B und C pro Zeiteinheit ist also proportional zu $e_{AB,t}e_{AC,t}$. Die konditionale Erwartung von Niederlagen gegen B und C für den Fall, daß A gegen beide gleichzeitig Krieg führt, ist proportional zu $y_t + z_t$. A's Erwartung in t gleichzeitiger Niederlagen gegen B und C pro Zeiteinheit ist damit proportional zu $e_{AB,t}e_{AC,t}(y_t + z_t)$.

Man kann nun erwarten, daß die Einheit A während der Überlagerung der beiden Rüstungswettläufe RW_{AB} und RW_{AC} die von (111) vorhergesagte Aufrüstung, die A gegenüber bei-

den Kontrahenten B und C einzeln für ausreichend hält, um so mehr überschreitet, je höher in t ihre subjektive Erwartung gleichzeitiger Niederlagen gegen B und C pro Zeiteinheit ist. Unter Berücksichtigung dieser Korrektur wird aus (111) ⁷²⁶:

$$x_{t+1} - x_t = \max(p_1^i e_{AB,t} y_t, p_2^i e_{AC,t} z_t) + c e_{AB,t} e_{AC,t} (y_t + z_t) \quad (112)$$

Ein Rüstungswettlauf RW_{AB} soll also für diejenigen Jahre, in denen er durch keine weiteren Rüstungswettläufe überlagert ist, durch ((107),(108)) und für den Zeitraum der Überlagerung durch ((112),(108)) erklärt werden. Offensichtlich erhält man durch Anwendung des korrigierten offenen Rüstungswettlaufmodells auf RW_{AC} die gleichen Voraussagen auf die Rüstungsstände von A während der Überlagerungsperiode wie aus der Anwendung auf RW_{AB} .

Die Erweiterung von (112) für den wohl nicht allzu häufig anzutreffenden Fall, daß ein Rüstungswettlauf von mehreren anderen Rüstungswettläufen überlagert wird, ist trivial und wird deshalb hier nicht mehr vorgeführt. In der nun vorliegenden Fassung ist das offene Rüstungswettlaufmodell auf Rüstungswettläufe zwischen beliebigen Einheiten und in beliebigen Überschneidungen anwendbar. Da die Fallmenge abgegrenzt ist und Operationalisierungen der endogenen Variablen und zum Teil auch der exogenen Variablen vorliegen, kann mit der Überprüfung des Modells an der Empirie begonnen werden.

726 Bei c handelt es sich um eine Konstante, deren Wert durch die Werte der endogenen und exogenen Variablen für die ersten beiden Jahre der Überlagerung von RW_{AB} und RW_{AC} feststeht.

5. Abschließende Bemerkungen

Es ist guter Brauch, am Ende wissenschaftlicher Arbeiten darüber Rechenschaft abzulegen, in welchem Ausmaß die deklarierten Ziele der Arbeit erreicht worden sind. Wegen der einschlägigen Ausführungen im vierten Teil dieser Arbeit kann diese Generalabrechnung kurz gefaßt und an der umfassenderen Zielsetzung der Arbeit orientiert werden.

Um Erkenntnis über die Gesetzmäßigkeiten der Abläufe von Rüstungswettläufen zu ermöglichen, müssen zunächst theoretische Sprache und Basissprache durch Operationaldefinitionen verknüpft sein. Ob man das für durch diese Arbeit erreicht hält, hängt ab von der Bewertung der Validitätstests in 4.2. und davon, ob man überhaupt meiner Explikation des Terms "Rüstung" folgt. Überdies muß man dazu meine Operationaldefinition des Terms "Rüstungswettlauf" akzeptieren.

Sollten meine definitorischen Übungen wider Erwarten zu einer terminologischen Klärung und einer Standardisierung des Sprachgebrauchs führen, dann könnte das nicht nur für die Theorie der Rüstungswettläufe nützlich sein, sondern ebenso für alle anderen Bereiche der Disziplin, in denen mit den theoretischen Konzepten "Rüstung" und "Rüstungswettlauf" operiert wird. In erster Linie wären hier wohl zu nennen die vergleichende Analyse von Kriegsursachen, die Erforschung von Kriegsabläufen und die Theorie der Verhaltenskontrolle.

Zur Erkenntnis der Realität genügen jedoch nicht Korrespondenzregeln zwischen Konzepten und bestimmten realweltlichen Phänomenen, sondern es bedarf auch einer Theorie. Mein offenes Rüstungswettlaufmodell ist ein Versuch, die bei den umlaufenden Modellen auftretenden erkenntnistheoretischen Probleme zu vermeiden. Ob es tatsächlich die Erkenntnis eines Stückes Realität erlaubt,

kann erst nach ausgiebigen Tests an der Realität festgestellt werden. Diese Arbeit liefert selbst also noch keine gesicherte Erkenntnis über die Gesetzmäßigkeit von Rüstungswettläufen, sondern sie bereitet diese Erkenntnis vor.

Eine Auswahl zwischen verschiedenen Modellen ist indes auch vor Tests an der Empirie möglich. Sieht man einmal ab von den erkenntnistheoretischen Problemen, die zur Entwicklung des offenen Rüstungswettlaufmodells geführt haben, dann muß man doch bedenken, daß die Erkenntnis der Realität, d.h. hier der Gesetzmäßigkeit der Abläufe von Rüstungswettläufen, nicht nur um ihrer selbst willen angestrebt wird, sondern auch, weil sie die Manipulation der Realität ermöglicht.

Die erfolgreiche Manipulation der Realität erlauben jedoch weder Modelle, die ästhetischen Überlegungen entspringen und an denen vor allem die formale Eleganz beeindruckt, noch solche Modelle, die zwar einen großen Teil der Varianz der abhängigen Variablen erklären, dies aber durch eine Unzahl von unabhängigen Variablen erreichen, die von "mad regressors" ohne größere inhaltliche Überlegungen zur Erklärung herangezogen werden. Erkenntnis über einen Realitätsausschnitt und erfolgreiche Manipulation desselben versprechen nur Modelle, die auf inhaltlichen Überlegungen über den je untersuchten Realitätsausschnitt aufbauen und die ursächlichen Beziehungen in ihm adäquat wiedergeben. In dieser Beziehung halte ich das offene Rüstungswettlaufmodell aus 4.4. für den umlaufenden Modellen überlegen.

Hält dieses Modell mit bestimmten exogenen Variablen Tests an der Realität stand, dann weiß man, welche Faktoren die Eskalation von Rüstungswettläufen steuern, und entsprechend weiß man auch, wo man ansetzen muß, um Rüstungswettläufe abzubremsen oder gar anzuhalten.

Ebenso weiß man aber auch, wie man Rüstungswettläufe eskalieren kann. Dieses Schicksal der Verwertbarkeit im Dienste gegensätzlicher Interessen teilt die Erkenntnis von Rüstungswettläufen mit jeder echten Erkenntnis. Die Kontrolle ihrer Verwertung ist ebenso sehr Sache einer kritischen Öffentlichkeit wie des Wissenschaftlers.

Das Erkenntnisinteresse der vorliegenden Arbeit ist also ein sozialtechnologisches. Die Abläufe von Rüstungswettläufen sollen erforscht werden, um Ansatzpunkte für deeskalierende Eingriffe aufzuzeigen. Handlungsanweisungen können aber erst nach empirischen Überprüfungen des Rüstungswettlaufmodells formuliert werden. Die Vorbereitung dieser Tests sollte wegen der Dringlichkeit der Entwicklung von Handlungsvorschriften zur Erreichung des artikulierten Ziels möglichst in einem Wurf erfolgen. Das mag erklären, warum möglicherweise in dieser Arbeit stellenweise nur an der Oberfläche von Problemen gekratzt worden ist.

Anhang 1

Berechnung der Kampfkraftindexwerte der vier zum zweiten Validitätstest verwandten Einheiten

Die Berechnung der Werte von k_E der vier in 4.2.2.3.2. für den zweiten Validitätstest herangezogenen Einheiten ist nicht ganz einfach, weil Kemp zwar Stückzahlen und Waffenarten, nicht aber bestimmte Waffentypen angibt. So enthält Paket 2 beispielsweise 50 mittelschwere Kampfpanzer unbestimmten Typs. Deshalb ist die Zusammenstellung der Waffen der einzelnen Einheiten - was den Typ angeht - beliebig. Bei der Auswahl der verwandten Waffentypen bin ich davon ausgegangen, daß es sich erstens um relativ moderne Waffen handeln sollte, die zweitens in dieser Zusammensetzung tatsächlich in existierenden Streitkräften vorkommen. Aus Gründen der Zugänglichkeit der benötigten technischen Daten, die zum Teil nicht in offenen Quellen zu finden sind, habe ich, soweit möglich, Waffen verwandt, die in der Bundeswehr eingesetzt sind. Eine Reihe von Vergleichen mit Standardwaffen anderer Armeen zeigt jedoch, daß der dadurch auftretende Fehler nicht allzu schwer wiegt ⁷²⁷. In der Bundeswehr eingesetzte Waffen zu berücksichtigen, war nicht möglich bei den Hubschraubern des Pakets 1.

Die folgenden vier Tabellen enthalten für die Pakete 1 bis 4 die einzelnen Waffentypen, deren technische Daten, den daraus errechneten Wert von k , die Stückzahl der Waffen und in der Spalte (7) das Produkt aus dem Wert des

727 Der Wert des Kampfkraftindex des verwandten Kampfpanzers "Leopard" beträgt beispielsweise $15,350 \cdot 10^6$. Der entsprechende Wert des Standardpanzers der Panzerbataillone der USA, Italiens und Österreichs, des M 60 A1, beträgt $14,025 \cdot 10^6$ (zu den technischen Daten dieser Waffe cf. F.M. von Senger und Etterlin (1966), p. 493).

Kampfkraftindex und der Stückzahl jeder Waffe. Die Werte in Spalte (3) werden errechnet aus dem Stückgewicht und der Anzahl der an jeder Waffe ins Gefecht mitgeführten Geschosse, Granaten oder Raketen ⁷²⁸. Bei Paket 1 ist als Besonderheit zu beachten, daß für alle Waffen mit Ausnahme der Kampfhubschrauber die Werte für Aktionsradius und Höchstgeschwindigkeit von dem Transporthubschrauber stammen, der diesen Waffen Beweglichkeit verleiht. Bei allen anderen Paketen stammen diese beiden Werte von den Selbstfahrlafetten bzw. Zugmaschinen oder Transportfahrzeugen.

728 Quellen sind hier wie für die Spalten (2) und (4) F.M. von Senger und Etterlin (1966) und K. Vogel (1971). Eine Ausnahme bilden die Hubschrauber in Paket 1, deren sämtliche Daten Jane's Aircraft (1969-70) entnommen sind.

Spalte (1): Waffentyp
 Spalte (2): Aktionsradius (in km)
 Spalte (3): militärische Nutzlast (in kg)
 Spalte (4): Höchstgeschwindigkeit (in km/h)
 Spalte (5): k (in 10^6)
 Spalte (6): Stückzahl
 Spalte (7): $(5) \cdot (6)$ (in 10^9)

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Kampfhubschrauber AH-1J	291	600	300	52,300	10	0,5230
Transporthubschrauber CH-47C	185	-	227	-	10	-
Feldhaubitze 105 mm	185	960	227	49,200	4	0,1970
Panzerabwehrkanone 106 mm	185	90	227	4,620	8	0,0369
Raketenwerfer 100 mm	185	10	227	0,512	8	0,0041
Mörser 120 mm	185	240	227	12,300	8	0,0984

Tabelle A1.1: Paket 1

$$k_E = \sum_{k=0} k = 0,8594$$

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Kampfpanzer "Leopard"	275	900	62	15,35	50	0,7670
Mörser 120 mm auf Schützenpanzer	300	240	70	5,04	5	0,0252
Haubitze 175 mm auf Selbstfahrlafette	360	1000	55	19,80	5	0,0990
Raketenjagdpanzer	200	280	75	4,20	8	0,0336

Tabelle A1.2: Paket 2

$$k_E = \sum_{k=0} k = 0,9248$$

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Schützenpanzer "Marder"	300	600	70	12,60	50	0,6300
Kanonenjagdpanzer	195	700	70	9,55	16	0,1503
Mörser 120 mm auf Schützenpanzer	300	240	70	5,04	8	0,0403
gep. Mannschaftstransp. mit Panzerabwehrrak.	160	200	61	1,95	42	0,0820
Feldhaubitze 105 mm	200	960	65	12,50	10	0,1250

Tabelle A1.3: Paket 3

$$k_E = \sum k = 1,0276$$

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Schützenpanzer "Marder"	300	600	70	12,600	30	0,3780
Raketenwerfer 100 mm auf Jeep/Lkw	270	10	90	0,243	220	0,0535
Mörser 120 mm auf Jeep/Lkw	350	240	95	7,970	30	0,2390
Feldhaubitze 105 mm	200	960	65	12,500	20	0,2500

Tabelle A1.4: Paket 4

$$k_E = \sum k = 0,9205$$

Anhang 2

Berechnung des Kampfkraftindexwertes einer Panzergrenadierdivision

Zusammensetzung und Ausrüstung entsprechen einer Panzergrenadierdivision der Bundeswehr (einschließlich Divisionstruppen und Artillerieregiment), unterscheiden sich jedoch nicht wesentlich von den entsprechenden Daten anderer NATO-Staaten ⁷²⁹. Bei den Artillerieraketen sind konventionelle Sprengköpfe angenommen.

729 Die technischen Daten stammen wieder aus K. Vogel (1971).

Spalte (1): Waffentyp
 Spalte (2): Aktionsradius (in km)
 Spalte (3): militärische Nutzlast (in kg)
 Spalte (4): Höchstgeschwindigkeit (in km/h)
 Spalte (5): k (in 10^6)
 Spalte (6): Stückzahl
 Spalte (7): $(5) \cdot (6)$ (in 10^9)

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Kampfpanzer "Leopard"	275	900	62	15,3450	618	9,483210
Schützenpanzer "Marder"	300	600	70	12,6000	524	6,602400
Hubschrauber UH-1D	255	100	220	5,6100	18	0,100980
Mörser 120 mm auf Schützenpanzer	300	240	70	5,0400	46	0,231840
Raketenjagdpanzer	200	280	75	4,2000	16	0,067200
Kanonenjagdpanzer	195	700	70	9,5550	74	0,707070
Flugabwehrpanzer M 42	161	500	65	5,2325	36	0,188370
Flakanone 40 mm Lkw	250	55	60	0,8250	15	0,012375
Maschinenkanone 20 mm Lkw/Jeep	270	40	90	0,9720	5	0,004860
Kanone 175 mm SFM 107	360	1000	55	19,8000	12	0,237600
Haubitze 203 mm SFM 110	360	1400	55	27,7200	6	0,166320
Honest John Artillerie- Raketenwerfer	375	741	68	18,8955	16	0,113373
Mörser 120 mm Lkw	350	240	95	7,9800	16	0,127680
Raketenwerfer Jeep	270	10	90	0,2430	16	0,002888
Panzerfaust Jeep	270	25	90	0,6075	162	0,098415
Panzerabwehrkanone 106 mm, Jeep	270	90	90	2,1870	60	0,131220
Haubitze FH 105 mm Lkw	200	960	66	12,4800	36	0,449280
Panzerhaubitze 155 mm M109G	175	1100	56	10,7800	36	0,388080

Tabelle A2.1

$$k_E = \sum_{k=19} k = 19,114161$$

Literaturverzeichnis

Bei den Titeln von Zeitschriften werden durchgängig folgende Abkürzungen verwandt:

"APSR" für "American Political Science Review"

"J." für "Journal"

"PVS" für "Politische Vierteljahresschrift"

ABEL, T., "The Element of Decision in the Pattern of War" in: American Sociological Review 6 (1941) 6, 853-859

ABELSON, R.P., et al., "Efficient Conversion of Non-Metric Information into Metric Information" in: Proceedings of the Social Statistics Section of the American Statistical Association (1959), 226-230

-----, "A 'Derivation' of Richardson's Equations" in: J. of Conflict Resolution 7 (1963a) 1, 13-15

-----, et al., "Efficient Utilization of Non-Numerical Information in Quantitative Analysis: General Theory and the Case of Simple Order" in: Annals of Mathematical Statistics 34 (1963b), 1347-1369

ADAMS, B.D., "The Arms Race and Defense Spending" in: Orbis 14 (1971) 4, 1037-1044

ALBERT, H., "Theorie und Prognose in den Sozialwissenschaften" in: E. Topitsch, Hg., Logik der Sozialwissenschaften, Köln, 1968, 126-143

ALCHIAN, A.A., "Cost" in: International Encyclopedia of the Social Sciences, New York, 1968, vol. 3, 404-414

ALCOCK, N.Z., et al., "The Vietnam War as a Richardson Process" in: J. of Peace Research 6 (1969a) 2, 105-112

-----, "On Wars - The Application of the Richardson's Arms Race Model" in: Peace Research 1 (1969b) 1, 1-2

- ALCOCK, N.Z., "Arms Races - A Causative Factor of War?" in: Peace Research 2 (1970a) 2, 3
- , "Vietnam De-escalation" in: Peace Research 2 (1970b) 6, 10
- , "The Dynamics of War: A Theory" in: Peace Research 3 (1971a) 2, 2-3
- , et al., "Arms Race Regularities" in: Peace Research 3 (1971b) 10, 12
- , et al., Arms Race Regularities (Paper, International Peace Research Association, Fourth General Conference, Bled, 1971), Oakville, Ont., 1971c
- , "A Two-Phase Theory of War" in: Peace Research 4 (1972a) 4, 24-28
- , The Prediction of War (Paper, Canadian Peace Research Institute), Oakville, Ont., 1972b
- , "Wars in the Arms Race System" in: Peace Research 4 (1972c) 7, 51-55
- , The War Disease, Oakville, Ont., 1972d
- ALKER, H.R., "An IBM 709 Program for the Gross Analysis of Transaction Flows" in: Behavioral Science 7 (1962), 498-499
- , Research Paradigms and Mathematical Politics (Paper, IPSA Round Table "Quantitative Methods and Political Substance - Toward Better Research Strategies", Mannheim 5.-10.7.1971), Cambridge, Mass., 1971
- ANDO, A., et al., "Near-Decomposability, Partition and Aggregation, and the Relevance of Stability Discussions" in: A. Ando et al., eds., Essays on the Structure of Social Science Models, Cambridge, Mass., 1963, 92-106
- ANSCOMBE, F.J., "Outliers" in: International Encyclopedia of the Social Sciences, New York, 1968, vol. 15, 178-182

ARCHIBALD, K., ed., Strategic Interaction and Conflict, Berkeley, Cal., 1966

ASH, M.A., "An Analysis of Power with Special Reference to International Politics" in: World Politics 3 (1951) 2, 218-237

ASHBY, W.R., An Introduction to Cybernetics, London, 1964

ATTAWAY, L.D., "Criteria and the Measurement of Effectiveness" in: E.S. Quade et al., eds., Systems Analysis and Policy Planning: Applications in Defense, New York, 1968, 54-80

AZAR, E.E., "Analysis of International Events", Peace Research Reviews 4 (1970) 1

-----, "Conflict Escalation and Conflict Reduction in an International Crisis: Suez, 1956" in: J. of Conflict Resolution 16 (1972a) 2, 183-201

-----, et al., "The Problem of Source Coverage in the Use of International Events Data" in: International Studies Quarterly 16 (1972b) 3, 373-388

BALDWIN, D.A., "The Costs of Power" in: J. of Conflict Resolution 15 (1971a) 2, 145-155

-----, "Inter-Nation Influence Revisited" in: J. of Conflict Resolution 15 (1971b) 4, 471-486

BANKS, A.S., Cross-Polity Time-Series Data, Cambridge, Mass., 1971

BATESON, G., "The Pattern of an Armaments Race" in: D.G. Haring, ed., Personal Character and Cultural Milieu, Syracuse, 1949, 124-132

BECKER, A.S., Soviet Military Outlays Since 1955 (RAND Corporation, Research Memorandum RM-3886-PR), Santa Monica, Cal., 1964

-----, Prices of Producers' Durables in the United States and the USSR in 1955 (RAND Corporation, Research Memorandum RM 2432), Santa Monica, Cal., 1959

- BENOIT, E., et al., "World Defense Expenditures" in: J. of Peace Research 3 (1966) 2, 97-113
- , et al., "The World Burden of National Defense" in: E. Benoit, ed., Disarmament and World Economic Interdependence, Oslo, 1967, 29-59
- , "The Monetary and Real Costs of National Defense" in: American Economic Review 58 (1968), 398-416
- , "Growth Effects of Defense in Developing Countries" in: International Development Review 14 (1972a) 1, 2-10
- , "A Rejoinder to Professor Dorfman's Comment" in: International Development Review 14 (1972b) 1, 12-13
- , et al., Effect of Defense on Developing Economies (Center for International Studies, Massachusetts Institute of Technology, Publication No. C/71-6a), Cambridge, Mass., 1972c
- BERGSON, A., The Real National Income of Soviet Russia Since 1928, Cambridge, Mass., 1961
- , "Development Under Two Systems: Comparative Productivity Growth Since 1950" in: World Politics 23 (1971) 4, 579-617
- BLALOCK, H.M., Social Statistics, New York, 1960
- BLOOMFIELD, L.P., et al., Khrushchev and the Arms Race: Soviet Interests in Arms Control and Disarmament 1954-1964, Cambridge, Mass., 1966
- BOBROW, D.B., "The Relevance Potential of Different Products" in: R. Tanter et al., eds., Theory and Policy in International Relations (World Politics, vol. 24, Supplement), Princeton, N.J., 1972, 204-228
- BOSERUP, A., "On a Theory of Nuclear War" in: J. of Peace Research 2 (1965) 1, 92-93

BOTTOME, E.M., The Balance of Terror: A Guide to the Arms Race, Boston, Mass., 1971a

-----, The Missile Gap: A Study of the Formulation of Military and Political Policy, Cranbury, N.J., 1971b

BOULDING, K.E., "National Images and International Systems" in: J. of Conflict Resolution 3 (1959) 2, 120-131

-----, "Towards a Pure Theory of Threat Systems" in: American Economic Review 53 (1963a), 424-434

-----, Conflict and Defense: A General Theory, New York, 1963b

-----, "Toward a Theory of Peace" in: R. Fisher, ed., International Conflict and Behavioral Science: The Craigville Papers, New York, 1964, 70-87

-----, "Die Parameter der Politik" in: Atomzeitalter (1967) 7/8, 362-373

BOWERS, R.D., "Fundamental Equations of Force Survival" in: Air University Quarterly Review 10 (1958), 82-92

BRAMS, S.J., "Transaction Flows in the International System" in: APSR 60 (1966) 4, 880-898

BRECHER, M., et al., "A Framework for Research on Foreign Policy Behavior" in: J. of Conflict Resolution 13 (1969) 1, 75-101

BRODIE, B., et al., From Crossbow to H-Bomb, New York, 1962

BRODY, R.A., "Some Systemic Effects of the Spread of Nuclear Weapons Technology: A Study Through Simulation of a Multi-Nuclear Future" in: J. of Conflict Resolution 7 (1963) 4, 663-753

-----, "Cognition and Behavior: A Model of International Relations" in: O.J. Harvey, ed., Experience, Structure, and Adaptability, New York, 1966, 321-348

- BRODY, R.A., et al., "Hostile International Communication, Arms Production, and Perception of Threat: A Simulation Study" in: Papers, Peace Research Society 7 (1967), 15-40
- BRONFENBRENNER, U., "The Mirror Image in Soviet-American Relations: A Social Psychologist's Report" in: J. of Social Issues 17 (1961) 3, 45-56
- BULL, H., The Control of the Arms Race: Disarmament and Arms Control in the Missile Age, London, 1961
- BURGESS, P.M., et al., "Alliances and the Theory of Collective Action: A Simulation of Coalition Processes" in: Midwest J. of Political Science 13 (1969)? 194-218
- BURNS, A.L., "A Graphical Approach to Some Problems of the Arms Race" in: J. of Conflict Resolution 3 (1959) 4, 326-342
- , Of Powers and Their Politics: A Critique of Theoretical Approaches, Englewood Cliffs, N. J., 1968
- BUSCH, P.A., "Appendix: Mathematical Models of Arms Races" in: B.M. Russett, What Price Vigilance? The Burdens of National Defense, New Haven, 1970, 193-233
- CADY, R.H., Some Notes on the Theory of Arms Races (Office of National Security Studies, Bendix Aerospace Systems Division, Bendix Corporation, Working Paper No. 66, BSR 2063), Ann Arbor, 1966
- CAMPBELL, R.W., "Management Spillovers from Soviet Space and Military Programmes" in: Soviet Studies 23 (1972) 4, 586-607
- CASPARY, W.R., "Richardson's Model of Arms Races: Description, Critique, and an Alternative Model" in: International Studies Quarterly 11 (1967) 1, 63-88
- , Formal Theories of Reaction Processes in International Relations (Paper, American Political Science Association, Annual Meeting 1969), St. Louis, Miss., 1969

CHASE, P.E., "The Relevance of Arms Race Theory to Arms Control" in: General Systems 13 (1968a), 91-98

-----, "Control Theory and the Nuclear Arms Race" in: Bendix Technical J. (1968b), 43-54

-----, "Feedback Control Theory and Arms Races" in: General Systems 14 (1969), 137-149

-----, "On Arms Races and Arms Control" in: M.D. Rubin, ed., Man in Systems, New York, 1971, 457-478

CHATTERJEE, P., A Model of the Arms Race (Paper, Department of Political Science, University of Rochester), Rochester, 1971

CHATTERJI, M., "A Model of Resolution of Conflict Between India and Pakistan" in: Papers, Peace Research Society 12 (1969), 87-102

CHOUGRI, N., et al., "Dynamics of International Conflict: Some Policy Implications of Population, Resources, and Technology" in: R. Tanter et al., eds., Theory and Policy in International Relations (World Politics, vol. 24, Supplement), Princeton, N. J., 1972, 80-122

CLARK, C., "Western European Trade as a Measure of Integration: Untangling the Interpretations" in: J. of Conflict Resolution 16 (1972) 3, 363-382

CLAYTON, J.L., "The Fiscal Cost of the Cold War to the United States: The First 25 Years, 1947-1971" in: Western Political Quarterly 25 (1972) 3, 375-395

CLIFFE, T., Military Technology and the European Balance (Institute for Strategic Studies, Adelphi Papers, No. 89), London, 1972

COFFEY, J.I., "Strategic Superiority, Deterrence and Arms Control" in: Orbis 13 (1970) 4, 991-1007

-----, Deterrence in the 1970s (The Social Science Foundation and Graduate School of International Studies, Monograph Series in World Affairs, Monograph No. 3 - 1970-71), Denver, Col., 1971a

COFFEY, J.I., Strategic Power and National Security,
Pittsburgh, 1971b

COOMBS, C.H., "Psychological Scaling without a Unit
of Measurement" in: Psychological Review 57
(1950), 145-158

-----, "Theory and Methods of Social Measurement"
in: L. Festinger et al., eds., Research Methods
in the Behavioral Sciences, New York, 1953,
471-535

-----, A Theory of Data, New York, 1964

CORSON, W.H., Conflict and Cooperation in East-West
Relations: Measurement and Explanation (Paper,
Institute for Social Research, University of
Michigan), Ann Arbor, 1970

COWARD, H.R., Military Technology in Developing Coun-
tries (Center for International Studies, Massa-
chusetts Institute of Technology, Publication
No. C/64-5), Cambridge, Mass., 1964

DASH, J.G., "Comments on the Paper by Smoker" in: Papers,
Peace Research Society 7 (1967), 63-65

DAVIS, O.A., et al., "A Theory of the Budgetary Process"
in: APSR 60 (1966) 3, 529-547

DE SOLA POOL, I., et al., "The Kaiser, The Tsar, and
the Computer: Information Processing in a Crisis"
in: J.N. Rosenau, ed., International Politics and
Foreign Policy, New York, 1969, 664-678

DEUTSCH, K.W., et al., "Multipolar Power Systems and
International Stability" in: J.N. Rosenau, ed.,
International Politics and Foreign Policy, New
York, 1969, 315-324

DORFMAN, R., "A Comment on Professor Benoit's 'Conundrum'"
in: International Development Review 14 (1972)1,
10-12

ENGEL, J.H., "A Verification of Lanchester's Law" in:
Operations Research 2 (1954) 2, 163-171

- EVERETT, H., et al., "The Distribution and Effects of Fallout in Large Nuclear-Weapon Campaigns" in: Operations Research 7 (1959), 226-248
- FAUPEL, K., "Internationale Politik und Außenpolitik: Außenpolitische Forschung als Erklärung systemischer Regelmäßigkeiten aus subnationalen Prozessen" in: E.-O. Czempel, Hg., Die anachronistische Souveränität (PVS 10 (1969) Sonderheft 1), Opladen, 1969, 11-79
- , "Systemeinheiten und systemische Relationen: Eine partielle Reorganisation der allgemeinen Systemtheorie" in: D. Oberndörfer, Hg., Systemtheorie, Systemanalyse und Entwicklungsländerforschung, Berlin, 1971a, 151-197
- , "Meßkonzepte und Skalen: Einige erkenntnistheoretische, methodologische und terminologische Vorfragen zur allgemeinen Systemtheorie" in: D. Oberndörfer, Hg., Systemtheorie, Systemanalyse und Entwicklungsländerforschung, Berlin, 1971b, 135-150
- , Zur wissenschaftstheoretischen Grundlegung struktureller Aggregatanalysen in der quantitativen Forschung zu internationalen Systemen (Habilitationsschrift, Universität Freiburg), Freiburg, 1971c
- FEDDER, E.H., "The Concept of Alliance" in: International Studies Quarterly 12 (1968) 1, 65-86
- FELDMAN, J., et al., "Organizational Decision Making" in: J.G. March, ed., Handbook of Organizations, Chicago, 1965, 614-649
- FINK, G.F., "More Calculations about Deterrence" in: J. of Conflict Resolution 9 (1965) 1, 54-65
- FISHER, F.M., et al., "Two Theorems on Ceteris Paribus in the Analysis of Dynamic Systems" in: A. Ando et al., eds., Essays on the Structure of Social Science Models, Cambridge, Mass., 1963, 107-112
- FISHER, G.H., Cost Considerations in Systems Analysis, New York, 1971

- FREEMAN, R.A., "National Security and Competing Costs" in: D.M. Abshire et al., eds., National Security: Political, Military, and Economic Strategies in the Decade Ahead, New York, 1963, 803-831
- FRIBERG, M., et al., "A Simple War and Armament Game" in: J. of Peace Research 5 (1968) 3, 233-247
- FROHLICH, N., et al., "I Get By With a Little Help From My Friends" in: World Politics 23 (1970) 1, 104-120
- GALPER, H., et al., "A Technique for Forecasting Defense Expenditures" in: Review of Economics and Statistics 50 (1968) 2, 143-155
- GALTUNG, J., Theory and Methods of Social Research, London, 1967
- GANTZEL, K.J., "Rüstungswettläufe und politische Entscheidungsbbedingungen: Ein Forschungsansatz und einige Hypothesen" in: E.-O. Czempel, Hg., Die anachronistische Souveränität (PVS 10 (1969) Sonderheft 1), Opladen, 1969, 110-137
- , System und Akteur: Beiträge zur vergleichenden Kriegsursachenforschung, Düsseldorf, 1972
- GEARY, R.C., "A Note on Comparisons of Exchange Rates and Purchasing Power Between Countries" in: J. of the Royal Statistical Society (A) 121 (1958) 1, 97-99
- GERMAN, F.C., "A Tentative Evaluation of World Power" in: J. of Conflict Resolution 4 (1960) 1, 138-144
- GIFT, R.E., "Trading in a Threat System: The US-Soviet Case" in: J. of Conflict Resolution 13 (1969) 4, 418-437
- GILBERT, M., et al., An International Comparison of National Products and the Purchasing Power of Currencies, Paris, 1954
- GLADSTONE, A.I., "Threats and Responses to Threats" in: Bulletin of the Research Exchange on the Prevention of War 3 (1955), 23-31

GLASSTONE, S., The Effects of Nuclear Weapons,
Washington, D.C., 1957

GLEDITSCH, N.P., Fragments of a Theory of Arms Races
(Office of National Security Studies, Bendix
Aerospace Systems Division, Bendix Corporation,
Working Paper No. 90, BSR 2059), Ann Arbor, 1967

GOLDBERG, S., Differenzengleichungen und ihre Anwendung
in Wirtschaftswissenschaft, Psychologie und Sozio-
logie, München, 1968

GOODMAN, L.A., "Statistical Methods for the Preliminary
Analysis of Transaction Flows" in: Econometrica 31
(1963) 1/2, 197-208

-----, "A Short Computer Program for the Analysis
of Transaction Flows" in: Behavioral Science 9
(1964), 176-186

GORE, W.J., et al., "Introduction" in: W.J. Gore et al.,
eds., The Making of Decisions, New York, 1964,
1-14

GRAY, C.S., "The Arms Race Phenomenon" in: World Poli-
tics 24 (1971) 1, 39-79

-----, "'Gap' Prediction and America's Defense:
Arms Race Behavior in the Eisenhower Years" in:
Orbis 16 (1972) 1, 257-274

GREGORY, P.R., "Cross Section Comparisons of the Struc-
ture of GNP by Sector of Origin; Socialist and
Western Countries" in: Kyklos 24 (1971) 3, 444-454

HAFTENDORN, H., "Militärhilfe im außenpolitischen Instru-
mentarium der BRD und der USA" in: PVS 13 (1972) 3,
374-424

HAGEN, E.E., "An Observation on the Benoit and Dorfman
Analyses" in: International Development Review 14
(1972) 1, 14-15

HALL, A.D., et al., "Definition of System" in: General
Systems 1 (1956), 18-28

- HALPERIN, M.H., Defense Strategies for the Seventies, Boston, 1971
- HAMBLIN, R.L., "Ratio Measurement for the Social Sciences" in: Social Forces 50 (1971) 2, 191-205
- HANSEN, E.B., et al., "Some Problems of Nuclear Power Dynamics" in: J. of Peace Research 1 (1964), 137-149
- , et al., "A Rejoinder to a Comment to 'Some Problems of Nuclear Power Dynamics'" in: J. of Peace Research 2 (1965) 2, 192-195
- HARARY, F., et al., Structural Models: An Introduction to the Theory of Directed Graphs, New York, 1965
- HARLOW, C.J.E., The European Armaments Base: A Survey; Part 2: National Procurement Policies (Institute for Strategic Studies, Defence, Technology and the Western Alliance, No. II), London, 1967
- HARSANYI, J.C., "On the Rationality Postulates Underlying the Theory of Cooperative Games" in: J. of Conflict Resolution 5 (1961) 2, 179-196
- , "Measurement of Social Power, Opportunity Costs, and the Theory of Two-Person Bargaining Games" in: Behavioral Science 7 (1962a) 1, 67-80
- , "Mathematical Models for the Genesis of War" in: World Politics 14 (1962b) 4, 687-699
- , "Some Social-Science Implications of a New Approach to Game Theory" in: K. Archibald, ed., Strategic Interaction and Conflict, Berkeley, Cal., 1966, 1-18
- HEMPEL, C.G., Fundamentals of Concept Formation in Empirical Science (International Encyclopedia of Unified Science, vol. II, no. 7), Chicago, 1952
- HERMANN, C.F., Crises in Foreign Policy: A Simulation Analysis, Indianapolis, 1969a

- HERMANN, C.F., "International Crisis as a Situational Variable" in: J.N. Rosenau, ed., International Politics and Foreign Policy, New York, 1969b, 409-421
- HERMES, H., Einführung in die mathematische Logik, Stuttgart, 1969
- HILSMAN, R., "The Foreign-Policy Consensus: An Interim Research Report" in: J. of Conflict Resolution 3 (1959) 4, 361-382
- HILTON, G., "The 1914 Studies - A Re-Assessment of the Evidence and some Further Thoughts" in: Papers, Peace Research Society 13 (1970a), 117-141
- , "A Closed and Open Model Analysis of Perceptions in Crisis" in: Proceedings of the International Peace Research Association, Third General Conference, vol. III: Case Studies, Simulations and Theories of Conflict (IPRA Studies in Peace Research, vol. 4), Assen, 1970b, 51-70
- , "A Closed and Open Model Analysis of Expressions of Hostility in Crisis" in: J. of Peace Research 8 (1971) 3/4, 249-262
- HITCH, C.J., et al., The Economics of Defense in the Nuclear Age, Cambridge, Mass., 1960
- , Decision-Making for Defense, Berkeley, Cal., 1965
- HOAG, D.G., "Ballistic-Missile Guidance" in: B.T. Feld et al., eds., Impact of New Technologies on the Arms Race, Cambridge, Mass., 1971, 19-106
- HOAG, M.W., "On Stability in Deterrent Races" in: World Politics 13 (1961) 4, 505-527
- , "The Relevance of Costs" in: E.S. Quade, ed., Analysis for Military Decisions, Chicago, 1964, 92-102

HOAG, M.W., "Increasing Returns in Military Production Functions" in: R.N. McKean, ed., Issues in Defense Economics, New York, 1967, 3-23

-----, "What New Look in Defense?" in: World Politics 22 (1969) 1, 1-28

HOAGLAND, J.H., et al., "The Economics of Regional Arms Races" in: E. Benoit, ed., Disarmament and World Economic Interdependence, Oslo, 1967, 139-145

-----, World Combat Aircraft Inventories and Production: 1970-1975: Implications for Arms Transfer Policies (Center for International Studies, Massachusetts Institute of Technology, Publication No. C/70-6), Cambridge, Mass., 1970

HOFFMANN, W.G., "Der Anteil der Verteidigungsausgaben am Bruttosozialprodukt - Ein internationaler und intertemporaler Vergleich" in: Kyklos 23 (1970), 80-97

HOLLENHORST, J., et al., "An Alternative Answer to: Who Pays for Defense?" in: APSR 65 (1971) 3, 760-763

HOLSTI, K.J., "The Use of Objective Criteria for the Measurement of International Tension Levels" in: Background 7 (1963) 2, 77-95

-----, "The Concept of Power in the Study of International Relations" in: Background 7 (1964) 4, 179-194

HOLSTI, O.R., "The Value of International Tension Measurement" in: J. of Conflict Resolution 7 (1963) 3, 608-617

-----, "Perceptions of Time, Perceptions of Alternatives, and Patterns of Communication as Factors in Crisis Decision-Making" in: Papers, Peace Research Society 3 (1965a), 79-120

-----, et al., "The History of Human Conflict" in: E.B. McNeil, ed., The Nature of Human Conflict, Englewood Cliffs, N.J., 1965b, 155-171

HOLSTI, O.R., et al., "Das Messen von 'Affekt' und 'Aktion' in internationalen Reaktionsmodellen: Empirische Materialien über die Kuba-Krise von 1962" in: E. Krippendorff, Hg., Friedensforschung, Köln, 1968a, 413-438

-----, et al., "Perception and Action in the 1914 Crisis" in: J.D. Singer, ed., Quantitative International Politics, New York, 1968b, 123-158

-----, "The Belief System and National Images: A Case Study" in: J.N. Rosenau, ed., International Politics and Foreign Policy, New York, 1969, 543-550

-----, "The 'Operational Code' Approach to the Study of Political Leaders: John Foster Dulles' Philosophical and Instrumental Beliefs" in: Canadian J. of Political Science 3 (1970a) 1, 123-157

-----, "Individual Differences in 'Definition of the Situation'" in: J. of Conflict Resolution 14 (1970b) 3, 303-310

-----, "Crisis, Stress and Decision-Making" in: International Social Science J. 23 (1971) 1, 53-67

HOOVER, E.D., "Index Numbers: Practical Applications" in: International Encyclopedia of the Social Sciences, New York, 1968, vol. 7, 159-165

HUGHES, B.B., "Transaction Data and Analysis: In Search of Concepts" in: International Organization 26 (1972) 4, 659-680

HUNTINGTON, S.P., "Arms Races: Prerequisites and Results" in: Public Policy 8 (1958), 41-86

-----, The Common Defense: Strategic Problems in National Politics, New York, 1961

HUTCHINGS, R., "Soviet Defense Spending and Soviet External Relations" in: International Affairs 47 (1971) 3, 518-531

IKLE, D.M., "A New Approach to the Index Number Problem" in: Quarterly J. of Economics 86 (1972) 2, 188-211

INGLIS, D.R., "The Outlook for Nuclear Explosives" in: N. Calder, ed., Until Peace Comes, Harmondsworth, 1970, 57-76

Institute for Strategic Studies, The Military Balance, London, jährlich seit 1959 (ab 1971 International Institute for Strategic Studies)

INTRILIGATOR, M.D., Economic Models and Deterrence (Paper, American Political Science Association, Annual Meeting 1963), New York, 1963

-----, "Some Simple Models of Arms Races" in: General Systems 9 (1964), 143-147

-----, Strategy in a Missile War: Targets and Rates of Fire (Security Studies Project, University of California), Los Angeles, Cal., 1967

-----, "The Debate over Missile Strategy: Targets and Rates of Fire" in: Orbis 11 (1968a) 4, 1138-1159

-----, Arms Races and War Initiation: The Effect of Strategic Choices (United States Arms Control and Disarmament Agency, Arms Control Special Studies Program, ACDA/WEC-126, vol. VI), Los Angeles, 1968b

Jane's All the World's Aircraft, London, jährlich seit 1909

Jane's Fighting Ships, London, jährlich seit 1897

JANSEN, B.D., "A System for Content Analysis by Computer of International Communications for Selected Categories of Action" in: American Behavioral Scientist 9 (1966) 7, 28-32

- JERVIS, R., "The Costs of the Scientific Study of Politics: An Examination of the Stanford Content Analysis Studies" in: International Studies Quarterly 11 (1967) 4, 366-393
- , "Hypotheses on Misperception" in: J.N. Rosenau, ed., International Politics and Foreign Policy, New York, 1969, 239-254
- , The Logic of Images in International Relations, Princeton, N.J., 1970
- , Deterrence, the Spiral Model, and Intentions of the Adversary (Paper, Center for International Affairs, Harvard University), Cambridge, Mass., 1972
- JOENNIEMI, P., "Aspects on the Measurement of Armament Levels" in: Cooperation and Conflict 5 (1970) 3, 141-151
- JOYNT, C.B., "Arms Races and the Problem of Equilibrium" in: Year Book of World Affairs 18 (1964), 23-40
- KAPLAN, A., The Conduct of Inquiry: Methodology for Behavioral Science, San Francisco, Cal., 1964
- KAPLAN, M.A., "The Sociology of Strategic Thinking" in: A. Lepawsky et al., eds., The Search for World Order, New York, 1971, 85-96
- KAPLAN, N.M., et al., A Comparison of 1950 Wholesale Prices in Soviet and American Industry (RAND Corporation, Research Memorandum RM 1443), Santa Monica, Cal., 1955
- , et al., "A Note on Ruble-Dollar Comparisons" in: J. of Political Economy 65 (1957) 6, 543
- KAUFMANN, W.W., "The Requirements of Deterrence" in: W.W. Kaufmann, ed., Military Policy and National Security, Princeton, N.J., 1956, 12-38
- KEMP, G., Classification of Weapons Systems and Force Designs in Less Developed Country Environments: Implications for Arms Transfer Policies (Center for International Studies, Massachusetts Institute of Technology, Publication No. C/70-3), Cambridge, Mass., 1970

- KENT, G., The Effects of Threats (The Social Science Program of the Merzhon Center for Education in National Security, Ohio State University, Pamphlet Series, No. 6), Columbus, Ohio, 1967
- KENT, G.A., On the Interaction of Opposing Forces Under Possible Arms Agreements (Harvard University Center for International Affairs, Center Occasional Paper No. 5), Cambridge, Mass., 1963
- KHAMIS, S.H., "A New System of Index Numbers for National and International Purposes" in: J. of the Royal Statistical Society (A) 135 (1972) 1, 96-121
- KLAUS, G., Hg., Wörterbuch der Kybernetik, Bd. 1, Frankfurt, 1969a
- , Hg., Wörterbuch der Kybernetik, Bd. 2, Frankfurt, 1969b
- KLINGBERG, F.L., "Studies in Measurement of the Relations Among Sovereign States" in: Psychometrika 6 (1941) 6, 335-352
- KNORR, K., The War Potential of Nations, Princeton, N.J., 1956a
- , "Military Potential in the Nuclear Age" in: W.W. Kaufmann, ed., Military Policy and National Security, Princeton, N.J., 1956b, 137-161
- , "The Concept of Economic Potential for War" in: World Politics 10 (1957) 1, 49-62
- , "Military Power Potential" in: International Encyclopedia of the Social Sciences, New York, 1968, vol. 10, 325-333
- , Military Power and Potential, Lexington, Mass., 1970
- KOROL, A.G., Soviet Research and Development: Its Organization, Personnel, and Funds, Cambridge, Mass., 1964

KÖRTH, H., et al., Hgg., Lehrbuch der Mathematik für Wirtschaftswissenschaften, Opladen, 1972

LABOVITZ, S.I., "The Assignment of Numbers to Rank Order Categories" in: American Sociological Review 35 (1970) 3, 515-524

-----, "In Defense of Assigning Numbers to Ranks" in: American Sociological Review 36 (1971) 1, 521-522

LAGERSTROM, R.P., An Anticipated-Gap, Mathematical Model of International Dynamics (Paper, Institute of Political Studies, Stanford University), Stanford, Cal., 1968

LAMBELET, J.C., "A Dynamic Model of the Arms Race in the Middle East, 1953-1965" in: General Systems 16 (1971), 145-167

-----, et al., Towards a Dynamic Manpower-and-Hardware Model of the East-West Arms Race: First Results (Paper, Ninth European Conference, Peace Research Society (International), Rotterdam, 29.-31. August 1972), 1972

LANCHESTER, F.W., Aircraft in Warfare: The Dawn of the Fourth Arm, London, 1916

LAPP, R.E., "SALT, MIRV and First-Strike" in: Bulletin of the Atomic Scientists 28 (1972) 3, 21-26

LEA, W.A., "A Formalization of Measurement Scale Forms" in: J. of Mathematical Sociology 1 (1971), 81-105

LEE, W.T., et al., Probable Trend and Magnitude of Soviet Expenditures for National Security Purposes (Stanford Research Institute, Strategic Studies Center, Research Memorandum SSC-RM 5205-54), Menlo Park, Cal., 1969

LEINFELLNER, W., Einführung in die Erkenntnis- und Wissenschaftstheorie (BI-Hochschultaschenbücher Bd. 41/41a), Mannheim, 1967

- LEISS, A.C., et al., Arms Control and Local Conflict, vol. III, Arms Transfers to Less Developed Countries (Center for International Studies, Massachusetts Institute of Technology, Publication No. C/70-1), Cambridge, Mass., 1970
- LICKLIDER, R.E., "The Missile Gap Controversy" in: Political Science Quarterly 85 (1970) 4, 600-615
- LOFTUS, J.E., Latin American Defense Expenditures, 1938-1965 (RAND Corporation, Research Memorandum RM-5310-PR/ISA), Santa Monica, Cal., 1968
- LUCE, R.D., et al., Games and Decisions, New York, 1957
- , Individual Choice Behavior, New York, 1959
- MARCH, J.G., et al., Organizations, New York, 1958
- , "Some Recent Substantive and Methodological Developments in the Theory of Organizational Decision-Making" in: A. Ranney, ed., Essays on the Behavioral Study of Politics, Urbana, Ill., 1962, 191-208
- MARSHALL, A.W., "NATO Defense Planning: The Political and Bureaucratic Constraints" in: S. Enke, ed., Defense Management, Englewood Cliffs, N.J., 1967
- MAYER, K., "Veränderungen des Rüstungsgleichgewichts zwischen den USA und der Sowjetunion" in: Aus Politik und Zeitgeschichte 22 (1972) 5, 20-46
- MAYER, L.S., "A Note on Treating Ordinal Data As Interval Data" in: American Sociological Review 36 (1971) 1, 519-520
- MAYHEW, B.H., et al., "The Behavior of Interaction Systems": Mathematical Models of Structure in Interaction Sequences" in: General Systems 16 (1971), 13-29
- MAYNTZ, R., et al., Einführung in die Methoden der empirischen Soziologie, Opladen, 1969

- McCLELLAND, C.A., et al., "Conflict Patterns in the Interactions Among Nations" in: J.N. Rosenau, ed., International Politics and Foreign Policy, New York, 1969, 711-724
- McGUIRE, M.C., Secrecy and the Arms Race: A Theory of the Accumulation of Strategic Weapons and How Secrecy Affects It, Cambridge, Mass., 1965
- , "The Structure of Choice Between Deterrence and Defense" in: R.N. McKean, ed., Issues in Defense Economics, New York, 1967, 129-149
- McLELLAN, D.S., "The 'Operational Code' Approach to the Study of Political Leaders: Dean Acheson's Philosophical and Instrumental Beliefs" in: Canadian J. of Political Science 4 (1971) 1, 52-75
- MESAROVIC, M.D., ed., Views on General Systems Theory (Proceedings of the Second Systems Symposium at Case Institute of Technology), New York, 1964
- MESCHKOWSKI, H., Differenzengleichungen, Göttingen, 1959
- MIDGAARD, K., "Arms Races, Arms Control, and Disarmament" in: Cooperation and Conflict 5 (1970) 1, 20-51
- MIERCORT, F.A., et al., "Optimal Allocation of Missiles against Area and Point Defenses" in: Operations Research 19 (1971) 3, 605-617
- MIHALKA, M., Arms Races in the Third World: A Theoretical Model and an Empirical Test (B.Sc. Thesis, Department of Political Science, Massachusetts Institute of Technology), Cambridge, Mass., 1971
- MILLER, R.C., "Some Comments on Power on the International Level" in: Background 7 (1964) 4, 195-200
- MILSTEIN, J.S., et al., "Dynamics of the Vietnam Conflict: A Quantitative Analysis and Predictive Computer Simulation" in: Papers, Peace Research Society 10 (1968), 163-213

- MILSTEIN, J.S., et al., "Computer Simulation of International Processes: The Vietnam War and the Pre-World War I Naval Race" in: Papers, Peace Research Society 12 (1969), 117-136
- , "Soviet and American Influences on the Arab-Israeli Arms Race: A Quantitative Analysis" in: Papers, Peace Research Society 15 (1970), 6-27
- MILSUM, J.H., "Mathematical Introduction to General System Dynamics" in: J.H. Milsum, ed., Positive Feedback, Oxford, 1968, 23-65
- MOBERG, E., "Models of International Conflicts and Arms Races" in: Cooperation and Conflict 1 (1966) 2, 80-93
- MORTARA, G., "Indici dell'intensità del commercio internazionale tra due paesi" in: Industria (1959), 17-26
- MOSES, L.E., "A Review" in: J. of Conflict Resolution 5 (1961) 4, 390-394
- , et al., "Scaling Data on Inter-Nation Action" in: Science 156 (1967, 26. Mai) 3778, 1054-1059
- NADLER, E.B., "Some Economic Disadvantages of the Arms Race" in: J. of Conflict Resolution 7 (1963) 3, 503-508
- NAGABHUSHANAM, A., et al., "Stochastic Duels with Damage" in: Operations Research 20 (1972) 2, 350-356
- NAROLL, R., "Does Military Deterrence Deter?" in: K.E. Boulding, ed., Peace and the War Industry, 1970, 27-42
- NASCHOLD, F., Organisation und Demokratie: Untersuchungen zum Demokratisierungspotential in komplexen Organisationen, Stuttgart, 1969

- NELSON, R.R., "Impact of Disarmament on Research and Development" in: E. Benoit et al., eds., Disarmament and the Economy, New York, 1963, 112-128
- NEWCOMBE, A.G., "Toward the Development of an International Tensiometer" in: Papers, Peace Research Society 13 (1970), 11-27
- NICHOLSON, M., Conflict Analysis, London, 1970
- NIMITZ, N., Soviet Expenditures on Scientific Research Since 1928 (RAND Corporation, Research Memorandum RM-3384-PR), Santa Monica, Cal., 1963
- NOE, N.N., et al., "The Upward Bias in the Consumer Price Index due to Substitution" in: J. of Political Economy 80 (1972) 6, 1280-1286
- NOEL-BAKER, P., The Arms Race: A Programme for World Disarmament, London, 1958
- NORTH, R.C., "Decision-Making in Crisis: An Introduction" in: J. of Conflict Resolution 6 (1962) 3, 197-200
- , et al., "Some Empirical Data on the Conflict Spiral" in: Papers, Peace Research Society 1 (1964), 1-14
- , "Perception and Action in the 1914 Crisis" in: J. of International Affairs 21 (1967) 1, 103-122
- NOWAKOWSKA, M., "A Quantitative Approach to the Dynamics of Perception" in: General Systems 12 (1967), 81-95
- OLSON, M., et al., "Collective Goods, Comparative Advantage and Alliance Efficiency" in: R.N. McKean, ed., Issues in Defense Economics, New York, 1967, 25-48
- , et al., "An Economic Theory of Alliances" in: F.A. Beer, ed., Alliances: Latent War Communities in the Contemporary World, New York, 1970, 120-140

- O'NEILL, B., "The Pattern of Instability among Nations: A Test of Richardson's Theory" in: General Systems 15 (1970), 175-181
- PANOFSKY, W.K.H., "Roots of the Strategic Arms Race: Ambiguity and Ignorance" in: Bulletin of the Atomic Scientists 27 (1971) 6, 15-20
- PATCHEN, M., "Decision Theory in the Study of National Action: Problems and a Proposal" in: J. of Conflict Resolution 9 (1965) 2, 164-176
- , "Models of Cooperation and Conflict: A Critical Review" in: J. of Conflict Resolution 14 (1970) 3, 389-407
- PECK, M.J., et al., The Weapons Acquisition Process: An Economic Analysis, Boston, 1962
- PETERSEN, N., "The Arms Race Implications of Anti-Ballistic Missile Defences" in: C.F. Barnaby et al., eds., Implications of Anti-Ballistic Missile Systems, London, 1969, 39-55
- PICCARIELLO, H.J., "A Missile Allocation Problem" in: Operations Research 10 (1962), 795-798
- PILISUK, M., et al., "A Non-Zero-Sum Game Model of Some Disarmament Problems" in: Papers, Peace Research Society 1 (1964a), 57-78
- , et al., "Stepwise Disarmament and Sudden Destruction in a Two-Person Game: A Research Tool" in: J. of Conflict Resolution 8 (1964b) 1, 36-49
- PITMAN, G.R., "A Calculus of Military Stability" in: J. of Peace Research 3 (1966) 4, 349-358
- POPPER, K.R., The Logic of Scientific Discovery, London, 1972
- PORSHOLT, L., "On Methods of Conflict Prevention" in: J. of Peace Research 3 (1966) 2, 178-193

FRUITT, D.G., "National Power and International Responsiveness" in: Background 7 (1964) 4, 165-178

-----, "Definition of the Situation as a Determinant of International Action" in: H.C. Kelman, ed., International Behavior, New York, 1965, 393-432

-----, "Stability and Sudden Change in Interpersonal and International Affairs" in: J.N. Rosenau, ed., International Politics and Foreign Policy, New York, 1969, 392-408

-----, "Methods for Resolving Differences of Interest: A Theoretical Analysis" in: J. of Social Issues 28 (1972)1, 133-154

PRYOR, F.L., Public Expenditures in Communist and Capitalist Nations, Homewood, Ill., 1968

QUADE, E.S., ed., Analysis for Military Decisions, Chicago, 1964

-----, et al., eds., Systems Analysis and Policy Planning: Applications in Defense, New York, 1968

RAIFFA, H., Decision Analysis: Introductory Lectures on Choices under Uncertainty, Reading, Mass., 1968

RAPOPORT, A., "Lewis F. Richardson's Mathematical Theory of War" in: J. of Conflict Resolution 1 (1957) 3, 249-299

-----, "Remarks on 'Political Equilibrium' by Sten S. Nilson" in: J. of Conflict Resolution 3 (1959) 4, 391-393

-----, Fights, Games, and Debates, Ann Arbor, 1960

-----, "Mathematical Models of Social Interaction" in: R.D. Luce et al., eds., Handbook of Mathematical Psychology, vol. II, New York, 1963, 493-579

RAPOPORT, A., "Critique of Strategic Thinking" in:
R. Fisher, ed., International Conflict and Behavioral Science: The Craigville Papers, New York, 1964, 211-237

-----, "Chicken à la Kahn" in: Virginia Quarterly Review 41 (1965), 370-389

-----, "Some System Approaches to Political Theory" in: D. Easton, ed., Varieties of Political Theory, Englewood Cliffs, N.J., 1966a, 129-141

-----, "Systemic and Strategic Conflict: What Happens When People Do Not Think - and When They Do" in: R.A. Falk et al., eds., Toward a Theory of War Prevention (The Strategy of World Order, vol. 1), New York, 1966b, 251-282

-----, "Strategic and Non-Strategic Approaches to Problems of Security and Peace" in: K. Archibald, ed., Strategic Interaction and Conflict, Berkeley, Cal., 1966c, 88-102

-----, "Rejoinder to Wohlstetter's Comments" in: K. Archibald, ed., Strategic Interaction and Conflict, Berkeley, Cal., 1966d, 126-134

-----, "Models of Conflict: Cataclysmic and Strategic" in: A.V.S. de Reuck et al., eds., Conflict in Society, London, 1966e, 259-287

-----, "Games Which Simulate Deterrence and Disarmament", Peace Research Reviews 1 (1967) 4

-----, "A Philosophical View" in: J.H. Milsum, ed., Positive Feedback, Oxford, 1968, 1-8

RASER, J.R., "Deterrence Research: Past Progress and Future Needs" in: J. of Peace Research 3 (1966) 4, 297-327

-----, "Learning and Affect in International Politics" in: J.N. Rosenau, ed., International Politics and Foreign Policy, New York, 1969, 432-441

RATHJENS, G.W., The Future of the Strategic Arms Race: Options for the 1970's, New York, 1969a

RATHJENS, G.W., "The Dynamics of the Arms Race" in: Scientific American 220 (1969b) 4, 15-25

-----, "Introduction: Technology and the Arms Race - Where We Stand" in: B.T. Feld et al., eds., Impact of New Technologies on the Arms Race, Cambridge, Mass., 1971, 1-12

RATTINGER, J., Gleichgewicht von Rüstungswettläufen und seine Stabilitätseigenschaften als Erklärungsvariablen für den Ausgang von Rüstungswettläufen: Einige vorgeordnete Definitionsprobleme (Manuskript, akzeptiert zur Veröffentlichung in Sonderheft 6 der PVS), Freiburg, November 1972

RATOOSH, P., "Defense Decision-Making: Cost Effectiveness Models and Rationality" in: D.B. Bobrow, ed., Weapons System Decisions, New York, 1969, 21-34

RICHARDSON, L.F., Generalized Foreign Politics (British J. of Psychology, Monograph Supplements, No. 23), Cambridge, 1939

-----, "War-Moods: I" in: Psychometrika 13 (1948a) 3, 147-174

-----, "War-Moods: II" in: Psychometrika 13 (1948b) 4, 197-232

-----, "Threats and Security" in: T.H. Pear, ed., Psychological Factors of Peace and War, New York, 1950, 221-235

-----, "Could an Arms-Race End Without Fighting?" in: Nature 168 (1951a) Sept. 29, 567-568

-----, "Could an Arms-Race End Without Fighting?" in: Nature 168 (1951b) Nov. 24, 920

-----, "Is it Possible to Prove any General Statements about Historical Fact?" in: British J. of Sociology 3 (1952), 77-84

-----, Arms and Insecurity: A Mathematical Study of the Causes and Origins of War, London, 1960

- ROBINSON, J.A., et al., "Search Under Crisis in Political Gaming and Simulation" in: D.G. Pruitt et al., eds., Theory and Research on the Causes of War, Englewood Cliffs, N.J., 1969, 80-94
- ROSS, S.L., Differential Equations, Waltham, Mass., 1964
- , Introduction to Ordinary Differential Equations, Waltham, Mass., 1966
- RUIST, E., "Index Numbers: Theoretical Aspects" in: International Encyclopedia of the Social Sciences, New York, 1968, vol. 7, 154-159
- RUMMEL, R.J., "A Foreign Conflict Behavior Code Sheet" in: World Politics 18 (1966) 2, 283-296
- , "Some Attributes and Behavioral Patterns of Nations" in: J. of Peace Research 4 (1967) 2, 196-206
- RUSSETT, B.M., "The Calculus of Deterrence" in: J. of Conflict Resolution 7 (1963) 2, 97-109
- , "Measures of Military Effort" in: American Behavioral Scientist 7 (1964a) 6, 26-29
- , et al., eds., World Handbook of Political and Social Indicators, New Haven, 1964b
- , "Pearl Harbor: Deterrence Theory and Decision Theory" in: J. of Peace Research 4 (1967) 2, 89-106
- , "'Regional' Trading Patterns 1938-1963" in: International Studies Quarterly 12 (1968a) 4, 360-379
- , "Components of an Operational Theory of International Alliance Formation" in: J. of Conflict Resolution 12 (1968b) 3, 285-301
- , What Price Vigilance? The Burdens of National Defense, New Haven, 1970

RUSSETT, B.M., "An Empirical Typology of International Military Alliances" in: Midwest J. of Political Science 15 (1971) 2, 262-289

SAATY, T.L., Mathematical Models of Arms Control and Disarmament: Application of Mathematical Structures in Politics (Publications in Operations Research, No. 14), New York, 1968

-----, "Mathematical Structures Applicable to Multi-Party Conflicts" in: Papers, Peace Research Society 17 (1971), 7-30

SAFRAN, N., From War to War: The Arab-Israeli Confrontation, 1948-1967, New York, 1969

SAGDEEV, R., "Summary of Discussion on New Technology" in: B.T. Feld et al., eds., Impact of New Technologies on the Arms Race, Cambridge, Mass., 1971, 227-230

SAMZ, R.W., "Some Comments on Engel's 'A Verification of Lanchester's Law'" in: Operations Research 20 (1972) 1, 49-52

SAVAGE, I.R., et al., "A Statistical Model of the Gross Analysis of Transaction Flows" in: Econometrica 28 (1960) 3, 551-572

SCHELLING, T.C., The Strategy of Conflict, Cambridge, Mass., 1963a

-----, "War Without Pain, and Other Models" in: World Politics 15 (1963b) 3, 465-487

-----, "Deterrence: Military Diplomacy in the Nuclear Age" in: Virginia Quarterly Review 39 (1963c), 531-547

-----, "Managing the Arms Race" in: D.M. Abshire et al., eds., National Security: Political, Military, and Economic Strategies in the Decade Ahead, New York, 1963d, 601-616

-----, Arms and Influence, New Haven, 1966

- SCHELLING, T.C., "What is Game Theory" in: J.C. Charlesworth, ed., Contemporary Political Analysis, New York, 1967, 212-238
- SCHMIDT, S.M., et al., "Conflict: Toward Conceptual Clarity" in: Administrative Science Quarterly 17 (1972) 3, 359-370
- SCHWARTZ, D.C., "Decision Theories and Crisis Behavior: An Empirical Study of Nuclear Deterrence in International Political Crises" in: Orbis 11 (1967) 2, 459-490
- SCHWEITZER, S., et al., "Comment on the Pearson r in Random Number and Precise Functional Scale Transformations" in: American Sociological Review 36 (1971) 3, 518-519
- SCOWCROFT, B., "Deterrence and Strategic Superiority" in: Orbis 13 (1969) 2, 435-454
- SEDLACEK, J., Einführung in die Graphentheorie, Frankfurt, 1968
- SELLERS, R.C., ed., The Reference Handbook of the Armed Forces of the World, Garden City, N.Y., 1968
- SENGHAAS, D., "Zur Analyse von Drohpolitik in den internationalen Beziehungen" in: Aus Politik und Zeitgeschichte 20 (1970) 26, 22-55
- SHEPARD, R.N., "Metric Structures in Ordinal Data" in: J. of Mathematical Psychology 3 (1966), 287-315
- SHUBIK, M., "On the Study of Disarmament and Escalation" in: J. of Conflict Resolution 12 (1968) 1, 83-101
- SIEGEL, S., Nonparametric Statistics for the Behavioral Sciences, New York, 1956
- SIMON, H.A., "A Behavioral Model of Rational Choice" in: H.A. Simon, Models of Man, New York, 1957a, 241-256
- , Administrative Behavior, New York, 1957b

- SIMON, H.A., et al., "Aggregation of Variables in Dynamic Systems" in: A. Ando et al., eds., Essays on the Structure of Social Science Models, Cambridge, Mass., 1963, 64-91
- SINGER, J.D., "Threat Perception and the Armament-Tension Dilemma" in: J. of Conflict Resolution 2 (1958) 1, 90-105
- , Deterrence, Arms Control, and Disarmament: Toward a Synthesis in National Security Policy, Columbus, Ohio, 1962
- , "Soviet and American Foreign Policy Attitudes: Content Analysis of Elite Articulations" in: J. of Conflict Resolution 8 (1964) 4, 424-485
- , "Data-Making in International Relations" in: Behavioral Science 10 (1965) 1, 68-80
- , et al., "Alliance Aggregation and the Onset of War, 1915-1945" in: J.D. Singer, ed., Quantitative International Politics, New York, 1968, 247-286
- , et al., "National Alliance Commitments and War Involvement, 1818-1945" in: J.N. Rosenau, ed., International Politics and Foreign Policy, New York, 1969, 513-542
- , "The Outcome of Arms Races: A Policy Problems and a Research Approach" in: Proceedings of the International Peace Research Association, Third General Conference, vol. II: The International System (IPRA Studies in Peace Research, vol. 4), Assen, 1970, 135-146
- , The Correlates of War Project: Interim Report and Rationale (Unpubl. Paper, Univ. of Michigan), Ann Arbor, 1971a
- , et al., Capability Distribution, Uncertainty, and Major Power War, 1816-1965 (Unpubl. Paper, Univ. of Michigan), 1971b

SLOAN, T.J., "Report on the Development of a Cooperation Interaction Scale" in: Peace Research 4 (1972) 10, 72-74

SLOUTZKI, N.M., The World Armaments Race 1919-1939 (Geneva Studies, vol. XII no. 1), Genf, 1941

SMART, I., Advanced Strategic Missiles: A Short Guide (Institute for Strategic Studies, Adelphi Papers, No. 63), London, 1969

-----, "Political Implications" in: B.T. Feld et al., eds., Impact of New Technologies on the Arms Race, Cambridge, Mass., 1971, 343-350

SMOKER, P., "A Mathematical Study of the Present Arms Race" in: General Systems 8 (1963a), 51-59

-----, "A Pilot Study of the Present Arms Race" in: General Systems 8 (1963b), 61-76

-----, "Fear in the Arms Race: A Mathematical Study" in: J. of Peace Research 1 (1964a) 1, 55-64

-----, "Sino-Indian Relations: A Study of Trade, Communication and Defence" in: J. of Peace Research 1 (1964b) 1, 65-76

-----, "On Mathematical Models in Arms Races" in: J. of Peace Research 2 (1965a) 1, 94-95

-----, "Trade, Defence and the Richardson Theory of Arms Races: A Seven Nation Study" in: J. of Peace Research 2 (1965b) 2, 161-176

-----, "The Arms Race: A Wave Model" in: Papers, Peace Research Society 4 (1966), 151-192

-----, "The Arms Race as an Open and Closed System" in: Papers, Peace Research Society 7 (1967a), 41-62

-----, "Nation State Escalation and International Integration" in: J. of Peace Research 4 (1967b) 1, 61-75

SNYDER, G.H., "Deterrence and Power" in: J. of Conflict Resolution 4 (1960) 2, 163-178

-----, Deterrence and Defense: Toward a Theory of National Security, Princeton, N.J., 1961

-----, "'Prisoner's Dilemma' and 'Chicken' Models in International Politics" in: International Studies Quarterly 15 (1971a) 1, 66-103

-----, "Balance of Power in the Missile Age" in: G.H. Quester, ed., Power, Action, and Interaction: Readings on International Politics, Boston, 1971b, 461-475

SNYDER, R.C., Deterrence, Weapons Systems, and Decision-Making (U.S. Naval Ordnance Test Station, NOTS Technical Publication 2769, Studies in Deterrence No. 3), China Lake, Cal., 1961

SOSNOVY, T., "The Soviet Military Budget" in: Foreign Affairs 42 (1964) 3, 487-494

Stockholm International Peace Research Institute, SIPRI Yearbook of World Armaments and Disarmament 1968/69, New York, 1970a

-----, SIPRI Yearbook of World Armaments and Disarmament 1969/70, Stockholm, 1970b

-----, The Arms Trade with the Third World, Stockholm, 1971

-----, World Armaments and Disarmament: SIPRI Yearbook 1972, Stockholm, 1972

STONE, J.J., Containing the Arms Race: Some Specific Proposals, Cambridge, Mass., 1966

SUPPES, P., Introduction to Logic, New York, 1957

-----, "A Comparison of the Meaning and Uses of Models in Mathematics and the Empirical Sciences" in: B.H. Kazemier et al., eds., The Concept and the Role of the Model in Mathematics and Natural and Social Sciences, Dordrecht, 1961, 163-177

- SUPPES, P., et al., "Basic Measurement Theory" in: R.D. Luce et al., eds., Handbook of Mathematical Psychology, vol. I, New York, 1963, 1-76
- TANTER, R., "International System and Foreign Policy Approaches: Implications for Conflict Modelling and Management" in: R. Tanter et al., eds., Theory and Policy in International Relations (World Politics, vol. 24, Supplement), Princeton, N.J., 1972, 7-39
- TARSKI, A., Introduction to Logic and to the Methodology of Deductive Sciences, New York, 1965
- TERRELL, L.M., "Societal Stress, Political Instability, and Levels of Military Effort" in: J. of Conflict Resolution 15 (1971) 3, 329-346
- TORGERSON, W.S., Theory and Methods of Scaling, New York, 1958
- TURGEON, L., "The Enigma of Soviet Defense Expenditures" in: J. of Conflict Resolution 8 (1964) 2, 116-120
- United States Arms Control and Disarmament Agency, World Military Expenditures, Washington, D.C., unregelmäßig seit 1964
- VAN YPERSELE DE STRIHOU, J.M., "Sharing the Defense Burden Among Western Allies" in: Yale Economic Essays 8 (1968) 1, 258-320
- VARGO, L.G., "Comment on 'The Assignment of Numbers to Rank Order Categories'" in: American Sociological Review 36 (1971) 3, 517-518
- VÄYRYNEN, R., Dimensions of International Tension, 1948-1968 (Paper, International Peace Research Association, Fourth General Conference, Bled, 1971), Tampere, 1971
- VERBA, S., "Assumptions of Rationality and Non-Rationality in Models of the International System" in: J.N. Rosenau, ed., International Politics and Foreign Policy, New York, 1969, 217-231

- VOEVODSKY, J., "A Mathematical Representation of Time-Variant Quantitative Behavior" in: J. of Psychology 68 (1968), 129-140
- , "Quantitative Behavior of Warring Nations" in: J. of Psychology 72 (1969), 269-292
- , "Crisis Waves: The Growth and Decline of War-Related Behavioral Events" in: J. of Psychology 80 (1972) 2, 289-308
- VOGEL, K., et al., Hgg., Taschenbuch für Truppentechnik, Darmstadt, 1971
- von SENGEL und ETTERLIN, F.M., Die Kampfpanzer von 1916-1966, München, 1966
- WATSON, L., "History of Disarmament Negotiations", Peace Research Reviews 1 (1967) 2
- WATT, D.C., "The Possibility of a Multilateral Arms Race: A Note" in: International Relations 2 (1962) 6, 372-377, 397
- WEGNER, L.H., et al., "The Trade-Off Study Revisited" in: E.S. Quade et al., eds., Systems Analysis and Policy Planning: Applications in Defense, New York, 1968, 388-417
- WEIDENBAUM, M.L., "Costs of Alternative Military Strategies" in: D.M. Abshire et al., eds., National Security: Political, Military, and Economic Strategies in the Decade Ahead, New York, 1963, 785-802
- WEINER, M.G., "The Trade-Off Between Groundpower and Air Support: An Introductory Example of Systems Analysis" in: E.S. Quade et al., eds., Systems Analysis and Policy Planning: Applications in Defense, New York, 1968, 20-29
- WOHLSTETTER, A., "Comments on Rapoport's Paper: The Non-Strategic and the Non-Existent" in: K. Archibald, ed., Strategic Interaction and Conflict, Berkeley, Cal., 1966, 107-126

WOHLSTETTER, A., "Theory and Opposed-Systems Design"
in: J. of Conflict Resolution 12 (1968) 3, 302-331

WOLFSON, M., "A Mathematical Model of the Cold War"
in: Papers, Peace Research Society 9 (1968),
107-123

-----, A Dynamic Model of Present World Conflict
(Paper, Ninth European Conference, Peace Research
Society (International), Rotterdam, 29.-31. August
1972), 1972

WRIGHT, Q., A Study of War, Chicago, ²1965a

-----, "The Escalation of International Conflicts"
in: J. of Conflict Resolution 9 (1965b) 4, 434-449

YAMANE, T., Statistics: An Introductory Analysis,
New York, 1967

YORK, H.F., "Military Technology and National Security"
in: Scientific American 221 (1969) 2, 17-29

YOUNG, O.R., Systems of Political Science, Englewood
Cliffs, N.J., 1968

-----, "The Perils of Odysseus: On Constructing
Theories of International Relations" in:
R. Tanter et al., eds., Theory and Policy in In-
ternational Relations (World Politics, vol. 24,
Supplement), Princeton, N.J., 1972, 179-203

ZINNES, D.A., "Hostility in International Decision-Ma-
king" in: J. of Conflict Resolution 6 (1962) 3,
236-243

-----, "A Comparison of Hostile Behavior of Deci-
sion-Makers in Simulate and Historical Data" in:
World Politics 18 (1966) 3, 474-502

ZINTL, R., Merkmale des empirisch-wissenschaftlichen
Vokabulars: Probleme der Begriffsbildung (Lehr-
stuhl Prof. Oberndörfer, Studienmaterialien für
den Vorkurs, Nr. 1), Freiburg, 1969

Sachregister

Abschreckung	1, 86, 90, 95, 99-101, 196, 227, 236, 363
Aggregation	111f., 131, 140f., 237f., 242, 279-282, 290, 297-300
Ähnlichkeitstransformation	174, 191, 317
Aktionsradius	245, 249-251, 253-257
Allianzen	30, 60-62, 76, 86, 109, 111-113, 126f., 130-132, 140, 211f., 334-337, 340-344, 406-411
Kerngruppen von -	342-344, 407-411
Anfangsbedingungen	203-208, 220
Angriff	94f., 99-101, 124, 283f., 292
Antizipation (feindlicher Rüstung)	50f.
Äquivalenzrelation	122, 131, 298
Attitüden	12, 375-380, 391
Aufrüstung	18, 49, 122, 138, 240
Motive der -	16-19, 53, 124f., 338-340, 345-348
Autismus	129, 345-348
Bedrohung	1, 16f., 22, 61, 105, 133f.
Beobachtungssprache	144f., 198, 203, 232, 332f., 353
Beschleunigung	50, 79, 172
Bevölkerungszahl	183-186
Bruttosozialprodukt	48, 55f., 73, 82, 96, 182f., 193-197, 215f., 402-404
pro Kopf -	53, 196
CEP (circular error probable)	224, 306f.
ceteris-paribus-Klausel	201, 206f., 214, 349
counterforce-strike	98-100, 224
countervalue-strike	98-100, 224
"defense coefficient"	17, 210-213, 350
Definition der Situation	347f., 352, 366-371, 377, 388
affektive Komponenten der -	352, 368, 375-379
kognitive Komponenten der -	352, 367-374
Deflationierung	165-168, 181
Determinismus	11f., 85f., 137
Differentialgleichungen	22, 30, 34, 40, 49f., 209, 353, 356f.
Differenzengleichungen	40, 44, 353, 356f.
Drohung	124, 227, 373
dummy-Variablen	54, 57, 82, 217f.

Eliteartikulationen	339-343, 345-348, 376f., 390f.
endogene Variablen	2, 7, 350, 359f., 390, 406
Entscheidung (Über Rüstung	7, 51, 85f., 88f., 101-103, 106, 124, 129, 133f., 145, 221f., 226 -231, 236f., 240f., 299, 338f., 345-348, 350-352
Entscheidungstheorie	8, 228-231
Entscheidungsträger	53, 86, 89, 91-94, 102, 120-122, 125-128, 132, 228f., 334, 345-348
Erklärung	33f., 52, 71, 77, 200f., 203-208, 214, 216-220, 367f., 383-386
exogene Variablen	52, 54-57, 59, 82-84, 201-203, 214-220, 350-352, 357-401, 406- 411
Expertenbeurteilungen	213, 243-257, 266-278, 282-291, 296, 300, 400f.
Exponentialfunktion	62-64, 216, 316
Falsifikation	77, 85, 105, 109, 111f., 116-118, 131, 193, 207, 333f.
"fatigue coefficient"	19, 211
Fehlperzeption	345, 348, 375
Feindseligkeit	2, 53, 338, 348, 352, 372-383, 385-389, 391-396, 408f.
Forschung und Entwick- lung (R&D)	150, 152-155, 170
Geheimhaltung	102, 310
Geschwindigkeit	245, 248-251, 253-257
Gesetz	203-207
Gewalt	1f., 234f.
Gewaltanwendung	1f., 146, 234-236, 238, 338, 363
Glaubwürdigkeit	227, 373
Gleichgewicht	18, 29, 62f., 63, 66, 68, 136
labiles -	76, 135
stabiles -	18, 26, 30, 42, 76, 135
"grievances"	19, 45, 50
Handel, internationaler	22, 61, 67f., 109, 174, 212, 352, 383, 385f., 396-401
Index	73, 143, 145, 148f., 165-168, 182-197, 306f., 396-400
Indifferenzkurven	101-103, 221, 228
Indikator	134, 143-145, 147-151, 153, 158- 164, 166, 168-174, 180-183, 302- 305
Inflation	164-168, 169, 176, 181, 184
Intensität	383, 390-395
Intention	16, 30, 299, 372-374
Interaktion	30, 78, 84, 97, 373

Interpretation	8, 34, 46, 191, 354-356
Intervallskala	170, 229, 266, 286, 290, 323, 326, 392, 395
Kampfaufträge	siehe Kontingenzen
Kampfkraft	83, 237-309, 312-314, 328f., 372f.
Kampfkraftindex	83f., 142, 240-309, 321f., 335-337, 339, 420-423
Dimensionen eines - Kaufkraftäquivalente	241-257, 302, 306-308, 310 174-181
Kernwaffen	98, 223-227, 300-309, 311
Kernwaffenexplosionen	301, 305-307
Koeffizienten	23-25, 29f., 63, 84, 111, siehe auch Parameter
Kommensurabilität	84, 101, 180, 192, 240, 282
Konflikt	2, 10f., 13, 125, 133f., 226f., 235f., 292, 299, 352, 373, 382
Kontingenzen	236-242, 244-257, 263-274, 283- 291, 294-296, 299
Kooperation	22, 109, 382-385, 397
Korrelation	57, 67, 72, 79, 117, 173, 266, 275-278, 288, 322f.
Kosten	44, 48f., 50, 88, 96f., 100, 178, 229, 268
Kosten-Nutzen-Analyse	229, 236f., 239-241
Krieg	76, 82, 86, 120, 140-142
- als Resultat eines Rüstungswettlaufs	120, 135-142
Ablauf eines -	98-100, 222-225, 231, 303
Eskalation eines -	32, 70f.
Resultate von -	89f., 94f., 98-100, 231, 369, 371, 415f.
Verluste im -	32f., 70f., 98f., 292-295
Wahrscheinlichkeit eines -	95, 135, 213, 369, 371, 375, 381f., 384-388, 415f.
Kumulation	79, 237, 313-317
Linearität	61f., 63, 67, 73-75, 92f., 111, 113, 116f.
Logarithmierung	56, 81f.
Macht	36f., 72, 90-93, 120-125, 144-147
Mannschaftsstärke	173, 195
Marine-Rüstungswettlauf	78-80
Megatonnage	300-309
Messeinheit	38, 46, 80, 174, 390f.
Messniveaue	134, 160f., 266, 313, 326, 390- 392
Messung	41, 95, 105, 121, 133f., 141f., 158f., 213

Militärhilfe	45, 54, 57, 84, 152, 161-164, 169, 183f., 196
militärisch-industrieller Komplex	345-348
MIRV	224, 304f., 308
Modell	8, 33, 43, 87-89, 104f., 353-356
Nationalstaat	126, 128, 130-134, 139-141, 145-147, 210f., 334-337, 340-343, 366, 406-411
Normalkoordinaten	62-64, 68
n-Tupel	122f., 125-128, 130-134, 137-139, 147, 203, 223, 334-340, 411
Nutzen	7, 9, 55, 89-91, 93, 96f., 101, 199, 226, 228f., 235f., 238-242
Nutzlast (payload)	245, 248-251, 254-257, 300-302, 306-309
Operationaldefinition	43, 45, 53, 59, 105, 119f., 130-134, 142, 144f., 148f., 159, 171, 174, 180, 187, 209f., 213f., 217f., 232-234, 333, 339, 344-346
"opportunity costs"	44f., 196
Parameter	44f., 46, 53, 56, 59, 68, 81f., 83, 106, 109, 111, 117, 200-209, 209-214, 216-220, 350f., 357f., 360-362, siehe auch Koeffizienten
Personalausgaben	152-154, 170f., 175, 179f.
Perzeption	42, 53, 133f., 213, 345, 347f., 352, 368f., 372-374, 380, 391f.
- von Bedrohung	133f., 344f., 347, 372-374
- von Feindseligkeit	212f., 368f., 371-376, 381, 386-393, 408f.
Präferenzen	89-91, 94f., 228f., 374
Produktion	55, 90, 97, 101, 221, 228
Prognose	33, 71, 79, 108, 111, 113, 116, 118, 138, 200-203, 205-209, 214, 216, 218-220, 349f., 362f.
Rationalität	85f., 89, 229f.
Ratioskala	160, 169f., 174, 191, 228, 261, 266, 317, 323, 326, 390-393, 395, 400
Reaktion (auf feindliche Rüstung)	17, 27, 41f., 43, 50, 79, 85f., 123-126, 129, 133f., 145, 202, 299, 334, 337-348, 350-356, 361-364, 381, 386-388, 401-404, 408-416
Reaktionskurve	87-89, 92f., 96f., 100, 198
Regression	54, 70, 79, 82f., 117, 218, 290, 323, 329f.

Reliabilität	107, 147-160, 173f., 182-185, 187-189, 193f., 311, 332f.
Ressourcen	1, 18, 44, 47, 96f., 100, 103, 195-197, 226, 303, 358f., 401-405
Rivalität	25f., 40, 50, 52, 85
Rüstung	2, 7, 16f., 22, 34f., 36f., 47, 53, 55, 68, 77f., 84, 87-89, 91-93, 96f., 102, 111, 121, 129, 140-142, 171f., 203-208, 337-343, 363-372, 407
- , Bedeutung der (Zentralität der)	363-371, 375, 381, 386
- , Definition der	143-147, 234-237
- , Messung der	105, 107, 142-197, 199f., 232-332
- , Resultate der	94f., 98f., 221-226
- , Zuwachs der	50, 52, 92, 120-123, 131f., 140f., 169, 171f., 223, 312, 334-337, 341f., 359-363, 369-371
Rüstungsausgaben	37f., 41, 45, 48, 55, 61f., 67, 72, 78, 81f., 105, 109, 113f., 139-142, 143-145, 147-197, 215, 311, 401-404
Anteil der - am Brutto- sozialprodukt	148, 168, 193-197
Anteil der - an den Staatseinnahmen/ausgaben	72-74, 144, 148, 187-193
Aufteilung der -	150-157, 159, 162, 166f., 168-172, 237, 311f.
pro Kopf -	148, 184-186
Verzerrung der -	150-157, 159f.
Zuwachs der -	49, 61, 79f., 143, 168, 188
Rüstungsausgabenwettlauf	144, 147, 199
Rüstungsverhalten	1, 30, 34, 40, 52, 68, 105, 122, 125, 130, 133f., 233, 334f., 358
Rüstungswettlauf	1f., 4, 26, 37, 47, 53, 60-62, 66f., 68f., 72, 74, 76, 81, 84, 106-108, 117f., 168, 182, 199-208, 218-220, 334-348, 358-370, 411-416
Ablauf eines -	3, 203-208, 217, 350f.
Beginn eines -	123-125, 204, 336f., 343
Definition eines -	1, 14, 58, 106f., 119-142, 198, 200, 232f., 332-348
Ende eines -	3, 123-125, 137f., 204, 220, 233, 336f., 343
Gleichgewicht des -	siehe Gleichgewicht
Stabilität des -	siehe Gleichgewicht
Identifikation eines -	138, 198, 233
Kontrahenten im -	1, 16f., 53, 110, 112, 116, 118, 123, 125-132, 140, 309, 335f., 340-343, 350, 406-411
Theorie des -	3-5, 30f., 58f., 104-108, 218f., 232f., 353-356

Rüstungswettlauf	
Überlagerung von -	411-416
Zerlegung in Teil -	78-81, 83, 198f., 223-225, 226f.
Rüstungswettlaufmodelle	9f., 13, 18, 21, 104-108, 232f., 332-334, 353-357
geschlossene -	201f., 210, 215, 349f., 354f., 358
offene -	3, 202f., 208f., 210f., 213-220, 349-363, 389, 405-416
Alcocks -	32-34, 58, 70f.
Ashs -	91f.
Burns -	94
Casparys -	47-49, 58f., 215f., 401f.
Chatterjees -	95, 97
Chatterjis -	43-47, 58f.
Hansens -	36-39, 58
Hoags -	94
Intriligators -	93, 97
Lagerstroms -	49-52, 58-60, 77, 78-81, 85, 215
Lambelets -	55-57, 58-60, 77, 81-83, 85, 104f., 199, 214-220
McGuires -	101f.
Mihalkas -	52-54, 58f., 77, 83-85, 106, 214-220
Mobergs -	94f., 102
Richardsons -	15-30, 31-34, 39f., 43, 58-60, 60-62, 66-77, 78f., 105-107, 108-118, 131, 199, 209-214, 350, 401f., 413
Smokers -	34-36, 39f., 58f., 71-75, 105
Wolfsons -	40-43, 58f.
Sicherheit	1, 101, 146, 341
Simulation	32, 79-81, 82, 106, 318f.
Situation, internationale	137f., 346-348, 351f., 366f., 380-388
Sowjetunion	41-43, 78, 141, 152, 159, 163, 168, 177f., 190, 305, 308
Spannung, internationale	2, 197, 352, 385-389, 396-401, 408
Staat	siehe Nationalstaat
Staatseinnahmen/ausgaben	48, 72f., 183, 187-193
Stichprobe	192, 242, 265f., 283, 294-296
Strategie	86, 94f., 97-100, 102
strategische Modelle für Rüstungswettläufe	6-14, 55, 85-103, 108, 198f., 221-231
empirische Tests von -	103
Streitkräfte	234-242, 297-299, 311, 322, 339f.
Stückzahlen (von Waffen)	162, 173, 235, 287, 296, 304f., 310, 318-320
Substitution	227, 291
Systemmodelle für Rüstungswettläufe	6-14, 15-60, 78, 87-89, 92, 102f., 104-108, 198-220, 349-363, 401-416
empirische Tests von -	60-62, 66-85, 104-107, 108-118, 131, 198f., 333f., 349
Systemtheorie	36, 355

Tests von Rüstungswett- laufmodellen	siehe Systemmodelle bzw. strategi- sche Modelle
theoretische Sprache	145, 198, 333
Transaktionen	381-385, 396-401
Unterwürfigkeit	27-29, 39, 43, 49, 69, 73-75, 193
USA	42, 54, 78, 141, 163, 168, 177f., 190, 305, 308
Validität	107, 134, 144f., 147-149, 160-174, 182f., 185f., 189-193, 194-197, 263-279, 282-298, 311, 318-330, 332f., 400f.
Varianz, erklärte	82-84, 111, 116, 288, 329f.,
Veraltung von Waffen	163, 237, 314-317, 318f., 326f.
Verhältnisziel	84, 93
Verhalten, aussenpoliti- sches	1, 40f., 347f., 367f., 379f., 383f.
Verhaltensakt	119-133, 135-139, 147, 203, 223, 334f., 341f., 377, 393-395
Verhaltenskontrolle	43, 146f., 163, 373
Verteidigung	94f., 124, 196, 235, 283f.
Währungskonversion	80, 173-181, 184, 188
Waffengattungen	126f., 227, 242, 279-282, 297-299
Waffensysteme	94, 143, 170, 178, 234-247, 257- 266, 279-282, 290f., 294-299
Beschaffung von -	48f., 151-153, 161-164, 169-171, 179, 312-317, 318f., 329f.
konventionelle -	223-227, 300, 309, 311
Unterhaltung von -	48f., 151-153, 161, 169-171, 179, 312
Zeitreihen	79, 173, 181, 186, 188, 190-192, 318, 335, 342-344
Zeitverzögerung (time- lag)	82, 363
Zieldoktrinen	98-100

Summary

This study evaluates the chances to explain and predict the regularities of arms races by means of formal models. This is done in three major chapters. In the first an overview of the current debate on formal arms race models is presented. In the second, the state of empirical and theoretical research is critically reviewed, and in the third some solutions to the problems identified before are proposed.

In the overview of the literature, existing arms race models are classified as either "system models" or "strategic models". A system model is a set of formalized or at least formalizable statements on the relationship between the armaments of two or more states and/or alliances that are involved in an arms race. In strategic models, on the other hand, the armaments of each opponent at any point in time are analyzed as the result of rational decisions by which both sides try to maximize their utility.

Starting from Richardson's "classical" models, the development of system models of arms races is outlined. It is concluded that most of these contributions are inspired more by considerations of formal aesthetics than by substantial reasoning. A number of models can already be invalidated at this stage on account of logical contradictions or illegitimate redefinition of variables.

A logical and methodological analysis of the empirical tests of arms race models that can be found in the literature leads to the conclusion, that - contradicting frequent claims - only in two cases the tested model has not to be regarded as falsified at first sight. The irrelevance of most tests for the model that they claim to have tested seems to indicate that close interaction between theoretical

and empirical research on arms races is lacking, so that arms race theory has hit a dead end.

A systematic review of strategic arms race models reveals that this decision-theoretic approach possesses a high degree of formal elegance and intuitive appeal. These models, however, are excluded from further discussion because of some obviously unavoidable shortcomings, most important among them unrealistic assumptions and problems of measurement and operationalization.

The second chapter presents the more basic objections against current research on arms races. Close scrutiny of that test in Richardson's work that is most prominent to demonstrate the usefulness of arms race models shows, that even in this case the model has to be regarded as falsified if Richardson's incomplete procedure for testing is adjusted. In this case it can be easily demonstrated that one of the reasons for the lack of interaction between theoretical and empirical research is the absence of an agreed upon operational definition of an "arms race". To prepare an own definition, a systematic reconstruction of conceptual explications from the literature is presented.

A second reason for this absence of mutual stimulation of theoretical and empirical research is a gap between the languages of both. Theorists talk about armaments, power, and national capabilities, but empirical research relies mainly on armaments expenditures without having established their validity as an indicator. Therefore, armament expenditures as well as derived indices as per capita armament expenditures, and the proportion of armament expenditures of the state budget and of the GNP are shown to be very unreliable and highly invalid as indicators of national capabilities. .

As a next step, the logical structure of explanations of arms races by the current models is discussed. It can be

shown that providing operational definitions for "arms race" and "armaments" is only a necessary but not a sufficient condition for progress of theoretical as well as of empirical research. The predominant closed system models allow explanations of arms races only after they have come to an end. Predictions, thus, are either impossible or burdened with a universal *ceteris paribus*. Therefore, the introduction of open system models for arms races with a minimum of parameters is proposed.

The third chapter of this study attempts to present partial solutions to the problems raised in the second. At first, procedures to measure the capabilities of nations are developed. Having identified in general the most important dimensions of the fighting power of individual weapons systems, the aggregation of these dimensions is discussed. The validity of the resulting index is tested by means of expert rating. Then, aggregation procedures to compute the fighting power of larger composite units from the properties of their single weapons systems are presented. Again, the validity of the indices at this level of aggregation is established by expert rating. Finally, further aggregation of the capability index up to the level of the total armed forces is discussed.

Considerations on the applicability of this capability index to strategic armaments are followed by an attempt to construct an auxiliary armaments indicator to avoid tedious data-making. This auxiliary armaments indicator utilizes the separation of armament expenditures into different categories and views armaments as the result of cumulated procurement of hardware that is subject to obsolescence. This section, too, concludes with a test of validity.

Then, the problem of the definition of what constitutes an "arms race" is taken up again. At first, an operational and formal version of the reconstruction of current conceptual explications of the term is constructed. Then, the criteria for arms races between alliances are operationalized, and so is the fundamental property of the reactivity of armaments behavior in an arms race. With this instrument, the unambiguous identification of arms races should be possible.

The final portion of this study is devoted to an attempt to overcome the shortcomings of most current versions of system models for arms races. For this purpose a simple open arms race model is introduced that has only one exogenous variable for each participating side in the arms race apart from the endogenous armament variables. These exogenous variables control the intensity of the reaction of one side to the armaments of the other side by own armament increases. This open model is cast in terms of difference equations to obtain higher correspondence to reality.

Having presented the basic open model the selection of exogenous variables is discussed. Most promising seem elements from the cognitive and the affective components of the definition of their situation by the decision-makers on both sides, since they intervene between environmental stimuli and behavior, and thus are mentally close to the decision on armament levels. But elements from the objective international situation cannot be disregarded either, since data are gathered more easily. Afterwards, methodological problems arising in connection with the introduction of the three most promising candidates as exogenous variables, perception of hostility, hostility of behavior, and international tension, are briefly reviewed.

Having rejected the necessity of taking the scarcity of resources into account in the open model at the present stage of arms race theory, two specific problems are dealt with. The first is a problem of reduction; i.e. the determination of the values of the exogenous variables in arms races between alliances, and the second concerns a necessary modification of the basic model for the case of two or more overlapping arms races. Some straightforward solutions to these problems enable the application of the model to arms races between arbitrary units and in all patterns of overlapping. Since operational definitions for the central terms and variables have been provided, the way should be paved for data-making and subsequent empirical tests.