

Vegetative Reaktionen in operanten Leistungssituationen

R. HÖLZL, S. LAUTENBACHER, H. BRÜCHLE & G. MÜLLER

1. Problemstellung

Dieser Beitrag beschäftigt sich mit einem methodischen Aspekt von Untersuchungen zu differentiellen vegetativen Belastungsreaktionen bei Patienten mit psychosomatischen Störungen.

Bei diesen Untersuchungen ergab sich das Problem, geeignete Stimulationsbedingungen zu definieren. Nach Vorerfahrungen mit gängigen Belastungsreizen wie Eiswasser-Test, Geschwindigkeitskopfrechnen u.ä., die nur zum Teil befriedigten, wurde schon vor ein paar Jahren in einem früheren Experiment die prinzipielle Brauchbarkeit operanter Testprozeduren geprüft. Darunter werden Leistungssituationen verstanden, bei denen die Versuchsperson "frei", d.h. ohne Vorsignal in selbstgewähltem Tempo Reaktionen emittiert, die durch positive Konsequenzen ("Verstärkungen", z.B. Punktgewinn) oder das Ausbleiben von negativen (z.B. Punktverlust) aufrechterhalten werden.

Aus der psychophysiologischen Aktivierungsforschung bzw. der Forschung über Orientierungsreaktionen und deren Habituation stammen die meisten Versuchsanordnungen, die in der Untersuchung differentieller vegetativer Reaktionen klinischer Gruppen angewendet werden.

Der Proband wird in ihnen typischerweise mit einem zeitlich begrenzten, oft unvorhersagbaren und nicht kontrollierbaren Aktivierungsreiz konfrontiert und die ausgelöste Reaktion, z.B. eine Pulsbeschleunigung, gemessen. Wir haben selbst mit ähnlichen Prozeduren im Herz-Kreislauf- und Gastrointestinalsystem gearbeitet.

Tabelle 1 faßt einige Schwierigkeiten zusammen, die dabei auftraten.

Die wichtigsten Mängel der Reizung bestehen in ihrer Diskontinuirlichkeit und in der passiven Rolle des Probanden. Die erste Eigenschaft wirkt sich u.a. bei solchen Versuchsanordnungen ungünstig aus, bei denen die abhängigen Variablen mit Verfahren analysiert werden müssen, die schwache Stationarität über einen bestimmten Meßzeitraum voraussetzen. Die häufig verwendeten Spektralanalysen gehören dazu. Die passive Rolle der Versuchsperson hat verschiedene Konsequenzen, die von mangelhafter Repräsentanz alltäglicher Belastungssituationen bis zur Reizunwirksamkeit reichen können.

Auf der Reaktionsseite stehen dem gewöhnlich Verhaltensmaße gegenüber, die die Untersuchung ihres Zusammenhangs mit den vegetativen Größen erschweren. Ein wichtiger Aspekt des sog. "Kovariationsproblems" in der Psychophysiologie, der oft übersehen wird, besteht darin, nicht nur inhaltlich, sondern auch formal adäquate Verhaltens- und Erlebnisvariablen zu spezifizieren, so daß gängige zeitreihenanalytische Maße der Kohärenz von Prozessen wie Kreuzkorrelationsfunktionen u.ä. sinnvoll berechnet werden können. Dazu sind kontinuierliche oder quasi-kontinuierliche Verhaltensmaße erforderlich, deren zeitliche Auflösung derjenigen der physiologischen Größen nahe kommt. Einige dieser Forderungen scheinen operante Prozeduren zu erfüllen.

In ihnen ist die Beanspruchung der Vp über einen größeren Zeitraum erstreckt und, von lokalen Schwankungen abgesehen, einiger-

TABELLE 1: PROBLEME KLASSISCHER PSYCHOPHYSIOLOGISCHER STIMULATIONSPROZEDUREN

EIGENSCHAFTEN DER REIZUNG

EIGENSCHAFTEN DER REAKTIONEN

DISKONTINUIERLICH

DISKONTINUIERLICHE VERHALTENSMASSE

SCHLECHT KALIBRIERBAR

DISKONTINUIERLICHE VEGETATIVE REAKTIONSMASSE

KAUM KONTROLLIERBAR

(NICHT-STATIONÄR)

PSYCHOLOGISCH NICHT RELEVANT

PASSIV/AUSGELÖST

SCHWACH

WENIG GEEIGNET ZUR PROZESSANALYSE

UCS-CS-KONFUNDIERUNG

PHASISCH

UCR-CR-KONFUNDIERT

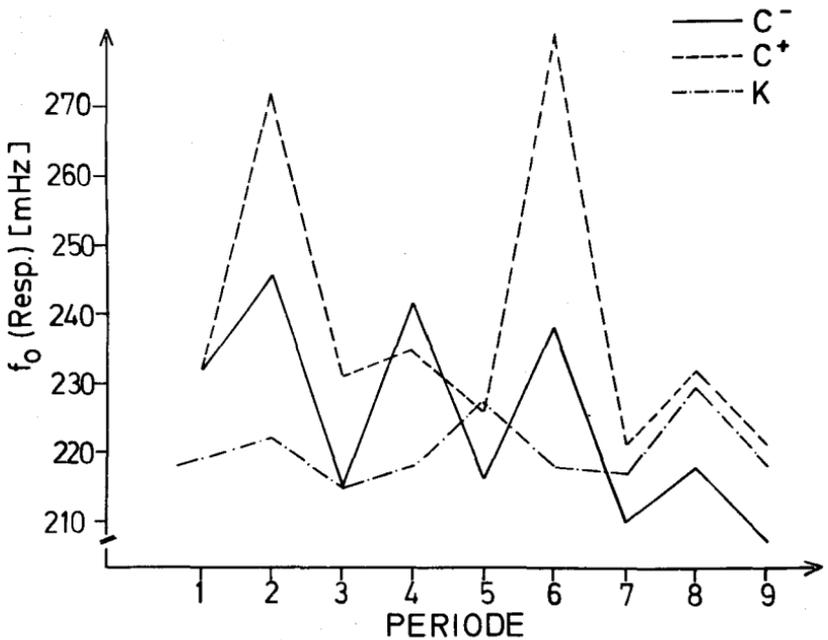


Abb. 1 Verlauf der Atmungsfrequenz unter positiven und negativen Verstärkungsbedingungen und Ruhe. Phasen 2 und 6 entsprechen kontingenter, Phasen 4 und 8 nichtkontingenter Verstärkung; Phasen 1, 2, 3, 7 und 9 sind Ruhepausen. (zur Erläuterung s. Text)

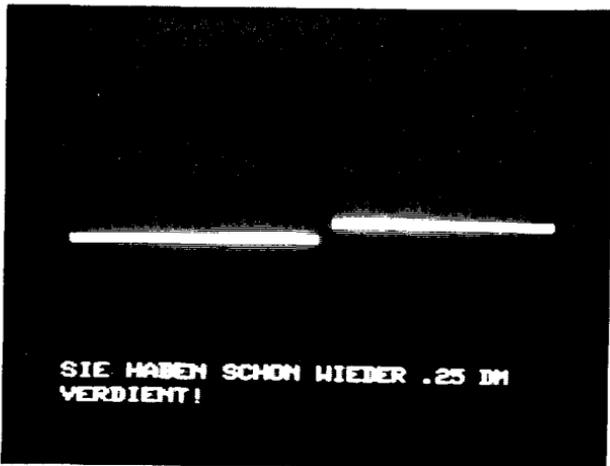


Abb. 2 Illustration der Restaufgabe (VI pos. Verstärkung).
Def. des Operant: $[r_1$ (Abruf) \rightarrow r_2 (Treffer)].

maßen gleichmäßig verteilt. In der "free operant rate", oder der Folge der IRT, steht ein in der Zeit quasi-kontinuierlich veränderliches Verhaltensmaß zur Verfügung, das sich zur Korrelation mit kontinuierlich anfallenden physiologischen Größen formal besser eignet als beispielsweise diskrete Einschätzskalen.

In diesen Testsituationen kann die Bedeutung des Verstärkerreizes als unkontingierter oder konditionierter Aktivierungsreiz vom Effekt reaktionskontingenter Verstärkung mit sog. "Joch-Kontroll"-Bedingungen getrennt werden. Darüberhinaus sind Intensität, zeitliche Verteilung und Effizienz der Bewältigungsversuche in Form der Reaktions- und Verstärkerraten kontrollierbar. Es handelt sich also um eine Untersuchungstaktik, die mit ausdifferenzierten "Verstärkungsplänen" dafür sorgt, daß eine sonst schlecht greifbare "zentrale" Größe sich in möglichst einfacher Form als Änderung der "free-operant-rate" im Verhalten ausdrückt.

2. Ausgangsfragestellung

Im Anschluß an die mangelhaften Versuche der Indiana-Gruppe um R.C. Davis und Bob Stern, mit psychophysiologischen Mitteln die inzwischen klassischen Tierexperimente von Brady, Weiss und Mitarbeitern zur Ulkusgenese im Humanversuch zu replizieren, wurden in unserem Laboratorium vor einigen Jahren vegetative Reaktionen in operanten Leistungssituationen untersucht.

Dabei fanden sich charakteristische physiologische Reaktionsverläufe. Diese waren im allgemeinen von erhöhter "Aktivierung" in den Versuchsabschnitten mit response-kontingenten Verstärkungen gegenüber nicht-response-kontingenter Verstärkung und Ruhe gekennzeichnet.

Besonders in einem abhängigen Maß, der Atmungsfrequenz, zeigte sich aber eine eigenartige Asymmetrie von positiver und negativer Verstärkungswirkung.

Aus der Abbildung 1 wird deutlich, daß die klare Beschleunigung der Atmungsfrequenz in den kontingenten Verstärkungsabschnitten (2 und 6) nur im positiv verstärkten Fall (C₊-Gruppe) auftritt. In der negativen Verstärkungsbedingung (C₋-Gruppe) unterscheiden sich kontingente (2 und 6) und nichtkontingente Abschnitte (4 und 8) nicht, beide aber von den Ruheabschnitten (1, 3, 5, 7, 9).

Die positive Verstärkungsbedingung wurde damals durch einen variablen Intervallplan mit Punkt- bzw. Geldgewinn als Belohnung, die negative mit einem Sidman-Vermeidungsplan mit elektrischen Schmerzreizen am Bein realisiert. Als komplexes "Operant", also die Reaktionsfolge, die nach dem jeweiligen Verstärkungsplan positiv oder negativ verstärkt wurde, definierten wir eine korrekte Lösung einer Wahrnehmungs-Präzisionsaufgabe. Diese war von der Versuchsperson frei abrufbar und wurde auf einem Oszillografenschirm dargeboten.

Mit dieser Testprozedur sollten die vegetativen Folgen positiv und negativ motivierter Leistungen verglichen werden. Dabei sollte die Intensität der Leistungsstimulation in den beiden Bedingungen einigermaßen gleich sein. Das Kriterium hierfür, die "operante Verhaltensrate", zeigte zwar nur geringe Unterschiede, aber aus der Asymmetrie der physiologischen Reaktionen folgerten wir, daß sich die Vermeidungsbedingung doch qualitativ vom variablen Intervallplan positiver Verstärkung unterschied. Weder waren die Verstärkerreize psychologisch vergleichbar, noch schien die Joch-

Kontrolle in den Abschnitten nichtkontingenter Verstärkung überzeugend gelungen.

Vor kurzem haben wir daher diese Untersuchungsstrategie mit einigen technischen und methodischen Verbesserungen wieder aufgenommen.

Es ging dabei u.a. um folgende Fragen:

- a. Lassen sich die früher gefundenen Unterschiede (vgl. Abb. 1) zwischen positiven und negativen Verstärkungsbedingungen und reaktionskontingenten und nichtkontingenten Abschnitten bei verbesserter Prozedur reproduzieren?
- b. Bestehen Zusammenhänge zwischen vegetativen Reaktionen, operantem Verhalten und subjektiven Spannungsbeurteilungen?
- c. Lassen sich die Korrelationen von Verhaltensrate und physiologischen Prozessen mit zeitreihenanalytischen Maßen detaillierter beschreiben?
- d. Bewahrt sich dieses Vorgehen in der Differenzierung von gesunden und funktionell erkrankten Personen?
- e. Wie verhalten sich kardiovaskuläre und gastrointestinale Reaktionen unter diesen Bedingungen im Vergleich zueinander?

Hier sollen im wesentlichen die Fragen 1-3 sowie die Frage 5 erörtert werden.

3. Methodik

In einem 3-faktoriellen Gruppenplan mit wiederholten Messungen wurden 9 Personen ohne und 8 mit "vegetativen Magenbeschwerden" (Faktor I) verglichen. Jede Versuchsperson durchlief 3 Sitzungen (Faktor II) mit den Bedingungen Ruhe, variabler Intervallplan positiver Verstärkung und Sigman-Vermeidung. Die einzelnen Sitzungen gliederten sich in acht 10-minütige Abschnitte (Faktor III): Ruhe, Kontingente Verstärkung, Ruhe, Nichtkontingente Verstärkung; anschließend Wiederholung dieser Vierersequenz. Als komplexes "Operant" wurde, wie in der früheren Untersuchung, Abruf und korrekte Lösung einer visuellen Diskriminationsaufgabe definiert. Diese wurde technisch verbessert und als "Telespiel" eingeführt. Ein Microcomputer (TRS 80) bot die Aufgabe über einen Bildschirm an und steuerte auch den übrigen Versuchsablauf.

Abbildung 2 zeigt das Display für die Versuchsperson. Die beiden Balken laufen aufeinander zu, sobald die Versuchsperson die Abruf-Taste drückt. Kurz vor dem Treffpunkt hat die Versuchsperson die Lösungstaste zu drücken. Außerhalb eines engen Lösungsfensters wird die Aufgabe nicht gewertet. Rückmeldung bekommt die Versuchsperson nur, wenn vom Verstärkungsplan eine Belohnung oder Bestrafung definiert ist. Belohnung und Bestrafung waren im Gegensatz zur früheren Untersuchung Geld- bzw. Punkt-Gewinn und -verlust und insofern vergleichbarer.

Während in Abschnitten kontingenter Verstärkung die Aufgabe beliebig abrufbar ist, erhält die Versuchsperson in den Abschnitten nichtkontingenter Verstärkung Belohnung (= Punktgewinn) bzw. Bestrafung (= Punktverlust) in gleicher Häufigkeit und zeitlicher Verteilung wie im vorangegangenen kontingenten Abschnitt. Die Intervalle zwischen den Lösungsversuchen in diesem Abschnitt wurden randomisiert. Dies diente der Konstruktion überzeugender Joch-

Kontrollen.

Der Leistungszusammenhang wurde indirekt über die Instruktionen verstärkt. Sie sollten einerseits die Akquisition des operanten Verhaltens nach kurzem Vortraining mit dem Telespiel "kurzschliessen", gleichzeitig aber blind automatisierte Maximalraten vermeiden. Über die verwendeten Verstärkungspläne wurde dabei wahrheitsgemäß jedoch ohne Angabe der konkreten Verstärkungsintervalle informiert.

An abhängigen Variablen wurden in den Sitzungen außer den Elektro- und Magnetogastrogrammen die Atmung, die Herzfrequenz und Anspannungsratings am Ende jedes 10-Minuten-Abschnitts erhoben.

4. Ergebnisse

4.1. Bewertung der Testprozedur

Ein wesentlicher Vorteil der operanten Proben besteht, wie bereits erwähnt, darin, daß man ihre Wirksamkeit unabhängig von den physiologischen Reaktionen direkt aufgrund der Verhaltensdaten prüfen kann. Die dabei entscheidenden Größen sind: die mittlere operante Reaktionsrate und ihre Variabilität; die Effizienz des Verhaltens, also das Verhältnis von Verstärkung zu Reaktionsrate; absolute Verstärkerhäufigkeit und schließlich die Korrelation zwischen Verhaltens- und Verstärkerrate.

Tabelle 2 faßt die entsprechenden Ergebnisse zusammen. Aus ihr entnimmt man, daß die Sitzungen mit variablem Intervallplan positiver Verstärkung (= VI) und mit Siöman-Vermeidungsplan in Bezug auf mittlere Verhaltensrate und -variabilität tatsächlich vergleichbar sind.

Tab. 2: BEWERTUNG DER OPERANTEN TESTPROZEDUR (MITTLERE VERHALTENSMASSE, KRITERIUM: r_2 = LÖSUNGSVERSUCH; N = 35)

PARAMETER	VI (N ₁ = 17)		SI (N ₂ = 18)	
	1.SH	2.SH	1.SH	2.SH
REAKTIONSRATE (MIN ⁻¹)	17.37 (7.38)	20.99 (7.91)	17.54 (6.42)	18.90 (6.95)
VERSTÄRKERRATE (S ⁺ /-/10 MIN)	16.41 (1.50)	16.65 (1.11)	9.89 (10.49)	8.11 (11.81)
EFFIZIENZ (%)	9.45	7.93	5.63*	4.29*
KORRELATION VON REAKTIONS- UND VERSTÄRKERRATE	0.54	0.24	-0.87	-0.75

* Diese Werte sind streng genommen nicht mit den VI-Werten vergleichbar, da es sich um das Verhältnis von nicht vermiedenen Strafreizen zur Anzahl der Reaktionen handelt.

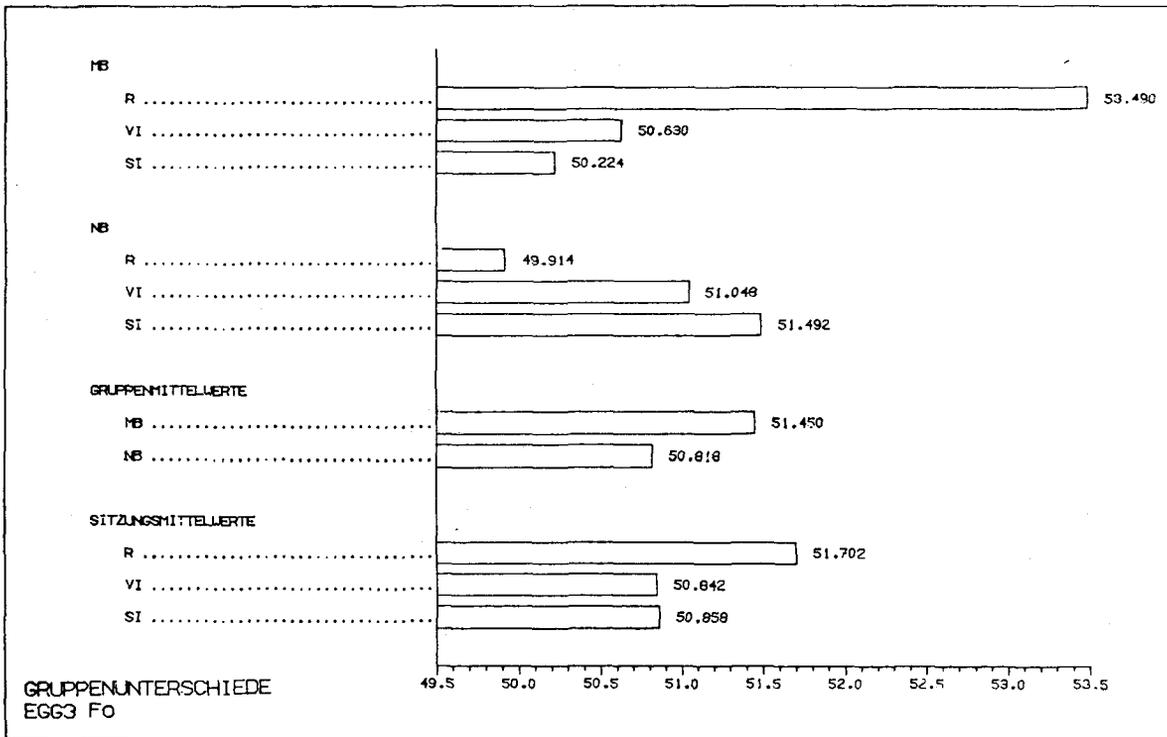


Abb. 3:

Frequenzunterschiede und differentielle Änderungen des gastrografischen Grundrhythmus bei Personen mit (MB) und ohne (NB) vegetative Magenbeschwerden in Ruhe (R), Sidman-Vermeidung (SI) und Variablem Intervallplan positiver Verstärkung (VI); $P = 0.040$ für die Wechselwirkung Gruppe x Sitzung.

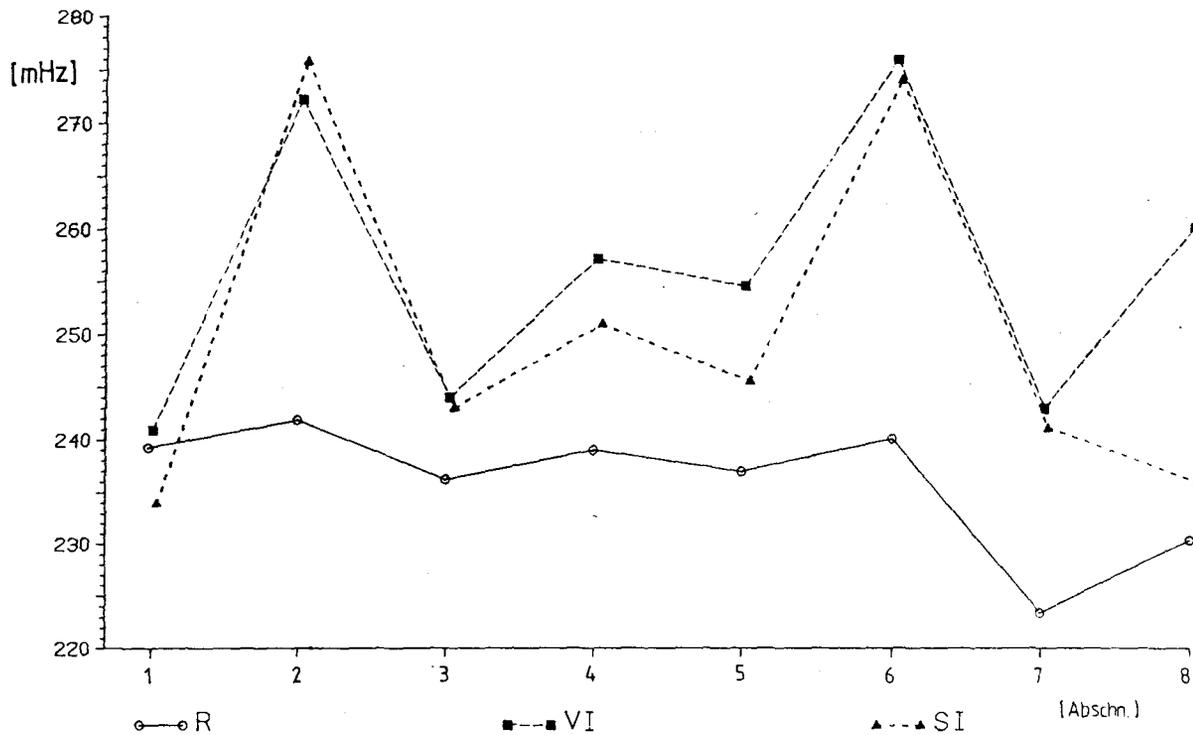


Abb. 4:
Mittlerer Verlauf der Atmungsfrequenz.

Die Häufigkeiten der Verstärkerreize sind allerdings in VI und SI stark unterschiedlich, und zwar vermindert in SI. Außerdem streuen sie in dieser Bedingung um fast das Zehnfache verglichen mit VI. Während also bei den Vpn im VI ein relativ homogenes Verhaltensmuster ausgelöst werden konnte, war das im SI nicht der Fall. Ein solches Bild findet sich regelmäßig in operanten Versuchen im sog. "transition state" (SIDMAN, 1960) vor Abschluß der Verhaltensstabilisierung. Dies stimmt mit der noch bestehenden hohen Korrelation von Reaktions- und Verstärkerrate überein (s.o.). Beide Prozedurmängel sind daher durch eine Verlängerung des Vortrainings zu beheben.

4.2. Gruppenunterschiede

Gruppenunterschiede zwischen Personen mit und ohne vegetative Magenbeschwerden sind zwar nicht der Hauptgegenstand dieses Beitrags, einige Besonderheiten sollten hier dennoch kurz erwähnt werden.

In den Verstärkungsbedingungen verhalten sich die beiden Gruppen verschieden: Während Personen mit Beschwerden in der Vermeidungsbedingung höhere Reaktionsraten zeigen als Personen ohne Beschwerden, kehrt sich dieses Verhältnis in der Bedingung mit positiver Verstärkung um. Hierzu passen die signifikant erhöhten Werte im Anspannungsrating der Magenbeschwerde-Gruppe (MB) in der ersten kontingenten Vermeidungsbedingung ($p = 0.032$, t-Test).

Unterschiede in den vegetativen Größen der beiden Gruppen fanden sich mehrfach, jedoch ausschließlich in den Maßen gastrointestinaler Aktivität.

Als Beispiel mag der differentielle Verlauf der Frequenz des gastrischen Grundrhythmus bei ca. 3 cpm gelten (vgl. Abb. 3).

Aufgetragen ist die Frequenz für eine der hexagonalen Ableitungen, und zwar als Mittelwerte der Sitzungen und Gruppen. Die MB-Gruppe zeigte eine starke Frequenzabsenkung in den Leistungsbedingungen verglichen mit Ruhe, während dieser Wert bei der Kontrollgruppe (= NB-Gruppe) von Ruhe zu Belastung ansteigt ($p = 0.05$). Die Amplituden nehmen einen spiegelbildlichen, aber nichtsignifikanten Verlauf.

4.3. Psychophysiologische Reaktionsverläufe

Die generellen vegetativen Wirkungen der operanten Leistungsmanipulationen zeigen sich deutlicher in den mittleren psychophysiologischen Reaktionsverläufen.

Ähnlich wie im früheren Versuch sind die Effekte der kontingenten und nichtkontingenten Verstärkung gegenüber Ruhe in den Atmungsfrequenzen klar ausgeprägt.

Aus der Abb. 4 ist im Vergleich zu Abbildung 1 erkennbar, daß die Asymmetrie von positiver und negativer Verstärkung verschwunden ist und sich nun in beiden Fällen die kontingenten von den nichtkontingenten Phasen und diese wieder von den Ruhe-Phasen deutlich abheben ($p = 0.001$). In Ruhe selbst ergibt sich kein systematischer Verlauf.

Die Herzrate verhält sich ähnlich der Atmungsfrequenz. Daß es sich bei den beobachteten Verläufen um systematische Beanspruchungsprofile handelt, macht der Verlauf der subjektiven Anspan-

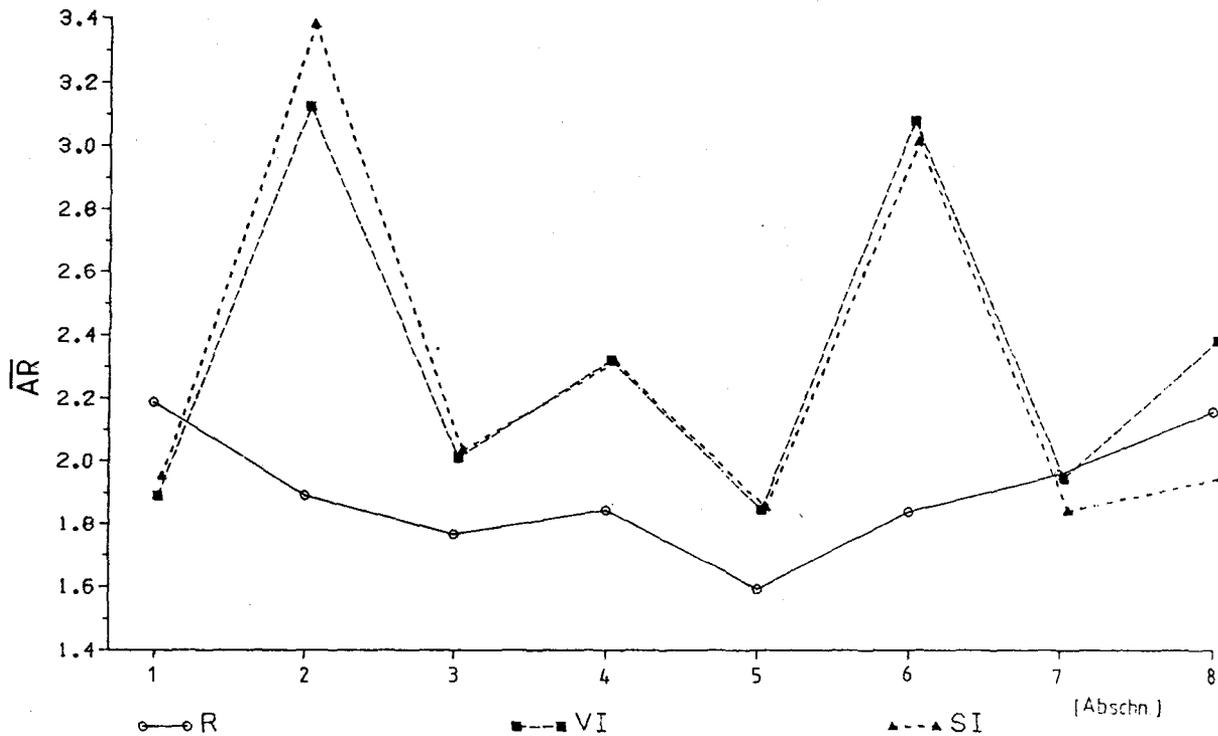


Abb. 5:
 Mittlerer Verlauf der subjektiven Anspannung. R = Ruhe-Sitzung, VI = Variabler Intervallplan
 positiver Verstärkung, SI = Sidman-Vermeidung.

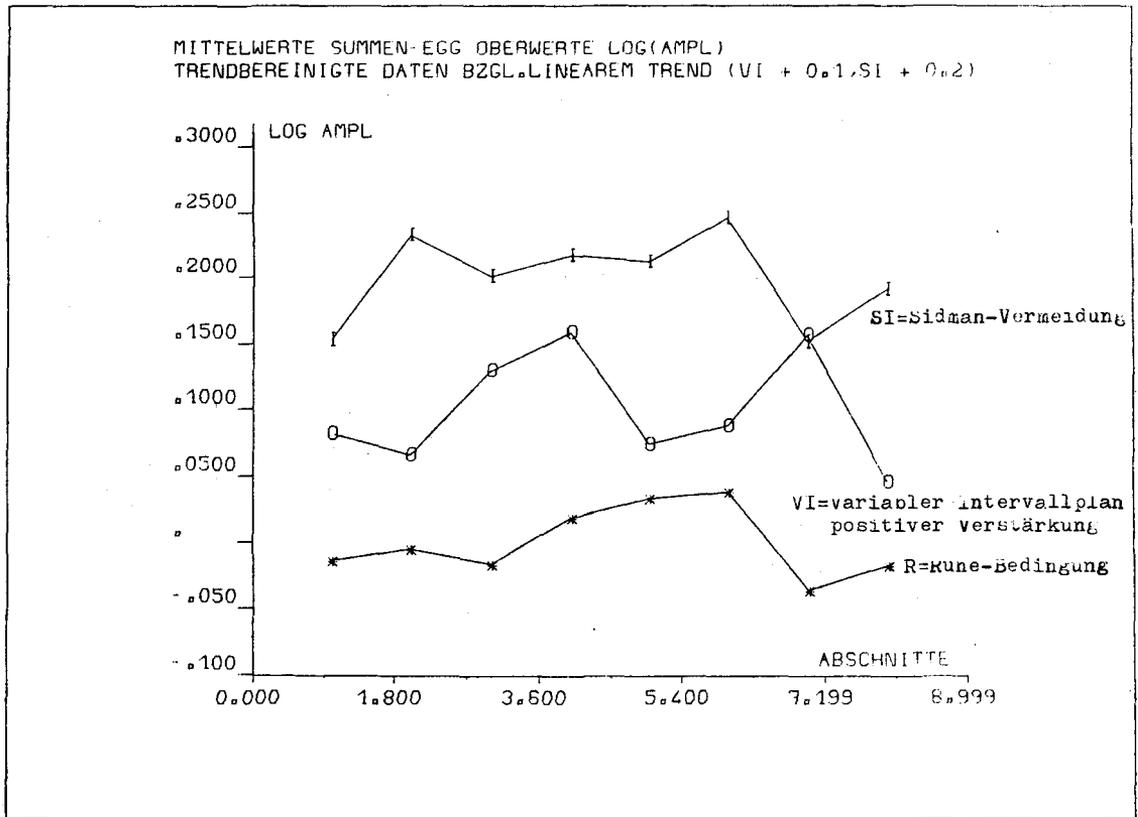


Abb. 6:
Trendbereinigte Mittelwerte (VI- und SI-Kurven nach oben verschoben.).

nung wahrscheinlich, der gut zu den physiologischen Größen paßt (vgl. Abb. 5).

Vergleicht man damit die Wirkungen unserer Belastungsmanipulationen auf die Magenaktivität, ergibt sich für die Amplitude des Grundrhythmus des Summen-Elektrogastrogramms bei 3 cpm nur in der Vermeidungsbedingung eine gute Übereinstimmung mit den bisherigen Verläufen. Hier ist die Aktivität in den response-kontingenten Abschnitten erhöht. Wie man aus der nächsten Abbildung (Abb. 6) erkennt, gilt das nicht mehr für die positiven Verstärkungsbedingung.

Hier kehrt sich das Verhältnis zum Teil um, d.h. die Aktivität sinkt sogar ab. Da die übrigen Verläufe so klar ausfielen, kann dies nicht von der Belastungsprozedur herrühren. Läßt sich dieses komplizierte Muster in den laufenden Analysen sichern, könnte es sich dabei um eine differentielle Antwort des Gastrointestinalsystems auf positive gegenüber negativen Verstärkungsbedingungen handeln.

4.4. Zusammenhänge zwischen Verhalten und Physiologie

Eines der Anliegen der vorliegenden Untersuchung war eine Testprozedur anzugeben, mit der zeitlich veränderliche Erlebens- und Verhaltensmaße mit vegetativen Reaktionen in Leistungssituationen im Zusammenhang analysiert werden können. Dieser Zusammenhang kann lokal oder global beschrieben werden.

4.4.1. Globale Korrelationen

Beispiele für globale Kovariationen mittlerer Aktivitätsmaße über ganze 10-Minuten-Intervalle sind im letzten Abschnitt schon behandelt worden. Aus den Korrelationen summarischer Maße der Anspannung, der Verhaltensintensität, -variabilität und -effektivität mit ebenso summarischen vegetativen Maßen lassen sich ebenfalls mehrere interessante Beziehungen ablesen.

Zum Beispiel finden sich in der VI- und der SI-Bedingung nicht selten entgegengesetzte, wenn auch mäßige Korrelationen zwischen vegetativen Größen, wie mittlerer Herzfrequenz oder der Amplitude der Magenrhythmik, einerseits und Parametern des operanten Leistungsverhaltens oder der subjektiven Anspannung andererseits. Die durch partielle positive Verstärkung (nach einem VI-Plan) aufrechterhaltene Leistung muß andere psychophysiologische Wirkungen entfaltet haben als die negativ verstärkte im Sidman-Plan.

Ferner findet die in Abbildung 6 dargestellte Tatsache, daß nur die gastrografischen Wirkungen des SI-Plans, nicht aber des VI-Plans, mit den sonstigen physiologischen Reaktionsverläufen konform gehen, seine Entsprechung in den Korrelationen, der Verstärkungsraten und der Amplitude der Grundrhythmik des Magens bei 3 cpm. In den Abschnitten kontingenter Verstärkung korreliert die Anzahl der nicht vermiedenen Verlustpunkte in der Vermeidungssitzung damit signifikant positiv. Die Korrelation der Gewinnpunkte in der Belohnungsbedingung mit dem gleichen Maß ist jedoch negativ. In den Abschnitten nicht-kontingenter Verstärkung der Vermeidungssitzung bleibt die Korrelation erhalten ($r = + 0.43$, $p = 0.01$, $n = 36$), in der VI-Sitzung geht sie auf 0 zurück.

Bemerkenswert dabei ist, daß das Korrelationsmuster sein Gegenstück in den entsprechenden Korrelationen der subjektiven Anspannungsbeurteilung findet.

4.4.2. Lokale Wechselwirkungen

Der wichtigste Vorteil der hier verwendeten Prozeduren besteht in der Möglichkeit, auch die lokalen zeitlichen Beziehungen von Verhalten und Physiologie zu analysieren. Tonische Komponenten vegetativer Aktivierung und lokal durch die Testreize usw. ausgelöste phasische Aktivität lassen sich damit trennen, neue Arten von Zusammenhängen finden.

Dazu kann man sich im Prinzip aller Verfahren bedienen, die auch zur Beschreibung des Zusammennangs von physiologischen Zeitreihen untereinander verwendet werden.

Die einfachsten und bekanntesten Methoden sind die Auswertung von Kreuzkorrelationsfunktionen sowie das kohärente Mitteln.

Die Berechnung der Kreuzkorrelationsfunktion zwischen dem Ereignis "Lösungsversuch" (r_2) und dem Atemungsverlauf z.B. ergibt im allgemeinen periodisch im Atmungsrhythmus wiederkehrende Korrelationsmaxima. Das zeigt, daß das Verhalten zu einem gewissen Grad mit der Atmung phasengekoppelt ist. Die Testaufgabe wird demnach nicht rein zufällig, sondern bevorzugt zu einem bestimmten Zeitpunkt im Atmungszyklus abgerufen.

Zur genaueren Analyse eignet sich besser reaktions- oder verstärkerkohärentes Mitteln der physiologischen Variablen. Dabei werden die physiologischen Signalverläufe in der Umgebung der Reaktions- oder Verstärkungszeitpunkte aufgemittelt, ganz ähnlich dem reizkohärenten Mitteln von EEG-Verläufen bei der Bestimmung evozierter Potentiale. Dadurch sind noch sehr schwache vegetative Wirkungen der operanten Reaktionen und der Verstärkerreize erkennbar, die sonst völlig in der Spontanvariation der physiologischen Maße verborgen sind.

So zeigt die Abbildung 7 deutliche phasische Pulsbeschleunigungen durch die Aufgabe. Die obere Kurve entstand durch Mitteln von 117 Herzfrequenzverläufen vor und nach dem Aufgabenabruf in der SI-Bedingung einer Versuchsperson. Die untere Kurve entspricht dem gleichen Datensatz. Der Triggerpunkt der kohärenten Mittelung ist hier aber der zweite Tastendruck, also der Lösungsversuch. Man erkennt eine einmalige Beschleunigung nach r_1 , nicht aber nach r_2 , von etwa 4 Schlägen/Minute und ca. 2 - 3 sec Dauer.

Die in Abbildung 8 gezeigten mittleren Herzfrequenzreaktionen stammten aus der response-kontingenten Phase der SI-Sitzung dieser Versuchsperson. In der zweiten response-kontingenten Phase der gleichen Sitzung wird die erste Pulsbeschleunigung fast identisch reproduziert.

Danach folgt aber eine zweite längere und schwächere Akzelerationswelle. Außerdem wird eine initiale Dezeleration erkennbar. Diese Veränderungen könnten anzeigen, daß sich die subjektive Aufgabenbedeutung mit zunehmender Übung ändert. Pulsdezelerationen findet man beispielsweise häufig bei erhöhter Reizzuwendung. Der Vergleich mit den gemittelten Atemungsverläufen darunter belegt, daß die beobachteten Herzfrequenzantworten nicht auf die respiratorische Arrhythmie zurückgehen.

Von besonderem Interesse sind Vergleiche der Verstärkerwirkung in den response-kontingenten Abschnitten mit der in der Jochkon-

SI

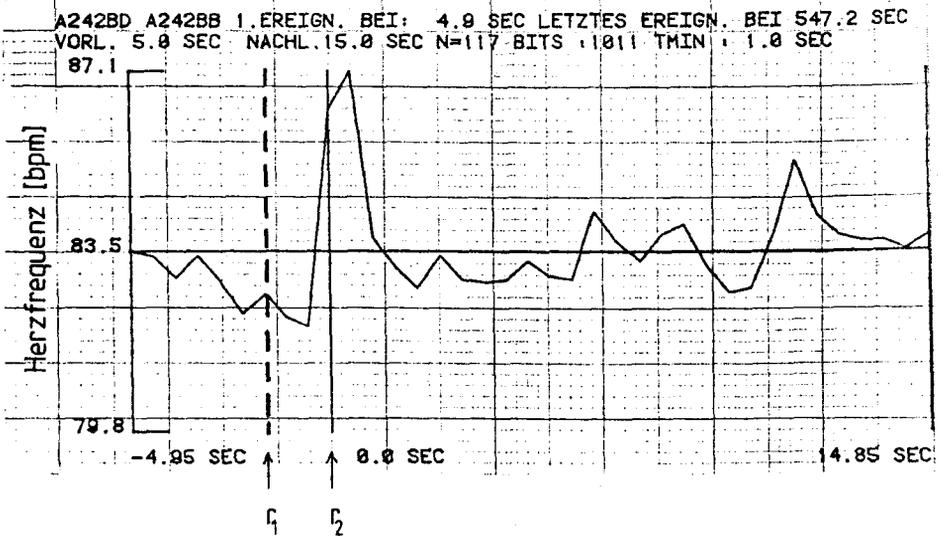
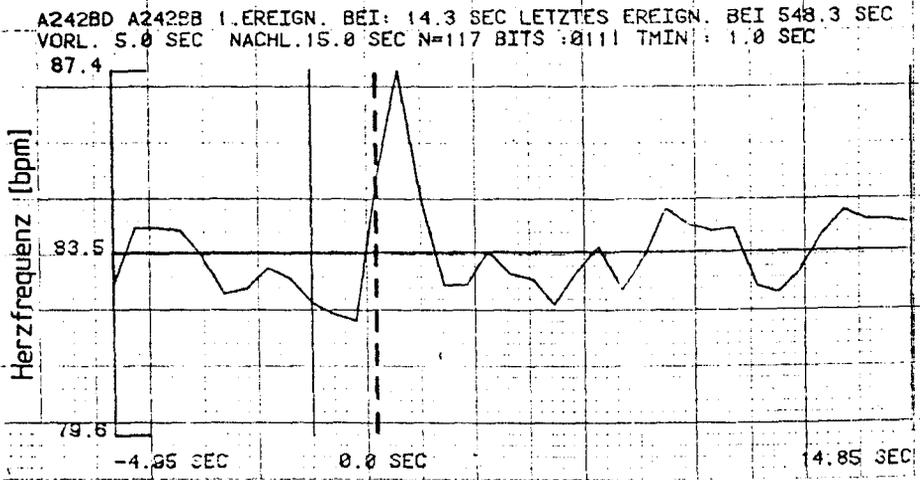


Abb. 7:
Gemittelte evozierte Herzratenreaktion (Vp24) auf Aufgabenabruf (r_1) und
-lösung (r_2) in der 1. kontingenten Verstärkungsbedingung (RC1) des Sidman
Vermeidungsplans (SI). Ordinatenzeichnung in Schlägen pro Minute (bpm). Die
untere Kurve (Mittelungstrigger = r_2) ist um den mittleren r_1 - r_2 -Abstand
nach rechts verschoben, so daß korrespondierende Zeitpunkte wieder über-
einander liegen.

SI

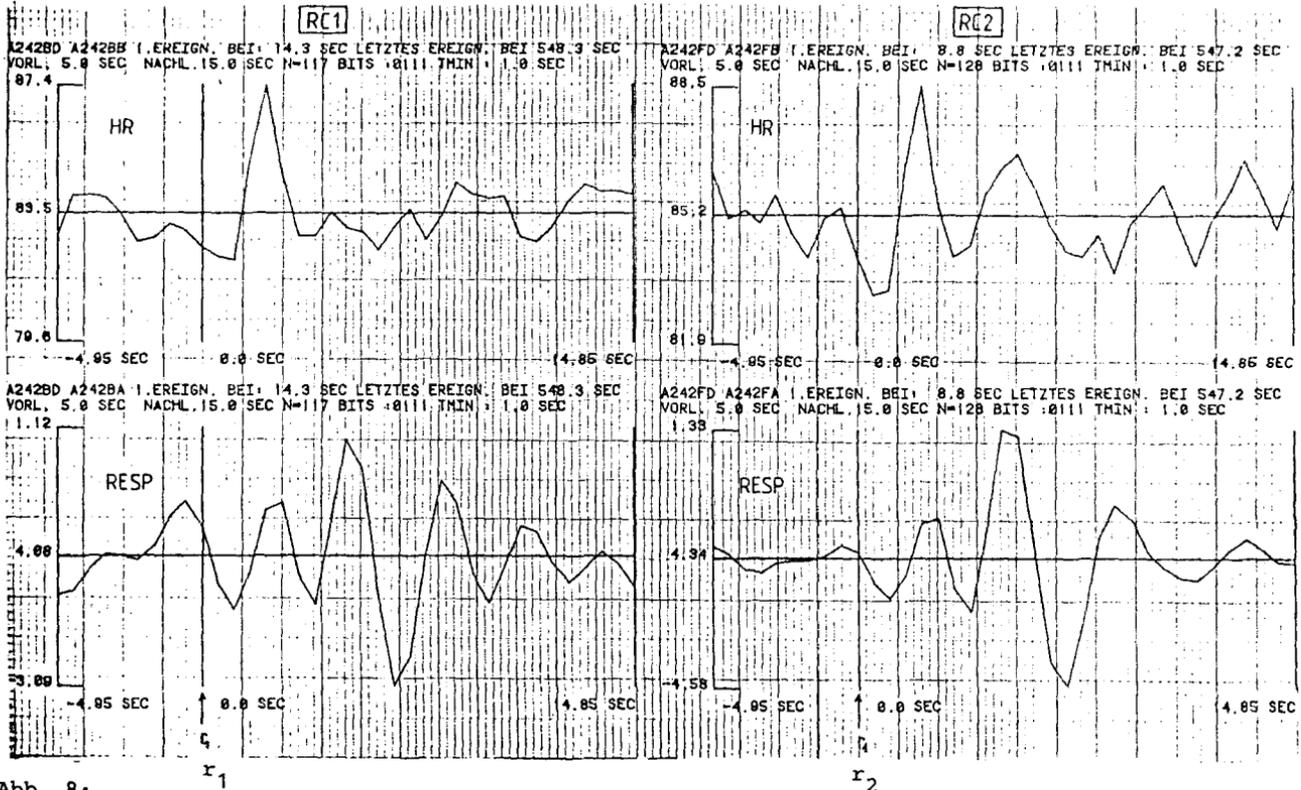


Abb. 8:

Gemittelte evozierte Herzraten- und Atmungsreaktionen auf Aufgabenabruf (r_1) in den 1. und 2. kontingenten Verstärkungsbedingungen (RC1, RC2).

trollbedingung und Vergleiche zwischen Belohnung und Bestrafung. Dazu werden die physiologischen Signale kohärent relativ zum Verstärkungsereignis gemittelt. Dabei finden sich u.a. relativ langwellige gastrografische Reaktionen auf die Verstärkungsreize, die auch einen gewissen Unterschied zwischen kontingenter und nicht-kontingenter Phase erkennen lassen. Ob die Verläufe einigermaßen stabil sind, kann erst nach Abschluß dieser Analysen für eine größere Anzahl von Versuchspersonen entschieden werden. Unter den jetzt verfügbaren Daten finden sich z.T. erstaunlich hohe Übereinstimmungen der gemittelten evozierten Reaktionen der vegetativen Größen innerhalb einer Versuchsperson zu verschiedenen Zeitpunkten, obwohl die interindividuellen Verläufe recht verschieden sein können.

5. Anwendungsperspektiven

In der beschriebenen Weise lassen sich eine Reihe von lokalen Abhängigkeiten der vegetativen Größen von der Aufgabentätigkeit der Versuchsperson quantifizieren und zur genaueren Beschreibung der ausgelösten Reaktionsprofile heranziehen. Die phasischen Pulsbeschleunigungen nach einer Aufgabenlösung z.B. kann man aufintegrieren und erhält den Herzfrequenzanteil, der auf diese Tätigkeit zurückgeht. Er kann bei der Bewertung der vegetativen Belastungsreaktionen berücksichtigt werden. Die Kovariation von mittlerer Herzfrequenz und Reaktionsrate über 10 Minuten hinweg läßt sich dadurch in zwei Komponenten spalten. Die eine enthält die unmittelbar von den eigenen Reaktionen und ihren Konsequenzen ausgelösten vegetativen Änderungen. Die verbleibende Komponente der Kovariation von Verhalten und Physiologie spiegelt dann eher überdauernde, zentrale Einflußgrößen. Das bedeutet vereinfacht, daß man die vegetativen Wirkungen der eigenen Aktivität und der mit ihr verbundenen Stimuli von der vegetativen Aktivierung trennen kann, die von den "psychologischen" Dimensionen der Leistungssituation ausgeht. Gerade diese Komponente ist aber von besonderem Interesse, wenn in psychosomatischen u.ä. Untersuchungen Indizes der eigentlichen "Beanspruchung" des Individuums gewonnen werden sollen und diese nicht nur indirekt über Maße der objektiven "Belastung" quantifiziert werden soll (vgl. FAHRENBERG 1979b).