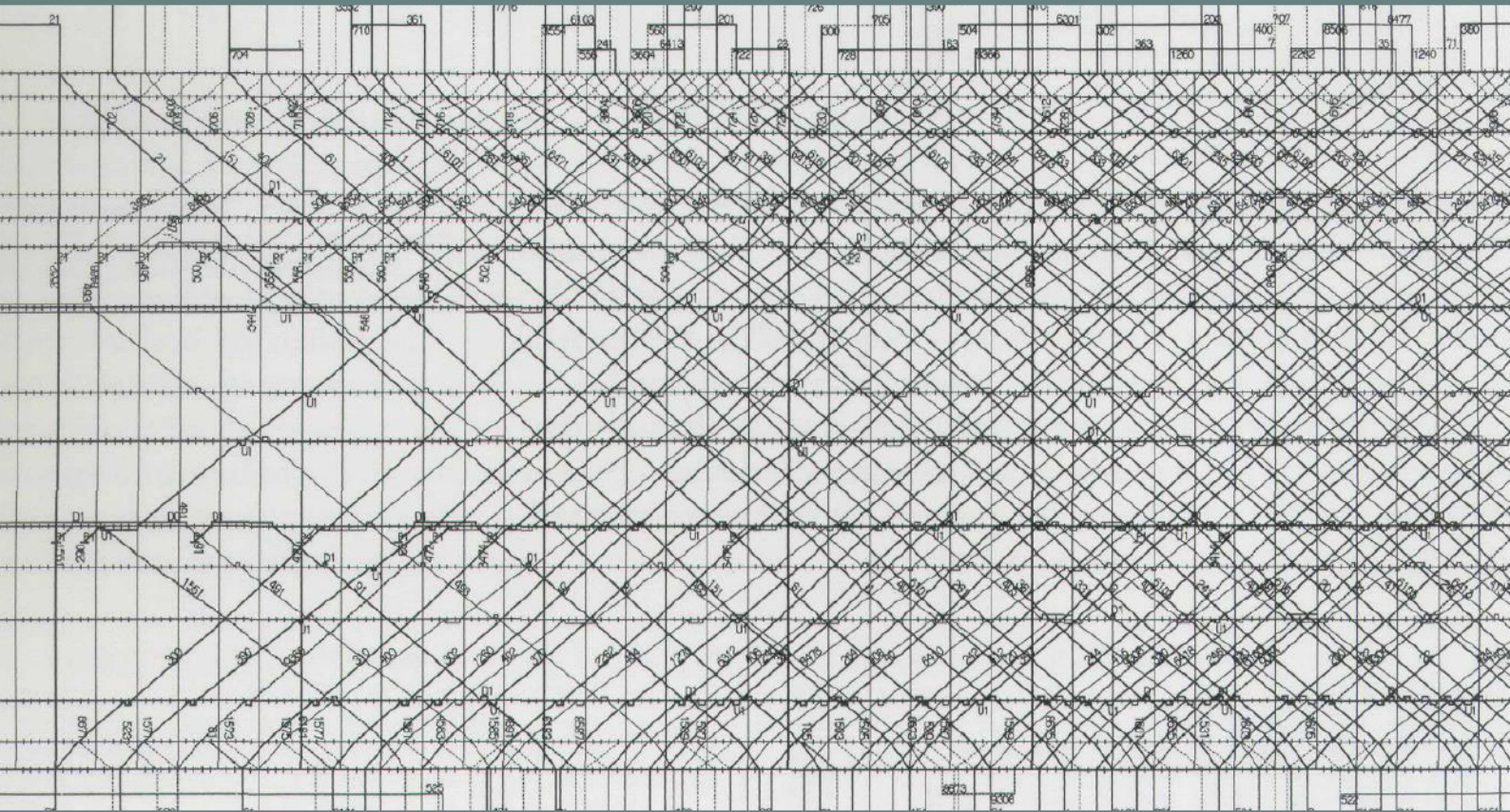


Lasse Gerrits - Danny Schipper



Internationale Vergleichsstudie zum Eisenbahnstörungenmanagement



Internationale Vergleichsstudie
zum
Eisenbahnstörungenmanagement

Lasse Gerrits - Danny Schipper

Die Autoren



Prof. Dr. Lasse Gerrits ist Lehrstuhlinhaber des Lehrstuhls Steuerung innovativer und komplexer technischer Systeme an der Otto-Friedrich-Universität in Bamberg (Deutschland). Er hat Verwaltungswissenschaft und Raumplanung an der Erasmus Universität in Rotterdam (Niederlande) studiert. Er war als Berater bei TNO Built Environment and Geosciences tätig. Bevor Prof. Gerrits den

Lehrstuhl in Bamberg übernahm, war er Juniorprofessor an der Erasmus Universität.

Dr. Danny Schipper ist Postdoc an der Erasmus Universität in Rotterdam (Niederlande). Er studierte Humangeographie und Raumplanung an der Universität in Utrecht und Verwaltungswissenschaften an der Erasmus Universität. Gemeinsam haben Sie das Forschungsprojekt "Managing Complex System Disruptions" (MaCSyD) ins Leben gerufen, auch mit Hilfe der Freien Universität Amsterdam und der Delft University of Technology. Das Forschungsprojekt analysiert Kommunikations- und Koordinationsprobleme zwischen Arbeitsteams während des Managements bei Störungen im Eisenbahnverkehr. Sie haben viel zu diesem Thema veröffentlicht und waren als Berater bei ProRail und anderen europäischen Eisenbahninfrastrukturunternehmen tätig.

Impressum

Diese Studie wurde in Auftrag gegeben von ProRail in den Niederlanden ,in Zusammenarbeit mit der Netherlands Organization for Scientific Research (Fördernummer 438-12-308). Diese Studie ist Teil des übergeordneten ExploRail Forschungsprogramms (www.explorail.com) und Bestandteil des Forschungsprojekts Managing Complex System Disruptions (MaCSyD).

Zusammenfassung

Forschungsziel

Effektives Störungsmanagement ist wichtig, um die Zuverlässigkeit von Eisenbahnsystemen zu gewährleisten. Europäische Eisenbahn Infrastrukturunternehmen (EIU) und verkehrsunternehmen (EVU) haben signifikant viel in die Technologie investiert, um die Betreiber beim Beseitigen von Störungen zu unterstützen. Trotz Automatisierungsaufgaben, Entwicklung von Entscheidungshilfen und den immer komplizierten Informationssystemen, bleibt die Steuerung des Eisenbahnverkehrs ein arbeitsintensiver Prozess, welcher sich auf die Erfahrung von hunderten oder sogar tausenden Betreibern verlassen muss. In den letzten Jahrzehnten haben diese Betreiber in ihrem Tätigkeitsbereich tiefgreifende Änderungen erlebt. Die bedeutendste Änderung war die Teilung zwischen EIU und EVU und der Eintritt von vielen privaten und halbprivaten EVU. Es ist daher gerechtfertigt von einem vernetzten oder multiteam System zu sprechen, bei dem zahlreiche Kontrollzentren, geteilt durch geographische und organisatorische Grenzen, zusammen arbeiten müssen.

Die Interdependenzen zwischen allen Parteien werden bei Störungen deutlicher sichtbar bei, wenn Betreiber in verschiedenen Kontrollzentren ein komplexes Puzzle von umzuplanenden Fahrplänen, Zugpersonal und Schienenfahrzeuge in koordinierter Weise zusammensetzen müssen. Koordination zwischen Kontrollzentren kann durch offizielle Koordinationsmethoden, wie z.B. vordefinierte Pläne und Abläufe, zusammen mit straffen Strukturen und zentralisierter Entscheidungsfindung, erreicht werden. Jedoch sind ad-hoc und flexible Entscheidungsfindungen und flexible Strukturen oft genauso notwendig, um mit unerwarteten Situationen umzugehen. Schlechthin sind beide – formelle oder informelle Koordinationsmechanismen – notwendig und Kompromisse müssen gemacht werden, die die adaptiven Leistungen dieser komplexen Systeme begrenzen, wie z.B. ihre Fähigkeit sich zwischen Flexibilität und Vorhersagbarkeit zu bewegen. In diesem Bericht haben wir uns die folgende Frage gestellt: *“Wie gehen europäische EIM und EVU mit diesen Kompromissen während des Störungsmanagements um und was kann von den verschiedenen Methoden der Länder gelernt werden?”* Die folgenden Länder und Organisationen waren bereit bei unserem Forschungsprojekt zu kooperieren: ÖBB Infrastruktur (Österreich), InfraBel (Belgien), Banedanmark und DSB (Dänemark), DB Netze und DB Regio (Deutschland), ProRail und NS (Niederlande), Infraestructuras de Portugal (Portugal) und Trafikverket (Schweden). Die Daten wurden während Vor-Ort-Begehungen bei nationalen oder regionalen Kontrollzentren zwischen September 2015 und Januar 2018 gesammelt. Der Vergleich ist in zwei Kompromisse gegliedert: a) Zentralisierung versus Dezentralisierung, und b) Antizipation versus Widerstandsfähigkeit. Wir beobachteten die Kompromisse durch die Themen wie in Tabelle S1 aufgeführt.

Tabelle S1 Auflistung der Punkte, ihre Beschreibung und Bewertung, um die verschiedenen Länder einzustufen

Abwägung A: Zentralisierung vs. Dezentralisierung		
<i>Punkte</i>	<i>Beschreibung</i>	<i>Zentralisiert 0 – 0.33</i> <i>Dezentralisiert 0.66 – 1</i>
Verteilung der Verkehrsleitstellen	Dies betrifft die Anzahl der Leitstellen und ihre geographische Verteilung im Land.	Gering Anzahl und limitierte Verteilung 0; hohe Anzahl und Verteilung: 1
Zuteilung von Entscheidungsgewalt während Störungen	Dies beurteilt ob Entscheidungen von lokalen Leitstellen oder nationalen Leitzentren getroffen werden	Zentralisierte Entscheidungsfindung: 0; Dezentrale Entscheidungsfindung: 1
Autonomie der lokalen Verkehrsleitung	Dies beurteilt den Grad der Autonomie lokaler Verkehrsleitstellen bei der Entscheidungsfindung im Störfall	Geringe Autonomie: 0; bedeutende Autonomie: 1
Kommunikation und Knotenpunkte der Kommunikation	Dies betrifft den Kommunikationsfluss zwischen den Hierarchieebenen sowie die Verkehrsleiter welche die Informationen verarbeiten	Strahlenförmiger Informationsfluß: 0; Verteilte Kommunikations-flüsse: 1
Gemeinsame Unterbringung von EVU und EIU	Dies betrifft die Frage ob EVU und EIU sich den gleichen Arbeitsplatz teilen und am gleichen Ort anwesend sind.	Gleicher Ort: 0; Volle räumliche Trennung: 1

Abwägung B: Antizipation vs. Widerstandsfähigkeit

<i>Punkte</i>	<i>Beschreibung</i>	<i>Antizipation 0 – 0.33</i> <i>Widerstandsfähigkeit 0.66 – 1</i>
Bedeutung von Maßnahmenplänen	Dies betrifft die Anzahl der Maßnahmenpläne und wie diese in der Praxis angewandt werden	Verlassen auf vordefinierte Pläne: 0; Verlassen auf Improvisation: 1
Automatisierung der Verkehrsleitung	Dies betrifft die Verfügbarkeit und Nutzung automatisierter Verkehrsleitung, welche lokale Operationen ersetzen oder übersteigen können	Automatisiert: 0; Manuelle Verkehrsleitung: 1
Institutionalisierung gemeinsamen Sensemakings	Dies betrifft den Grad der Institutionalisierung und Organisation von gemeinsamen Sensemaking	Organisiert: 0; nicht organisiert: 1
Nutzung von Dispositionsregeln	Dies betrifft die Verfügbarkeit und Nutzung von Dispositionsregeln	Rigoreuse Anwendung von Regeln: 0; keine Anwendung von Regeln: 1

Ergebnisse

Die Ergebnisse des Vergleichs sieht man in Abbildung S1. Abbildung S1 zeigt die durchschnittliche Punktzahl für jeden Kompromiss (a) Zentralisierung vs. Dezentralisierung und (b) Antizipation vs. Belastbarkeit, pro Land. Drei "Cluster" können festgestellt werden. Erstens, Österreich und die Niederlande sind beide moderat zentralisiert und von allen sieben Ländern verlassen sie sich am meisten stark auf ein formalisiertes Konzept, um mit Störungen umzugehen. Formalisierung reduziert den Koordinationsaufwand und erzeugt mehr vorhersehbare Ergebnisse, könnte aber auch die Fähigkeit des Systems sich auf unvorhersagbare Ereignisse umzustellen, reduzieren. Der zweite "Cluster" besteht aus Belgien und Dänemark, sie kombinieren eine zentralisierte Struktur mit der Betonung auf Belastbarkeit. Betreiber in diesen Ländern scheinen sich beim managen einer höheren Flexibilität zu erfreuen. Der dritte "Cluster" besteht aus Schweden und Portugal, in erste Linie weil sie ein höheres Grad an Dezentralisation haben als die anderen Länder. Deutschland scheint eine Art Außenseiter zu sein. Es ist viel mehr Dezentralisiert, als die anderen Länder. Dies reflektiert vielleicht die Größe und Komplexität ihres Eisenbahnnetzwerks und die vielen EVU, beides reduziert die Möglichkeit einer zentralen Kontrolle. Anders ausgedrückt, Deutschlands Alleinstellungsmerkmale spiegeln deutlich wieder wie Störungsmanagement strukturiert ist.

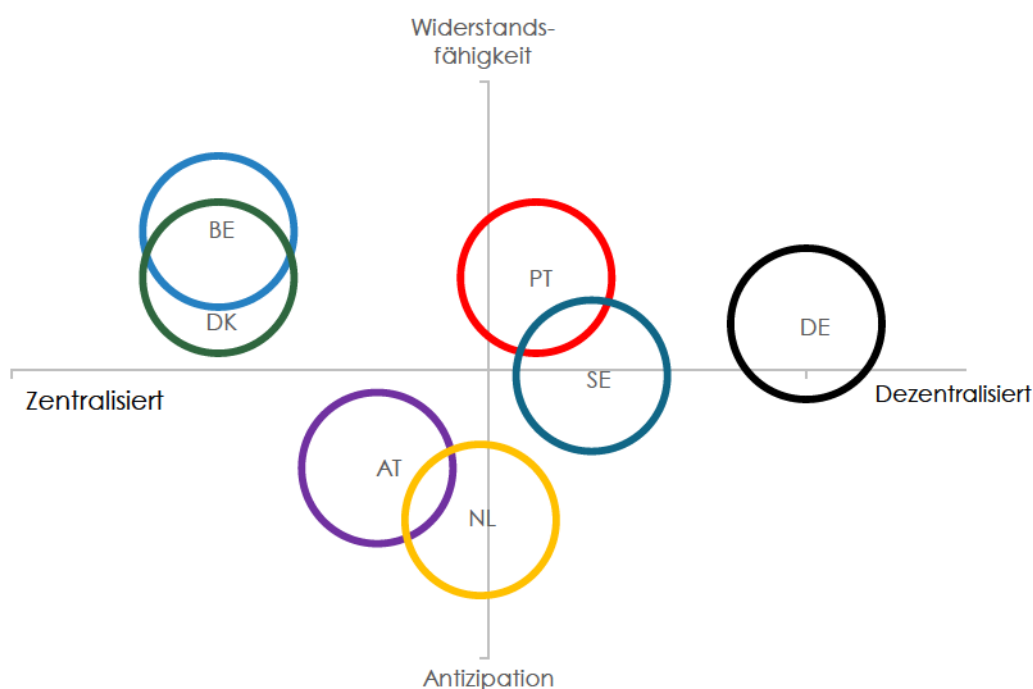


Fig. S1 Darstellung der durchschnittliche Punktzahl der Länder pro Kompromiss

Die Ergebnisse zeigen, dass es verschiedene Wege gibt insgesamt eine ähnliche Art von System zu erreichen, gemäß den 3 "Clustern". Obwohl sich Bahnsysteme grundsätzlich

ziemlich ähnlich sind (Beförderung von Personen und Gütern), und auch in der Art und Weise wie es durchgeführt wird, haben wir festgestellt, dass es enorme Unterschiede zwischen den Ländern gibt. Diese Studie zeigt, dass es nicht den besten Weg gibt um Störungsmanagement im Bahnverkehr zu strukturieren. Nur durch den Vergleich der Methoden wird das Spektrum der Möglichkeiten sichtbar.

Gewonnene Erkenntnisse

Obwohl es große Unterschiede zwischen den verschiedenen Ländern gibt, kann man ein paar allgemeine Erkenntnisse aus dem Vergleich ziehen.

1. Die Beziehung zwischen zentral und regional oder örtlichen Kontrollzentren

Ein immer wiederkehrendes Thema während der Vor-Ort-Begehungen war die Unklarheit bezüglich der Aufteilung der Rollen und Verantwortlichkeiten zwischen den zentralen und regionalen oder dezentralen Kontrollzentren. Obwohl nationale Kontrollzentren über den vielen regionalen Kontrollzentren geplant sind, bleibt es für die Betreiber in den nationalen Kontrollzentren sehr schwierig sich über die Aktivitäten der regionalen Zentren hinaus zu behaupten. Ebenso ist es wichtig, dass die Betreiber und Teams über die Aufgaben, Funktionen und Informationen des jeweiligen anderen Bescheid wissen. Das kann durch gemeinsame Schulungen erreicht werden. Leider werden gemeinsamen Schulungen oft nicht berücksichtigt, wegen Zeitmangels und fehlender Kapazitäten. Aus den Forschungsergebnissen geht hervor, dass das Investieren in Schulungen ein wichtiger Bestandteil ist, um die gemeinsame Leistung der Teams während des Störungsmanagements zu verbessern.

2. Informationsaustausch während der Störungen

Schnelle und vollständige Verteilung von Informationen zwischen den Teams ist wichtig damit bei Störungen schnell und koordiniert reagiert werden kann. Es wurden erhebliche Verbesserungen bei den Informationssystemen gemacht, um die Abläufe und Entscheidungsfindungen zu unterstützen. Während diese Informationssysteme sehr wichtig sind, können sie das ausführliche Telefonat nicht völlig ersetzen, speziell bei groß angelegten, komplexen Störungen, wenn die operativen Zusammenhänge oft unklar sind und (zu) viel Kommunikation nötig ist, um ein gemeinsames Verständnis zu erreichen. Es wurde herausgefunden, dass nicht nur der Informationsfluss zwischen den Teams wichtig ist, sondern die verfügbaren Informationen regelmäßig zu vernetzen und aus zu tauschen durch die Unterstützung gemeinsamen Sensemakings.

3. Die Funktion von Maßnahmenplänen

Maßnahmenplänen können ein sehr effektiver Weg sein, um die Neuplanung von Handlungen der verschiedenen Kontrollzentren zu koordinieren und Passagieren zuverlässige Reiseinformationen zur Verfügung zu stellen. Darüber hinaus, wenn zwischen the EVU vereinbart, kann man diskriminierungsfreie Lösungen anbieten. Es gibt jedoch auch Nachteile sich strikt an vordefinierte Pläne zu halten, da sie zu Unbeweglichkeit und zur übermäßigen Vereinfachung von Betriebszuständen führen, wenn im Moment eine Überarbeitung der Pläne notwendig wäre. Die Studie hat gezeigt, dass Maßnahmenplänen effektiv als Vorlage zur Entwicklung einer abschließenden Lösung genutzt werden können, die passend für die spezifischen Umstände jeder einzelnen Störung sein kann. Dies erwies sich als sehr effizienter Weg Planbarkeit mit Flexibilität zu verbinden.

4. Die Beziehung zwischen EVU und EIU

Die Trennung von den EIU und den traditionellen EVU zusammen mit den dem Eintritt von neuen EVU auf den Eisenbahnmarkt hat wichtige neue Herausforderungen bezüglich der Koordination während des Störungsmanagements mit sich gebracht. In dieser Studie zeigen sich wichtige Unterschiede bezüglich inwieweit sich der Markt jedes Landes geöffnet hat und wie die Länder mit dem Thema Koordination umgehen. Mit der derzeitigen EU Politik, mit dem Ziel der Öffnung der heimischen Eisenbahnmärkte, scheinen sich die Koordinationsaufgaben zu erhöhen damit müssen sich auch die Anzahl der EVU in jedem Land erhöhen. Deutschland und Schweden können als Pioniere angesehen werden und vieles kann von diesen Ländern gelernt werden. In dieser Studie haben wir herausgefunden, dass effektive Entscheidungsgewalt der EIU und die Regelung, dass aktuelle Informationen allen EVU zur Verfügung stehen, für ein effektives Störungsmanagement sehr wichtig geworden sind.

5. Automatisierung und Zentralisierung der Verkehrssteuerung im Bahnverkehr

Alle Länder in dem Beispiel arbeiten an weiterer Automatisierung und Zentralisierung der Verkehrssteuerung im Bahnverkehr. Dieser Wandel ist wichtig um sicher mit der Zunahme des Bahnverkehrs an den oft schon verkehrsreichen Bahnlinien umzugehen. Natürlich haben von der Kostenperspektive aus Automatisierung und Zentralisierung auch ihren Nutzen. Automatisierung und Zentralisierung bei der Verkehrssteuerung im Bahnverkehr erzeugt aber auch neue Herausforderungen. Die neuen und modernen regionalen Kontrollzentren gibt es nur in einer geringen Anzahl von großen Städten. Das bedeutet, dass entweder die Betreiber zum neuen Standort umziehen müssen, was wegen der hohen Mieten schwierig ist, oder sie müssen eine lange Pendelzeit in Kauf nehmen. Darüber hinaus hat sich herausgestellt, dass ältere, erfahrenere Betreiber neue

Technologien eher annehmen, während weniger erfahrenen Betreiber das entscheidende Wissen und die Fähigkeiten fehlt manuelle Steuerung falls nötig wieder aufzunehmen und sie nicht in der Lage sind das Ausmaß ihrer Entscheidung zu überblicken. Um der letzten Frage noch einmal nachzugehen, wir fanden heraus, dass es sehr wichtig ist, neue Fahrdienstleiter mit dem Bahnsystem vertraut zu machen oder sie für einige Monate in der Bahnstation arbeiten zu lassen, um die Welt über die Kontrollzentren hinaus kennenzulernen.

Inhaltsverzeichnis

Kapitel 1: Einleitung	1
1.1 Störungsmanagement in einem komplexen multiteam System	1
1.2 Zielsetzung.....	2
1.3 Methode und Stichprobe	3
1.4 Was dieser Bericht zeigen kann	4
1.5 Was dieser Bericht nicht zeigen kann	4
1.6 Lesehilfe.....	5
1.7 Danksagungen.....	5
Kapitel 2: Länderbeschreibungen.....	6
2.1 Einleitung	6
2.2 Österreich.....	7
2.3 Belgien.....	10
2.4 Dänemark	13
2.5 Deutschland	16
2.6 Die Niederlande	21
2.7 Portugal.....	25
2.8 Schweden.....	28
2.9 Hauptcharakteristika der Länder in dieser Studie	34
Kapitel 3: Störungsmanagement in den Ländern.....	36
3.1 Einleitung	36
3.2 Abwägungen im Störungsmanagement	36
3.3 Verteilung der Verkehrsleitstellen	40
3.4 Zuteilung von Entscheidungsgewalt während Störungen	42
3.5 Autonomie lokaler Verkehrsleitung	45
3.6 Kommunikation und Kommunikationsknoten.....	47
3.7 Gemeinsamer Arbeitsplatz von EIU und EVU	50
3.8 Bedeutung von Maßnahmenplänen.....	52
3.9 Automatisierung der Verkehrsleitung.....	55
3.10 Institutionalisierung gemeinsamen Sensemakings	58
3.11 Nutzung von Dispositionsregeln	61
3.12 Zusammenfassung	63

Kapitel 4: Die vielen Wege zu einem effektiveren Störungsmanagement	64
4.1 Einführung in das Kapitel.....	64
4.2 Zusammengefasste Ergebnisse.....	64
4.3 Erkenntnisse.....	66
4.4 Fazit	72
Literaturverzeichnis	73
Beilage - Überblick über die Interviewpartner und Organisationen	78

Kapitel 1: Einleitung

1.1 Störungsmanagement in einem komplexen multiteam System

Eisenbahninfrastrukturunternehmen (EIU) und Eisenbahnverkehrsunternehmen (EVU) haben erhebliche Investitionen in Technologielösungen getätigt, um Betreiber bei der Behebung von Störungen zu unterstützen. Obwohl einige Schritte mittlerweile automatisiert wurden, der Entwicklung von Entscheidungshilfen und immer ausgefeilteren Informationssystemen, bleibt das Eisenbahnstörungsmanagement ein arbeitsintensiver Prozess, welcher auf die Erfahrung und das Wissen der hunderten oder gar tausenden von Disponenten und Transportleitern in zahlreichen Leitzentralen angewiesen ist. Im Lauf der letzten Jahrzehnte haben diese Disponenten einen fundamentalen Wandel in ihrer Arbeitsumgebung erfahren. Die Einführung von Marktmechanismen (z.B. EU-Richtlinie 91/440/EEC), gefolgt von Regulierungen hinsichtlich des einheitlichen europäischen Eisenbahnraums (z.B. EU-Richtlinie 2012/34/EU) haben nationale Eisenbahnmonopole erodiert. Die signifikantesten Änderungen waren die Trennung von EIU und EVU, sowie das Entstehen von vielen privaten und teilprivatisierten Eisenbahnverkehrs-unternehmen, welche den ehemals von Monopolgesellschaften dominierten Markt betraten. Daher ist es gerechtfertigt hier von einem vernetzten bzw. *multiteam System* zu sprechen, in welchem unterschiedliche Teams (getrennt durch geographische und / oder organisatorische Grenzen) zusammenarbeiten müssen, um einen verlässlichen Eisenbahnverkehr anbieten zu können.

Diese multiteam Systeme sind nicht nur aufgrund ihrer hohen Verflechtung und wechselseitigen Abhängigkeiten hinsichtlich der Erlangung ihrer gemeinsamen Ziele relevant, sondern auch aufgrund der komplexen und dynamischen Umgebung, in welcher sie agieren. Beginnend mit letzterem bedeutet dies: Störungen sind selten statisch. Rahmenumstände können sich rapide ändern und Informationen werden häufig nur verzögert und fragmentiert verfügbar. Zusätzlich können sich Störungen kaskadenartig durch das Netzwerk ausbreiten. Diese sog. *Dominoeffekte* können den Zugbetrieb, sowie die Dienstpläne von Zugpersonal und Schienenfahrzeugen erheblich beeinträchtigen und zu einer weiteren Eskalation der Situation führen. Was als Oberleitungsstörung beginnt kann sich schnell hin zu einer Knappheit an Schienenfahrzeugen und Zugpersonal an anderen Orten im Netzwerk entwickeln, da die Züge eine bestimmte Region nicht mehr befahren können. Daher ist es notwendig, gute und koordinierte Entscheidungen bzgl. der Umleitung oder Neuplanung des Verkehrs zu treffen. Es ist wenig verwunderlich, daß dies während Störungen erheblicher Kommunikation bedarf. Desto unübersichtlicher und dynamischer die Situation, desto mehr müssen Disponenten zusammenarbeiten, um zu verstehen was passiert ist und um praktische Gegenmaßnahmen zu entwickeln. Die Fahrpläne erlauben häufig jedoch

nicht die Abwägung aller möglichen Alternativmaßnahmen. Zusammenfassend ist es daher legitim zu sagen, dass das Störungsmanagement eine komplexe und dynamische Aufgabe ist, welches in einem komplexen System stattfindet.

In solch komplexen Systemen erfordert effektives Störungsmanagement mehr als nur verlässliches technisches Equipment und Infrastruktur. Die Disponenten der EIU und die vielen EVU müssen eng zusammenarbeiten. Diese Interdependenzstruktur wird umso ersichtlicher, wenn während dem Auftreten einer Störung Disponenten in unterschiedlichen Verkehrsleitstellen ein komplexes Puzzle, bestehend aus der Neuansetzung von Fahrplänen, Zugpersonal und Schienenfahrzeugen, in koordinierter Art und Weise lösen müssen. Die Koordination zwischen unterschiedlichen Leitstellen kann durch formale Koordination (z.B. im Vorfeld definierte Pläne und Prozeduren) erfolgen, welche mit engen Strukturen und einem zentralisierten Entscheidungsprozess verbunden ist. Jedoch sind flexible ad-hoc Maßnahmen und Entscheidungsprozesse aufgrund der dynamischen und ungewissen Bedingungen, unter denen die Disponenten arbeiten ebenfalls notwendig. Folglich bedarf es sowohl formaler, als auch informeller Koordinierung, und es müssen gewisse Abwägungen zwischen diesen in komplexen Systemen getroffen werden, welche ihre Anpassungsfähigkeit (z.B. Flexibilität und Vorhersagbarkeit) beeinflussen.

1.2 Zielsetzung

Wie gehen unterschiedliche europäische EIU und EVU mit diesen organisatorischen Abwägungen hinsichtlich des Eisenbahnstörungsmanagements um, und was kann man von den unterschiedlichen Herangehensweisen in den jeweiligen Ländern lernen? Das niederländische EIU ProRail war sich der Existenz unterschiedlicher Strukturen und Maßnahmen in den verschiedenen Ländern bewusst, besaß jedoch keine strukturierte Übersicht über die genauen Strukturen in anderen Ländern. Dies führte zur Kommissionierung dieser Studie. Dabei fanden wir heraus, dass dieses Problem der Informationslücke auch für andere Betreiber, Disponenten und EIU besteht. Zusätzlich existiert bisher kaum wissenschaftliche Forschung zu diesem Thema. Dieser Bericht stellt somit die erste strukturierte Übersicht hinsichtlich des Eisenbahnstörungsmanagements in Europa dar. Wir vergleichen sieben europäische Ländern hinsichtlich ihres jeweiligen Umgangs mit den Abwägungen innerhalb der Organisation. Unter Berücksichtigung der Tatsache, dass die praktische Umsetzung von Störungsmanagement häufig erheblich von der formalisierten und dokumentierten Herangehensweise abweichen kann (was häufig der Fall ist), und unter Berücksichtigung dessen dass die Koordination dennoch im Störungsfall eine gewisse Form annimmt, haben wir uns entschlossen uns auf die *tatsächlichen Aktivitäten* der Disponenten und Verkehrsleiter zu fokussieren, indem wir sie bei ihrer Arbeit in den Leitzentralen beobachtet haben und sie auch direkt vor Ort interviewten.

1.3 Methode und Stichprobe

Die nachfolgenden Länder und Organisationen waren bereit bei unserem Forschungsprojekt zu kooperieren: ÖBB Infrastruktur (Österreich), InfraBel (Belgien), Banedanmark und DSB (Dänemark), DB Netze und DB Regio (Deutschland), ProRail und NS (Niederlande), Infrastruturas de Portugal (Portugal), und Trafikverket (Schweden). Die Daten wurden während Ortsterminen bei den jeweiligen nationalen und regionalen Leitstellen im Zeitraum September 2015 bis Januar 2018 erhoben. Aufgrund unseres Fokus auf Störungsmanagement in der Praxis, wurden vor-Ort Beobachtungen und Interviews mit Disponenten durchführen. Die Ortsbesuche dauerten in der Regel 2 bis 3 ganze Tage, von denen der Großteil aus Beobachtungen innerhalb der Leitstellen bestand. In allen Fällen erhielten wir unbegrenzten Zugang zu allen Operationen und Disponenten. Wir beobachteten die tägliche Arbeit um festzustellen wie die Disponenten miteinander interagieren, und falls gegeben, welchen Protokollen, Prozeduren etc. sie folgen. Dies beinhaltete auch Krisensitzungen falls eine Störung in dieser Zeit auftrat. Die Beobachtungen wurden von jeweils zwei bis drei Wissenschaftlern durchgeführt, welche jeder für sich detaillierte Notizen anfertigten. Die gesammelten Notizen wurden miteinander verglichen, um Mißverständnisse zu vermeiden und dem Übersehen wichtiger Details vorzubeugen.

Zusätzlich führten wir Interviews mit den Disponenten und Managern vor Ort durch, falls das tägliche Geschäft dies zuließ. Die Dauer dieser Interviews variierte beträchtlich, zwischen 15 Minuten und 2 Stunden. Aufgrund der vertraulichen Materie war es uns nicht möglich Aufnahmen der Interviews anzufertigen. Dafür fertigten wir detaillierte Berichte der Interviews an. Die resultierenden Notizen wurden danach hinsichtlich der vorher genannten Kriterien verglichen. Insgesamt wurden 69 Personen befragt, welche im Anhang 1 aufgeführt sind. Die Niederlande scheinen in dieser Studie unterrepräsentiert zu sein, jedoch haben die Autoren dieser Studie bereits mehrere Stunden an Interviews und Beobachtungen für die Niederlande in vorherigen Studien durchgeführt¹. Wir erhielten außerdem detaillierte Präsentationen und schriftliche Dokumente über die Standardvorgehensweisen und organisatorischen Strukturen der jeweiligen Eisenbahnsysteme. Diese Materialien unterstützten unsere eigenen Beobachtungen und Gesprächsnotizen. Die Erkenntnisse unserer Studie wurden zu den jeweiligen Kontaktpersonen in den Ländern übermittelt um die Daten hinsichtlich ihrer Korrektheit zu überprüfen und falschen oder unvollständigen Daten vorzubeugen. Dieser sogenannte "member-check" führte zu keinen signifikanten Änderungen, und bedeutet: die beteiligten Länder stimmen unseren Erkenntnissen zu.

¹ Schipper et al., 2015; Schipper, 2017

1.4 Was dieser Bericht zeigen kann

Diese Studie zeigt, sehr detailliert, wie Störungsmanagement in den jeweiligen Ländern organisiert ist und umgesetzt wird. Wir betrachten es als wichtig den Kontext eines jeden Landes in welchem Störungsmanagement auftritt zu beschreiben, da organisatorische Hinterlassenschaften und Pfadabhängigkeiten wichtige Bestandteile bei der Beantwortung der Frage nach dem Grund für eine bestimmte Organisationsform von Systemen darstellen. Die Entkoppelung von EIU und EVU, welche durch die Europäische Kommission eingeleitet wurde, führte zu einer großen Diversität von Organisationsformen in den unterschiedlichen Staaten. Zusätzlich divergieren die Charakteristika der unterschiedlichen Eisenbahnsysteme immens, beispielsweise in Form einer strahlenförmigen Organisation des schwedischen Systems oder dem stark dezentralisierten System in Deutschland. Wir zeigen, dass es unterschiedliche Organisationsformen des Störungsmanagements gibt (innerhalb des jeweiligen Kontext) und dass es daher nicht einen einzigen Weg gibt, dies durchzuführen.

1.5 Was dieser Bericht nicht zeigen kann

Es wäre verlockend unsere Erkenntnisse als Maßlatte für die jeweilige Leistungsfähigkeit der Eisenbahnnetze zu interpretieren. Wir werden dies aus folgenden Gründen nicht tun: Erstens verbietet der unterschiedliche Kontext der jeweiligen Netze einen einfachen Vergleich zwischen den Ländern hinsichtlich ihrer Leistungsfähigkeit. Dies bedeutet im Detail: Einige Netze sind deutlich komplexer als andere, daher müssen diese Unterschiede bei einem Vergleich berücksichtigt werden. Zweitens ist die Leistungsfähigkeit nicht nur durch das Störungsmanagement alleine determiniert. Zufällige Geschehnisse – wie beispielsweise das Wetter am jeweiligen Tag, haben einen Einfluss auf die Leistungsfähigkeit, welcher außerhalb der menschlichen Kontrolle liegt. Drittens, gibt es bedeutende Probleme hinsichtlich der Messung von Leistungsfähigkeit. Es gibt Differenzen wie diese in den unterschiedlichen Ländern gemessen und beurteilt wird, ebenso wie ungelöste Fragestellungen hinsichtlich einer genauen Definition von Leistungsfähigkeit (z.B. die Zeit die benötigt wird bis die Infrastruktur wieder verfügbar ist, oder die Zeit bis der gesamte Betrieb wieder planmäßig verläuft etc.). Unser Gesamteindruck ist es, dass dies in den jeweiligen Ländern eher gut funktioniert, gerade hinsichtlich der Umwelteinflüsse und kontextbedingten Beschränkungen.

Eine weitere Grenze dieser Studie ist es, dass wir Störungsmanagement nur so beschreiben können wie es zum Zeitpunkt unserer Forschung durchgeführt wurde. Jedoch haben einige Länder (bzw. sind noch dabei), neu-Ausrichtungen ihrer Strukturen und Systeme durchgeführt. Es gibt eine allgemeine Tendenz zum Rückbau oder der Bündelung klassischer Signale hin zu einer vermehrten Zentralisierung und Automatisierung der Verkehrsleitung. EIU wie DB Netze und ProRail führen aktuell radikale Reorganisationsmaßnahmen ihrer Störungsmanagementprozesse durch. Daher könnten

einige Darstellungen dieser Studie bereits nicht mehr mit den gegenwärtigen Realitäten in den jeweiligen Ländern übereinstimmen. Nichtsdestotrotz glauben wir, dass dies die Resultate unserer Studie nicht mindert, da die Forschungsergebnisse dennoch wertvolle Erkenntnisse für die jeweiligen Länder darstellen, um die Prozesse des Störungsmanagements weiter zu verbessern.

1.6 Lesehilfe

In Kapitel 2 präsentieren wir einen Überblick über die Hauptmerkmale der jeweiligen Eisenbahnnetze in den unterschiedlichen Ländern hinsichtlich (1) ihrer historischen Entwicklung, (2) wie die Trennung durchgeführt wurde, (3) wie der Wettbewerb organisiert wurde, (4) die Komplexität der Netze hinsichtlich Struktur und Nutzungsraten, und (5) wie die Verkehrsleitung bezüglich Positionen und Verantwortlichkeiten organisiert wurde. In Kapitel 3 werden wir danach das Störungsmanagement in den jeweiligen Ländern hinsichtlich der beiden Hauptabwägungen: Zentralisierung vs. Dezentralisierung und Antizipation vs. Widerstandsfähigkeit analysieren. Die theoretischen Konzepte dieser Analyse wurden von bestehender Literatur zu Störungsmanagement abgeleitet um das Eisenbahnstörungsmanagement hinsichtlich dieser Faktoren zu analysieren². Die Abwägungen und Hauptmerkmale werden in Kapitel drei weitergehend diskutiert. Schließlich befindet sich in Kapitel 4 eine Kategorisierung der jeweiligen Länder hinsichtlich der getroffenen Abwägungen und Bestandteile, gefolgt von einer Präsentation unserer Schlussfolgerungen und einem „Lessons learned“.

1.7 Danksagungen

Wir möchten uns bei allen Eisenbahninfrastrukturbetreibern und Eisenbahnverkehrsgesellschaften für ihre zuvorkommende Gastfreundschaft und den unbegrenzten Zutritt zu allen Operationen bedanken. Wir sind uns bewusst, dass wir durch unsere Beobachtungen und Interviews den workflow beeinträchtigten, und sind dankbar dass wir nichtsdestotrotz so ungehindert unsere Forschung durchführen konnten. Wir möchten uns außerdem bei unseren Kontaktpersonen für das entgegengebrachte Feedback zu vorherigen Versionen dieser Arbeit bedanken. Ebenso danken wir Emanuel Wenzel für seine Übersetzungen während unserer Ortsbesuche in Österreich und Deutschland, Sebastian Hemesath für die Übersetzung dieser Studie ins Deutsche, und Joop Koppenjan für seine kritischen Überlegungen zu unseren Erkenntnissen.

² Eine Übersicht zu der verwendeten Fachliteratur wurde dem Anhang dieser Studie beigefügt

Kapitel 2: Länderbeschreibungen

2.1 Einleitung

In diesem Kapitel stellen wir die Hauptmerkmale der Eisenbahnsysteme dar und geben einen Überblick wie die Eisenbahnverkehrsleitung in jedem Land organisiert ist. Die Beschreibung dieser Merkmale stellt die Grundlage für den Kontext dar, in welchem Störungsmanagement in jedem Land durchgeführt wird. Wie bereits in dem vorangegangenen Kapitel beschrieben, spielt der Kontext einen bedeutenden Faktor für das Verständnis von Organisation und Leistungsfähigkeit des Störungsmanagements. Beispielsweise besitzen Disponenten unterschiedliche Optionen und unterschiedliche Freiheiten hinsichtlich der Umleitung der Verkehrsströme wenn es sich um eine Störung in einem System mit vielen Knotenpunkten und vielen unterschiedlichen EVU handelt, als es in einem eher zentralisierten System mit einem einzigen EVU der Fall ist.

Die Daten für dieses Kapitel wurden aus drei Hauptquellen gesammelt: den Interviews während den Ortsbesichtigungen, den erhaltenen Präsentationen, sowie durch intensive Schreibtischstudien. Für jedes der vorliegenden Länder haben wir die Organisation der Eisenbahnverkehrsleitung visualisiert. Dies ermöglicht den Lesern einen schnellen Überblick über die Hauptmerkmale. Zusätzlich haben wir einige Eisenbahnsysteme visualisiert (Figuren 2.1 bis 2.12), um die unterschiedlichen Netzwerktypologien hervorzuheben. Diese Typologien ermöglichen einen Eindruck über die unterschiedliche Komplexität der Verkehrsleitung je nach Land, indem sie z.B. zeigen wie (de-) zentralisiert die Netzwerke sind. Daten für diese Typologien basieren auf der Eurostat Datenbank zum Thema Schienentransport aus dem Jahr 2010. Leider war es uns nicht möglich aktuellere und einheitlichere Daten zu bekommen. Jene Länder, für welche es uns nicht möglich war qualitative hochwertige Daten zu finden sind daher nicht visualisiert. Der verwendete Datensatz zeigt die Anzahl der Zugbewegungen zwischen zwei Stationen oder bestimmten Orten im Eisenbahnnetz. Wir haben die Daten angepaßt um (vereinfachte) Netzwerkdiagramme erstellen zu können. In diesen Diagrammen stellt die Breite der Linien zwischen den Knotenpunkten jeweils die Intensität des Verkehrs dar, während die Größe der Knotenpunkte hinsichtlich der Anzahl der ankommenden und abfahrenden Züge an den jeweiligen Stationen oder Punkten im Netzwerk gewählt ist. Bitte beachten Sie, dass diese Typologien lediglich einen illustrativen Wert besitzen. Weder sind die Darstellungen geographisch korrekt, noch stellen sie einen kompletten Überblick über alle existierenden Eisenbahnverbindungen dar.

2.2 Österreich

A. Institutionelle Reformen und Wettbewerb auf dem Eisenbahnmarkt

Im Jahre 1992 wurde die staatliche Eisenbahngesellschaft ÖBB in Folge des Beitritts zur Europäischen Union und als Anreiz für eine Verbesserung der Leistungsfähigkeit des Unternehmens, in ein privatwirtschaftliches Unternehmen transformiert, wenngleich Sie sich weiterhin im Besitz des Staates befindet. 2004 wurde die ÖBB-Holding AG gegründet, um die gemäß dem Bundesbahnstrukturgesetz (2003) veranlasste Aufteilung von Eisenbahnbetrieb und Infrastrukturmanagement umsetzen zu können. Die ehemalige österreichische Staatsbahn wurde durch eine Gruppenstruktur ersetzt, welche aus neun unabhängigen Tochterunternehmen unter dem Dach der ÖBB-Holding AG besteht. Hauptaufgabe dieser Konzerngruppe ist die Ausrichtung der Tochterunternehmen innerhalb der Konzerngruppe. In der Holding existieren drei eigenständige, unmittelbare Tochterunternehmen, welche am täglichen Schienenverkehr teilhaben: ÖBB-Personenverkehr (Regional- und Fernverkehr Passagierbetrieb), Rail Cargo Austria (Frachtverkehr), und ÖBB-Infrastruktur (Infrastrukturbetreiber).

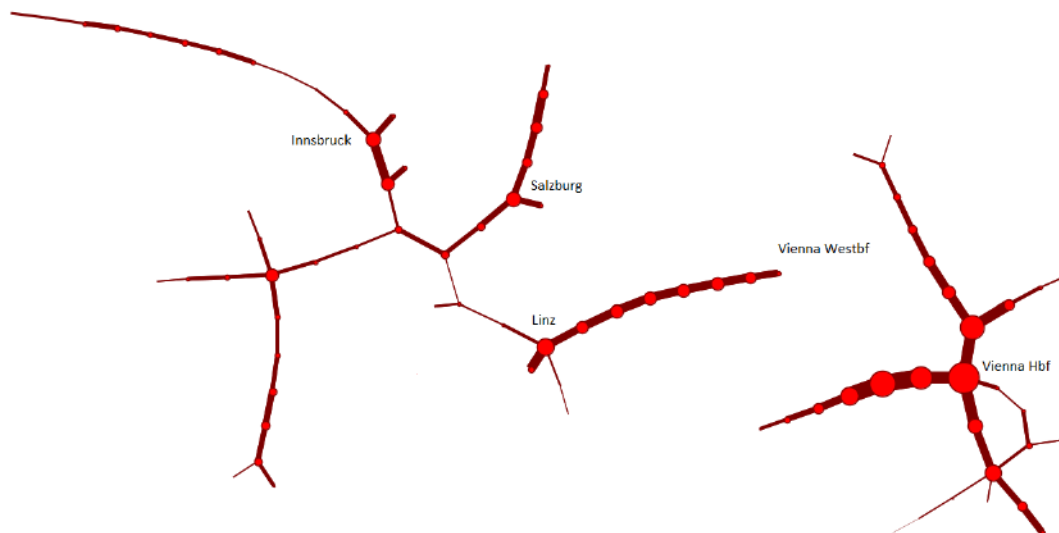
Das österreichische Eisenbahnnetz umfasst ca. 5000 km an Schienen und wird von der ÖBB-Infrastruktur verwaltet. Eine unabhängige Aufsichtsbehörde, die Schienen-Control GmbH wurde 1999 eingerichtet. 2011 begann das privatwirtschaftliche Unternehmen *Westbahn* Zugverbindungen auf der aufkommensstärksten Strecke zwischen Salzburg und Wien anzubieten. *Westbahn* wurde bereits 2008 von österreichischen Investoren und der französischen SNCF gegründet, hatte jedoch anfänglich mit Schwierigkeiten bei der Aufnahme ihres Betriebs zu kämpfen, wofür sie später Beschwerde wegen angeblich diskriminiertem Marktzugang einlegten (Finger et al., 2016). Bis heute ist *Westbahn* im Bereich des Personenverkehrs der einzige Konkurrent für die etablierte ÖBB und besitzt einen Marktanteil von ca. 20% auf der Strecke Wien-Salzburg (CMA, 2015). Andere Personenverkehre durch nicht etablierte Betreiber umfassen vor allem regionale, grenzüberschreitende Verkehre, beispielsweise die *Meridian* Zugverbindung zwischen München und Salzburg/Kufstein durch die Bayerische Oberlandbahn GmbH. Insgesamt bietet die ÖBB-Gruppe immer noch rund 95% aller Eisenbahnpersonenkilometer an.

B. Das österreichische Schienennetz

Das Schienennetz Österreichs misst 5611 km in Länge und wird von unterschiedlichen EIU verwaltet (Schienen-control, 2017). Das von ÖBB-Infrastruktur verwaltete Schienennetz besitzt eine Länge von 4922 km. Von den insgesamt 9.688 km Schienen sind 8.087 km elektrifiziert. Ungefähr 3.462 km des Netzes bestehen aus einzelnen Spuren, während 2.149 km doppelt gespurt sind. Ein beachtlicher Anteil der Infrastruktur konzentriert sich innerhalb und um die Hauptstadt Wien und diese Region ist ebenfalls der Ort wo sich die am stärksten frequentierten Verbindungen und Bahnhöfe in Österreich befinden (vgl. Figur 2.1). Fernverkehrslinien (Hochgeschwindigkeit) verbinden die Hauptstadt mit anderen Großstädten in Österreich, sowie anderen europäischen Städten. Österreichs zentrale Lage in Europa führt zu einer Vielzahl an grenzüberschreitenden Verbindungen,

in die Tschechische Republik, die Slowakei, nach Ungarn, Slowenien, Italien, Deutschland und die Schweiz. Der Großteil des Frachtverkehrs zwischen Deutschland und Italien passiert die Region Tirol. Es gibt 13.677 Weichen und 24.786 Signale im Schienennetz und insgesamt 1.069 Bahnhöfe und Haltpunkte.

Fig. 2.1 Typologie des Österreichischen Schienennetzes



Vereinfachtes Netzwerkdiagramm des österreichischen Netzes. Das Netzwerk ist relativ unkompliziert, mit einigen Hauptverbindungen und einigen wenigen Ästen. Die Hauptlinien, allen voran jene die Wien Hbf und Wien Westbahnhof anbinden, sind sehr stark frequentiert

C. Nutzung des Schienennetzes

2016 wurden insgesamt 146,1 Millionen Zugkilometer auf dem ÖBB-Schienennetz zurückgelegt (ÖBB 2017). Dies resultiert in 29.683 Kilometer je Kilometer Strecke. Im gesamten Schienennetz tätigten alle EVU rund 112,1 Millionen Zugkilometer. Die mehr als 288,8 Millionen transportierten Passagiere 2016, akkumulierten 12,6 Milliarden Personenkilometer. Frachtunternehmen transportierten rund 114,9 Millionen Tonnen Güter (Schienen-Control, 2017). Die Pünktlichkeitsrate lag laut ÖBB-Gruppe bei 95,9 Prozent für das Gesamtjahr 2016. Der Personen-Fernverkehr besaß dabei eine Pünktlichkeitsrate von 87,7 Prozent, der Regionalverkehr von rund 96,4 Prozent, auf Basis eines Fünf-Minuten Schwellenwertes. Der Güterverkehr besaß eine Pünktlichkeitsrate von 70,9 Prozent auf Basis eines Fünf-Minuten Schwellenwertes (ÖBB, 2017).

D. Eisenbahnverkehrsleitung

Der Eisenbahnverkehr auf den Hauptlinien wird von fünf regionalen Leitstellen überwacht (*Betriebsführungszentralen, BFZ*), jedoch existierten 2016 noch 677 Stellwerke. Die Verkehrsleitung obliegt einem regionalen Verkehrsleiter oder *Zuglenker*. Der Fahrwegbetrieb in den Leitstellen ist weitgehend automatisiert und nutzt das ARAMIS Verkehrsleitsystem, welches es ermöglicht die Zugpositionen und potentielle Konfliktsituationen in Echtzeit zu erfassen. In solchen Situationen generiert das System operationale Lösungsansätze. Des Weiteren werden Strecken (Weichen und Signale) automatisch gestellt, und die Fahrgastinformationen werden automatisch angepasst. Jedoch können nicht alle Streckenabschnitte von den BFZ kontrolliert werden. Diese werden weiterhin von Stellwerken in Bahnhöfen gesteuert. Während Fahrdienstleiter in den BFZ daher ausschließlich mit der Überwachung der sicheren Allokation der Fahrwegkapazitäten beauftragt sind, müssen die Fahrdienstleiter an den Bahnhöfen immer noch Weichen und Signale bezüglich der Vorgaben des Zuglenkers stellen. Eine weitere Aufgabe von ÖBB-Infrastruktur ist der Rangierbetrieb. Folglich sind die Zuglenker sehr mit der Überwachung dessen beschäftigt.

Jedes BFZ besitzt einen Betriebskoordinator (*Beko*), welcher der zentrale operative Akteur ist. Er oder Sie kommuniziert mit den EVU, benachbarten regionalen Bereichszentralen im In- und Ausland, sowie der nationalen Verkehrsleitzentrale in Wien. Während einer lokalen Störung trifft der Beko die Entscheidung über einen Maßnahmenplan und überwacht die Arbeitsbelastung aller Mitarbeiter. Ein *Notfallkoordinator (Noko)* kommuniziert mit den Einsatzkräften und verwaltet alle Notfälle in einem speziellen System (*REM*), welches von allen Beteiligten Parteien des Eisenbahnsystems genutzt werden kann. Die nationale Verkehrsleitzentrale in Wien (*Verkehrsleitzentrale Wien oder VLZ*) wurde 2006 eingerichtet. ÖBB-Infrastruktur und Personenverkehr befinden sich ebenfalls in der VLZ. Die VLZ besitzt zwei Disponenten von ÖBB-Infrastruktur welche den Schienenverkehr auf Österreichs Nord-Süd und Ost-West Korridoren überwachen. Außerdem gibt es einen Verkehrsleiter, welcher für die Verwaltung aller Informationen während einer Krise zuständig ist und einen Netzwerkkoordinator, welcher mit den EVU im In- und Ausland kommuniziert und die Geschäftsführung informiert. Ein Team von Disponenten von ÖBB-Infrastruktur und Personenverkehr verwaltet gemeinsam sowohl Schienenfahrzeuge und Zugpersonal für den gesamten ÖBB-Personenverkehr. Disponenten von ÖBB-Personenverkehr überwachen die Umsteigeverbindungen von Zügen und aktualisieren die Fahrgastinformationen auf der Webseite.

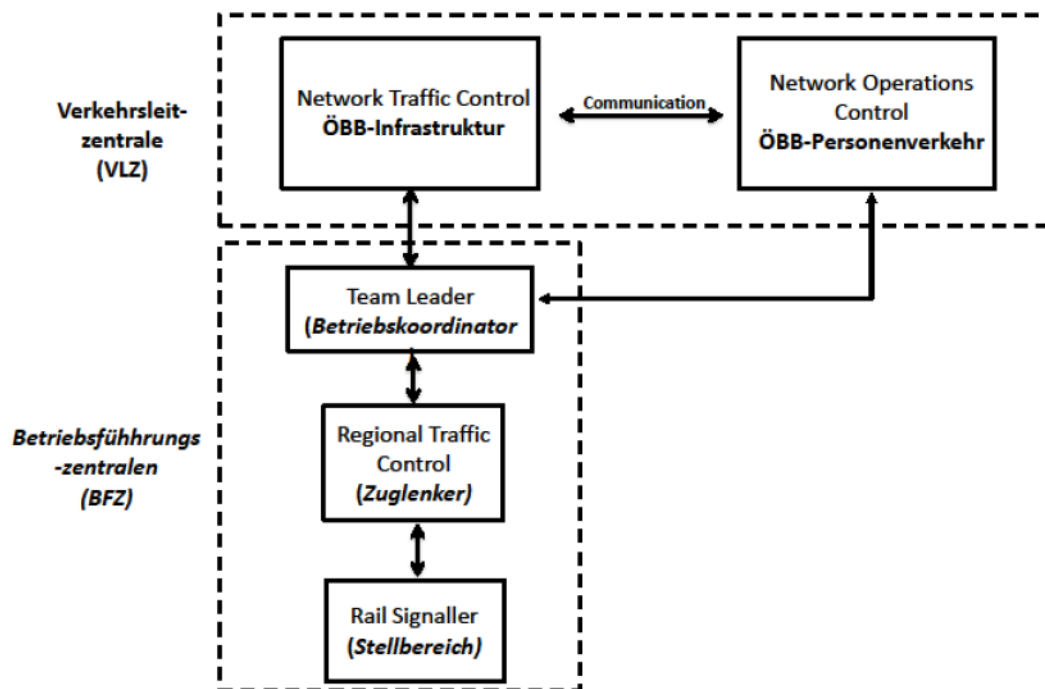


Fig. 2.2 Organisationsstruktur und Kommunikationslinien in Österreich

2.3 Belgien

A. Institutionelle Reformen und Wettbewerb auf dem Eisenbahnmarkt

Die belgische staatliche Eisenbahngesellschaft NMBS (oder SNCB auf französisch) wurde 2005 in den Infrastrukturdienstleister Infrabel und das Eisenbahnunternehmen NMBS aufgeteilt. Diese Entscheidung wurde auf Grund der Vorgaben aus der EU Richtlinie und der vollständigen Liberalisierung des Eisenbahnfrachtmarktes getroffen. Sowohl Infrabel als das EVU NMBS wurden Teil der NMBS-Holding, welche verantwortlich für Personalverwaltung, Gebäude und die Koordination zwischen dem EVU und EIU ist. Diese drei Unternehmen gehörten zur NMBS-Gruppe. Im Januar 2014 wurde die NMBS-Gruppe aufgelöst. Infrabel wurde ein eigenständiges, staatliches Unternehmen, verantwortlich für die Schieneninfrastruktur und die Kommunikation mit dem EVU. NMBS Holding und das EVU fusionierten in der NMBS, welche sich ausschließlich um den Eisenbahnbetrieb (inklusive Bahnhöfe) und die direkte Kommunikation mit den Fahrgästen kümmern soll. Infrabel und NMBS besitzen jedoch ein gemeinsames Tochterunternehmen, mit dem Namen HR-Rail, welches der offizielle Arbeitgeber aller Beschäftigten der beiden Unternehmen ist.

Obwohl ein offener Zugang für das Anbieten von Personen- und Güterverkehr existiert (Thalys, ICE und Eurostar bieten internationalen Personenverkehr an und es existieren elf Güterverkehrsanbieter), besitzt NMBS weiterhin ein Monopol auf inländischen Eisenbahnstrecken. Der gesamte inländische Personenverkehr ist Bestandteil eines Vertrags zur gemeinwirtschaftlichen Verpflichtung zwischen NMBS und der föderalen Regierung. Der öffentliche Dienstleistungsauftrag wurde 2008 von der belgischen Regierung direkt an NMBS übertragen und die föderale Regierung kompensiert NMBS für die Erbringung dieser Dienstleistungen. 2012 lief der aktuelle Vertrag aus, bis heute existiert kein Nachfolgevertrag, da die Verhandlungen darüber seit Jahren andauern. Es existiert ein Bonus/Malus Mechanismus, welcher die Auferlegung von Strafzahlungen für EIU oder EVU vorsieht, sollten Defizite in ihren Operationen nachweisbar sein. (CER, 2017).

B. Das belgische Schienennetz

Das belgische Netz misst 3631 km an Länge. Die gesamten Streckenkilometer betragen 6.514 km. Der Großteil des Netzes ist elektrifiziert und rund zwei Drittel ist doppelt gespurt. Das Netz ist im Bereich Flandern besonders dicht, gekennzeichnet durch die Städte Brüssel, Antwerpen, Gent und Löwen. Brüssel stellt einen wichtigen, jedoch fragilen, Knotenpunkt für die Nord-Süd und Ost-West Korridore dar und sein Nord, Süd und Hauptbahnhof sind die meistfrequentierten Bahnhöfe in Belgien. Drei Hochgeschwindigkeitsverbindungen verbinden Brüssel mit Frankreich, Deutschland und den Niederlanden. Es existieren 10.176 Signale und insgesamt 4.180 Weichen (Infrabel, 2017).

C. Nutzung des Schienennetzes

2016 wurden 72,4 Millionen inländische Personenkilometer von NMBS angeboten. 2011 betrug der gesamte Schienenverkehr rund 94,5 Millionen Zugkilometer (Eurostat, 2017). Dies bedeutet rund 26.026 Passagierkilometer je Schienenkilometer. NMBS transportierte rund 227,1 Million Passagiere, welche insgesamt 9.840,5 Millionen Personenkilometer reisten. Die Pünktlichkeitsrate des Personenverkehrs lag 2017 bei rund 88,3 Prozent, auf Basis eines Sechs-Minuten Schwellwertes (NMBS, 2017).

D. Eisenbahnverkehrsleitung

Belgien besitzt rund 86 Stellwerke. Diese Anzahl wurde in den vergangenen Jahren beträchtlich durch die Einführung eines neuen Verkehrsleitsystems reduziert, welches in der Zentralisierung der Fahrdienstleitung in zuerst 31 und später 10 regionalen Leitzentralen resultieren soll. Die Disponenten in den Stellwerken überwachen den Schienenverkehr auf drei unterschiedlichen Kontrollebenen. Auf der untersten Ebene verwalten Fahrdienstleiter (*operatoren*) die Weichen und Signale und legen die Routen der Züge fest. Die nächste Hierarchieebene wird von den Disponenten (*toezichtbedienden*) besetzt, welche die Arbeit der Signalgeber überwachen und für eine sichere Bereitstellung der Schienenkapazität verantwortlich sind. Auf der höchsten Ebene befindet sich ein Bereichsleiter (*regelaar*), welcher die Verantwortung für das

gesamte Team und die Verkehrsleitung für das von der Betriebszentrale überwachte Gebiet trägt. Die besondere Aufgabe der Leitzentralen ist ebenfalls die bestmögliche Bereitstellung von Schienenkapazitäten.

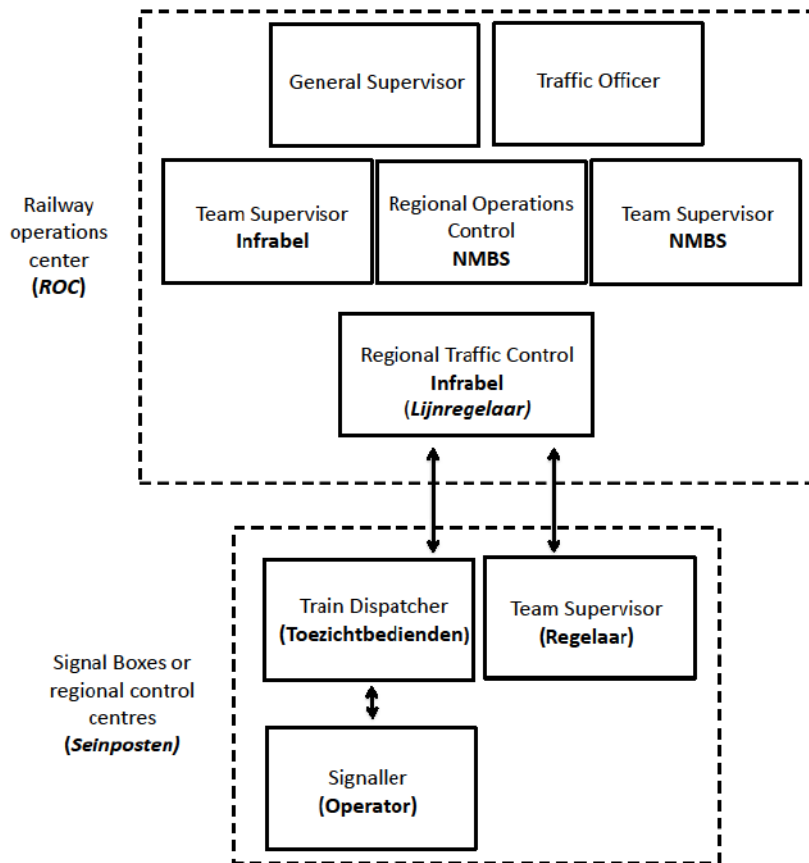


FIG. 2.3 Organisationsstruktur und Kommunikationslinien in Belgien

Die Gesamtverkehrsleitung wird durch Disponenten in der nationalen Leitzentrale (*Railway Operations Center* or *ROC*) durchgeführt. Sie entscheiden über Fahrplanverlegungen im Fall von Störungen oder Verspätungen. Die regionalen Betriebszentralen müssen diesen Entscheidungen folgen. Im ROC arbeiten Infrabel und NMBS eng zusammen. Das Land wurde in vier Regionen unterteilt, jede mit einem speziell zugeteilten Team, welches aus Disponenten von Infrabel und NMBS besteht, welche den Schienenverkehr verwalten. Belgien besitzt eine Sprachbarriere zwischen dem französisch- und niederländisch sprechenden Teil. Folglich wurde das EIU in französisch- und niederländisch sprechende Teams unterteilt, obwohl die Disponenten beide Sprachen sprechen sollen. Die Hochgeschwindigkeitsverbindungen nach Frankreich, Deutschland und in die Niederlande werden von einem separaten Team verwaltet. Die Regionen selbst sind des weiteren unterteilt in zwei bis drei Sektoren, welche

unterschiedliche Eisenbahnlinien beinhalten. Regionale Verkehrsleiter von Infrabel (*Lijnregelaars*) überwachen den Schienenverkehr auf einer oder mehreren Eisenbahnverbindungen. Um den Schienenverkehr zu verwalten müssen die Bereichsleiter eng mit den Betriebszentralen zusammenarbeiten. Interessanterweise können die Lijnregelaars jedoch auch direkt mit den Zugführern kommunizieren und sogar Notfallmeldungen geben. Dies ermöglicht es den Lijnregelaars sofort zu intervenieren. Neben den Bereichsdisponenten gibt es zwei Disponenten von NMBS in jedem Team, welche ihre eigenen Personenzüge überwachen.

2.4 Dänemark

A. Institutionelle Reformen und Wettbewerb auf dem Eisenbahnmarkt

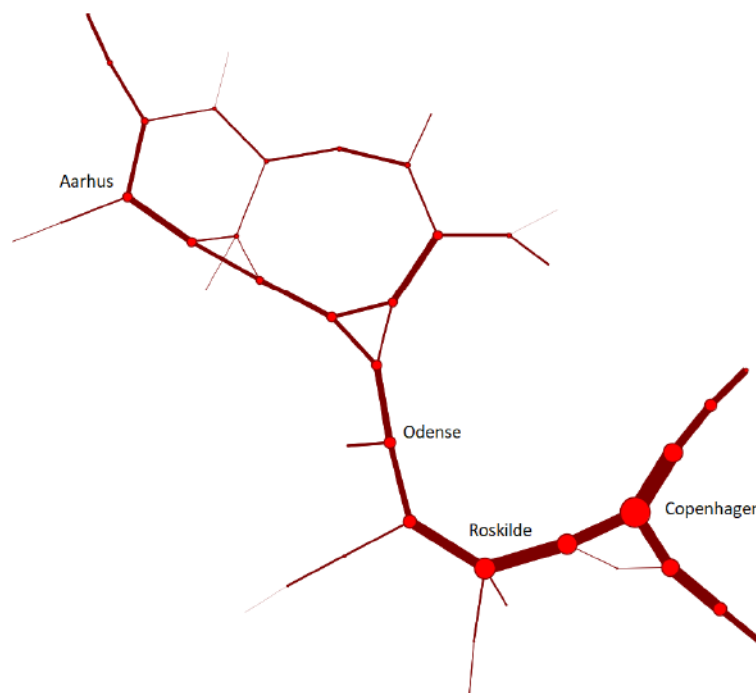
Die staatliche Eisenbahngesellschaft DSB (Danske Statsbaner) wurde 1997 aufgeteilt, um den EU Richtlinien nachzukommen, aber auch aufgrund eines größeren Wunsches nach der Privatisierung des Eisenbahnsystems. Der sich im staatlichen Besitz befindende Infrastrukturdienstleister Railnet Denmark (später unter dem Namen Banedanmark agierend) wurde gegründet, welcher später eine Regierungsagentur unter dem Transportministerium wurde. Das EVU DSB wurde ein unabhängiges, privatwirtschaftliches Unternehmen, welches im Gesamtbesitz des dänischen Ministeriums für Transport, Bau und Wohnen ist, und gewinnorientiert arbeitet. Mit dem Verkauf seiner Frachtparte an Raillion, fokussierte sich DSB ausschließlich auf den Personenverkehr. Ab 1999 wurde der Eisenbahnmarkt gänzlich liberalisiert. Der dänische Personenverkehrsmarkt wurde 2000 für Wettbewerber geöffnet, unabhängig von Distanz, Art und wirtschaftlicher Leistungsfähigkeit des staatlichen Netzwerks (CER, 2017). Das dänische Schienennetz misst 2667 km, davon werden 2132 km von dem EIU Banedanmark verwaltet. Dies bedeutet, daß über 500 km an Eisenbahnlinien von unterschiedlichen (privaten) Unternehmen betrieben wird. Diese privaten Betreiber sind jedoch in der Regel im Besitz der regionalen Verkehrsbehörden (CER, 2017).

Die dänische Regierung hatte die Zielsetzung bezahlbaren Eisenbahnverkehr im gesamten Land zu etablieren. Um dies auch in bevölkerungsschwachen Regionen sicherzustellen, bedarf es hierfür der Subvention dieser Eisenbahnlinien. Das Transportministerium begann die Öffnung des Eisenbahnmarktes durch die Ausschreibung von insgesamt 15% der gesamten Zugkilometer (Holvad, 2017). Diese Ausschreibung wurde 2002 durch Arriva gewonnen, welche bis heute den Großteil des Schienenverkehrs im Westen des Landes durchführt (Mid und West Jutland). Nichtsdestotrotz bleibt DSB das größte Eisenbahnverkehrsunternehmen. Keine weiteren Unternehmen haben von der Öffnung des Marktes Gebrauch gemacht. Dies ist zum Teil darauf zurückzuführen, dass die gemeinwirtschaftlichen Verpflichtungen Vorrang vor anderen wirtschaftlichen Dienstleistungen hinsichtlich der Kapazitätsbeschränkungen besitzen. (CER, 2017). DSB erlangte eine bis 2024 laufende Ausschreibung für den Betrieb ihrer Fernverkehrs-, Regional- und Lokalbahnen (S-Bahn), sowie dem grenzüberschreitenden Verkehr.

B. Das dänische Schienennetz

Das dänische Schienennetz mißt 2.667 km in Länge, mit insgesamt 3.476 Schienenkilometern. Das Schienennetz ist moderat zentralisiert, mit einem Fokus des meisten Verkehrs auf die Metropolregion Kopenhagen (Figur 2.4). Lediglich die Hauptlinie nach Schweden und Deutschland, sowie die S-Bahn in Kopenhagen sind elektrifiziert.. Diese Hauptlinie ist stark überfüllt, und formt ein fragiles Rückgrat des dänischen Eisenbahnsystems. Es gibt vier grenzüberschreitende Verbindungen, von denen eine per Zugfähre ist. Außerhalb der Metropolregion Kopenhagen ist das Netz relativ simpel, mit größtenteils nicht-elektrifizierten, einzelspur Strecken, welche sich durch dünnbesiedeltes Gebiet ausbreiten. Um die verschiedenen und oftmals veralteten Signalanlagen im Land zu ersetzen hat man sich entschieden eine landesweite Umsetzung des ERTMS level 2 voranzutreiben. Die Umsetzung ist jedoch Gegenstand signifikanter Verzögerungen und wird nun bis 2030 erwartet.

Fig. 2.4 Typologie des dänischen Schienennetzes



VEREINFACHTE DARSTELLUNG DES DÄNISCHEN EISENBAHNNETZES. DIE VERKEHRSREICHSTEN TEILE DES NETZES BEFINDEN SICH UM DIE REGION KOPENHAGEN, SOWIE EINER HAUPTLINIE NACH AARHUS. ES EXISTIEREN WENIGE MÖGLICHKEITEN ZUR UMLEITUNG VON ZÜGEN.

C. Nutzung des Schienennetzes

In Dänemark verkehren täglich rund 3000 Züge. 2016 wurden rund 65,2 Millionen inländische Personenkilometer und 3,64 Millionen Güterzugkilometer betrieben. Dies resultiert in 24.440 Personenzugkilometer pro Schienenkilometer und nur 1364 Güterzugkilometer.

Dies illustriert die geringe Bedeutung des Güterverkehrs in Dänemark., welcher rund 8,5 Millionen Tonnen an Gütern pro Jahr transportiert. Die EVU transportierten 199 Millionen Passagiere, welche insgesamt rund 6.1 Milliarden Kilometer reisten (Statbank, 2018). DSB besaß 2017 eine Pünktlichkeitsrate von 94,4 Prozent für Fernverkehrs- und Regionalverbindungen während die Pünktlichkeitsrate der S-Bahnen bei rund 98,6% lag (DSB, 2018). Die Pünktlichkeitsrate hier bemisst sich aus der gesamten Pünktlichkeit, abzüglich aller Verspätungen für jene die DSB keine Verantwortung trug. Der Schwellwert wurde auf drei Minuten festgelegt.

D. Eisenbahnverkehrsleitung

Die Hauptlinie, sowie die Regionallinien werden durch die Zugdisponenten der Banedanmark überwacht, welche in vier Betriebszentralen arbeiten (*Regional FjernstyringsCentral*, RFC). Zugdisponenten besitzen die Aufgabe sowohl die sichere Verfügbarkeit der Streckenkapazitäten sicherzustellen, als auch die Verkehrsströme in bestimmten Bereichen zu optimieren. Die Zugdisponenten nutzen in der Regel Computersysteme um die Signale und Weichen zu stellen, jedoch müssen einige Signale immer noch manuell mit Schalttafeln gestellt werden. Jedes Bereichszentrum besitzt einen Offizier vom Dienst, welcher verantwortlich für den Betrieb ist und die Arbeit der Zugdisponenten überwacht. Er kommuniziert außerdem mit der nationalen Betriebszentrale (*Drift Center Danmark*, DCDK) falls eine Störung auftritt. Die DCDK wurde 2006 etabliert, und Banedanmark und DSB befinden sich am gleichen Ort.

Die Hauptaufgabe des DCDK besteht in der Überwachung des Fernverkehrs und dem Einnehmen einer Kontrollinstanz im Störfall, falls diese Störungen das Potential besitzen, die Leistungsfähigkeit des gesamten Netzes zu beeinträchtigen. Banedanmark besitzt 4 Disponenten, welche den Fernverkehr im Westen und Osten des Landes, die Küstenlinie, den grenzüberschreitenden Verkehr nach Schweden und Deutschland, sowie den Güterverkehr überwachen. Die Disponenten des DCDK nutzen das gleiche Verkehrsleitsystem wie die Disponenten in den RFC. Es bietet ihnen detaillierte Informationen über die lokalen Gegebenheiten und ermöglicht es ihnen zügig die Auswirkungen einer Störung zu beurteilen. Zugdisponenten müssen jede Verspätung von über 3 Minuten begründen, welche sie im Verkehrsleitsystem vermerken. Die Disponenten im DCDK können einfach auf einen Zug klicken um zu sehen wieso dieser verspätet ist und beurteilen ob sie intervenieren müssen. Zusätzlich existiert ein Kommunikationssystem, welches es Banedanmarks Disponenten erlaubt sich gegenseitig hinsichtlich weiterer Details zu Störfällen durch Kurznachrichten auszutauschen.

Auf der anderen Seite des Kontrollraums, nur durch die Monitore des Banedanmark Teams getrennt, befindet sich ein Team der DSB, welches seinen eigenen Betrieb überwacht. Zwei Disponenten überwachen den Schienenverkehr und Fahrplanabweichungen. Außerdem gibt es 8 Disponenten, welche die Schienenfahrzeuge und das Zugpersonal neu planen, falls dies notwendig ist. Sowohl die Teams von Banedanmark als auch DSB im DCDK besitzen einen Offizier von Dienst,

welcher die Verantwortung über das Team besitzt und die Arbeit der Disponenten überwacht. Der Großteil der Kommunikation wird den diensthabenden Offizieren zugetragen, damit der Informationsfluß strukturiert wird. Die Kommunikation mit Einsatzkräften ist ebenso im DCDK zentralisiert, damit fehlerhafter Kommunikation vorgebeugt werden kann.

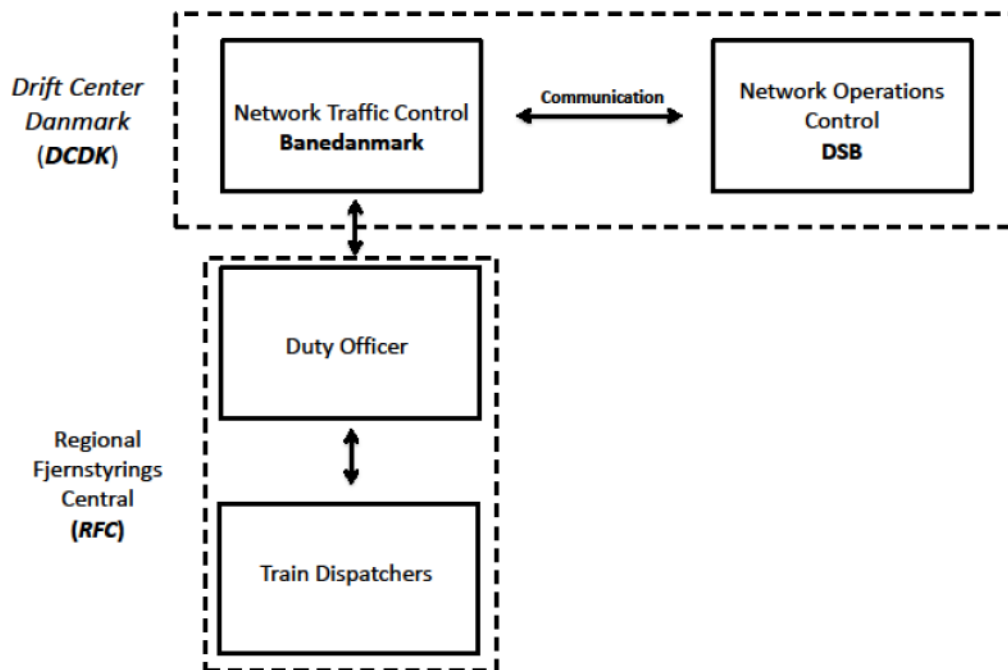


Fig. 2.5 Organisatorische Struktur und Kommunikationslinien in Dänemark

2.5 Deutschland

A. Institutionelle Reformen und Wettbewerb auf dem Eisenbahnmarkt

Nach der Wiedervereinigung Deutschlands wurde 1994 die Deutsche Bahn AG (DB AG) als privatwirtschaftliches, gewinnorientiertes Unternehmen gegründet, um den Schienenverkehr in sowohl West- als auch Ostdeutschland zu betreiben. Um der EU Richtlinie zur Eisenbahnreform zu entsprechen, der massiven Überschuldung des Unternehmens und dem übermäßigen Personalaufwand der vorherigen Eisenbahngesellschaften entgegenzuwirken und die Möglichkeiten, welche durch die Deutsche Einigkeit entstanden auszunützen, wurde 1994 eine Eisenbahnreform angestoßen. Diese Reform dauerte einige Jahre an und resultierte in der Aufteilung des Konzerns in fünf Tochtergesellschaften: DB Regio AG (Regionalverkehr), DB Reise & Touristik AG (Fernverkehr), DB Cargo AG (Güterverkehr), DB Netz AG

(Infrastrukturdienstleister), und DB Station & Service AG (Bahnhofsbetreiber). Diese Tochtergesellschaften wurden unter den Mantel des Holdingunternehmens Deutsche Bahn AG gesetzt. Zusätzlich wurden die Schienensysteme aller öffentlichen Eisenbahngesellschaften dem Wettbewerb geöffnet. Obwohl dies kein ursprüngliches Ziel der Reform war, ermöglichte dies den Wettbewerb zwischen Eisenbahnverkehrsunternehmen auf der Schiene und im Verlauf der Jahre hat sich der Anteil der neuen Wettbewerber im Regionalverkehr kontinuierlich gesteigert. (Link, 2004; 2012).

Teil dieser Eisenbahnreform war ebenso die Dezentralisierung der Verantwortlichkeiten der Bundesregierung, und eine Delegation an die Bundesländer, allen voran hinsichtlich der Vergabe von gemeinwirtschaftlichen Verpflichtungsverträgen 1996 (Finger & Rosa, 2012). Die deutsche Bundesregierung stellt mit einem Regionalfond Mittel (8.2 Milliarden Euro in 2016) zur Verfügung (Regionalisierungsmittel), welche in Folge dessen zwischen den Bundesländern auf Basis der Einwohnerzahlen und Zugkilometer aufgeteilt werden. Die Bundesländer oder andere öffentliche Behörden welche für die Beschaffung des Regionalverkehrs zuständig sind, besitzen eine große Freiheit bezüglich der jeweiligen Vergabeverfahren (Direktvergabe, offene oder geschlossene Ausschreibungen), daher existieren signifikante Unterschiede zwischen den Ländern, sowie den Marktanteilen der Wettbewerber (Finger & Rosa, 2012). Nichtsdestotrotz wurde die Ausschreibung im Laufe der Jahre zur etablierten Norm (CER, 2017). Des weiteren muss erwähnt werden, dass die Regionalverkehrsverbindungen nicht-exklusiv vergeben werden, daher verbleiben sie weiterhin für kommerzielle Wettbewerber geöffnet. (Finger & Rosa, 2012).

Von allen Personenkilometern, die durch EVU im Jahr 2016 ausgeführt wurden, entfielen 58 Prozent auf Strecken unter gemeinwirtschaftlichen Verpflichtungen, der Rest wurde ohne öffentliche Subventionen durchgeführt (meist Fernverkehr). Obwohl DB Regio immer noch der größte Anbieter auf dem Markt der gemeinwirtschaftlichen Verpflichtungen ist, ist ihr Marktanteil in den vergangenen Jahren auf 67 Prozent geschrumpft (CER, 2017). Trotz der Öffnung des Fernverkehrsmarktes und dem Ausbleiben etwaiger Konzessionen, ist dieser Markt weitestgehend von der DB Fernverkehrs AG dominiert (99 Prozent). Der Markteintritt von Wettbewerbern in den Fernverkehrsmarkt ist aufgrund der hohen Nutzungs- und Bahnhofsentgelte erschwert, sowie dem aufstrebenden und oftmals kostengünstigen Fernbusmarkt als Alternative (Van de Velde & Röntgen, 2017). Insgesamt operieren etwa 400 EVU auf dem deutschen Eisenbahnmarkt, wovon etwa 360 Teil der Deutschen Bahn AG sind.

DB Netz AG ist sowohl mit dem Management als auch der Bereitstellung des Schienennetzes beauftragt. Die deutschen Trassengebühren basieren auf dem Prinzip der Vollkostendeckung. Dies führt im Vergleich mit anderen europäischen Ländern zu sehr hohen Nutzungsgebühren, welche andernorts rund eine Hälfte der Betriebszuschüsse für EVU ausmachen (Link, 2016). Die Deutsche Bahn und die deutsche Bundesregierung stellen beide die finanziellen Mittel für sowohl den Ausbau der existierenden, und den Bau neuer Schieneninfrastruktur zur Verfügung.

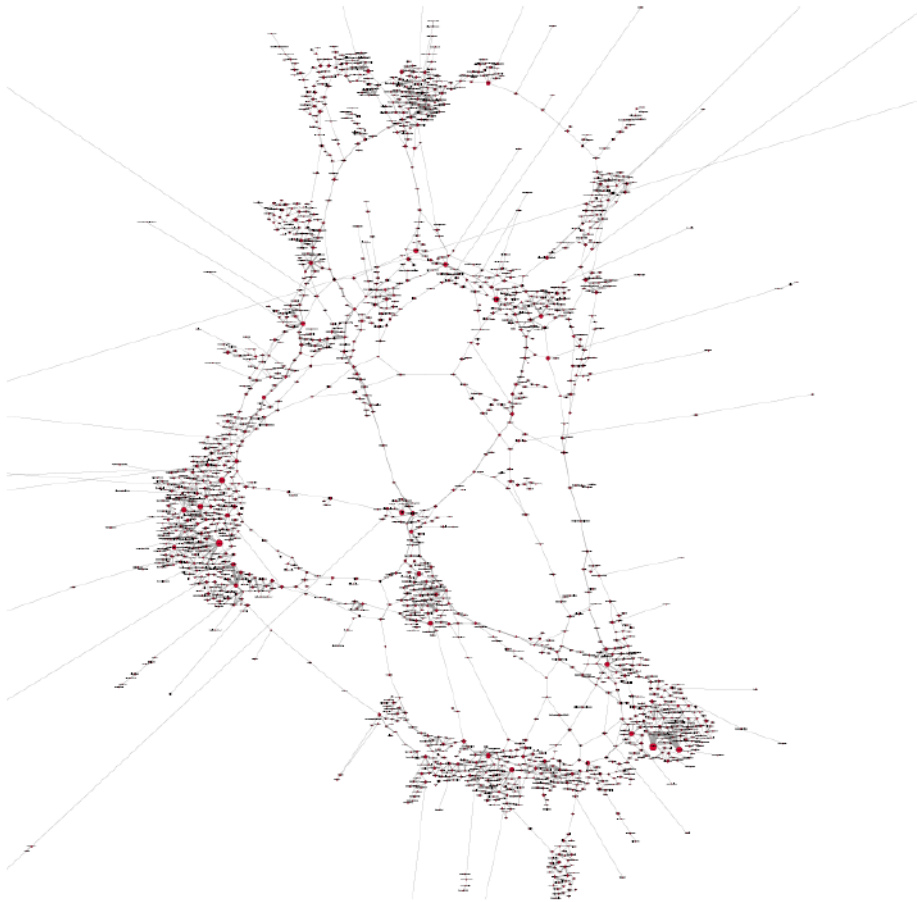
B. Das deutsche Schienennetz

Die Gesamtlänge des deutschen Schienennetzes beträgt 38.466 Kilometer (Eurostat, 2018). Als bedeutendstes EIU unterhält die DB Netz AG 33.241 Kilometer an Strecke, von denen rund 20.095 Kilometer elektrifiziert sind. Durch Deutschlands zentrale Lage in Europa verlaufen 6 der 9 europäischen Frachtkorridore durch das Land. Dies resultiert in einem sehr hohen Güterverkehrsaufkommen. Die meistfrequentierten Sektoren sind die Korridore zwischen den Nordseehäfen (Rotterdam und Antwerpen), den Alpenstaaten (Schweiz, Österreich und Italien), die Strecke Frankfurt-Hamburg, sowie von der Ruhrregion nach Berlin und darüber hinaus. Das deutsche Personenverkehrsnetz kann als sehr dezentralisiert beschrieben werden. Die lokalen Zuglinien (S-Bahn-Systeme) bedienen die Metropolregionen, während die Metropolregionen wiederum per Hochgeschwindigkeits- ICE Zügen miteinander verbunden sind. Daher besitzt das Netzwerk zahlreiche Cluster mit hoher Schienendichte, welche wiederum durch lange Verbindungen über das gesamte Land miteinander verbunden sind. (vgl Fig. 2.6). Das gesamte Netz besteht aus rund 60.780 Kilometern Gleisen, und ist somit das größte Schienennetz in Europa. Das große Schienennetz ermöglicht es daher im Fall einer Störung relativ einfach Züge umzuleiten. Es gibt 66.935 Weichen und Kreuzungen, sowie insgesamt 3.226 Bahnhöfe und Haltepunkte im Netz.

C. Nutzung des Schienennetzes

DB Netz überwacht täglich rund 45.000 Zugfahrten, bestehend aus rund 39.000 Personenverkehrszügen und fast 5.500 Güterzügen. Insgesamt 2.685 Millionen Passagiere nutzten das deutsche Eisenbahnnetz im Jahr 2016. Zusammen legten sie rund 95,465 Milliarden Personenkilometer zurück (Eurostat, 2018). Logistikunternehmen transportierten rund 367,314 Millionen Tonnen Güter im Jahr 2015. Personenverkehrs- und Logistikunternehmen betrieben 2016 insgesamt 1,068 Millionen Zugkilometer im Schienennetz der DB Netz AG (DB, 2017). Dies bedeutet rund 32.129 Zugkilometer je Kilometer Schiene. Die Pünktlichkeitsrate des Personenverkehrs lag 2016 bei 93,9 Prozent. Die Pünktlichkeitsrate der Regionalzüge der Deutschen Bahn lag bei 94,8 Prozent und die der Fernzüge bei gerade einmal 78,9%, bezogen auf einen sechs-Minuten Schwellwert. (DB, 2017).

Fig. 2.6 Typologie des deutschen Schienennetzes



Vereinfachtes Netzwerkdiagramm des deutschen Schienennetzes. Das deutsche Schienennetz sticht in dieser Studie aufgrund seiner hohen Komplexität und seinem dezentralisierten Charakter hervor. Das Netzwerk weist zahlreiche sub-cluster auf, z.B. im Ruhrgebiet und um München. Die Frequenzen variieren von sehr hoch (z.B. S-Bahn Netze in und um Großstädte) bis sehr niedrig (z.B. Nebenbahnen in dünnbesiedelten Regionen). Es existieren zahlreiche Möglichkeiten zur Umleitung. Ebenso ist das Netz allerdings sehr anfällig für Kaskadeneffekte.

D. Eisenbahnverkehrsleitung

Der Eisenbahnverkehr wird von sieben regionalen Kontrollzentren verwaltet (*Betriebszentrale, BZ*). Jedoch arbeitet nur ein geringer Teil der rund 12.000 Weichenwärter in den BZs und nutzt Computer für das Stellen von Weichen und Signalen. Es existieren rund 3.400 operative Stellwerke, von denen Weichen und Signale gestellt werden; einige von ihnen sogar noch mit manuell betätigten Hebeln. Ein BZ besteht durchschnittlich aus zehn Disponenten (*Zugdisponent*), welche die Verkehrsströme auf bestimmten Linien und Sektoren überwachen. Sie regulieren Konflikte zwischen Zügen anhand vordefinierter Dispositionsrichtlinien. Während einer Störung besteht ihre erste Aufgabe darin die betroffene Region mit Hilfe des Verkehrsleitsystems LeiDis-NK zu isolieren. Sie vermerken ebenso die Gründe für Verspätungen und Störungen im Verkehrsleitsystem.

Zusätzlich gibt es zwei oder drei *Bereichsdisponenten* welche die Arbeit der Zugdisponenten von einem anderen Kontrollraum aus überwachen. Der Bereichsdisponent verwaltet Anfragen und Beschwerden der EVU, beispielsweise bzgl. Umsteigeverbindungen. Sie kümmern sich ebenso, in Zusammenarbeit mit den EVU, um die Behebung von Störungen. Der *Netzkoordinator* überwacht alle Aktivitäten des BZ. Während großflächiger Störungen kommuniziert der Netzkoordinator mit den EVU, sowie benachbarten Kontrollzentren. Er oder Sie besitzt somit die letzte Entscheidungshoheit im Falle von Interessenskonflikten, oder der Verwendung von Ressourcen der EVU zur Beseitigung von Störungen. Ein *Notfallmanager* kümmert sich um Zwischenfälle und kommuniziert mit den Einsatzkräften.

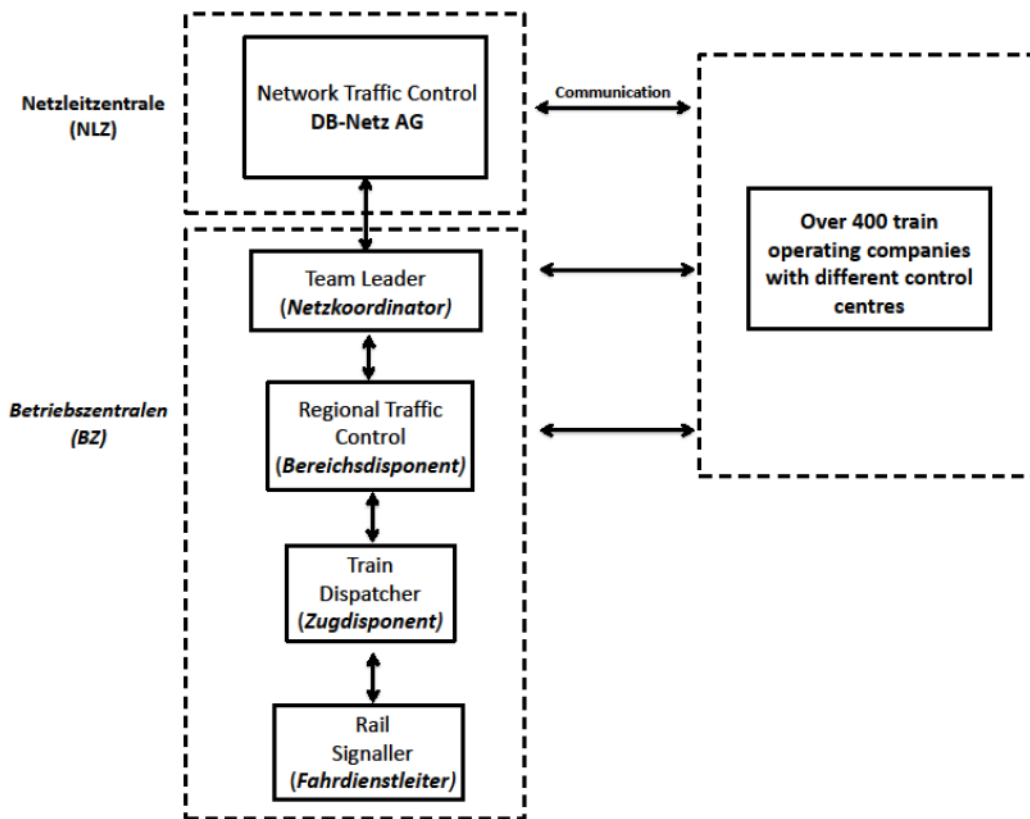


FIG. 2.7 Organisationsstruktur und Kommunikationslinien in Deutschland

1997 wurde eine nationale Netzleitzentrale in Frankfurt am Main eingerichtet (*Netzleitzentrale* oder *NLZ*). Hier arbeiten drei bis vier *Bereichskoordinatoren* welche den Fernverkehr, sowie internationale Verbindungen auf den Hauptkorridoren überwachen. Jeder Bereichskoordinator ist für zwei oder mehrere BZ verantwortlich. Zusammen überwachen sie rund 800 Personenzüge und 1.200 Güterzüge pro Tag. Zusätzlich koordinieren sie mit der Verkehrsleitung in den benachbarten Staaten. Die NLZ besitzt

ebenfalls einen *Netzkoordinator*. Der Netzkoordinator besitzt im Falle von extremen Störungslagen oder extremen Wetterbedingungen eine überwachende Funktion. Er besitzt die finale Entscheidungsgewalt im Falle der Meinungsverschiedenheit zwischen zwei Akteuren auf der nationalen Ebene. Während dem normalen Zugbetrieb ist der Netzkoordinator vorwiegend mit der Überwachung des gesamten Eisenbahnnetzes beschäftigt und dem Verfassen von Berichten für die oberen Führungsebenen.

2.6 Die Niederlande

A. Institutionelle Reformen und Wettbewerb in den Niederlanden

1992 wurde ein Sonderkomitee durch das Transportministerium eingerichtet, nicht nur um zu beurteilen wie das niederländische Eisenbahnsystem hinsichtlich der EU Richtlinie umstrukturiert werden sollte, sondern auch um die Beziehung zwischen dem niederländischen Staat und der bisherigen Eisenbahngesellschaft (*Nederlandse Spoorwegen*, NS) neu zu beurteilen. Dieses Komitee regte nicht nur die Aufteilung der NS an, sondern auch eine Trennung zwischen Staat und Eisenbahn. Der Personenverkehr wurde eine nicht-subventionierte und deregulierte Aktivität, welche der NS größere Freiheiten bezüglich eigener, wirtschaftlicher Entscheidungen zukommen lassen sollte. (Van de Velde, 2011). 1995 wurde die NS in eine kommerzielle (das bedeutet Aktivitäten im Bereich Personen- und Güterverkehr) und eine nicht-kommerzielle (das Management des Schienennetzes) aufgeteilt. Drei unterschiedliche Organisationen wurden geformt, welche die gemeinsame Aufgabe der Verwaltung des Schienennetzes haben: Railverkeersleiding (Verkehrsleitung), Railned (Kapazitätsplanung), und Railinfrabeheer (Bau und Betrieb des Schienennetzes). Diese "Organisationsgruppen" arbeiteten unter der direkten Kontrolle des Transportministeriums, welches ebenso die Kosten der drei Organisationen finanzierte. Sowohl die kommerzielle, als auch die nicht-kommerzielle Sparte verblieben Teil der NS Holding. Das Transportministerium war im Gesamtbesitz aller Unternehmensanteile dieser Holding.

Die Personenverkehrsdienste sollten auf einer kommerziellen und profitablen Basis durchgeführt werden, jedoch waren nicht alle Eisenbahnverbindungen profitabel. Deswegen wurde entschieden das Netz in ein Hauptnetz aus profitablen Strecken und periphere Strecken (etwa 7% der gesamten Personenkilometer), welche eher verlustbringend waren aufzuteilen. NS behielt sein Monopol im Hauptnetz, vor allem auf Basis einer zehnjährigen Konzession des niederländischen Staates (aktuell gültig bis 2025, wofür NS jährlich rund 80 Millionen Euro Konzessionsgebühren für die Exklusivnutzung bezahlt). Die niederländische Regierung war seit jeher entschieden gegen die Öffnung des Hauptnetzes für Wettbewerber, da sie glaubt, dass ein einzelner Betreiber für einen besser optimierten Betrieb auf den hochfrequentierten niederländischen Strecken sorgen kann (Van de Velde, Jacobs & Stefanski, 2009). Regionalverkehrsbehörden wurden für die Nebenbahnen verantwortlich, und begannen mit offenen Ausschreibungen hinsichtlich der Vergabe von Exklusivrechten auf bestimmten Strecken oder Streckenabschnitten zu experimentieren. Daher existiert weder de-jure noch de-facto

ein offener Marktzugang für Wettbewerber. Die nationale Regierung stellt die Mittel für den Regionalverkehr zur Verfügung. In den vergangenen Jahren haben EVU wie Transdev, Connexion, Arriva, und Keolis unterschiedliche Ausschreibungen gewonnen und häufig Zug und Busservices in bestimmten Regionen kombiniert.

Der Güterverkehrsmarkt ist seit 1996 geöffnet, und seit 2000 ist die Frachtsparte von NS mit DB Cargo fusioniert, was zu einem um so größeren Marktanteil führte. Seither fokussiert sich NS ausschließlich auf den nationalen und internationalen Personenverkehr. Für die internationalen Hochgeschwindigkeitsverbindungen arbeitet NS eng mit Thalys, der Deutschen Bahn, Eurostar und NMBS zusammen (der Hochgeschwindigkeitsverkehr von NS lief jedoch aufgrund von Problemen mit den V250 Triebwagen nur 40 Tage (cf. Gerrits, Marks & Böhme, 2015)). 2002 wurden Infrastrukturmanagement und Eisenbahnbetrieb offiziell aufgeteilt. Die ehemaligen Organisationen Railned, Railinfrabeheer, and Railverkeersleiding fusionierten und ein neues EIU mit dem Namen ProRail wurde gegründet. Alle EVU bezahlen Nutzungsgebühren für die Infrastruktur an ProRail, welche nur für einen Bruchteil der gesamten Infrastrukturkosten ausreichen. Die restlichen Kosten werden von der niederländischen Regierung getragen (Van de Velde, 2013).

B. Das niederländische Schienennetz

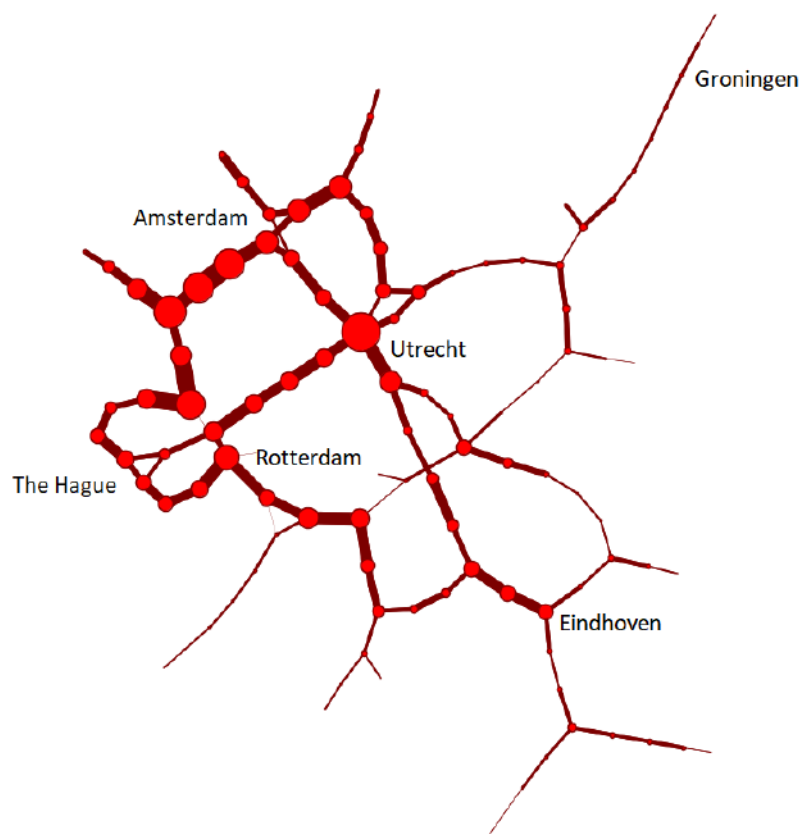
Das niederländische Eisenbahnnetz mißt eine Länge von 3.055 Kilometern, mit mehr als 70% der Strecke in Form von doppelt oder mehrfach gespurten Gleisen. Das gesamte Netz besitzt 7.219 Kilometer Gleise. Vom Gesamtnetz sind 2.310 Kilometer, und somit rund dreiviertel elektrifiziert. Es gibt 7.006 Weichen, 12.093 Signale und 404 Bahnhöfe und Haltepunkte (ProRail, 2017). Das Eisenbahnnetz ist besonders dicht in den Bereichen der vier größten Städte (Amsterdam, Rotterdam, The Hague, Utrecht), während Utrecht den wichtigsten Knotenpunkt im Eisenbahnsystem darstellt, und Verbindungsglied für alle Eisenbahnlinien im Land ist (vgl. Figur 2.8). Auf allen Strecken existiert eine Mischung aus langsamen Sprinter Verbindungen (eine Art Nahverkehrszug, der an jeder Station hält) und schnelleren Intercity Verbindungen (Mittel- und Fernverkehr) welche Städte und Kleinstädte miteinander verbinden. Auf den wichtigsten Linien fahren die Züge auch sehr hochfrequentiert. Beispielsweise fahren zwischen den Städten Amsterdam, Utrecht und Eindhoven jeweils sechs Intercity und sechs Sprinter Verbindungen je Stunde und Richtung. Aufgrund der geringen Größe des Landes und dem dichten Schienennetz, ist es für die Passagiere möglich aus einer Vielzahl unterschiedlicher Verbindungen zu wählen um so im Falle einer Störung auf anderem Wege ihr Ziel zu erreichen.

C. Nutzung des Schienennetzes

Das niederländische Schienennetz ist eines der meistfrequentierten Netze in Europa, mit nahezu 5.500 täglichen Personenverkehrszügen und rund 16.9 Milliarden Personenkilometer pro Jahr. (CBS, 2017). In dem relativ kleinen Netz haben die Züge im Jahr 2016 rund 159 Millionen Zugkilometer zurückgelegt (ProRail, 2017). Dies bedeutet mehr als 52.000 Zugkilometer je Kilometer Strecke. Es existiert weiterhin substantieller Güterverkehr zwischen Deutschland, Belgien und den Häfen in Rotterdam und Amsterdam. Insgesamt 42 Millionen Tonnen Fracht wurden 2015 per Güterzug

transportiert. Verglichen mit den anderen Ländern dieser Studie und unter Berücksichtigung dessen das Rotterdam der größte Hafen in Europa ist, ist das Güterverkehrsaufkommen jedoch relative gering. Jedoch werden in den Niederlanden große Gütermengen per Schiff auf den Wasserstraßen transportiert. Der Personenverkehr besaß 2016 eine Pünktlichkeitsrate von 89,4 Prozent bei einem drei-minuten Schwellwert. Bei Güterverkehr lag diese bei rund 73,7 Prozent.

Fig. 2.8 Typologie des niederländischen Schienennetzes



Vereinfachtes Netzwerkdiagramm des niederländischen Eisenbahnnetzes. Das Netz besitzt hochfrequentierte sub-cluster zwischen Amsterdam, Utrecht, Rotterdam and Den Haag, in denen alle paar Minuten ein Zug fährt. Dieser Teil des Netzes hat bereits seine maximale Kapazität ausgeschöpft und es gibt kaum Raum für Fahrplanabweichungen. Die Hauptlinien erstrecken sich Richtung Nord und Süd. Möglichkeiten zur Umleitung von Zügen sind begrenzt.

D. Eisenbahnverkehrsleitung

Der Eisenbahnverkehr wird von 13 Betriebszentralen überwacht (*Verkeersleidingspost*). Jedes Kontrollzentrum besitzt einen oder zwei Bereichsdisponenten (*Decentrale verkeersleider, DVL*), welche die Verkehrsströme in ihren Bereichen optimieren und Anfragen der EIU verwalten. Es existieren weiterhin zahlreiche Zugdisponenten (*Treindienstleiders, TDL*), deren Hauptaufgabe in der sicheren Zuweisung der verfügbaren

Streckenkapazitäten in bestimmten Sektoren (Knoten) welche ihnen zugewiesen wurden. Alle Weichen und Signale werden mittels computerbasierten System gestellt. Zusätzlich können die Zugdisponenten den Eisenbahnverkehr umplanen. Diese Aufgabe wird durch die DVL delegiert. Ein Teamleiter überwacht die Arbeitsbelastung der Mitarbeiter. NS besitzt ebenso fünf Betriebszentralen (*Regionale Bijsturingscentra*) um sein Zugpersonal und Schienenfahrzeuge zu verwalten. Diese Kontrollzentren stellen nahezu identische Kopien derer von ProRail dar. Dies bedeutet, dass es zu jeder Zeit zwei Disponenten gibt, welche die Verkehrsströme überwachen (diese kommunizieren mit der DVL), Knotenpunktkoordinatoren welche das Rangieren der Züge überwachen und das Zugpersonal an den Hauptbahnhöfen verwalten, (diese kommunizieren mit dem Zugdisponenten), und einem Schichtleiter (welcher mit dem Teamleiter kommuniziert). Ferner gibt es einige Disponenten, welche mit der Verwaltung von Zugpersonal und Schienenfahrzeugen beauftragt sind.

Das zentrale Operationskontrollzentrum Schiene (OCCR) wurde 2010 eingerichtet. Es beheimatet alle involvierten Parteien und ermöglicht es allen Teilhabern des Eisenbahnnetzes unter einem Dach zu sein, um Kommunikation und Koordination zu verbessern. Daraus resultiert die Existenz einer Vielzahl an spezialisierten Teams im OCCR, darunter IKT, Vermögenmanagement, Wartungsunternehmen und Frachtunternehmen. Alle EVU wurden eingeladen Arbeitsplätze im OCCR einzunehmen, jedoch ist NS der einzige Personenverkehrsbetreiber im OCCR. Die Back-office Funktionen wurden ebenfalls zentralisiert. Die Mitarbeiter sammeln Informationen zu Störungen und Fehlern in einem bestimmten System, alarmieren Einsatzkräfte und Dienstleister und leiten Updates an die jeweiligen Führungsstrukturen weiter. Jedes Team, das im OCCR präsent ist, wird durch einen Direktor repräsentiert (*regisseur*). Diese Direktoren treffen sich zu Beginn und Ende jeder Schicht zu Treffen unter Vorsitz des Koordinators (*Landelijk Coordinator Rail*). Während größeren Störungen treffen die Direktoren ebenso zusammen, um sich gegenseitig über die Entwicklungen auszutauschen und gemeinsame Entscheidungen zu treffen.

Disponenten der ProRail Verkehrsleitung, sowie der Transportleitung von NS welche sich im OCCR befinden, überwachen den Schienenverkehr auf nationaler Ebene und koordinieren die Aktivitäten der Bereichszentren. Zwei Disponenten von ProRail überwachen den Schienenverkehr auf den Hauptlinien und kommunizieren mit den Bereichsdisponenten in den DVL. Der Direktor der Nationalen Verkehrsleitung kommuniziert direkt mit den Teamleitern der Bereichszentren. Ihre Gegenstücke bei NS überwachen den Verkehrsfluß und alle Schienenfahrzeuge auf nationaler Ebene und verteilen die Schienenfahrzeuge auf die unterschiedlichen Regionen.

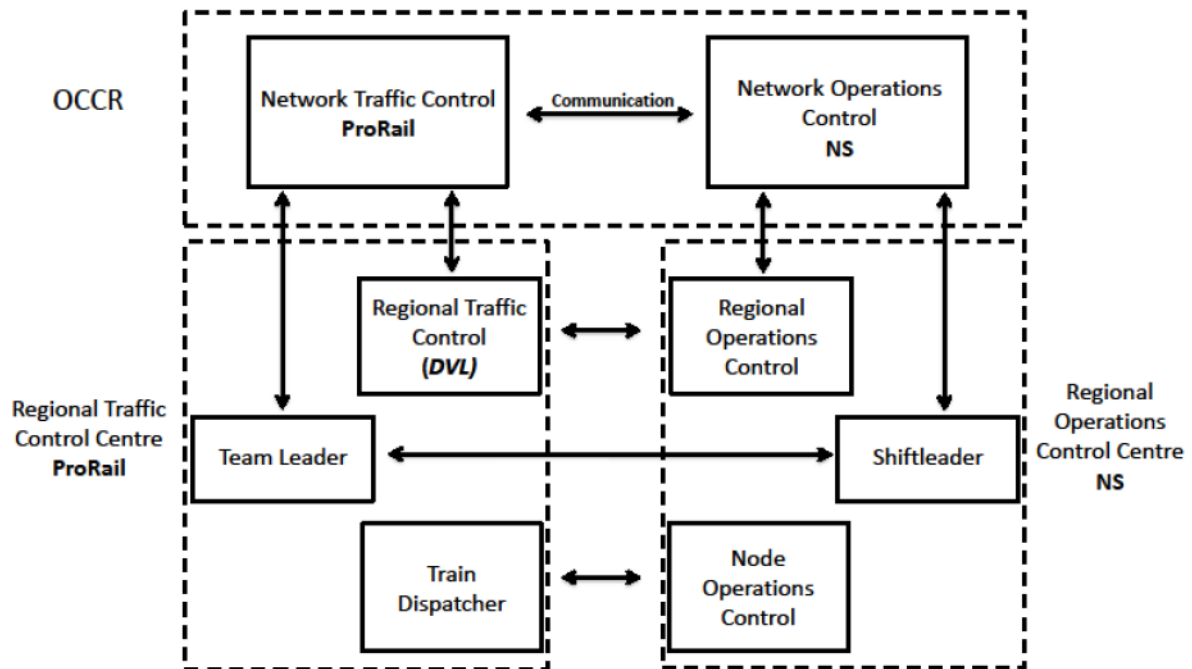


FIG. 2.9 Organisationsstruktur und Kommunikationslinien in den Niederlanden

2.7 Portugal

A. Institutionelle Reformen und Wettbewerb in Portugal

Das etablierte EVU Comboios de Portugal (CP) wurde 1997 aufgeteilt durch die Auslagerung des Infrastrukturmanagements in die staatliche REFER. 1999 verlor CP sein Monopol auf dem Eisenbahnmarkt, als der private Anbieter Fertagus eine Ausschreibung für eine gemeinwirtschaftliche Verpflichtung gewinnen konnte, um einen Nahverkehrszug zwischen den Vororten auf der Setubal Halbinsel, südlich von Lissabon nahe dem Fluss Tagus, anbieten zu können. Diese Vorortverbindung mit 54 km Länge ist eine der meistfrequentierten Linien in Portugal, mit jährlich rund 2,2 Millionen Zugkilometern. (Arriva, 2013). Diese Eisenbahnstrecke ist außerdem die einzige Strecke in Portugal die bisher ausgeschrieben wurde. CP ist weiterhin die dominierende Eisenbahnverkehrsgesellschaft, mit einem Marktanteil von 79% aller Zugkilometer (IP, 2017). Die Konzession für CP um den Rest aller Züge im Schienennetz zu betreiben wurde per Gesetz vergeben (CER, 2017). Dieses Gesetz verpflichtet CP eine Mindestanforderung an Schienenverkehr bereitzustellen. Daher gibt es keinen offenen Marktzugang zum

inländischen Personenverkehrsmarkt. Der internationale Personenverkehrsmarkt wurde 2010 für Wettbewerber geöffnet. Dennoch ist die Anzahl der grenzüberschreitenden Verbindungen stark limitiert und wird von CP in Kooperation mit der etablierten spanischen Gesellschaft Renfe durchgeführt. 2015 fusionierte REFER mit dem portugiesischen Betreiber für Straßen-Infrastruktur, was in dem neuen Unternehmen Infraestruturas de Portugal (IP) mündete.

B. Das portugiesische Schienennetz

Das portugiesische Eisenbahnnetz mißt eine Länge von 2.544 km. Rund 1.639 Kilometer der Strecken sind elektrifiziert (64%) und rund dreiviertel der Strecken sind lediglich einfach gespurt. Die Signaltechnik des Netzes besteht aus einer Mischung aus elektronischen Signalen (1.740 km) und mechanischen Signalen (806 km). In den letzten Jahrzehnten bekam der Personenverkehrssektor erhebliche Konkurrenz durch private und öffentliche Straßenverkehrsunternehmen. In Kombination mit geringen Infrastrukturinvestitionen resultierte dies in der Schließung zahlreicher Neben- und Schmalspurbahnen (Sarmiento 2002). Aktuell sind rund 1.075 Kilometer des Schienennetzes nicht in Betrieb.

C. Nutzung des Schienennetzes

Der portugiesische Schienenverkehr konzentriert sich vor allem auf die Metropolregionen Porto und Lissabon. Vorortzüge machen rund zwei Drittel der insgesamt rund 2.200 Passagierzüge pro Tag aus, während Intercity-Züge und der Hochgeschwindigkeitszug Alfa Pendular (welche die drei großen Städte Portugals miteinander verbindet) nur für rund fünf Prozent der täglichen Zugbewegungen verantwortlich sind. 2015 wurden mehr als 130 Millionen Passagiere transportiert. Zusammen legten die Passagiere rund 3.957 Millionen Kilometer zurück. Im gleichen Jahr wurden rund 11,1 Millionen Tonnen Fracht per Güterzug transportiert (Eurostat, 2018). Die Züge der Personenverkehrsgesellschaften legten 2016 rund 30,1 Millionen Kilometer zurück, während jene der Frachtunternehmen rund 5,8 Millionen Kilometer zurücklegten. Insgesamt akkumulierten sich rund 37 Millionen Zugkilometer im Jahr 2016 (IP, 2017). Dies bedeutet rund 14.544 Zugkilometer je Streckenkilometer. Die Pünktlichkeitsrate der Personenverkehrszüge lag bei 94 Prozent, während die der Güterzüge bei 80 Prozent lag, basierend auf einer fünf-Minuten Schwelle für Personenzüge und 30 Minuten Schwelle für Güterzüge. Fernverkehrszüge besaßen eine Pünktlichkeitsrate von 76,3%, während Nahverkehrszüge eine Pünktlichkeit von 96% erreichten. (ibid.).

D. Eisenbahnverkehrsleitung

Der Eisenbahnverkehr wird durch drei Bereichszentren (COO) überwacht, welche sich in Porto, Lissabon und Setubal befinden. Es gibt eine bedeutende Varianz hinsichtlich der Anzahl der Züge, die von den jeweiligen COO überwacht werden. So überwacht das COO Lissabon rund 1650 Züge pro Tag (70% aller Züge), während das COO Porto rund 650 Züge (23 %) und das COO Setubal nur 150 Züge (7 %) überwachen. In den COO kontrollieren Disponenten (*Operação Regulação*) den Schienenverkehr von ihren Arbeitsplätzen mittels elektronischer Stellwerke und überwachen den Schienenverkehr auf den Sektoren mit mechanischer Signaltechnik. Da es kein Zugererkennungssystem auf

den mechanisch gestellten Bereichen gibt, müssen manuelle Eingaben von Weichenwärtern an den jeweiligen Orten in das Softwaresystem integriert werden, welches anhand der Eingaben die Position der Züge simuliert. Die Arbeit der Disponenten wird durch die Verkehrsleiter (*Supervisão*) koordiniert und überwacht. Im COO Lissabon befinden sich hierfür vier Verkehrsleiter, welche jeder die Arbeit von jeweils vier Disponenten überwachen. Die Verkehrsleiter stehen in direktem Kontakt mit den EVU.

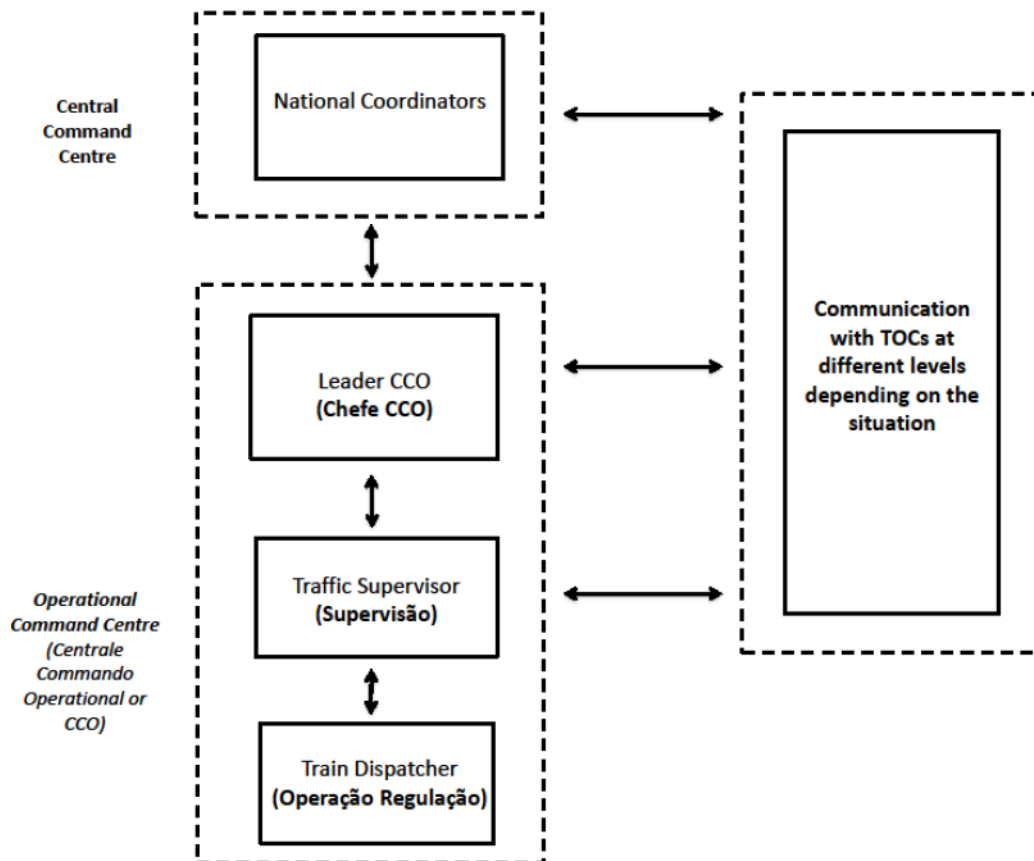


Fig. 2.10 Organisationsstruktur und Kommunikationslinien in Portugal

In den CCO existieren einige Unterstützungsfunktionen, um die Kommunikation und Koordination zwischen den Teams zu erleichtern. Beispielsweise gibt es Disponenten, welche mit der Überwachung des Status der Reparatur von Schieneninfrastruktur beauftragt sind, jene die die Funktion der Oberleitungen überwachen, Fahrgastinformationen bereitstellen, oder die Videoüberwachung der Züge auswerten. Eine Führungskraft (*Chefe CCO*) trägt die Verantwortung für die Überwachung aller Disponenten im COO und er oder sie hat die Entscheidungshoheit während Störungen oder potentiellen Konflikten mit den EVU inne. In Portugal existiert kein wirklich nationales Leitzentrum, wie wir es in anderen Ländern (mit der Ausnahme von Schweden)

vorgefunden haben. Es gibt ein zentrales Kontrollzentrum in welchem zwei Koordinatoren die Informationen der drei COOs sammeln und deren Aktivitäten koordinieren. Dieses Kontrollzentrum ist jedoch nicht in die tägliche Arbeit eingebunden, sondern wird nur während außergewöhnlichen Umständen, wie z.B. Waldbränden aktiv. Die Disponenten der EVU befinden sich nicht in den COOs. Sie besitzen ihre eigenen Leitstellen, von denen sie Zugpersonal und Schienenfahrzeuge planen. In Erwartung neuer Wettbewerber auf dem Eisenbahnmarkt wurde der etablierten CP kein Arbeitsplatz in den COOs angeboten. Es existiert ein Krisenraum im COO in welchem IP die EVU treffen und aktuelle Geschehnisse diskutieren und Maßnahmen beschließen kann.

2.8 Schweden

A. Institutionelle Reformen und Wettbewerb auf dem Eisenbahnmarkt

Schweden war einer der europäischen Vorreiter bei Eisenbahnreformen. Viele dieser Reformen sind in dem Transportgesetz von 1998 verwurzelt. Dieses Gesetz initiierte nicht nur die Aufteilung des etablierten Eisenbahnunternehmens *Statens Järnvägar (SJ)* in den Infrastrukturbetreiber Banverket und die Eisenbahngesellschaft SJ, sondern arrangierte auch eine Dezentralisierung der Verantwortlichkeiten und Ressourcen für die Gewährleistung des (im allgemeinen) unprofitablen Nahverkehrsnetzes zu den Regionalbehörden. Diese Reform wurde als Weg aus der stark defizitären Situation der staatlichen Eisenbahngesellschaft auf den Weg gebracht und um die Finanzen von SJ besser kontrollieren zu können, da SJ immer mehr unter dem Kostendruck der Eisenbahnverbindungen zu leiden hatte, sowie als Möglichkeit um notwendige Investitionen in die Infrastruktur tätigen zu können (Alexandersson & Hultén, 2007). Außerdem war vorgesehen, dass Wettbewerbsgleichheit zwischen den unterschiedlichen Verkehrsträgern geschaffen wird. Hierbei ist zu berücksichtigen, daß Schweden dies ohne externen Druck durchführte, da es erst 1995 zur EU betrat (Finger & Rosa, 2012).

Die einundzwanzig County Public Transport Authorities (CPTAs) wurden verantwortlich für die Beschaffung von Eisenbahnverbindungen, für welche sie Subventionen von der nationalen Regierung erhielten, sowie die Bereitstellung von Schienenfahrzeugen. Da die CPTAs durch die Beschaffung von Busverbindungen bereits positive Erfahrungen mit wettbewerblichen Bieterverfahren gemacht hatten, begannen einige von ihnen dieses Prinzip auch für die Vergabe von gemeinwirtschaftlichen Verpflichtungsverträgen bei der Eisenbahn anzuwenden (Alexandersson & Rigas, 2013). Folglich wurde BK Tåg die erste nicht-etablierte Eisenbahngesellschaft, welche 1990 die ersten Eisenbahnverbindungen anbot. Während die CPTAs für den Nah- und Regionalverkehr verantwortlich wurden, gab es ebenso unprofitablen interregionalen Verkehr im Hauptnetz. Der schwedische Staat hatte die Beschaffung dieser interregionalen Verbindungen auf Basis verhandelter Verträge mit SJ durchgeführt. Aufgrund der positiven Erfahrungen mit dem wettbewerblichen Bieterverfahren bei Nah- und Regionalverkehr wurde es ab 1993 ebenso möglich für interregionale Linien zu bieten, um die Kosten zu reduzieren und die

Effizienz zu steigern. Dennoch bestanden auch weiterhin etliche Markteintrittsbarrieren und es dauerte bis 1999, bis zum ersten Mal ein Vertrag von einer anderen Gesellschaft als SJ gewonnen werden konnte (Alexandersson & Rigas, 2013). 1996 wurde der Güterverkehrsmarkt geöffnet um seinen Anteil am Modal Split zu erhöhen.

Seit 2000 sah SJ den Markteintritt von mehreren Wettbewerbern im Bereich der wenig profitablen Vorort- und interregionalen Züge. Als Antwort auf diese Zunahme an Wettbewerbern und um gleichwertigen Marktzugang zu Dienstleistungen anbieten zu können, wurde 2001 entschieden die SJ in mehrere staatliche Unternehmen aufzuteilen (z.B. das Logistikunternehmen Green Cargo und den Immobilienverwalter Jernhusen), während andere Teile komplett privatisiert wurden (Alexandersson & Hultén, 2007). Die neugeschaffene Eisenbahngesellschaft SJ AB konnte sich fortan ausschließlich auf die Bereitstellung von Personenverkehrsdiensten fokussieren, sowie den Wettbewerbern auf dem subventionierten Markt. Der nächste Schritt bei der Öffnung des schwedischen Eisenbahnmarktes wurde 2010 gemacht. In diesem Jahr wurde der Markt für kommerzielle Personenverkehrsbetreiber ebenfalls für den Wettbewerb geöffnet. Jedoch blieb die Anzahl der Markteintritte sehr gering. Die bedeutendste Entwicklung geschah 2015, als die Gesellschaft MTR Express aus Hongkong eine Intercity Verbindung zwischen den beiden größten Städten Stockholm und Göteborg aufnahm, in direktem Wettbewerb mit SJ AB. 2012 wurde es außerdem für jede Eisenbahngesellschaft möglich, kommerzielle Angebote für die Strecken mit gemeinwirtschaftlicher Verpflichtung abzugeben. Interessanterweise erhielten kommerzielle Fernverkehrsverbindungen zunehmend Konkurrenz durch Verbindungen, die im Rahmen von gemeinwirtschaftlichen Verpflichtungen durchgeführt wurden. Einige CPTAs haben die Verbindungen in bestimmten Regionen gebündelt, um interregionale Verbindungen anbieten zu können und somit die administrative Last zu verteilen. (CER, 2017). Jedoch führte diese Kooperation zwischen den CPTAs zur Tatsache, daß kommerzielle Anbieter nun mit den subventionierten Linien konkurrieren müssen, und somit aus dem Markt gedrängt werden (Van de Velde & Röntgen, 2017).

Zwischen 1999 und 2010 war die Staatliche Behörde Rikstrafiken für die Ausschreibung der nicht-kommerziellen Interregionalverbindungen verantwortlich. 2011 fusionierte Banverket mit den Straßen- und Schifffahrtsbehörden in die neue Trafikverket. Seither ist Trafikverket für die Planung und Verwaltung aller sich im staatlichen Besitz befindenden Straßen, Schienen und einem Großteil der Fährverbindungen verantwortlich. Daher wurde Trafikverket ebenso für die Ausschreibung der nicht-kommerziellen Interregionalverbindungen beauftragt. Die Hauptaufgabe bei der Formierung dieser intermodalen Staatsbehörde war es die potentiellen Vorteile bei der Planung und Durchführung von Infrastrukturmaßnahmen auszuschöpfen und die Kapazitäten der unterschiedlichen Verkehrsträger zu synchronisieren (CER, 2017). Die EVU zahlen Nutzungsgebühren an Trafikverket, welche die Instandhaltungskosten der Infrastruktur abdecken (Alexandersson & Hultén, 2007).

B. Das schwedische Schienennetz

Schweden ist flächenmäßig das größte Land in dieser Studie, gleichzeitig ist es mit weniger als 10 Millionen Einwohnern auch eines der am dünnsten besiedelten Länder in Europa. Das schwedische Schienennetz ist relativ eng um den stärker besiedelten Süden des Landes konzentriert, während die westlichen und südlichen Linien primär die drei größten Städte Stockholm, Göteborg und Malmö miteinander verbinden. Von Malmö ermöglicht die Öresund-Verbindung eine direkte Zugverbindung mit der dänischen Hauptstadt Kopenhagen, außerdem gibt es vier grenzüberschreitende Linien nach Norwegen (Personen- und Güterverkehr), sowie eine nach Finnland (Güterverkehr). Besonders im Bereich der Hauptstadt Stockholm ist der Schienenverkehr besonders hoch, mit mehr als 1.700 täglichen Zugverbindungen innerhalb der Metropolregion und 1.200 täglichen Zügen, welche den Hauptbahnhof befahren. Das weniger besiedelte Gebiet im Norden des Landes ist durch Fernverkehrslinien mit der Hauptstadt verbunden (vgl. Figur 2.11). Das gesamte Schienennetz Schwedens mißt eine Länge von 10.882 km, wovon 3.700 km doppelgespurt sind und 8.814 km elektrifiziert wurden (Eurostat, 2018). Dies macht Schweden in dieser Studie zu dem Land mit der höchsten Elektrifizierungsrate. Das Schienennetz umfasst außerdem 4000 Brücken und 147 Tunnel, sowie 15.176 Weichen.

C. Nutzung des Schienennetzes

Die Gesamtzahl der Zugkilometer lag in Schweden 2016 bei rund 158 Millionen Kilometern³. Dies bedeutet 14.519 Zugkilometer je Kilometer Strecke. Während das Personenverkehrsangebot in den vergangenen fünf Jahren kontinuierlich angestiegen ist (17% im Zeitraum 2011 bis 2016), ging der Güterverkehr im gleichen Zeitraum um 18% zurück. Die Anzahl der Zugreisen stieg um 3%, auf nunmehr 211 Millionen, einem neuen Rekordwert für Schweden. Obwohl der Fernverkehr immer noch mehr als die Hälfte aller Personenkilometer ausmacht, wächst der Anteil der subventionierten Nah- und Regionalverkehrszüge, welche 2016 rund 48% des Verkehrs ausmachten. Insgesamt legten die Eisenbahnkunden rund 12,8 Milliarden Kilometer zurück, ebenfalls ein neuer Rekord und eine zwölfprozentige Steigerung gegenüber 2011. Im Güterverkehr wurden rund 67,5 Millionen Tonnen Fracht transportiert.

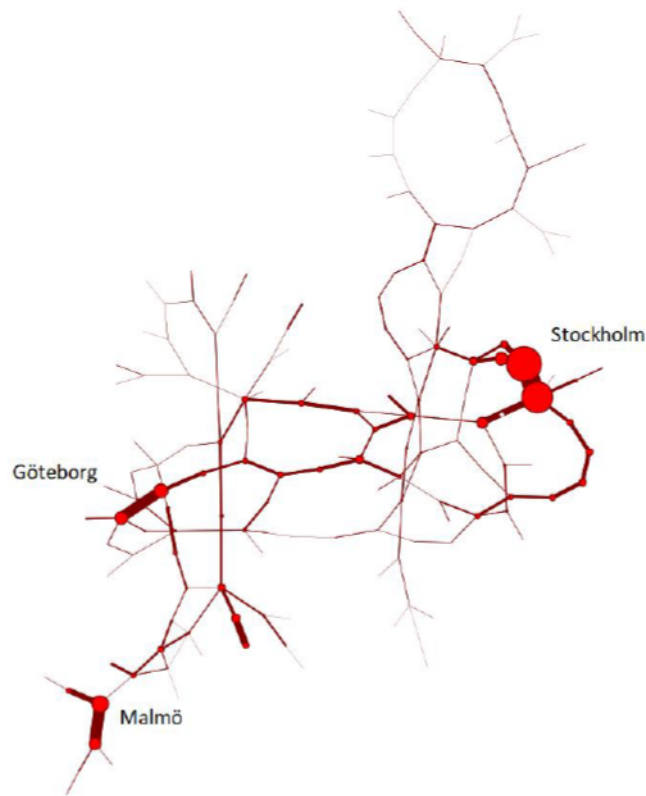
Die Frachtunternehmen operierten insgesamt rund 21,4 Milliarden Frachtkilometer. Die Pünktlichkeitsrate des Personenverkehrs an Endbahnhöfen lag 2016 bei rund 90%, gemessen durch das kombinierte Leistungsmesssystem (CPM 5)⁴. Der Fernverkehr besaß eine Pünktlichkeitsrate von 78 Prozent, während Regionalverkehr (88%) und Nahverkehr (94%) eine deutlich bessere Pünktlichkeitsstatistik vorweisen konnten. Die

³ Die Daten in diesem Teil der Analyse stammen aus Jahresberichten (Trafikanalys 2017a,b)

⁴ "CPM kombiniert Pünktlichkeit und Verlässlichkeit in einer einzelnen Leistungsvariable. CPM beträgt dabei den Prozentsatz aller fahrplanmäßigen Züge des Vortags, welche tatsächlich pünktlich angekommen sind. Dabei wird die fahrplanmäßige Ankunft mit der tatsächlichen Ankunft verglichen, wobei weitere Benutzereingaben definiert werden können. CPM(5) bedeutet, dass Züge bis zu 5 Minuten verspätet verkehren können und dennoch als Pünktlich gezählt werden können. (Trafikanalys, 2017b: 9).

Pünktlichkeitsrate der Fernverkehrszüge an Endhalten lag in Schweden bei 90 Prozent, gemessen mit dem CPM.

Fig. 2.11 Typologie des schwedischen Eisenbahnnetzes



Vereinfachtes Netzwerkdiagramm des schwedischen Schienennetzes. Das Netz besitzt drei hochfrequentierte Cluster um die großen Städte Malmö, Göteborg und Stockholm. Von diesen ist Stockholm die mit Abstand am stärksten frequentierte Region des Netzes. Die anderen Strecken besitzen eher eine geringe Auslastung.

D. Eisenbahnverkehrsleitung

Es existieren sieben regionale Betriebszentralen. Obwohl der Großteil des Verkehrs in diesen zentralisiert überwacht wird, gibt es immer noch einige Stellwerke im Land. Vier Bereichszentren (Stockholm, Gävle, Göteborg und Malmö) kombinieren sowohl Schienenverkehrs- als auch Straßenverkehrsüberwachung. Zwei weitere besitzen Leitstellen für die Elektrizitätsüberwachung (Gävle und Göteborg). Die Eisenbahnverkehrsleitung in Schweden wurde auf drei unterschiedliche Ebenen verteilt.

Die erste "operative Ebene" besteht aus Zugdisponenten, Reiseinformanten und Verkehrsleiter⁵. Zugdisponenten besitzen in Schweden eine ähnliche Funktion wie in Dänemark, Portugal und den Niederlanden. Sie sind nicht nur für die sichere zur Verfügung Stellung der Schienenkapazitäten verantwortlich, sondern auch für die Optimierung des Verkehrs in ihrer administrativen Region. Daher besitzen die Zugdisponenten erhebliche Freiheiten hinsichtlich der Fahrplanansetzung im Falle von Störungen. Für die Überwachung der Züge nutzen die Disponenten ein digitales Informationssystem, und einfache papierbasierte Zeit-Entfernung Tabellen. Durch das Zeichnen auf diesen Tabellen können die Zugdisponenten die Position der Züge nachverfolgen und potentielle Konflikte identifizieren.

Neben jedem Zugdisponenten sitzt ein Informationsoffizier. Dieser legt manuell die Abfahrtszeiten der Fernzüge an den Bahnsteigen fest (bei Nahverkehrszügen geschieht dies automatisiert), aktualisiert die Webseiten, und gewährleistet Ansagen an den Bahnsteigen. Die Reiseinformanten spielen auch im Rahmen einer Störung eine bedeutende Rolle, indem sie gezielt Informationen an die Disponenten im Kontrollraum verteilen. Sie müssen sicherstellen, dass mehrdeutige Informationen nicht weitergegeben werden. Ein wichtiger Teil dieser Arbeit besteht in der Verwaltung des Nachrichtensystems RASUN. In diesem System werden Informationen zu Störungen gesammelt, auf welche ortsunabhängig von Disponenten und EVU zugegriffen werden können. Vier der acht Bereichszentren haben einen Bereichsdisponenten. Der Bereichsdisponent überwacht die Arbeit der Zugdisponenten und unterstützt sie während Störungen. Jedoch ist nur ein kleiner Teil von ihnen im Kontrollraum anwesend. Dies bedeutet, dass die Zugdisponenten die Bereichsdisponenten erst aktivieren müssen und im Falle einer Störung Hilfe anfordern müssen. Der Bereichsdisponent kommuniziert mit den EVU falls eine Störung auftritt und diskutiert mit ihnen, welche Züge ausfallen, umgeleitet werden oder verspätet verkehren sollen. Während dem Tagesbetrieb hat der Bereichsdisponent die Aufgabe ad-hoc Anfragen für Zugverbindungen zu betreuen. Nicht direkt an der Eisenbahnverkehrsleitung beteiligt, jedoch ebenfalls Teil der ersten operativen Ebene sind die Verkehrsleiter der Bereiche Straße, Energie und Infrastruktur.

Die zweite Kontrollebene befindet sich auf der supraregionalen Ebene. Das Straßen- und Eisenbahnverkehrsmanagement in Schweden wurde in vier Regionen unterteilt. Interessanterweise überlappen diese Regionen jedoch nicht komplett. Für jede dieser Regionen existiert ein operational management center (OMC)⁶. Die OMCs koordinieren die Aktivitäten der Eisenbahn- und Straßenverkehrsbetriebszentren. An der Spitze des OMC steht der Verkehrsleiter (ROL). Der ROL ist für alle Entscheidungen und die getroffenen Maßnahmen in seinem Verkehrssektor verantwortlich. Während großflächiger Störungen überwacht der ROI nicht nur die Arbeit der unterschiedlichen Leitstellen in seinem Verantwortungsbereich, sondern koordiniert auch mit anderen Regionen im Rahmen sogenannter OPL-Telefonkonferenzen. Zusätzlich verbleibt der ROL

⁵ Wir müssen hier klarstellen, dass sich die Rolle der Bereichsdisponenten innerhalb der unterschiedlichen Betriebszentralen unterscheidet. Bei der dargestellten Rollenverteilung orientieren wir uns an der Struktur der Betriebszentrale Stockholm.

⁶ Die OMC befinden sich in den Betriebszentralen Stockholm, Gävle, Göteborg, und Malmö.

in stetem Kontakt mit den unterschiedlichen EVU, um Entscheidungen hinsichtlich der Fahrpläneuansetzungen treffen zu können. Der ROL ist nicht unmittelbar mit der Eisenbahnverkehrsleitung beschäftigt, sondern fungiert vielmehr als Überblickseinheit in den OMCs. Innerhalb des OMC wird der ROL von einem Informations- und Infrastrukturmanager unterstützt, in manchen OMCs auch von einem Bereichsdisponenten.

Schließlich gibt es das nationale Betriebsleitzentrum, welches die Aktivitäten der vier Regionen auf nationaler Ebene koordiniert. Das Betriebsleitzentrum ist innerhalb der Bereichsleitung von Stockholm verortet und besitzt zwei Mitarbeiter, die Nationalen Betriebsleiter (NOL). Die NOL kümmern sich um Störungen welche zwei oder mehr Regionen umfassen und besitzen somit einen Einfluß auf das landesweite Schienen- und Straßennetz. Die Rolle ist vergleichbar mit derer der ROL, jedoch deutlich auf außergewöhnliche Situationen limitiert, welche höchstens ein- bis zweimal im Monat auftreten. Für die NOL ist es außerdem wichtig, zeitnah durch die ROL informiert zu werden. Sie können jedoch ebenso von dem Informationssystem BASUN Gebrauch machen.

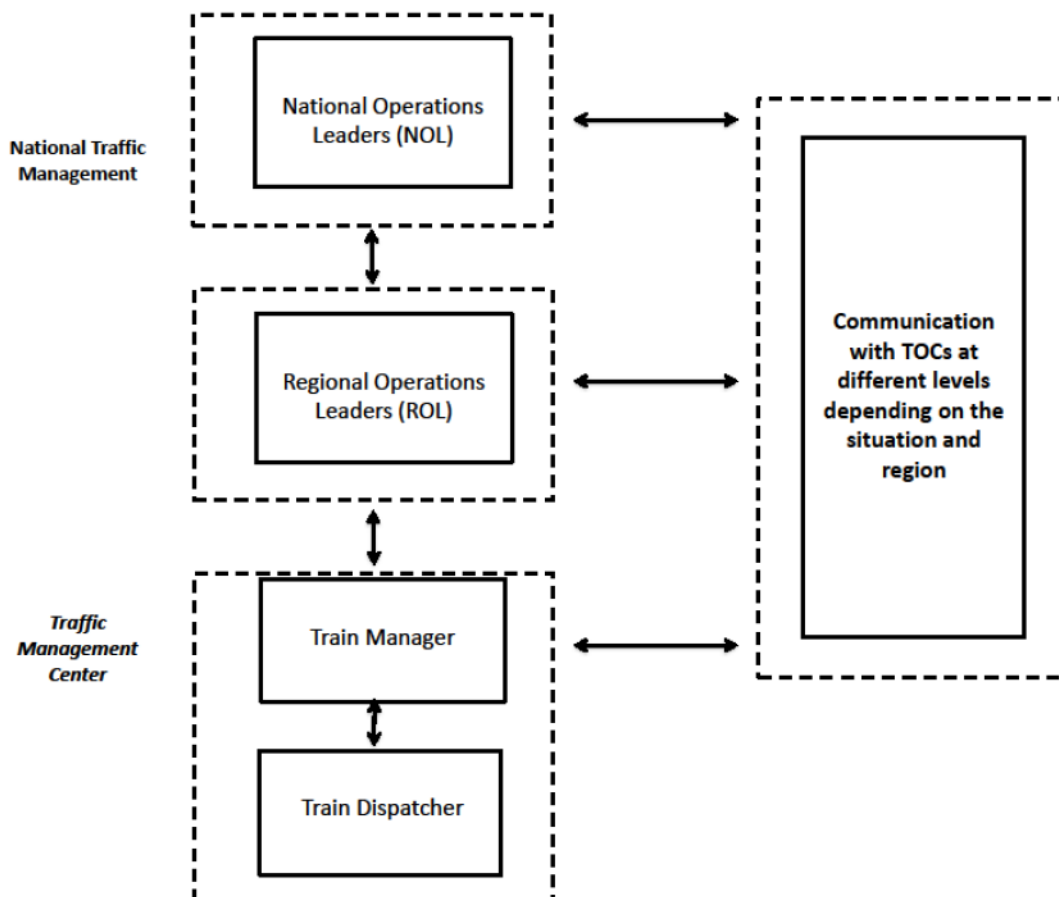


FIG. 2.12 Organisationsstruktur und Kommunikationslinien in Schweden

2.9 Hauptcharakteristika der Länder in dieser Studie

Tabelle 2.1 faßt die Hauptmerkmale der Länder in dieser Studie zusammen. Während in den meisten Ländern die Verkehrsleitung von der Infrastrukturverwaltung getrennt wurde, sind in Österreich und Deutschland die etablierten EVU und EIU immer noch Teil einer gemeinsamen Holding. Trotzdem waren beide Länder, zusammen mit Schweden, Vorreiter bezüglich der Öffnung des Eisenbahnmarktes für Wettbewerb auf der Schiene, sowie in der Ausschreibung regionaler Eisenbahnverbindungen. Deutschland ist hier besonders hervorzuheben, da die Ausschreibung des Regionalverkehrs, sowie die relative Leichtigkeit des Marktzugangs für Frachtunternehmen bedeutet, dass eine große Anzahl an EVU in Deutschland operieren kann. In allen Ländern spielte die Marktöffnung für Wettbewerber eine wichtige Rolle hinsichtlich der Koordination in Störungsfällen. Es macht einen Unterschied ob die Koordination und Kommunikation mit nur einem, oder mit mehreren EVU erfolgt. Dies spiegelt sich scheinbar auch in der Organisation der Verkehrsleitung in den verschiedenen Ländern wieder. In Ländern mit einem großen, einzelnen EVU, beispielsweise Österreich, den Niederlanden, Dänemark und allen voran Belgien, sehen wir dass die EVU und EIU gemeinsam in der Leitstelle anwesend sind.

Es gibt außerdem bedeutende Unterschiede in der Intensität der Nutzung der Schienennetze. Die Niederlande besitzen das mit Abstand meist benutzte Schienennetz in dieser Studie, wenn man seine Größe, sowie die Anzahl der Zugkilometer pro Streckenkilometer berücksichtigt. Die extreme Nutzung eines Netzes bedeutet, daß nur relativ wenig Spielraum im Fahrplan für das Abfedern von Störungen vorhanden ist und daß Störungen sich schnell kaskadenartig ausbreiten. Daher müssen Störungen schnell isoliert werden und es existieren kaum Möglichkeiten den Verkehr umzuleiten. Gleichzeitig sind die Zugkilometer je Einwohner in den Niederlanden, Belgien und vor allem Portugal relativ gering, Im Vergleich besteht in Schweden ein viel größerer Handlungsraum zwischen den Zügen, daher gibt es mehr Zeit um Maßnahmen auszuarbeiten und ad-hoc Maßnahmen zu ergreifen, ohne die insgesamt Leistungsfähigkeit des Netzes zu beeinflussen.

Tabelle 2.1 Hauptmerkmale der verschiedenen Länder

Beziehung zwischen EIU und etabliertem EVU	DEUTSCHLAND		ÖSTERREICH		NIEDERLANDE		DÄNEMARK		SCHWEDEN		PORTUGAL		BELGIEN	
	Holding		Holding		Vollständige Trennung		Vollständige Trennung		Vollständige Trennung		Vollständige Trennung		Vollständige Trennung	
Inländischer Markteintritt	Offener Zugang zum nationalen Personenverkehrsmarkt	Offener Zugang zum nationalen Personenverkehrsmarkt	Offener Zugang zum nationalen Personenverkehrsmarkt	Kein offener Zugang, Direktvergabe des Hauptnetzes und offene Ausschreibung des Regionalverkehrs	Offener Zugang aber kein Wettbewerb. Neue Wettbewerber durch Ausschreibung der PSO	Offener Zugang zum nationalen Personenverkehrsmarkt	Offener Zugang	Kein offener Zugang. Öffentliche Ausschreibung für eine Nahverkehrslinie	Offener Zugang zum nationalen Personenverkehrsmarkt	Offener Zugang	Kein offener Zugang. Öffentliche Ausschreibung für eine Nahverkehrslinie	Vollständige Trennung	Inlandsmarkt nicht für Wettbewerb geöffnet	
Länge des Schienennetzes (km)	38.466	4.922	3.055	2.667	10.882	2.544	3.631							
Anteil elektrifizierter Strecken (Prozent)	60,5%	71,9%	75,6%	28,1%	75,2%	64,4%	84,4%							
Anzahl EVU (Personen- und Güterverkehr)	Über 350 aktive EVU	45 EVU	28 EVU	+/- 10 EVU	28 EVU	5 EVU	15 EVU							
Passagierkilometer (Milliarden)	95,5	12,6	16,9	6,1	12,8	4,0	9,8							
Zugkilometer pro Jahr (Millionen)	1.068	146	159	69	158	37	95							
Tausend Zugkilometer je Kilometer Schiene	32,1	29,7	52,0	25,9	14,5	14,5	26,0							
Personenkilometer je Einwohner	1.155	1.440	993	1.065	1.293	384	863							
Zugkilometer je Einwohner	12,9	16,9	9,3	12,0	16,0	3,6	8,4							

Kapitel 3: Störungsmanagement in den Ländern

3.1 Einleitung

Die Komplexität des Störungsmanagements wird einerseits durch das Multiteam Netzwerk verursacht (Disponenten von unterschiedlichen Unternehmen, geographisch versetzt), andererseits durch die Charakteristika der Eisenbahnnetze und der Art der auftretenden Störung. Im vorangegangenen Kapitel haben wir die nationalen Besonderheiten diskutiert. Dieses Kapitel beschäftigt sich mit dem Störungsmanagement in den jeweiligen Ländern hinsichtlich zweier wichtiger Abwägungen: Antizipation vs. Widerstandsfähigkeit und Dezentralisierung vs. Zentralisierung. Zuerst werden wir eingehender die Rolle von diesen Abwägungen erläutern und bestimmte Punkte vorstellen, anhand derer dies in der Praxis beobachtet werden kann. Danach werden wir diese Punkte auf die Störungsmanagementpraxis in den unterschiedlichen Ländern anwenden.

3.2 Abwägungen im Störungsmanagement

Es gibt keine beste Methode für Störungsmanagement. Jedes EVU und EIU muss mit bestimmten Einschränkungen und Anforderungen zurechtkommen, welche durch die unterschiedlichen Entwicklungen und länderspezifischen Besonderheiten, welche in den vorangegangenen Kapiteln beschrieben wurden, diktiert werden. Was die Länder jedoch gemeinsam haben, ist die Involvierung von unterschiedlichen Teams bei der Bewältigung von Störungen in einer komplexen und dynamischen Umgebung. Diese besondere Betriebsumgebung setzt paradoxe Anforderungen bezüglich Koordinierung voraus. Auf der einen Seite bedarf es formaler Koordinationsmethoden, z.B. Plänen und Prozeduren, gepaart mit zentralisierten Entscheidungsfindungsprozessen, um Störungen schnell und in kontrollierter Weise Herr zu werden. Gleichzeitig erfordert die dynamische und unvorhersehbare Umgebung ebenfalls ad-hoc Entscheidungen und eine Flexibilität der Disponenten. Daher bedarf es sowohl Flexibilität (um auf Veränderungen während der Störung reagieren zu können), als auch stabilen Standardarbeitsanweisungen (um eine für andere vorhersehbare Behebung der Störung zu garantieren).

Dies ist keine Sache von entweder dauerhafter Improvisation oder dem Verharren auf etablierten Plänen und Prozeduren. Vielmehr geht es darum die passende Antwort für die jeweilige Störung zu finden. Bei der Suche nach dieser passenden Maßnahme müssen EIU und EVU unterschiedliche Abwägungen treffen, welche von Land zu Land signifikante Unterschiede aufweisen können. Wir werden diese Hauptabwägungen nutzen um die Vergleiche zwischen den Ländern zu strukturieren. Diese Abwägungen basieren auf wissenschaftlicher Forschung zum Thema Koordinierung in komplexen Systemen, wie es Eisenbahnnetze sind. Eine Liste an relevanter Forschungsliteratur ist im Anhang beigefügt.

Die Abwägungen können in zwei Kategorien aufgeteilt werden: (a) Zentralisierung vs. Dezentralisierung und (b) Antizipation vs. Widerstandsfähigkeit. Vor der Vorstellung der Ergebnisse des Vergleichs werden wir kurz näher auf diese Abwägungen eingehen.

In komplexen Systemen besitzt eine dezentrale Struktur eine besondere Bedeutung, da das detaillierte Wissen der Disponenten bzgl. des lokalen Kontextes und der direkten Kontrolle über alle verfügbaren Ressourcen, ihnen die notwendige Flexibilität zur Behebung dieser außergewöhnlichen Situation geben. Jedoch können Störungen, besonders größere, die Fähigkeiten der lokalen Disponenten den Überblick, sowie die Kontrolle über die Situation beizubehalten, erheblich beeinträchtigen. Lokal getroffene Entscheidungen haben aber nicht immer einen positiven Einfluss auf die allgemeine Leistungsfähigkeit des Systems. Vereinfacht bedeutet dies, dass was auf lokaler Ebene Sinn macht unter Umständen auf der Systemebene einen gegenteiligen Effekt haben kann. Die beste Lösung für dieses Problem ist die Zentralisierung der Verkehrsleitung, um schnelle, ausschlaggebende und koordinierte Maßnahmen gewährleisten zu können. Zentralisierte Verkehrsleitung ist jedoch ebenfalls nicht ohne ihre Tücken. Die Entscheidungsfindung während einer Störung erfordert die Verteilung einer großen Menge an Informationen zwischen den unterschiedlichen Organisationsebenen: etwas das nicht immer möglich ist, wenn Stress und unklare Situationen vorherrschen und die Arbeit erschweren. Daher hängen Entscheidungen eventuell bereits hinter den aktuellen lokalen Umständen zurück. Auf Grund dessen ist es notwendig den richtigen Grad zwischen dezentralisierter und zentralisierter Organisationsstruktur zu finden.

Die zweite Hauptabwägung betrifft Antizipation gegenüber Widerstandsfähigkeit. Der Antizipationsansatz konzentriert sich auf die Vorhersage potentieller Fehler oder Störungen im System, um im Vorfeld zu planen. Teil dieser Planung ist die Entwicklung von vordefinierten Koordinationsmechanismen, z.B. Maßnahmenplänen, Regeln und Prozeduren, welche die Rollen- auf Aufgabenverteilung aller Akteure festlegt, und Maßnahmen für unterschiedliche Situationen entwirft. Vordefinierte Koordinationsmechanismen reduzieren potentielle Konflikte zwischen den unterschiedlichen Akteuren und erhöhen somit die Reaktionsfähigkeit dieser und reduzieren die benötigte Zeit zur Entwicklung von Maßnahmen. Es bleibt jedoch dabei, und das wird jeder Disponent bestätigen, dass es weiterhin unmöglich bleibt alle eventuellen Störungen vorherzusagen und zu antizipieren. Beispielsweise besitzen Art, Ort und Zeitpunkt einer Störung einen Einfluss auf die Effektivität einer Gegenmaßnahme.

Dies könnte daher rühren, dass z.B. ein bestimmter Zug kurz bevor oder nachdem er eine bestimmte Weiche passiert ausfällt. Daher bedarf es eines gewissen Entscheidungsspielraums für Disponenten, um die etablierten Prozeduren an die jeweilige Situation, durch Modifikationen, gegenseitiges Verständnis und Improvisation, anpassen zu können. Anpassung in Echtzeit kann als widerstandsfähiger Ansatz verstanden werden,

welcher Vorhersagen durch reaktive Kapazitäten in den Verkehrsleitstellen ersetzt und sich auf die Expertise und das implizierte Wissen der Disponenten fokussiert. Jedoch bedarf jede improvisierte Lösung ebenfalls einer schnellen und koordinierten Umsetzung, wenn es sich um eine dynamische, rapide verändernde Umgebung handelt. Deswegen sind Antizipation und Widerstandsfähigkeit nicht gegensätzliche und exklusive Ansätze, sondern konstituieren eine Abwägung bei der Entwicklung von effektiven Gegenmaßnahmen.

Die beiden hier beschriebenen Abwägungen können in der Praxis anhand der in Tabelle 3.1 beschriebenen Punkte beobachtet werden. Für jedes Land haben wir eine *qualitative Beurteilung* für jeden dieser Punkte getroffen, um darzulegen wie sie im Vergleich zu anderen Nationen abschneiden. Wie drücken diese Beurteilungen quantitativ mittels einer fuzzy-Skala (0;0,33;0,66;1) aus. Ein niedriger Wert (näher bei 0) repräsentiert eine starke Zentralisierung und ein starkes Verlassen auf Antizipation; ein hoher Wert (näher bei 1) drückt eine starke Dezentralisierung und das Verlassen auf Widerstandsfähigkeit aus. Wir nutzen diese Skala um die qualitativen Beurteilungen einzuordnen. Dies ermöglicht es uns die Länder hinsichtlich der Abwägungen zu charakterisieren, während es der Platzierung von Ländern auf einem „sicheren Mittelplatz“, welcher weder Zentralisierung noch Dezentralisierung, und weder Antizipation noch Widerstandsfähigkeit ausdrücken würde, vorbeugt. In anderen Worten befinden sich die Länder immer „näher“ zu einer Seite der jeweiligen Dimensionen.

Nachdem es keine theoretischen Gründe gibt warum bestimmte Punkte priorisiert werden sollten, haben wir die einzelnen Punkte für die abschließende Zusammenrechnung gleichmäßig gewichtet. Hierbei muss beachtet werden, dass die Quantifizierung der Ergebnisse den Anschein von falscher Präzision vermitteln könnte. Wir möchten mit aller Vehemenz betonen, dass den Werten eine *qualitative* Beurteilung zu Grunde liegt. Daher ist es wichtig zu beachten, dass die Werte ausdrücken wie die Länder *relativ* zu einander stehen, jedoch keine *absolute* Beurteilung. Beispielsweise wird kein Land sich mehr gänzlich auf manuelle Verkehrsleitung verlassen. Trotzdem ist es möglich das ein Land in dieser Bewertung im Bereich manuelle Kontrolle den Wert 1 erhält, falls die Bedeutung von manueller Verkehrsleitung höher als in jedem anderen Land in dieser Studie ist, selbst wenn Teile der Verkehrsleitung bereits automatisiert sind.

Tabelle 3.1 Liste von Punkten, ihren Beschreibungen und Werten die für die Kategorisierung der unterschiedlichen Länder verwendet wurden

Abwägung A: Zentralisierung vs. Dezentralisierung		
<i>Punkte</i>	<i>Beschreibung</i>	<i>Zentralisiert 0 – 0.33</i> <i>Dezentralisiert 0.66 – 1</i>
Verteilung der Verkehrsleitstellen	Dies betrifft die Anzahl der Leitstellen und ihre geographische Verteilung im Land.	Gering Anzahl und limitierte Verteilung 0; hohe Anzahl und Verteilung: 1
Zuteilung von Entscheidungsgewalt während Störungen	Dies beurteilt ob Entscheidungen von lokalen Leitstellen oder nationalen Leitzentren getroffen werden	Zentralisierte Entscheidungsfindung: 0; Dezentrale Entscheidungsfindung: 1
Autonomie der lokalen Verkehrsleitung	Dies beurteilt den Grad der Autonomie lokaler Verkehrsleitstellen bei der Entscheidungsfindung im Störfall	Geringe Autonomie: 0; bedeutende Autonomie: 1
Kommunikation und Knotenpunkte der Kommunikation	Dies betrifft den Kommunikationsfluss zwischen den Hierarchieebenen sowie die Verkehrsleiter welche die Informationen verarbeiten	Strahlenförmiger Informationsfluß: 0; Verteilte Kommunikations-flüsse: 1
Gemeinsame Unterbringung von EVU und EIU	Dies betrifft die Frage ob EVU und EIU sich den gleichen Arbeitsplatz teilen und am gleichen Ort anwesend sind.	Gleicher Ort: 0; Volle räumliche Trennung: 1

Abwägung B: Antizipation vs. Widerstandsfähigkeit

<i>Punkte</i>	<i>Beschreibung</i>	<i>Antizipation 0 – 0.33</i> <i>Widerstandsfähigkeit 0.66 – 1</i>
Bedeutung von Maßnahmenplänen	Dies betrifft die Anzahl der Maßnahmenpläne und wie diese in der Praxis angewandt werden	Verlassen auf vordefinierte Pläne: 0; Verlassen auf Improvisation: 1
Automatisierung der Verkehrsleitung	Dies betrifft die Verfügbarkeit und Nutzung automatisierter Verkehrsleitung, welche lokale Operationen ersetzen oder übersteigen können	Automatisiert: 0; Manuelle Verkehrsleitung: 1
Institutionalisierung gemeinsamen Sensemakings	Dies betrifft den Grad der Institutionalisierung und Organisation von gemeinsamen Sensemaking	Organisiert: 0; nicht organisiert: 1
Nutzung von Dispositionsregeln	Dies betrifft die Verfügbarkeit und Nutzung von Dispositionsregeln	Rigoreuse Anwendung von Regeln: 0; keine Anwendung von Regeln: 1

3.3 Verteilung der Verkehrsleitstellen

Wenn wir zurück zu der Entstehung des europäischen Eisenbahnnetzes gehen, werden wir ein dezentrales Netzwerk unter Verwendung von vielen manuell betriebenen Stellwerken sehen, die sich entlang der Strecken oder in den größeren Bahnhöfen befinden. Diese extreme Form geographisch verteilter, dezentralisierter Verkehrsleitung ist durch den technologischen Fortschritt mittlerweile nahezu nicht mehr vorhanden. Obwohl Unterschiede beobachtet werden können, haben alle Länder dieser Studie die Anzahl an Stellwerken zugunsten von modernen Betriebszentralen reduziert. Diese regionalen Betriebszentralen ermöglichen es größere Gebiete zu überwachen, während gleichzeitig eine geringere Anzahl an Disponenten benötigt wird, welche in einer geringen Anzahl kleinerer Leitstellen arbeiten. Eine weitere Evolution ist die Etablierung nationaler Leitzentralen, die eine Übersichtsfunktion für die tägliche Verkehrsleitung innehalten. Obwohl nicht durch die Deregulierung herbeigeführt, spielen die nationalen Leitzentralen eine Schlüsselrolle in der Organisation der fragmentierten Eisenbahnnetze. Wenngleich eine Zentralisierung der Verkehrsleitung die Koordinations- und Kommunikationslast reduziert, reduziert sie gleichzeitig auch das vorhandene lokale Wissen, welches für die Bewältigung außergewöhnlicher Ereignisse benötigt wird.

Österreich

ÖBB befindet sich im Prozess die Schienenverkehrsleitung auf den Hauptlinien in fünf regionalen Betriebszentralen zu integrieren (Betriebsführungszentralen, BFZ). Diese Zentralisierung der Verkehrsleitung begann 2005 und soll bis 2030 beendet sein. Der Übergangsprozess hin zu einer mehr zentralisierten Verkehrsleitung geschieht auf einer Schritt-für-Schritt Lösung. Dies bedeutet, dass die unterschiedlichen Teile des Eisenbahnnetzes und sogar einzelne Abschnitte bestimmter Eisenbahnlinien, Schritt für Schritt in die neue BFZ integriert werden. Daher können einige Teile des Netzes von Disponenten in den BFZ überwacht werden, während andere Teile immer noch manuell von Disponenten in lokalen Stellwerken gesteuert werden. Aktuell werden rund 1600 Kilometer des Schienennetzes von den BFZ aus gesteuert. Einige Nebenbahnen und Rangierbahnhöfe sind nicht Teil der Umstellung, diese werden aufgrund der geringen Anzahl des Schienenverkehrs weiterhin lokal gesteuert. Die nationale Verkehrsleitzentrale in Wien (Verkehrsleitzentrale Wien oder VLZ) wurde 2006 errichtet und beherbergt sowohl Disponenten von ÖBB Infrastrukturmanagement, als auch ÖBB Personenverkehr.

Belgien

Belgien besaß 2016 rund 86 Stellwerke. Diese Anzahl wurde in den vergangenen Jahren deutlich reduziert. 2005 hat es noch 368 Stellwerke mit stark unterschiedlichem Alter und aus unterschiedlichen technologischen Generationen. Mit der Einführung einer neuen Eisenbahnverkehrsleitung und Verkehrsleit- und Informationssystemen, soll die Zentralisierung der Verkehrsleitung in anfangs 31 modernen Stellwerken und später 10

modernen Betriebszentralen bis zum Jahr 2022 münden. Die nationale Leitzentrale (Railway Operations Centre oder ROC) wurde 2014 errichtet als die Verkehrsleitung von Infrabel und die Verkehrsleitung von NMBS gemeinsam in einer Verkehrsleitstelle untergebracht wurden.

Dänemark

Banedanmark besitzt vier regionale Betriebszentralen (Regional Fjernstyrings Central, RFC) von denen der gesamte Schienenverkehr gesteuert wird. Ein nationales Verkehrsleitzentrum (Drift Centre Danmark or DCDK) wurde 2006 errichtet und beherbergt Disponenten von sowohl Banedanmark als auch DSB. Mit der vollständigen Umsetzung von ERTMS, sollte dies erfolgen, soll die Anzahl der Leitstellen auf zwei reduziert werden.

Deutschland

Der Eisenbahnverkehr wird von sieben regionalen Betriebszentralen gesteuert (Betriebszentrale, BZ). Jedoch arbeitet nur ein geringer Teil der insgesamt rund 12.000 Weichensteller in den BZ mit Hilfe computergestützter Systeme. Es existieren immer noch über 3400 Stellwerke, von denen die unterschiedlichen Weichen und Signale gestellt werden: manche sogar noch mit mechanischen Hebeln. 1997 wurde eine nationale Netzleitzentrale (Netzleitzentrale oder NLZ) in Frankfurt am Main eingerichtet. Hier überwachen drei bis vier Koordinatoren (Bereichskoordinator) den Fernverkehr, sowie die internationalen Schienenverbindungen auf den Hauptachsen. Aufgrund der Vielzahl an EVU im deutschen Eisenbahnnetz (über 350 aktive EVU) überrascht es wenig, dass es eine bedeutende Anzahl an Verkehrsleitstellen der unterschiedlichen Betreiber gibt, von denen die Betreiber ihren Verkehr steuern. Beispielsweise besitzt die Deutsche Bahn Leitstellen für Nahverkehr (Transportleitung Personenverkehrs) und Fernverkehr (Verkehrsleitung Fernverkehr). Nicht alle dieser Leitstellen wurden in die Betriebszentrale von DB Netz integriert.

Niederlande

Der Schienenverkehr wird von 13 regionalen Betriebszentralen (Verkeersleidingspost) gesteuert. Die niederländische Eisenbahn besitzt ebenso fünf Betriebszentralen (Regionale Bijsturingcentra) welche für die Organisation von Zugpersonal und Schienenfahrzeugen verantwortlich sind. Diese Kontrollzentren spiegeln mehr oder weniger jene von ProRail. Das nationale Verkehrsleitzentrum (OCCR) wurde 2010 geschaffen. Das OCCR beherbergt alle involvierten Akteure unter einem Dach um Kommunikation und Zusammenarbeit zu fördern. Das niederländische Eisenbahnsystem ist das einzige in dieser Studie, welches alle Stellwerke durch moderne Bereichszentralen mit computergestützten Systemen ausgetauscht hat.

Portugal

Portugal befindet sich in einem Zentralisierungsprozess der Eisenbahnverkehrsleitung. Stellwerke neben den Strecken werden in Betriebszentralen zusammengefaßt. Stand 2018 gibt es drei solcher Betriebszentralen, mit dem Versuch diese letztlich in zwei Leitstellen zu bündeln (Porto und Lissabon). Folglich wird das System immer zentralisierter. Während ein nationaler Kontrollmechanismus besteht, wurde uns mitgeteilt, dass dieser nur in außergewöhnlichen Umständen aktiv wird. Daher beurteilen wir dies nicht als Teil der täglichen Verkehrsleitung und des Störungsmanagements.

Schweden

Schweden besitzt 8 regionale Betriebszentralen, von denen der Schienenverkehr überwacht und gesteuert wird. Es sind noch eine kleine Zahl lokaler Stellwerke in Betrieb. Wie bereits erwähnt besitzen die regionalen (ROL) und nationalen (NOL) Verkehrskordinatoren eine passive Rolle im täglichen Geschäft. Sie werden nur aktiv wenn größere Störungen und Extremsituationen auftreten, ähnlich wie dies auch in Portugal geschieht.

Tabelle 3.2 Verteilung der Leitstellen

Land	Verteilung der Leitstellen niedrig bis hoch
Österreich	.33
Belgien	1
Dänemark	0
Deutschland	1
Niederlande	.33
Portugal	.33
Schweden	.33

3.4 Zuteilung von Entscheidungsgewalt während Störungen

Die Organisation der Verkehrsleitung in ein eher dezentralisiertes oder zentralisiertes Netzwerk ist nur ein Teil des Ganzen. Von weiterer Bedeutung ist auch die Zuteilung von Entscheidungsgewalt während einer Störung. Zentralisierte Entscheidungsfindung und Planung helfen alle Aktivitäten der regionalen Betriebszentralen zu synchronisieren, Systemziele zu überwachen und die Ressourcen zwischen den Regionen besser zu steuern. Zentralisierte Entscheidungsfindung kann jedoch ebenfalls langsam sein und das Teilen einer großen Informationsmenge notwendig machen. Naturgemäß gibt es eine relativ große Grauzone zwischen entweder zentralisierter oder dezentralisierter Entscheidungsgewalt. In der Tat beobachteten wir, dass viele Disponenten darauf abzielen einen größeren Konsens über bestimmte Maßnahmen zu erzielen, um nicht zu

einem Punkt zu gelangen, wo die Entscheidung von einer Stelle alleine durchgesetzt werden muss. Dennoch gibt es immer eine letzte Instanz der Entscheidungsgewalt. Diese wurden verwendet um die Länder einzustufen.

Österreich

In Österreich obliegt die Entscheidungsgewalt bezüglich des Fernverkehrs bei der VLZ, während die BFZ die Autorität über den Regionalverkehr besitzen. Da letzterer einen Großteil des Schienenverkehrs ausmacht ist es legitim davon auszugehen, dass die Entscheidungsgewalt primär auf lokaler Ebene liegt – obwohl das VLZ die lokalen Entscheidungen überstimmen kann, sollten sie den Fernverkehr negativ beeinträchtigen (und dies auch manchmal macht). Obwohl eine häufige Konsultation zwischen EVU und EIU existiert, haben die Verkehrsgesellschaften das letzte Wort bezüglich alternativen Fahrplänen.

Belgien

Das belgische System ist so aufgestellt, dass die Stellwerke mit der Implementation von Entscheidungen des ROC beauftragt sind. Daher besitzen sie keine Entscheidungsgewalt während Störungen. Da jedoch vier Teams in jedem ROC existieren, jedes für eine bestimmte Region verantwortlich, gibt es praktisch keine Entscheidungsfindung auf nationaler Ebene. Entscheidungen werden innerhalb der Teams getroffen, welche aus Disponenten von Infrabel und NMBS bestehen.

Dänemark

Lösungen für Störungen werden innerhalb des DCDK von einem Team an Disponenten von sowohl Banedanmark, als auch DSB innerhalb der jeweiligen Schicht getroffen. Sie beauftragen die Betriebszentralen die Entscheidungen umzusetzen, jedoch existiert in der Praxis eine beachtliche Konsultation mit den Betriebszentralen bezüglich der Entwicklung des Maßnahmenplans.

Deutschland

In Deutschland ist die Entscheidungsfindung dezentralisiert, wobei die BZ die meisten Entscheidungen hinsichtlich Fahrplanneuansetzungen treffen. Die Rolle der Netzleitzentrale ist es die Entscheidungen der einzelnen BZ zu koordinieren, vor allem hinsichtlich des Fernverkehrs. Daher beruht ihre jeweilige Rolle auf der jeweiligen Situation, ist jedoch in der Regel zurückhaltend.

Niederlande

In den Niederlanden trifft der Bereichsdisponent (DVL) Entscheidungen bezüglich der verbleibenden Kapazität des Netzes im Falle einer Störung. Die nationalen Verkehrsleiter von ProRail im OCCR beurteilen diese Entscheidungen hinsichtlich der systemischen Kenntnisse des Schienenverkehrs. Die Disponenten der niederländischen Eisenbahn im

OCCR wählen darauf aufbauend einen Maßnahmenplan aus, welcher anhand der Maßgaben des OCCR umgesetzt wird. Häufig gibt es eine Konsultation zwischen beiden Parteien im OCCR.

Portugal

Die Entscheidungsfindung geschieht in den drei Betriebszentralen. Da diese mit Disponenten von Infrastruturas de Portugal besetzt sind, sind vor allem diese für die Lösung verantwortlich. Jedoch können die Disponenten (außer jenem im CCO) mit ihren Kollegen bei den EVU kommunizieren und so eine Koordinierung erreichen. Wie bereits erwähnt spielt der nationale Kontrollmechanismus nur in Extremfällen eine Rolle.

Schweden

Zugdisponenten besitzen eine erhebliche Autonomie in Schweden. Sie besitzen die Freiheit direkte Maßnahmen zu ergreifen, welche notwendig sind um gewöhnliche Störungen zu beheben. Dies geschieht häufig unter Konsultation mit den Fahrdienstleitern. Während gewöhnliche Störungen normalerweise lokal gelöst werden, bedürfen großflächigere Störungen der Koordination der unterschiedlichen Regionen. Dies wird durch Telefonkonferenzen, sog. OPL-Meetings, erreicht. Diese OPLs spielen eine entscheidende Rolle in der täglichen Koordination. Selbst Disponenten die nicht direkt in einer Störung involviert sind nehmen häufig an diesen Teil um auf dem neuesten Stand zu bleiben. Ein OPL wird durch einen Regionalleiter initiiert, jedoch können Disponenten die Organisation ebenfalls anfordern. Während die Disponenten die Erlaubnis besitzen operative Entscheidungen zu treffen, obliegt die letzte Entscheidungsgewalt den Bereichsleitern.

Tabelle 3.3 Zuteilung von Entscheidungsgewalt

Land	Zuteilung von Entscheidungsgewalt während Störungen Zentralisiert oder Dezentralisiert
Österreich	.66
Belgien	0
Dänemark	0
Deutschland	1
Niederlande	0
Portugal	.66
Schweden	.66

3.5 Autonomie lokaler Verkehrsleitung

Störungsmanagement ist mehr als die Zuteilung von Entscheidungsgewalt. Ein weiterer wichtiger Aspekt ist der Grad zu welchem die lokalen Verkehrsleitstellen befugt sind ihre eigenen Maßnahmen zu entwickeln und umzusetzen., somit die Autonomie der lokalen Verkehrsleitungen. Es kann argumentiert werden, dass dies hilfreich ist, da lokale Disponenten ein großer Fachwissen über die Situation besitzen und schneller auf die sich rasch ändernden Rahmenumstände reagieren können. Wie bereits angemerkt, können lokal getroffene Entscheidungen zwar Sinn auf lokaler Ebene machen, jedoch auf nationaler Ebene einen negativen Effekt besitzen. Daher könnte ein (angenommener) Bedarf zur Limitierung der regionalen Kompetenzen bestehen.

Österreich

Ursprünglich war die Rolle der VLZ weniger klar definiert, was zu Mißverständnissen und manchmal auch Reibungen zwischen dem VLZ und den BLZ führte. Mittlerweile wurde dies durch die Zuteilung des Fernverkehrs an das VLZ und des Regionalverkehrs an die BFZ gelöst. Wie intendiert greift das VLZ nicht in das tägliche Geschäft und das Störungsmanagement der BFZ ein. Daher existiert eine beträchtliche Autonomie der BFZ. Jedoch gibt es eine bedeutende Ausnahme: das BFZ muss den Entscheidungen und Empfehlungen der VLZ folgen, sollte die Störung Auswirkungen auf den Fernverkehr besitzen. Dies scheint gut zu funktionieren.

Belgien

Stellwerke, von denen noch eine große Nummer in Betrieb sind, besitzen die ursprüngliche Aufgabe die zur Verfügungstellung der Schienenkapazitäten zu gewährleisten. Entscheidungen bezüglich Fahrplanneuansetzungen werden ausschließlich von den Disponenten im ROC getroffen. Diese strikte Trennung an Verantwortungen zwischen beiden Ebenen der Verkehrsleitung scheint gut zu funktionieren und die Hierarchiestrukturen scheinen intakt.

Dänemark

Die lokalen Verkehrsleiter sind mit der Optimierung der Verkehrsströme in ihren Verantwortungsbereichen beauftragt, während die nationalen Disponenten den Schienenverkehr in den Hauptkorridoren überwachen. Jedoch ist eine Konsultierung mit den nationalen Disponenten vorgeschrieben, sollten die Fahrplanneuansetzungen der lokalen Verkehrsleiter mehrere Regionen beeinträchtigen. In der Praxis funktioniert dies effizient.

Deutschland

Die BZ in Deutschland besitzen beachtliche Autonomie innerhalb ihrer Regionen. Die NLZ überwacht die Maßnahmen der BZ und interveniert nur während größeren Störungen,

wenn der Fernverkehr in verschiedenen Regionen beeinträchtigt wird. In der Praxis beobachteten wir, daß Intuition eine große Rolle bezüglich der Entscheidungsfindung ob in die lokalen Prozesse eingegriffen wird besitzt, und es daher keine starre Abgrenzung zwischen beiden Kontrollebenen gibt.

Niederlande

Wie in Dänemark optimieren die Bereichsdisponenten den Schienenverkehr in ihrem Bereich, während die Disponenten im OCCR den Schienenverkehr auf den Hauptkorridoren überwachen. Eine Konsultierung mit den nationalen Disponenten ist notwendig, falls die Fahrplanneuansetzungen mehrere Regionen betreffen. In den Niederlanden haben wir außerdem beobachtet, dass es nicht immer klar ersichtlich für die Disponenten ist (sowohl auf lokaler als auch nationaler Ebene), an welchem Punkt eine Störung lokaler oder nationaler Bedeutung ist, was zu Unklarheiten bezüglich wann und wie nationale Disponenten in die lokale Verkehrsleitung eingreifen sollen, resultiert. In der Praxis scheint dies willkürlich zu geschehen, und auf die individuellen Entscheidungen der gerade arbeitenden Disponenten zurückzugehen.

Portugal

Portugal befindet sich im Prozess die Leitstellen in drei, später zwei, Bereichszentralen zusammenzufassen. Daher scheint die lokale Autonomie reduziert. Die Tatsache, dass das nationale Leitzentrum jedoch nur in Ausnahmesituationen aktiv wird, bedeutet dass die drei Bereichszentralen dennoch die meisten Entscheidungen autonom treffen.

Schweden

Die Betriebszentralen besitzen eine beachtliche Autonomie. Ähnlich zu Portugal gibt es kein nationales Verkehrsleitzentrum, von welchem der tägliche Schienenverkehr überwacht wird. Um die Aktivitäten der vier Betriebszentralen zu koordinieren ist es von übermäßiger Bedeutung, dass die Betriebszentralen jederzeit auf dem neuesten Stand sind. Teams in unterschiedlichen Betriebszentralen sind daher in der aktiven Bereitstellung und Teilung von Informationen trainiert. Während größeren Störungen obliegt die Entscheidungsgewalt dem ROL bzw. wenn nötig dem NOL.

Tabelle 3.4 Autonomie der lokalen Verkehrsleitung

Land	Autonomie der lokalen Verkehrsleitung niedrig bis hoch
Österreich	.66
Belgien	0
Dänemark	1
Deutschland	1
Niederlande	1

Portugal	1
Schweden	1

3.6 Kommunikation und Kommunikationsknoten

Das Störungsmanagement bedarf einer erheblichen Menge an Kommunikation zwischen den unterschiedlichen Akteuren. Diese Kommunikation kann in zwei Kategorien unterteilt werden: Sense-demanding betrifft alle Instanzen, in denen es darum geht herauszufinden was gerade passiert (z.B. „Wie ist die Situation?“; „Was sollen wir jetzt tun?“). Sense-giving betrifft jene Kommunikation, die auf die Klärung der Situation zurückgeht („So stellt sich die Situation jetzt dar“, „Dies werden wir jetzt machen“). Die allgemeine Regel besagt, dass desto vieldeutiger ein operatives Bild ist, desto mehr Kommunikation (von beiden Formen) notwendig ist, um an einem konkreten operativen Gesamtbild anzukommen, und geeignete Maßnahmen zu entwickeln. Jegliche Form von Kommunikation muss durch das Netzwerk fließen. Desto größer die Anzahl an Disponenten innerhalb des Kommunikationsflusses, desto länger dauert es bis die Information vom Sender zum Empfänger übermittelt werden kann und desto größer ist die Wahrscheinlichkeit, dass die Informationen verfälscht oder mißverstanden werden. Jedoch ist es häufig unabdingbar, dass mehrere Disponenten Teil des Kommunikationsflusses sind, besonders wenn sie geographisch an unterschiedlichen Orten verteilt sind. Idealerweise involviert der Kommunikationsfluss eine möglichst geringe Anzahl an Disponenten. Und dennoch müssen wir ebenfalls hervorheben, daß ein einzelner Disponent schnell von der Informationsflut der vielen Nachrichten überwältigt werden kann. In diesen Fällen, in denen ein Knotenpunkt überfordert wird, kann der Informationsfluß nicht mehr richtig funktionieren.

Österreich

Das Kommunikationsnetzwerk in Österreich ist relativ einfach. Jedes BFZ besitzt einen Betriebskoordinator, welcher gleichzeitig der zentrale operative Akteur ist. Er oder Sie kommuniziert mit den EVU, benachbarten BFZ im In- und Ausland und der nationalen Verkehrsleitung in Wien. Ein Notfallkoordinator kommuniziert mit den Rettungsdiensten und betreut alle Notfälle in einem eigenen System, welches von allen beteiligten Parteien genutzt werden kann. Das VLZ besitzt zwei Disponenten von ÖBB-Infrastruktur, welche den Schienenverkehr auf Österreichs Nord-Süd und Ost-West Korridoren überwachen. Außerdem existiert ein Disponent, welcher für die Verwaltung aller Informationen während einer Störung verantwortlich ist, sowie ein Netzwerk Koordinator, welcher mit den EVU kommuniziert und die Führungsebenen informiert.

Belgien

Die besondere Bedeutung des ROC im belgischen Netz impliziert, dass sein Großteil der Kommunikation durch dieses Leitzentrum fließt. Im ROC werden alle, außer minimale lokale Störungen, betreut, was in der Praxis bedeutet, dass das ROC alle Weichen und Signale im ganzen Land stellen kann. Umgekehrt muss alles was die Aufmerksamkeit des ROC erfordert umgehend mitgeteilt werden. Dies impliziert ein erhebliches Aufkommen an sense-demanding und sense-giving Kommunikationsströmen. In der Praxis haben wir bemerkt, dass dies tatsächlich der Fall ist, die gemeinsame Arbeitsumgebung und Zentralisierung innerhalb des ROC jedoch die Last wiederum reduziert, im Gegensatz zu einem z.B. geographisch verteilten System. Es existiert weiterhin das Risiko dass während Störungen das Telefonsystem blockiert ist.

Dänemark

Die Kommunikation in Dänemark fließt durch relativ wenige Knotenpunkte. Innerhalb der Betriebszentralen werden die gängigsten Störungen von zwischen den Disponenten und diensthabenden Offizieren gelöst. Die Nationale Verkehrsleitung (Drift Center Danmark, DCDK) beteiligt sich nur, falls die Störungen drohen einen Kaskadeneffekt durch das Netzwerk auszulösen. Die Kommunikation innerhalb des DCDK ist horizontal organisiert (vgl. Deutschland), in dem Sinne dass alle Disponenten im gleichen Raum verortet sind und es keine strikte Hierarchie bezüglich des Kommunikationsflusses existiert. Aufgrund der eher flachen Hierarchie von Banedanmark und DSB verläuft die Kommunikation innerhalb des DCDK relativ frei und benötigt kaum involvierte Personen. Jedoch müssen die Bereichsdisponenten das DCDK über jede Störung informieren, falls diese Verspätungen von mehr als fünf Minuten verursacht.

Deutschland

Das Kommunikationsnetzwerk in Deutschland beinhaltet eine beträchtliche Anzahl an Knotenpunkten. Jede Betriebszentrale besitzt eine Anzahl an Zugdisponenten, welche die Arbeit der Fahrdienstleiter leiten, manche von ihnen in den BZ, während andere in den Stellwerken arbeiten. Die Teamleiter und Bereichsdisponenten müssen mit den EVU kommunizieren. Zugdisponenten und Fahrdienstleiter kommunizieren nicht direct mit den EVU. Jedes BZ besitzt außerdem einen Notfalldisponenten, welcher die Kommunikation mit den Einsatzkräften unterhält, z.B. wenn die Polizei die Schließung eines Streckenabschnittes anfordert, oder ein Krankenwagen benötigt wird. Die Kommunikationsstruktur gestaltet sich so, dass relative viele Knoten involviert sind. Innerhalb der BZ folgt der Kommunikationsfluss einer eher strikt hierarchischen Struktur. Unabdingbar gibt es viel Kommunikation zwischen den verschiedenen BZs, sowie zwischen dem BZ und den EVU. Theoretisch sollte es keinen kontinuierlichen Bedarf an Kommunikation zwischen den BZ und der NLZ bedürfen. Jedoch beobachteten wir in der Praxis dass manche Disponenten in der NLZ aktiv Informationen über bestimmte Züge,

primär per Telefon, anforderten, im Vergleich zu anderen, welche eine eher abwartende Rolle einnahmen.

Niederlande

Das niederländische Kommunikationsnetzwerk ist weitestgehend dezentralisiert. Die Zugdisponenten und Bereichsdisponenten von ProRail spielen eine entscheidende Rolle innerhalb der Kommunikationslinien. Besonders die Zugdisponenten sammeln und verteilen eine Vielzahl an Informationen während Störungen. Die Kommunikation mit dem EVU NS geschieht ebenfalls auf lokaler Ebene. Die Kommunikation ist dabei nicht nur auf eine bestimmte Rolle innerhalb der Leitstelle reduziert, sondern jeder Disponent kann frei mit seinem Gegenstück bei NS oder ProRail kommunizieren. Aufgrund der Vielzahl an Betriebszentralen von ProRail und NS kann sich das Kommunikationsaufkommen rapide vermehren was zu einer Blockade der Telefonleitungen führen kann. Ein weiteres Problem ist die Beibehaltung der Kommunikationsströme auf vertikaler Achse mit den Disponenten im OCCR, falls die Arbeitsbelastung steigt. Die reine Menge an Informationen, die geteilt werden muss um ein gemeinsames Verständnis der Situation zu erlangen kann für die Bereichsdisponenten ein großes Problem darstellen. Der gemeinsame Arbeitsplatz der unterschiedlichen Parteien im OCCR ermöglicht jedoch eine Plattform für eine schnelle Übereinkunft und gemeinsames Sensemaking. Die Kommunikationslast wird weiter durch eine Zentralisierung des Back-Office im OCCR reduziert. Dieses Back-Office sammelt und verteilt Informationen mit allen beteiligten Parteien innerhalb des Störungsmanagementprozesses.

Portugal

Die Kommunikation in Portugal ist relativ direkt und beinhaltet eher wenige Knotenpunkte. Dies ist auf die, im Vergleich zu anderen Ländern in dieser Studie, relative einfache Netzwerkarchitektur des portugiesischen Netzes zurückzuführen. Die CCOs (Centrale Commando Operational, CCO) sind um die Zugdisponenten (operação regulação) und den Verkehrsleiter (supervisão) herum organisiert. Von diesen beiden trifft der Verkehrsleiter die Entscheidungen, während der Zugdisponent diese umsetzt. Der Verkehrsleiter ist auch die Person, welche mit den EVU kommuniziert. Der Leiter des CCO kann ebenfalls mit dem EVU kommunizieren. In der Praxis werden die meisten Situationen durch den Verkehrsleiter gelöst, ohne dass es weiterer Akteure bedarf. Wie bereits erwähnt wird der nationale Koordinator nur aktiv, falls es sich um außergewöhnliche Ereignisse handelt. Aufgrund der Struktur des Eisenbahnnetzes bedarf es wenig Koordination zwischen den COOs. Zusätzlich bedeutet die geringe Anzahl an EVU, dass Kommunikationsströme relative klein gehalten werden können. Die Zentralisierung innerhalb der COOs bedeutet das die Kommunikation vor allem strahlenförmig verläuft.

Schweden

Das schwedische Kommunikationsnetzwerk ist eher verteilt, da jede Region auf sich selbst gestellt ist, ohne dass es den Bedarf für größere, regionsübergreifende Kommunikation gibt. Die meisten der gewöhnlichen Störungen werden von den Zugdisponenten und Fahrdienstleitern in den Betriebszentralen gelöst, während letztere auch mit den EVU kommunizieren, sollte dies notwendig sein. Die Bereichsdisponenten stellen eine bereichsübergreifende Kommunikation und Koordination sicher, jedoch ist dies nicht für jede Störung notwendig. Ebenso wie der Fahrdienstleiter besitzen auch die Zugdisponenten die Erlaubnis mit den EVU auf unterschiedlichen Ebenen zu kommunizieren. Die genauen Ebenen hängen von der Art der Umstände und der Region ab – wir haben beobachtet dass die Leitzentrale in Stockholm unterschiedlich zu denen in den weniger verkehrsreichen Bereichen in Gävla agiert. Aufgrund der Größe des Landes, der relativ starken Autonomie der einzelnen Betriebszentralen, sowie der geringeren Rolle der nationalen Leitzentrale (NOL, vgl. Situation in Portugal) kann das Kommunikationsnetzwerk als ein Hybrid betrachtet werden, in welchem eine beträchtliche Menge an Kommunikation auf lokaler Ebene verbleibt, jedoch einfach und effizient in eine strahlenförmige Kommunikationsstruktur überführt werden kann.

Tabelle 3.5 Kommunikation und Kommunikationspunkte

Land	Kommunikation und Kommunikationspunkte strahlenförmig oder verteilt
Österreich	.33
Belgien	.33
Dänemark	0
Deutschland	1
Niederlande	1
Portugal	.33
Schweden	.66

3.7 Gemeinsamer Arbeitsplatz von EIU und EVU

Das Drängen hin zu einer Deregulierung des europäischen Eisenbahnmarktes bedeutet im Prinzip, dass es nun eine Teilung zwischen dem EIU und den etablierten EVU gibt. Theoretisch sollten die EIU die Schieneninfrastruktur verwalten, während die EVU den Eisenbahnverkehr betreiben. In der Realität ist diese Aufteilung deutlich verschwommener, wie wir es im vorangegangenen Kapitel gesehen haben. In einigen Ländern sind das EIU und das ehemalige EVU immer noch Teil einer gemeinsamen Holding (z.B. in Deutschland und Österreich), während in anderen Ländern beide in unterschiedliche Unternehmen ausgegliedert wurden (z.B. in den Niederlanden). Wir haben jedoch gesehen, dass trotz etwaiger Trennungen, es häufig trotzdem eine enge Beziehung zwischen EIU und EVU gibt, und manche auch in der gleichen Leitstelle

verortet sind. Man könnte argumentieren, dass ein gemeinsamer Arbeitsplatz die Kommunikationswege verkürzt und zu einer schnelleren Behebung von Störungen beiträgt. Das Problem dabei ist jedoch die weitere Öffnung des Eisenbahnmarktes für Wettbewerber. Die gemeinsame Verortung sollte sich auf alle EVU ausweiten um den EU Richtlinien zu genügen. Jedoch besitzen die meisten EVU abseits der etablierten EVU kaum die Ressourcen um Mitarbeiter in die Leitstellen zu platzieren, weswegen sie an ihren günstigeren Arbeitsplätzen verbleiben. Daher beobachteten wir ein sehr unterschiedliches Bild bezüglich gemeinsamer Arbeitsplätze in unserer Studie.

Österreich

ÖBB-Infrastruktur und ÖBB-Personenverkehr sind beide im VLZ vertreten, jedoch nicht in den BFZ. Die BFZ arbeiten mit mehreren EVU zusammen, neben ÖBB-Personenverkehr z.B. Westbahn und einige Güterverkehrsunternehmen. Diese EVU arbeiten von ihren eigenen Leitstellen aus.

Belgien

Die Situation in Belgien ist in der Art außergewöhnlich, dass das ROC mit Teams von sowohl dem EIU als auch von NMBS besetzt sind. Diese Teams sind gemeinsam für bestimmte Sektoren des Netzes verantwortlich. Daher kann man hier von der stärksten Integration innerhalb dieser Studie sprechen. Dies scheint die logische Konsequenz aus der Dominanz des nationalen Eisenbahnmarktes durch NMBS.

Dänemark

Obwohl nicht genauso stark integriert wie in Belgien, besitzt das dänische Verkehrsleitzentrum zwei Teams von DSB und Banedanmark, welche am gleichen Ort arbeiten. Dies trifft jedoch nicht auf Arriva zu, welche von einer eigenen Leitstelle aus operieren. Die Situation ist ähnlich zu jener in Österreich.

Deutschland

In Deutschland fanden wir vor das einige EVU (vor allem regionale Ableger der DB) ebenfalls in den BZ verortet sind, die meisten sich jedoch für ihre eigenen Leitstellen entschieden haben. Die NLZ in Frankfurt ist nur von Disponenten von DB Netz besetzt und nicht für Disponenten der EVU geöffnet. Die EVU nutzen das Verkehrsmanagement System von DB Netz, welches ihnen einen Überblick in Echtzeit über ihre eigenen Züge und mögliche Verspätungen gibt. Jedoch sind sie nicht in der Lage die Operationen der anderen EVU zu beobachten, da DB Netz möglicher Diskussionen hinsichtlich ungerechter Behandlung vorbeugen möchte.

Niederlande

Die traditionell starken Verbindungen zwischen ProRail und der niederländischen Eisenbahn und das Monopol letzterer auf den Hauptstrecken, wird durch die

gemeinsame Arbeitsumgebung im OCCR ausgedrückt. Sie sind gemeinsam für die Lösung von Störungen verantwortlich, jedoch sind die Teams nicht so integriert wie in Belgien. Bis vor kurzem stellte das größte Frachtunternehmen DB Cargo ebenfalls Disponenten im OCCR ab. Die EVU welche die ausgeschriebenen Regionalverkehrsverbindungen betreiben haben sich jedoch gegen die Abstellung von Disponenten im OCCR entschieden. Diese EVU stehen in direktem Kontakt mit den Betriebszentralen und kümmern sich gemeinsam um die Behebung von Störungen.

Portugal

Portugal unterhält eine strikte Trennung zwischen EIU und EVU in allen Leitstellen. Diese sind exklusiv durch Disponenten vom EIU belegt. Es wurde entschieden diese strikte Trennung aufgrund der Erwartung weiterer Wettbewerber beizubehalten. Die Kommunikation mit den EVU geschieht per Telefon oder durch ein Nachrichtensystem.

Schweden

Ebenso wie in Portugal unterhält Schweden ebenso eine strikte räumliche Trennung zwischen EIU und den unterschiedlichen EVU, welche somit nicht in den Leitstellen arbeiten. Interessanterweise sind die Leitstellen von Trafikverket mit denen für den Straßenverkehr kombiniert. Jedoch besteht keine Integration beider in das tägliche Geschäft, obwohl das Potential hierfür gegeben ist.

Tabelle 3.6 Gemeinsame Arbeitsplatz EIU un EVU

Land	Gemeinsamer Arbeitsplatz von EIU und EVU vorhanden oder nicht
Österreich	.33
Belgien	0
Dänemark	.33
Deutschland	1
Niederlande	.66
Portugal	1
Schweden	1

3.8 Bedeutung von Maßnahmenplänen

Das Entwickeln von Maßnahmen für eine Störung ist ein zeitaufwendiger Prozess. Folglich gibt es einen Anreiz die Entscheidungszeit zu reduzieren, indem mit Hilfe von vorgefertigten Maßnahmenplänen agiert wird. In der Tat ist es möglich ein System für gewöhnliche Störungsfälle vorzubereiten, indem Standardprozeduren erstellt werden, welche in kurzer Zeit implementiert werden können, da diese eine bekannte und

umsetzbare Schablone darstellen. Solche Pläne können effektiver sein als das individuelle Entwickeln von Maßnahmen aus dem Nichts. Dies reduziert außerdem die Arbeitslast der Disponenten, gliedert den Prozess vorhersehbarer (weniger auf bestimmte Teams angewiesen) und reduziert die Zeit der Konsensbildung, da bereits eine Zustimmung zu den Plänen im Vorfeld stattfand. Es gibt jedoch zwei Nachteile zu dieser Lösung, Erstens kann es eine gewisse Zeit dauern bis der passende Maßnahmenplan gefunden wurde. Die Komplexität des Störungsmanagements könnte zu einer Verlängerung der Suche resultieren und dazu führen dass die Maßnahmenpläne zum Zeitpunkt der Implementierung bereits überholt sind. Zweitens besitzt jede Störung einen bestimmten Grad an Neuheit, besonders die größeren Störungen. Daher kann nicht davon ausgegangen werden, dass es einen Maßnahmenplan für jede Art von Störung gibt. Die Fähigkeit zu improvisieren ist essentiell wenn es um unvorhergesehene Umstände geht. Dennoch ist Improvisation nur bis zu einem gewissen Grad sinnvoll. Wenn die Maßnahmen und Ergebnisse nicht protokolliert werden, besteht das Risiko dass jedes Mal von Grund auf die gleichen Prozeduren aufs neue entwickelt werden müssen. Dies würde deutlich mehr Ressourcen benötigen. In anderen Worten: die Nutzung von Maßnahmenplänen ist abermals eine weitere Abwägung.

Österreich

Maßnahmenpläne wurden für die häufigsten Störungen entwickelt. Obwohl diese Maßnahmenpläne sehr detailliert und vielfach verfügbar sind, dienen diese eher als Schablone für die Disponenten bei der Behebung von Störungen. In der Praxis gibt es häufig deutliche Hindernisse durch die Verfügbarkeit von Schienenfahrzeugen und Zugpersonal. Daher spielen ad-hoc Entscheidungen im jeweiligen Moment immer noch die bedeutendste Rolle und die finale Lösung der Störung hängt von den jeweiligen Umständen ab.

Belgien

In Belgien werden keine Maßnahmenpläne genutzt, obwohl dem Anschein nach einige Vorlagen für regelmäßige Störungsfälle bestehen. Die Disponenten von Infrabel und NMBS wiesen auf den besonderen Charakter jeder einzelnen Störung und somit die Notwendigkeit von Improvisation hin. Während unserer Beobachtungen waren wir von der Fluidität der Teams fasziniert und dem Maße an implizierter Koordination. Ihre Maßnahmen schienen zu einer Koordination zu führen, obwohl relative wenig Kommunikation bestand und es keine vordefinierten Pläne gab.

Dänemark

In Dänemark existieren rund 30 vordefinierte Maßnahmenpläne, welche regelmäßig hinsichtlich der Beschränkungen von Zugpersonal und Verfügbarkeit von Schienenfahrzeugen angepasst werden. Während dem Auftreten von Störungen versammeln sich die Disponenten von Banedanmark und DSB in einem Notfallraum im

DCDK, um über einen Alternativplan zu entscheiden. Dies macht den Prozess in Dänemark flexibler als beispielsweise in den Niederlanden, jedoch ebenfalls sehr abhängig von dem gerade anwesenden Team an Disponenten – wie in Belgien. Wir beobachteten, dass die meisten dieser ad-hoc Pläne nicht für später aufgezeichnet werden, die Lösung somit nach der Störung häufig verschollen ist. Ein weiteres Problem betrifft die Tatsache, dass beide Parteien einen Konsens in dieser hitzigen Situation treffen müssen. Ein Maßnahmenplan könnte hier hilfreich sein, indem dieser klare Anweisungen dazu gibt, was als nächstes passieren muss.

Deutschland

In Deutschland wurden gemeinsam mit den EVU Maßnahmenpläne für die Hauptlinien des Fernverkehrs entwickelt, nicht jedoch für das gesamte Netz. Diese Pläne dienen ebenfalls als Schablone. Beispielsweise ist es gängige Praxis die Fernverkehrszüge während Störungen umzuleiten, was das dichte und große Netzwerk erlaubt (viele Stationen können durch unterschiedliche Strecken erreicht werden). Diese Alternativrouten sind nicht Teil der vordefinierten Maßnahmenpläne, sondern basieren auf dem umfassenden Wissen der Disponenten und ihrer Kreativität hinsichtlich der Umleitung von Zügen, unter Konsultation mit den EVU.

Niederlande

Von allen Fällen in dieser Studie verlässt sich das niederländische Eisenbahnsystem am stärksten auf vordefinierte Maßnahmenpläne (Versperringsmaatregel). Zahlreiche (mehr als 1500) alternative Betriebspläne wurden durch ProRail und NS entwickelt, welche nahezu alle Arten von Störungen, auf nahezu allen Strecken abdecken. Eine zügige Implementierung einer Maßnahmenplans soll das Ausbreiten der Störung verhindern und die Koordination zwischen den einzelnen Leitstellen gewährleisten. Dementsprechend werden die Züge nicht umgeleitet, abgesehen von internationalen und Frachtverbindungen, sondern die Fahrgäste werden angehalten alternative Routen oder Verkehrsmittel (Busse) zu nutzen. Dieses Verlassen auf Ersatzpläne birgt jedoch Probleme. In der Praxis erfordert das definieren, trainieren, prüfen und implementieren der Pläne eine große Menge an Kommunikation zwischen den unterschiedlichen Leitstellen. Zusätzlich können kleinere Störungen im Betriebsablauf die Verwendung der Maßnahmenpläne nicht ausführbar machen, da die Praxis eine flexiblere Anpassung in Echtzeit erfordert. Im Gegenteil zu Österreich gibt es weniger Flexibilität hinsichtlich der Entwicklung von Lösungsansätzen. Daher kann man argumentieren, dass die Fülle an Maßnahmenplänen manchmal wenig hilfreich bei der Lösung von Störungen ist.

Portugal

Portugal besitzt keine Maßnahmenpläne. Die Disponenten von Infrastruturas de Portugal besitzen die Freiheit zu entscheiden und umzusetzen was auch immer nötig ist um die Störung zu beheben. Ein wichtiger Grund dass dies möglich ist, ist die weniger

starke Nutzung des Netzes als es z.B. in Deutschland oder Österreich der Fall ist. Durch mehr Spielraum zwischen den Zügen besteht weniger Zeitdruck um Störungen zu beheben. Daher sind die Vorteile von Maßnahmenplänen nicht sofort ersichtlich.

Schweden

Aufgrund des beachtlichen Wettbewerbs auf dem schwedischen Eisenbahnmarkt besteht ein klarer Bedarf für Maßnahmenpläne. Diese Pläne werden von allen Parteien gemeinsam entwickelt und abgesegnet und stellen ein transparentes System von Plänen und Entscheidungshilfen dar. Dies ermöglicht es Trafikverket substantielle, unanfechtbare Entscheidungen zu treffen. Der genaue Gebrauch dieser Maßnahmenpläne variiert jedoch. Veränderungen innerhalb der lokalen Gegebenheiten können es nötig machen, dass die Disponenten von den Plänen abweichen. Zusätzlich sind die Disponenten nicht immer dazu geneigt auch die Pläne zu verwenden, wenn sie das Gefühl haben die Situation gut zu verstehen und glauben eine schnellere Lösung entwickeln zu können. Die benötigte Zeit einen Plan auszuwählen und umzusetzen kann eine Rolle bei der Berücksichtigung ob der Anwendung von Plänen, oder dem Versuch einer ad-hoc Lösung zu finden besitzen, besonders wenn dies unter Zeitdruck geschieht. Der ROL arbeitet mit Hilfe von Farbcodes, welche das Ausmaß der Störung darstellen und auf die passenden Maßnahmenpläne hinweisen. Die Farbcodes, welche von grün bei bloßen Störungen des Fahrplans bis rot für großflächige Störungen rangieren, werden von den einzelnen Bereichsdisponenten vergeben. Die Beurteilung folgt dabei keinen strikten Vorgaben, sondern erfolgt primär auf subjektiver Basis, welche vor allem auf ihrer Erfahrung beruht.

Tabelle 3.7 Benutzung Maßnahmenpläne

Land	Verlassen auf Maßnahmenpläne oder individuelle Maßnahmen
Österreich	.33
Belgien	1
Dänemark	1
Deutschland	1
Niederlande	0
Portugal	1
Schweden	.33

3.9 Automatisierung der Verkehrsleitung

Es besteht kein Zweifel darin, dass die Automatisierung der Verkehrsleitung zu einer effizienten Behebung von Störungen beitragen kann. Viele Länder befinden sich momentan auf dem Weg unterschiedliche Formen der Automatisierung zu

implementieren. Automatisierung kann unterschiedliche Formen annehmen, von der Stellung aller Signale und Weichen folglich der Entscheidungen eines Disponenten, bis hin zu computerbasierten Lösungen, welche dem Disponenten bestimmte Parameter zur Lösung der Störung vorgeben. Während vollständige Automatisierung häufig als Traum angesehen wird, muss noch einiges Geschehen bevor EIU und EVU an diesem Ort angelangen können. Zuerst gibt es eine Vielzahl an Parametern, welche berücksichtigt werden müssen und heutige Software besitzt noch nicht die Fähigkeit alle Parameter korrekt zu berechnen. Zweitens benötigt die vollständige Implementierung automatisierter Lösungen häufig auch physische Veränderungen in der Infrastruktur, welche sehr kapitalintensiv sind. Drittens, und am bedeutendsten, haben wir festgestellt, dass die Disponenten ein Unbehagen über Automatisierung (jeglicher Form) besitzen.

Dabei können Alter und Erfahrung eine große Rolle spielen. Während wir keine statistischen Belege für diese Behauptung besitzen, fühlen wir uns dennoch in der Lage die Behauptung aufzustellen, dass ältere, erfahrenere Disponenten sich nicht auf Automatisierung verlassen wollen. Dies ist allen voran eine Frage des Stolzes, jedoch auch dem Glauben, dass der Mensch zu besseren (kreativeren) Lösungen in der Lage ist. Jüngere Disponenten fühlen sich komfortabler im Umgang mit Automatisierung. Jedoch kann ein argumentiert werden, dass das Verlassen auf Automatisierung einen gewissen Preis besitzt: Das Gefühl intuitiv zu wissen was im jeweiligen Moment die richtige Lösung ist. Moderne Verkehrsleitsysteme eröffnen häufig mehr Möglichkeiten als Menschen in der Lage sind zu verarbeiten. Disponenten könnten auf ihre Monitore fixiert sein und ihr detailliertes Wissen und ihre Erfahrung verlieren, welche sie durch die manuelle Verkehrsleitung erlangt haben. Beispielsweise was benötigt wird um einen sehr langen Güterzug abzubremesen und anzuhalten.

Österreich

Österreich kann hinsichtlich der Automatisierung als sehr fortschrittlich bezeichnet werden. Die Eisenbahnverkehrsleitung wird hauptsächlich durch das ARAMIS Verkehrsleitsystem automatisiert, welches die Verfolgung von Zügen und die Antizipation von möglichen Konflikten in Echtzeit ermöglicht. Dieses Softwarepaket bietet außerdem eine Hilfe bei der Entscheidungsfindung an. In solchen Fällen generiert das System operative Lösungsansätze. Des weiteren werden Strecken (Weichen und Signale) automatisch gestellt und die Fahrgastinformationen werden automatisch angepaßt. Nichtsdestotrotz werden zahlreiche Strecken immer noch von lokalen Stellwerken aus gesteuert, bei denen keine Automatisierung existiert und andere Streckenabschnitte sind noch nicht vollständig in das System integriert. Normalerweise handelt es sich hierbei um Nebenbahnen, beispielsweise die Strecke von Garmisch-Partenkirchen nach Innsbruck. ÖBB-Infrastruktur hat das Ziel langfristig das ganze Netz zu automatisieren, jedoch hängt dies von den verfügbaren finanziellen Mitteln ab.

Belgien

Von allen Ländern in dieser Studie besitzt Belgien den geringsten Grad an Automatisierung und verlässt sich noch am stärksten auf manuelle Verkehrsleitung. Eine Ausnahme stellen die vier Hochgeschwindigkeitsverbindungen dar, welche mit Hilfe von ERMTS betrieben werden. Jedoch ist deren Steuerung größtenteils vom restlichen Netz isoliert. Die normale Verkehrsleitung ist stark manuell, teilweise sogar noch durch mechanische Hebel, Schalttafeln und Relais. Neue oder renovierte Stellwerke erhalten ein neues Verkehrsleitsystem und computergestützte Systeme.

Dänemark

Dänemark ist das erste europäische Land das eine Einführung von ERTMS Level 2 für sowohl die Kommunikation auf den Gleisen, als auch innerhalb der Leitstellen einführen will. Die neue Signalübertragung ermöglicht es den Schienenverkehr im gesamten Land aus nur zwei Leitstellen zu steuern. Die Implementierung ist jedoch noch weit entfernt und steckt im Sumpf der Politik fest. Bis dahin wird ein Großteil des operativen Geschäfts weiterhin manuell durchgeführt.

Deutschland

Aufgrund seiner Geschichte und der willkürlichen Investitionen in die Infrastruktur, existiert in Deutschland die gesamte Bandbreite an Verkehrsleitsystemen, von vollständig manueller Steuerung durch mechanische Hebel auf Nebenbahnen, zu vollständig automatisierten Linien auf den Hochgeschwindigkeitsstrecken. Ein Teil der Arbeitslast der Disponenten ist es daher kontinuierlich zwischen unterschiedlichen, und bisher wenig integrierten Methoden der Verkehrsleitung zu wechseln. Und während einige Nebenbahnen nicht den dringenden Bedarf zur Automatisierung besitzen, kann es dennoch unangenehm für die Disponenten sein, wenn beispielsweise die Zugererkennung nicht existiert. Ebenso wie in anderen Ländern dieser Studie sucht DB Netze nach weiteren Möglichkeiten der Automatisierung. Dazu hat es bisher das schweizerische Verkehrsleitsystem erworben, welches es ermöglicht Konflikte zu erkennen und mögliche Lösungen zu simulieren.

Niederlande

Die Niederlande sind das einzige Land in dieser Studie, welches bereits eine vollständige, computerbasierte Automatisierung der Verkehrsleitung und Signalgebung implementiert hat. Dies verringert die Arbeitslast erheblich. Jedoch müssen sich die Bereichsdisponenten immer noch auf ihren Erfahrungsschatz bei der Erkennung möglicher Konflikte und Entwicklung von Maßnahmen verlassen, die höchste Stufe der Automatisierung wurde somit noch nicht implementiert. Wie in Dänemark gibt es eine wiederkehrende Diskussion bzgl. Der Einführung von ERMTS Level 2, jedoch haben die hohen Kosten einer solchen Umstellung, die praktische Implementierung im gesamten Netzwerk bisher verhindert.

Portugal

Portugal befindet sich ebenso im Prozess der Implementierung unterschiedlicher Automatisierungslösungen auf bestimmten Teilen des Netzes, während die Nebenbahnen auf absehbare Zeit ihre einfache Form der Verkehrsleitung beibehalten werden. Die Zentralisierung von zahlreichen Stellwerken hin zu fünf Bereichszentralen begründet sich mit der Umstellung von manueller zu (teilweise) automatisierter Verkehrsleitung. Ähnlich zu ÖBB-Infrastruktur hat Infrastruturas de Portugal ebenfalls ARAMIS erworben, jedoch ausschließlich die Informationsmodule und nicht jene für die vollständige Automatisierung. Zum Zeitpunkt unseres Besuchs war das Management gerade dabei die Software und Hardware für den Einsatz vorzubereiten.

Schweden

Die Verkehrsleitung in Schweden besitzt einen relativ geringen Grad an Automatisierung. Ein Großteil der Arbeit wird weiterhin manuell durchgeführt, sogar noch unter Verwendung von Hebeln und Schaltpults, jedoch werden die Signale und Weichen größtenteils aus der Entfernung gestellt. Wir beobachteten dass die Disponenten immer noch Papier und Bleistift verwendeten um Veränderungen im Zeit-Entfernung Diagramm nachzuverfolgen. Da die Frequenz der Züge in Schweden relativ gering ist gibt es einige Ansätze zur Automatisierung (STEG), jedoch insgesamt keinen stringenten Druck hinsichtlich einer Vollautomatisierung des gesamten Netzes.

Tabelle 3.8 Automatisierung

Land	Automatisierte oder manuelle Verkehrsleitung
Österreich	.33
Belgien	1
Dänemark	.66
Deutschland	.66
Niederlande	.33
Portugal	.66
Schweden	.66

3.10 Institutionalisierung gemeinsamen Sensemakings

Vorher haben wir die Probleme besprochen, welche hinsichtlich der Kommunikation bestehen und der Zeit die benötigt wird um ein gemeinsames operatives Gesamtbild zu erhalten, auf Grundlage dessen Entscheidungen getroffen werden können. Gemeinsames Sensemaking kann als Prozess des Störungsmanagements institutionalisiert und erleichtert werden. Hierbei könnte es sich z.B. um verpflichtende Telefonkonferenzen, oder den Gebrauch eines Krisenraumes handeln, in welchem die Disponenten das Puzzle der Störung zusammenfügen können und den Status Quo diskutieren. Während

gemeinsames Sensemaking offensichtlich erscheint, ist dies trotzdem nicht immer gängige Praxis: manchmal aufgrund geographischer Gründe, manchmal aufgrund des Zeitdrucks und dem Verlangen nach der Suche nach sofortigen Lösungen ohne dass auch eine gewisse Zeit zum vollständigen Verstehen der Situation eingeräumt wird. Ebenso wie bei den anderen Punkten, die bereits diskutiert wurden, gibt es auch hier eine Abwägung. Während gemeinsames Sensemaking nützlich ist und ermöglicht werden sollte, kann es ebenso eine unmögliche Aufgabe sein, falls die Störung zu vieldeutig ist um sie gänzlich zu erfassen. An einem gewissen Punkt müssen Entscheidungen getroffen werden, selbst wenn weiterhin Unklarheiten existieren, damit erste Schritte zur Behebung der Störung eingeleitet werden können – selbst wenn die Entscheidungen unter diesen Umständen nicht optimal ausfallen können.

Österreich

Gemeinsames Sensemaking funktioniert in Österreich relativ gut. Die VLZ in Wien ist mit einem vollständig ausgestatteten Notfallraum ausgestattet. Während größeren Störungen sind alle relevanten Parteien (EVU, Rettungskräfte etc.) in diesen Raum eingeladen, um zu einem gemeinsamen operativen Gesamtbild zu kommen und gemeinsam Maßnahmen zu entwickeln. Solch eine Einrichtung existiert in den BLZ nicht. Dies scheint jedoch kein Problem darzustellen.

Belgien

Das ROC in Belgien ermöglicht nicht nur gemeinsames Sensemaking, sondern es scheint sogar ihr oberstes operatives Prinzip zu sein. Die Kommunikation im direkten Angesicht zwischen EIU und EVU ist jederzeit durch die Zusammenarbeit in Teams gewährleistet. Trotzdem haben wir beobachtet, dass die Disponenten häufig keine Unterbrechung ihrer Arbeit vornehmen um die aktuellen Gegebenheiten zu diskutieren und Pläne zu entwickeln. Die meisten, wenn nicht sogar alle Diskussionen fanden während der Arbeit statt, und nahmen vor allem auf dem Boden und in improvisierter Art und Weise Platz. Daher ist gemeinsames Sensemaking nicht institutionalisiert, wenngleich das Potential hierfür vorhanden ist. Gemeinsames Sensemaking ist für jene Disponenten, die bei entfernten Stellwerken abseits des ROC arbeiten schwieriger zu erreichen.

Dänemark

Banedanmark besitzt einen dedizierten, voll ausgestatteten Krisenraum, welcher in der nationalen Leitzentrale zur Verfügung steht. Er wird für fast jede Störung verwendet, sofern sich diese auf überlokale Ebene ausdehnen könnte. Im Gegensatz zu Österreich wird der Raum ausschließlich von Disponenten von Banadenmark und den EVU, vorwiegend DSB genutzt. Die Einsatzkräfte nutzen ihn nicht. Ebenso wie in den anderen Ländern gilt: Disponenten, die an anderen Arbeitsplätzen arbeiten, können diesen Raum nicht nutzen.

Deutschland

Die NLZ besitzt einen Krisenraum, welcher im Falle größerer Störungen genutzt werden könnte. Jedoch ist dies nicht wirklich notwendig, da die Größe der NLZ und die relativ geringe Anzahl an Disponenten während jeder Schicht auch so schnell und einfach miteinander kommunizieren können. Ein großer Nachteil ist es, dass der Krisenraum nur exklusiv von Disponenten von DB Netze genutzt werden kann. Die alleinige Größe und Komplexität des deutschen Eisenbahnnetzes bedeutet aber, dass Zusammenarbeit zwischen EIU und EVU in Person äußerst schwierig ist. Viele EVU arbeiten von unterschiedlichen Orten aus. Der Informationsaustausch muss daher immer mehr standardisiert werden, wobei das gemeinsame Sensemaking primär per Telefon geschieht.

Niederlande

Das OCCR in den Niederlanden besitzt einen Notfallraum, welcher für alle beteiligten Parteien zur Verfügung steht, jedoch nur im Falle größerer Störungen genutzt wird. Wir haben häufig beobachtet, dass die Disponenten von ProRail und NS ad-hoc Meetings einberufen in einem Zimmer im OCCR einberufen. Außerhalb des OCCR ist gemeinsames Sensemaking sehr schwierig, da die vielen Leitstellen geographisch stark verteilt sind.

Portugal

Die Leitstelle in Lissabon besitzt einen vollausgestatteten Notfallraum, welcher die Verkehrsleitung überwacht. Er ist für alle relevanten Parteien zugänglich, wird jedoch nur während größeren Störungen genutzt. Die strikte Trennung zwischen EIU und EVU bedeutet, dass gemeinsames sensemaking nicht möglich ist.

Schweden

Gemeinsames Sensemaking im schwedischen Fall ist vor allem durch regelmäßige Telefonkonferenzen (OPL, geschieht per Telefon oder Skype) insitutionalisiert. Jeder Bereichsleiter kann solche OPLs planen und sie werden in der Regel von jeder beteiligten Partei beigewohnt, häufig auch von Disponenten die nicht direkt involviert sind, jedoch auf dem neuesten Stand bleiben möchten. Der hauptsächliche Grund des OP List es alle verfügbaren Informationen zu teilen, um ein kohärentes operatives Gesamtbild zu schaffen, mit welchem alle arbeiten können. OPLs sind ein wichtiger Bestandteil der täglichen Routine und tragen stark zum gemeinsamen Sensemaking bei. Kleinere Probleme werden durch einen internen Nachrichtendienst diskutiert.

Tabelle 3.9 Institutionalisation Sensemaking

Land	Gemeinsames Sensemaking institutionalisiert oder nicht
Österreich	.33
Belgien	.66
Dänemark	0
Deutschland	.66
Niederlande	0
Portugal	.66
Schweden	0

3.11 Nutzung von Dispositionsregeln

Ein wichtiger Teil des Störungsmanagements ist die Verwendung von Dispositionsregeln. Dispositionsregeln regulieren die Zuteilung von Kapazitäten. Sie teilen den Disponenten mit welche Züge als erstes fahren müssen und geben somit eine Richtung für die Problemlösung vor. Dies ist nicht nur für die Wiederaufnahme des gestörten Verkehrs notwendig, sondern auch um Wettbewerbsgleichheit zu erlangen und einen fairen Zugang zum Netz gemäß der EU Deregulierung sicherzustellen, wenn mehrere EVU involviert sind.

Österreich

Wie bereits von der Aufgabenverteilung zwischen den BFZ und der VLZ deutlich wird, werden Fernverkehrszüge gegenüber allen anderen Zügen bevorzugt (abgesehen von Einsatzfahrzeugen), um ein konfliktfreies steuern des Schienenverkehrs durch die BFZ sicherzustellen. Es ist für die BFZ jedoch möglich von diesen Regeln zu Gunsten des Nahverkehrs abzuweichen, allerdings nur in Absprache mit der VLZ. Beispielsweise gibt die dritte Dispositionsregel vor, dass pünktliche Züge (-5 bis +10 min) pünktlich bleiben sollen. In der Praxis beobachteten wir, dass in beiden Fällen ein erheblicher Druck bzgl. der Priorisierung von Fernverkehrs- und Expreßzügen besteht, selbst wenn dies Verspätungen im Nahverkehr zur Folge hat.

Belgien

Insgesamt fünfzehn Dispositionsregeln geben schnellen Zügen Priorität gegenüber langsamen Zügen, sowie internationalen Zügen gegenüber Nahverkehrszügen und den meisten Personenverkehrszügen gegenüber Güterzügen. Jedoch besitzen die Disponenten die Erlaubnis von diesen Regeln abzuweichen, falls dies zu einer zügigeren Wiederherstellung des Zugbetriebs führt. Während unserer Beobachtungen wurde der Zugverkehr in der gesamten Region Brüssel durch eine Bombenwarnung im Bahnhof

Brüssel Nord blockiert. Wir beobachteten, dass internationale Züge die ersten waren die disponiert wurden, gefolgt von Regional- und Nahverkehr. Die Rangfolge der Disposition von Nahverkehrszügen scheint jedoch primär pragmatischer Natur.

Denmark

Banedanmark entscheidet über die Priorisierung von Zügen. Es existieren keine formellen Dispositionsregeln und den Disponenten steht es frei alle Mittel zu ergreifen um den Zugbetrieb zu gewährleisten. Folglich spielt der Erfahrungsschatz bei der Entscheidung über die Priorisierung eine große Rolle.

Deutschland

Im Falle einer Störung geben die Dispositionsregeln von DB Netz die maximale Ausnutzung der verbleibenden Kapazität vor, welche benötigt wird um die insgesamt Pünktlichkeit der Züge zu verbessern, sowie die Aufgabe schnell Fahrplanneuansetzungen auf den Weg zu bringen um einen alternativen Fahrplan zu erhalten. Diese Fahrplanneuansetzungen basieren auf Dispositionsregeln, welche Einsatzfahrzeuge, Expresszüge, sowie schnellere über langsamere Züge in dieser Reihenfolge priorisieren. Die EVU können einen Expressstatus für ihre Züge erwerben, um eine zügige und direkte Reise während dem Auftreten von Störungen zu gewährleisten. Die Dispositionsregeln sollen sicherstellen, dass ein freier Zugang zum deutschen Eisenbahnnetz besteht und einen organisatorischen Rahmen für die Disponenten vorgeben. Jedoch besteht hinsichtlich der Priorisierung von Express- oder Hochgeschwindigkeitszügen das Problem, dass diese langsamere, aber pünktliche Züge überholen. Dies führt manchmal zu erheblichen Störungen des Nahverkehrs, was wiederum die Arbeitslast der Disponenten des Nahverkehrs erhöht.

Niederlande

In den Niederlanden besitzen die Disponenten ein Dokument mit Dispositionsregeln (Trein Afhandelings Document oder TAD) welches Maßnahmen für die gängigsten Störfälle bietet und in Zusammenarbeit mit NS entwickelt wurde. Die TADs geben den Zugdisponenten vor wie lange ein Zug auf einen Anschlußzug warten darf und an welchen Orten ein schnelles umdrehen der Züge möglich ist. Sie geben ebenfalls Maßnahmen vor, falls es zu Problemen zwischen Zügen kommen sollte. Jedoch ist nicht jede Konfliktsituation durch das TAD abgedeckt. Folglich basieren die Dispositionsregeln zu großen Teilen weiterhin auf der Erfahrung und dem Wissen der Zugdisponenten, welche die passende Abfolge festlegen. ProRail unterscheidet nicht zwischen Zügen, jedoch werden pünktliche Züge gegenüber verspäteten Zügen bevorzugt.

Portugal

IP ist mit der Wiederherstellung des Fahrplans nach einer Störung beauftragt, was häufig unter Konsultation der EVU geschieht. Es gibt einige formelle Dispositionsregeln welche

bestimmten Züge gegenüber anderen bevorzugen. Jedoch hängt die Priorisierung auch von den tatsächlichen Zugbewegungen am jeweiligen Tag ab. Normalerweise werden Intercity-Verbindungen gegenüber langsameren Nahverkehrszügen bevorzugt. Jedoch kann sich dies während den Stoßzeiten umdrehen, wenn Nahverkehrszüge priorisiert werden. Dies spiegelt die den großen Anteil an Nahverkehrszügen in Portugal wieder. Jedoch scheint es so, dass die Disponenten eine große Freiheit bezüglich der Abweichung von diesen Regeln besitzen, sollte die jeweilige Situation dies erfordern.

Schweden

Wie in Dänemark gibt es in Schweden ebenfalls keine formellen Dispositionsregeln, mit der Ausnahme dass pünktliche Züge gegenüber verspäteten oder verfrühten Zügen priorisiert werden sollen. Es steht den Disponenten frei alles zu tun um zu optimalen Verbindungen zurückzukehren. Die EVU können allerdings ihre eigenen Listen an Prioritäten mitteilen. Güterzüge aus dem Norden des Landes, welche häufig Eisenerz transportieren, erhalten häufig aufgrund ihrer wertvollen und schweren Fracht Priorität. Das gleiche gilt für Züge, welche Kerosin zum internationalen Flughafen in Stockholm transportieren.

Tabelle 3.10 Dispositionsregeln

Land	Nutzung von Dispositionsregeln oder nicht
Österreich	.33
Belgien	.33
Dänemark	1
Deutschland	0
Niederlande	.66
Portugal	.33
Schweden	1

3.12 Zusammenfassung

In diesem Kapitel wurde diskutiert wie die unterschiedlichen Länder hinsichtlich zweier Hauptabwägungen organisiert sind: (a) Zentralisierung vs. Dezentralisierung und (b) Antizipation vs. Widerstandsfähigkeit. Unsere qualitative Beurteilung wurde auf Basis von Beobachtungen und Interviews durchgeführt, was von großer Bedeutung ist, da die Praxis häufig vom ursprünglichen Design der Systeme abweicht. Wir diskutieren die Implikationen unserer Ergebnisse im folgenden Kapitel.

Kapitel 4: Die vielen Wege zu einem effektiveren Störungsmanagement

4.1 Einführung in das Kapitel

Das vorherige Kapitel hat gezeigt, dass die unterschiedlichen Länder unterschiedliche Wege zur Behebung von Störungen aufweisen. Vieles dessen, jedoch nicht alles, ist dem jeweiligen Kontext geschuldet, in welchem EIU und EVU operieren. Beispielsweise geben die deutschen Vorschriften bezüglich der Umleitung von Fernverkehrszügen über andere Wegpunkte den Disponenten mehr Freiheiten, jedoch wird diese Flexibilität durch das großzügige und dezentralisierte Schienennetz ermöglicht, welches diese Möglichkeit bietet. Das eher zentralisierte Schienennetz in Dänemark würde hingegen so eine Option nicht erlauben. Das Ziel dieses Kapitels ist es nun die Ergebnisse zu interpretieren und einige Empfehlungen für ProRail und möglicherweise auch andere EVU und EIU auszusprechen.

4.2 Zusammengefasste Ergebnisse

Die Werte der einzelnen Punkte können für jedes Land zusammengerechnet werden. Die numerischen Ergebnisse sind in Tabelle 4.1 dargestellt.

Tabelle 4.1 Werte je Land / Punkt und zusammengefasst je Gruppe (a) Zentralisierung vs. Dezentralisierung, (b) Antizipation vs. Widerstandsfähigkeit.

	Verteilung Leitstellen	Zuteilung Entscheidungs-gewalt	Autonomie lokaler Verkehrsleitun	Kommunik. Und Knoten	Gms.Arbeitsplatz EIU und EVU	Durchschnitt [a]	Maßnahmenpläne oder Improvisation	Automatisierung Manuell	Gemeinsames ensemaking	Dispositions-regeln	Durchschnitt [b]
Österreich	.33	.66	.66	.33	.33	.46	.33	.33	.33	.33	.33
Belgien	1	0	0	.33	0	.26	1	1	.66	.33	.74
Dänemark	0	0	1	0	.33	.26	1	.66	0	1	.66
Deutschland	1	1	1	1	1	1	1	.66	.66	0	.58
Niederlande	.33	0	1	1	.66	.59	0	.33	0	.66	.24
Portugal	.33	.66	1	.33	1	.66	1	.66	.66	.33	.66
Schweden	.33	.66	1	.66	1	.73	.33	.66	0	1	.49

Tabelle 4.1 zeigt die durchschnittlichen Werte für die beiden Abwägungen (a) Zentralisierung vs. Dezentralisierung, (b) Antizipation vs. Widerstandsfähigkeit für jedes Land an. Diese Tabelle ist jedoch ausschließlich illustrative und impliziert keine genauen Messungen. Drei "Cluster" können erkannt werden. Als erste sind sowohl Österreich als auch die Niederlande moderat zentralisiert und von den fünf Ländern verlassen sie sich

am meisten auf einen formalisierten Ansatz bei der Behebung von Störungen. Wie bereits erwähnt reduziert Formalisierung zwar die Koordinationslast und erzeugt vorhersehbarere Ergebnisse, jedoch reduziert es auch die Fähigkeit der Systeme sich auf unvorhergesehene Ereignisse anzupassen. Belgien und Dänemark stellen das zweite "Cluster" dar, da sie beide eine zentralisierte Struktur mit einem Fokus auf Widerstandsfähigkeit besitzen. In der Tat schienen die Disponenten die Flexibilität bei der Behebung von Störungen mehr zu genießen, als dies z.B. in den Niederlanden der Fall war. Das dritte "Cluster" besteht aus Schweden und Portugal, allen voran auf Grund ihrer eher dezentralisierten Form im Vergleich zu den anderen Ländern.

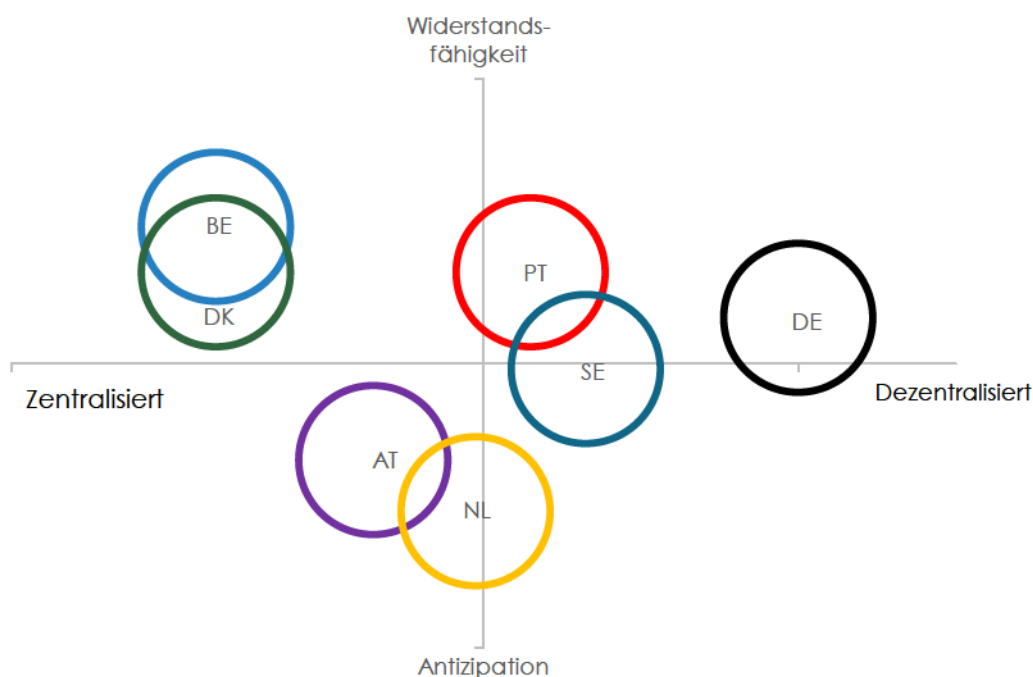


Fig. 4.1 Visualisierte Durchschnittswerte der Länder für jede Abwägung

Deutschland scheint in gewisser Weise einen Ausreißer darzustellen. Es ist viel dezentralisierter als die anderen Länder. Dies ist vermutlich Ausdruck der Größe und Komplexität des Schienennetzes (vgl. Kapitel 2), gepaart mit der großen Anzahl an EVU, welche beide die Möglichkeiten einer Zentralisierung verhindern. In anderen Worten sind die besonderen Eigenschaften Deutschlands klar in den Wegen wie Störungsmanagement organisiert wurde erkenntlich.

Die wichtigste Erkenntnis dieses Clusters ist das die Ergebnisse einen Grad an Zielgleichheit aufweisen, also dass mehrere Möglichkeiten bestehen ein insgesamt ähnliches System zu erhalten, dargestellt durch die drei „Cluster“. Obwohl

Eisenbahnsysteme sehr gleich in dem sind was sie leisten sollen (Personen und Güter transportieren) und wie dies geschieht, so gibt es doch bedeutende Unterschiede zwischen den analysierten Ländern, und diese Studie aufzeigt, dass es nicht den einen richtigen Weg der Organisation von Störungsmanagement gibt. Nur durch den Vergleich von unterschiedlichen Praktiken wird die Fülle an Möglichkeiten offensichtlich.

Daher helfen vergleichende Studien den Eisenbahninfrastrukturunternehmen und Eisenbahnverkehrs-gesellschaften dabei ihre eigenen Arbeitsprozesse zu reflektieren, welche über einen langen Zeitraum entwickelt wurden und häufig als selbstverständlich angesehen werden. Es zeigt außerdem, dass die Merkmale der Schienennetze einen Einfluss auf die Organisation des Störungsmanagements besitzen. Jedoch ist dies kein Grund für gänzlichen Determinismus. Die deutlichsten Beispiele hierbei sind Belgien und die Niederlande. Die Eisenbahnnetze in beiden Ländern weisen viele gleiche Merkmale auf, dennoch ist der Prozess des Störungsmanagements in beiden Ländern komplett unterschiedlich organisiert. Dies deutet an, dass die physische Struktur der Schieneninfrastruktur zwar ein wichtiger Bestandteil ist, dies jedoch unterschiedliche Organisationsformen nicht ausschließt, sollten diese bevorzugt werden.

4.3 Erkenntnisse

In Kapitel 1 haben wir die Bedeutung von Vorsicht bei der Beurteilung von Störungsmanagement und dessen Leistungsfähigkeit ausgedrückt. Die Komplexität des Eisenbahnstörungsmanagements gestaltet es unmöglich für direkte, kausale Verbindungen zwischen Organisationsformen und Leistungsfähigkeit, sowie der allgemeinen Leistungsfähigkeit der Schienensysteme zu suchen. Es existiert eine Vielzahl an Kontextvariablen, welche eine große Rolle für die allgemeine Leistungsfähigkeit spielen, welche von Land zu Land unterschiedlich sein können. Die besonderen Charakteristika der unterschiedlichen Länder, sowie der jeweilige Kontext sind nicht nur bedeutsam um die Organisation des Störungsmanagements besser zu verstehen, sondern ebenfalls um zu analysieren wo sich Raum für Verbesserungen eröffnet und was man von anderen Ländern lernen kann. Während wir also nicht sagen werden "Land A ist besser organisiert als Land B", so glauben wir dennoch, dass wir einige interessante Aspekte in den unterschiedlichen Ländern beobachtet haben, welche besonderer Hervorhebung innerhalb des Erkenntnisinteresses von ProRail bedürfen. Diese wurden unter mehreren "Lessons learned" gruppiert:

Beziehung zwischen zentralen und regionalen Leitstellen

Ein wiederkehrendes Bild während unseren Ortsbesuchen war die Unklarheit bzgl. der Rollenverteilungen und Verantwortlichkeiten zwischen der zentralen Leitstelle und den regionalen oder dezentralisierten Leitstellen. Obwohl nationale Leitzentralen als "über"

vielen regionalen Leitstellen angesehen werden können, bleibt es für deren Disponenten sehr schwierig direkte Kontrolle über die Aktivitäten der Betriebszentralen auszuüben. Dies beruht nicht nur auf der Tatsache, daß eine geographische Distanz zwischen den Teams vorliegt, sondern auch aufgrund dessen, daß die Disponenten in den Leitzentralen auf das Wissen und die Erfahrung der lokalen Disponenten zurückgreifen wollen, gerade wenn es um die zur Verfügungstellung von Schienenkapazitäten in den jeweiligen Verantwortungsbezirken geht. Daher ist eine gute Kooperation zwischen den beiden Kontrollebenen essentiell für ein gutes Störungsmanagement.

Während unserer Ortsbesuche haben wir herausgefunden, dass sich effektive Kooperation zwischen den beiden Hierarchieebenen als sehr schwierig erweist. Es mangelt häufig an strikten Richtlinien und Vorgaben wann nationale Disponenten in regionale Angelegenheiten eingreifen sollen, oder zu welchem Zeitpunkt lokale oder regionale Disponenten Störungen und Zwischenfälle der nächsten übergeordneten Hierarchieebene zukommen lassen sollten. Diese Unklarheit bzgl. Rollen und Aufgaben resultiert in Reibungen zwischen Bereichsdisponenten und nationalen Verkehrsleitern. In Österreich und Deutschland haben wir gesehen, wie die Überschneidung von Rollen und Aufgaben sowie das Auftreten von Unklarheiten deutlich reduziert wurden, indem das nationale Leitzentrum exklusiv für den Fernverkehr zuständig ist. Die strikte Arbeitsteilung zwischen BLZ und VLZ scheint in Österreich gut zu funktionieren und ist ein deutlicher Fortschritt gegenüber der vorangegangenen Situation. In Deutschland fiel uns auf, dass die Disponenten in der NLZ bei der Überwachung des Schienenverkehrs durch bestimmte Verkehrsleitsysteme unterstützt werden, welche nur Fernverkehrszüge mit einer Mindestverspätung von fünf Minuten anzeigen.

Obwohl die Definition von Rollen und Verantwortlichkeiten wichtig ist, fanden wir dennoch heraus, dass dies nicht genug ist. Es ist ebenso von Bedeutung, dass Disponenten und Teams sich ihrer und der jeweils anderen Aufgaben und Verantwortlichkeiten bewusst sind, sowie den jeweiligen Bedürfnissen an Informationen. Dies kann durch gemeinsame Trainingssitzungen erreicht werden. Leider sind Ressourcen und Zeit häufig knapp bemessen, weswegen solche Trainings entweder nicht, oder nur in kleinen Gruppen durchgeführt werden. In Schweden haben wir gesehen, wie übergreifendes Training genutzt wird, um die Disponenten besser darin zu schulen, wie ihre Aktionen einen Einfluss auf die anderen Teams und Teile des Netzwerks haben und warum es von so großer Bedeutung ist, immer auf dem neuesten Stand zu bleiben. In Dänemark sahen wir auch, wie bestimmte Disponenten ihre Arbeitszeit zwischen DCDK und der regionalen Betriebszentrale aufteilen, z.B. ist jenes in Kopenhagen nur einen Steinwurf vom DCDK entfernt. Dies bedeutet, dass sie automatisch lernen, die Entscheidungen von der jeweils anderen Seite einzuschätzen und nachzuvollziehen. Dies konstituiert eine informelle, jedoch sehr effiziente Form von abteilungsübergreifendem Training, zwischen zentralisierten und dezentralisierten Organisationsebenen der Verkehrsleitung.

Teilen von Informationen während einer Störung

Eine schnelle und vollständige Verteilung von Information innerhalb des Teams spielt eine bedeutende Rolle bei der schnellen Bewältigung einer Störung und es ist wichtig, dies in einer koordinierten Art und Weise durchzuführen. Wir haben erhebliche Verbesserungen in den genutzten Informationssystemen feststellen können, welche als Unterstützung im Entscheidungsprozess und der Disposition verwendet werden. Während diese Informationssysteme wichtig sind, können sie jedoch die häufige Kommunikation per Telefon nicht ersetzen, dies trifft besonders während dem Auftreten von großen Störungen zu, wenn das operative Gesamtbild sehr komplex und unklar ist, und eine große Menge an Kommunikation (sense-demanding und sense-giving) notwendig ist, um ein gemeinsames Verständnis zu erhalten. Eines der Probleme ist es dass die Betriebszentralen schnell von der Informationsfülle überwältigt werden können, und dass Telefonleitungen im Falle der Störung schnell blockiert sind – dies haben wir z.B. in Belgien und den Niederlanden beobachtet.

Daher ist es wichtig die richtige Balance zwischen dem Anfordern von Informationen und dem Abwarten auf Informationen zu finden. Besonders in Dänemark haben wir beobachtet, dass die Disponenten darauf vertrauen, dass sie die notwendige Information schnellstmöglich von den relevanten Parteien erhalten, daher zurückhaltend bei der aktiven Anforderung von Informationen agieren. In den meisten Fällen haben wir auch beobachtet, dass es wichtig ist dass jemand (häufig der Schichtleiter) dazu beauftragt ist, die Informationen zu sammeln und innerhalb der Teams zu verteilen, sowohl innerhalb und zwischen den Leitstellen, als auch mit den EIU und EVU. Vorzugsweise geschieht dies durch eine Person, die nicht direkt im Störungsmanagement involviert ist. Das beste Beispiel sind hierbei der BeKo in Österreich, sowie der ROL in Schweden. Wir haben bereits die Bedeutung von gemeinsamen Sensemaking angesprochen, was notwendig ist um die gesammelten Informationen zu integrieren und ein gemeinsames operatives Gesamtbild zu erhalten. Das gemeinsame Sensemaking wurde primär in den nationalen Leitzentralen organisiert, ohne dass die Bereichsdisponenten der regionalen Betriebszentralen darin involviert werden. Die OPL Meetings in Schweden zeigen dass strukturierte und regelmäßige Telefonkonferenzen (in diesem Sinne institutionalisiert) ein guter Weg sein können, das gemeinsame Sensemaking auch für regionale Bereichsdisponenten zu ermöglichen.

Eine letzte Beobachtung, welche wir teilen möchten ist es, dass desto mehr Informationen geteilt werden, desto weniger Bedarf an Information besteht. Daher scheint es logisch so viel Information wie möglich zur Verfügung zu stellen, und sobald dies über die Informationssysteme möglich ist. Wir haben jedoch auch beobachtet dass Disponenten häufig darin zögern Informationen zu teilen, wenn die Situation noch sehr unklar ist, oder

sie denken, dass die Störung schnell innerhalb von weniger Minuten wieder behoben ist. Die zur Verfügung Stellung von diesen Informationen in einem Informationssystem könnte in einer nicht notwendigen Aktivierung des Systems resultieren. Zusätzlich halten manche Disponenten Informationen zurück wenn sie glauben, dass die Führungsebene sie dafür verantwortlich halten wird, wenn diese nicht perfekt sind. In Belgien und Schweden haben wir gesehen wie ein einfaches Nachrichtensystem als alternativer Weg für eine schnelle und einfache Kommunikation zwischen einer Gruppe an Disponenten genutzt werden kann, ohne dass sie sich dabei über ihren Ausdruck oder die verwendeten Wörter Gedanken machen müssen, da diese komplett von den öffentlichen, und somit formalen Informationen getrennt sind.

Die Bedeutung von Maßnahmenplänen

Maßnahmenpläne können ein sehr effizienter Weg sein die Fahrplanneuansetzungen der unterschiedlichen Leitstellen zu koordinieren und verlässliche Reiseinformationen für die Fahrgäste anbieten zu können. Außerdem können sie, sofern sie von allen beteiligten EVU abgenommen wurden, nicht-diskriminierende Maßnahmen bieten. Besonders in Ländern wie den Niederlanden mit seiner intensive Nutzung des Schienennetzes, sind Maßnahmenpläne eine effiziente Maßnahme um schnell auf Störungen zu reagieren und eine Ausbreitung der Störung auf andere Abschnitte zu verhindern. Die vielen und detaillierten Maßnahmenpläne in den Niederlanden stellen in dieser Studie eine Besonderheit dar und können ein Beispiel für andere Länder sein. Jedoch möchten wir hierbei auch erwähnen, dass es auch Nachteile bei der strikten Anwendung vordefinierter Pläne gibt, da dies zu übermäßigen Simplifizierungen der operativen Bedingungen, sowie einer Steifigkeit bei Entscheidungen über die Revisionen der Pläne führen kann. Das Weglassen von oder die reduzierte Anwendung von Maßnahmenplänen um die Flexibilität bei der Behebung jeder einzelnen, individuellen Störung beizubehalten, kommt mit dem Preis einer schlechteren Vorhersehbarkeit der getroffenen Maßnahmen. Es scheint vor allem in weniger stark frequentierten Netzen (z.B. Portugal), sowie in Netzen mit einer großen Anzahl an Alternativrouten (z.B. Deutschland) zu funktionieren.

In Österreich und Schweden haben wir den Gebrauch von Maßnahmenplänen als Schablonen gesehen, mit Hilfe derer die tatsächlichen Lösungen erarbeitet werden, ein augenscheinlich sehr effizienter Weg der Integration von Vorhersehbarkeit, Nachvollziehbarkeit und Flexibilität. Ein anderer Weg um für alle beteiligten Parteien und Fahrgäste nachvollziehbar zu agieren ist es Standardzeiten zur Wiederherstellung zu entwickeln. In Dänemark geschieht dies während den meisten Störungen. Während eine Störung somit vielleicht bereits früher behoben ist als angenommen, wird der Zugverkehr nicht vor dem Ablaufen der definierten Wiederherstellungszeit aufgenommen. Dies scheint vor allem bezüglich möglichem Mißmut bei den Passagieren gut zu funktionieren.

Zusätzlich eröffnet es den Disponenten einen klaren und verwaltbaren Zeitraum um den Zugverkehr wiederherzustellen und reduziert das Risiko überhasteter Entscheidungen.

Beziehung zwischen EIU und EVU

Die Trennung zwischen EIU und etabliertem EVU, zusammen mit dem Markteintritt neuer EVU, hat wichtige neue Herausforderungen hinsichtlich der Koordination im Störfall hervorgerufen. Wir haben in dieser Studie gezeigt, dass das Ausmaß der Marktöffnung signifikant zwischen den Ländern variiert, und somit ebenso die Frage der Kooperation stark variiert. Während in einigen Ländern in denen der etablierte EVU immer noch sehr dominant ist (z.B. Niederlande, Dänemark, Belgien und Österreich), entschieden wurde beiden einen gemeinsamen Arbeitsplatz in den nationalen Leitzentralen anzubieten, wurde in anderen Ländern (z.B. Schweden und Portugal) eine vollständige Trennung ihrer täglichen Verkehrsleitungen durchgeführt. Ein gemeinsamer Arbeitsplatz hat große Vorteile. In Belgien, dem Land mit der engsten Kooperation zwischen EIU und EVU in speziellen Teams haben wir beobachtet, dass diese Teams kaum Probleme mit der Verteilung von Informationen und gemeinsamen Entscheidungsprozessen hatten. Natürlich arbeiten diese Teams unter der Bedingung, dass die Trennung zwischen EIU und EVU nicht ganz rigoros umgesetzt wird.

Andere Länder in dieser Studie besitzen deutlich mehr Wettbewerb zwischen den EVU, sowohl im Bereich des Personen- als auch des Güterverkehrs. Desweiteren machen es die gegenwärtigen EU Richtlinien hinsichtlich der Öffnung der nationalen Eisenbahnmärkte es sehr schwierig eine enge Beziehung zwischen EIU und EVU aufrecht zu erhalten. Deshalb ist es wichtig sich bereits Länder wie Schweden oder Deutschland anzusehen. Deutschland ist das Musterbeispiel eines offenen Marktes, in welchem es dennoch möglich ist im Falle einer Störung die Koordination von ca. 350 EVU zu bewerkstelligen. Ebenso besitzt Schweden große Erfahrung mit dem Umgang mit konkurrierenden EVU. In diesen Ländern haben wir die Bedeutung von effektiver Entscheidungsgewalt des EIU gesehen, damit dieser im Falle einer Störung den Schienenverkehr für alle EVU optimieren kann. Außerdem bietet dieser Informationen in Echtzeit an, sodass die EVU zu jeder Zeit per Email (e.g. Basun, BZ-info), geteilten (restriktiven) Verkehrsinformationssystemen, oder natürlich per Telefon über die aktuellen Entwicklungen informiert sind, was nicht nur für die schnelle Fahrplanneuansetzung der EVU von Bedeutung ist, sondern auch für die Vermeidung einer überwältigen Anfrage nach Informationen. Ein möglicher Nachteil hierbei stellt der Bedarf nach einer Formalisierung einiger Kommunikationswege dar, um transparent und nachvollziehbar für alle EVU zu sein, wie wir dies auch in Deutschland und Schweden gesehen haben.

Automatisierung und Zentralisierung der Schienenverkehrsleitung

Wie bereits erwähnt arbeiten alle Länder in dieser Studie daran, weitere Fortschritte auf dem Gebiet der Automatisierung und Zentralisierung der Verkehrsleitung zu machen. Dieser Übergang ist notwendig um dem wachsenden Schienenverkehr gerecht zu werden und diesen auf den häufig bereits überlasteten Strecken sicher durchführen zu können. Natürlich spielen Automatisierung und Zentralisierung auch hinsichtlich ökonomischer Überlegungen eine Rolle, da weniger Personal benötigt wird und weniger Gebäude angemietet werden müssen. Der Übergang von manueller und dezentralisierter Verkehrsleitung hin zu automatisierter und zentralisierter, ist ein komplexer und langer Weg, und EIU erfahren häufig erheblichen Widerstand von sowohl den Disponenten, als auch aus der Politik. Wir haben gemerkt dass Automatisierung und Zentralisierung neue Herausforderungen birgt. Die neuen und modernen Bereichszentralen sind häufig in einer begrenzten Anzahl an Städten verortet. Dies bedeutet, dass die Disponenten entweder an einen neuen Ort ziehen müssen, oder lange Arbeitswege in Kauf nehmen müssen. Daher verzichten in der Praxis viele, gerade ältere Disponenten auf beide Möglichkeiten, weshalb neue Disponenten eingestellt werden müssen. Neue Disponenten zu finden, und diese vor allem auch im Betrieb zu halten gestaltet sich jedoch schwierig. Die Eisenbahnverkehrsleitung ist eine relative unbekannte Disziplin, mit unregelmäßigen Arbeitszeiten und einem hohen Streß Level, was dazu führt das jüngere Disponenten bereits nach einigen Jahren die Arbeit wieder verlassen, ein Problem das nahezu alle Länder in dieser Studie betrifft.

Bei dem Versuch der EIU die Verkehrsleitung weiter zu professionalisieren, haben wir weiterhin festgestellt, dass nun vermehrt versucht wird Kandidaten mit einem höheren Bildungsabschluß zu rekrutieren. In der Praxis ist es jedoch häufig schwierig diese Personen motiviert zu halten und langfristig zu binden. Nicht nur aufgrund der bereits angesprochenen stressigen und unregelmäßigen Arbeitszeiten, sondern auch da Automatisierung (z.B. automatisierte Signalgebung) die Verkehrsleitung hin zu einer primär überwachenden Angelegenheit gewandelt hat, bei der manuelle Eingriffe eher die Ausnahme im Störfall sind. Die Schichten sind daher oftmals aus langen Perioden der Inaktivität, sowie kurzen, stressigen, aktiven Perioden geprägt. Der niederländische Ansatz die Kontrollbereiche alle zwei Stunden zu ändern scheint dazu beizutragen die Mitarbeiter fokussiert zu halten. Zusätzlich können ruhigere Phasen für Trainings genutzt werden.

Automatisierung hat auch einen großen Effekt auf die Disposition der Eisenbahnverkehrsunternehmen. Ein bestehendes Phänomen ist die Problematik ältere Mitarbeiter dazu zu bewegen sich den neuen Technologien anzupassen und ihnen zu vertrauen, während weniger erfahrene Disponenten sich einfacher auf technologische Hilfsmittel einlassen, diese jedoch nicht über die Erfahrung und das Wissen verfügen

notfalls auf manuelle Fähigkeiten zurückgreifen zu können, bzw. den Effekt ihrer Entscheidungen gänzlich nachvollziehen können. Um das letztgenannte Problem anzugehen sehen wir aktives Training der neuen Disponenten als besten Ansatz, um ihnen die Merkmale des Eisenbahnsystems näher zu bringen, wobei sie unter Umständen sogar für einige Monate direkt an Bahnhöfen eingesetzt werden. Dies soll dazu beitragen, dass sie auch die Realitäten außerhalb der Leitstellen kennenlernen und ein besseres Verständnis erlangen.

4.4. Fazit

Diese Studie ist das erste Mal, daß das Störungsmanagement im Eisenbahnverkehr in unterschiedlichen europäischen Ländern dargestellt und verglichen wurde. Aufgrund der Rahmenumstände und der immensen Komplexität derer es Bedarf die Systeme am Laufen zu halten, bewundern wir die harte und hingebungsvolle Arbeit der Disponenten, welche sie alltäglich ausführen. Wir haben in jedem System Stärken festgestellt und jene Punkte angesprochen, die verbessert werden könnten. Insgesamt ist das Störungsmanagement eine komplexe Angelegenheit, das viel Kapazitäten erfordert. Die untersuchten Länder setzen dies alle um – jedes nach seinem eigenen Weg. Dies könnte eines der interessantesten Erkenntnisse dieser Studie sein: ähnliche Einflüsse wie Deregulierung, Wettbewerb und EU Rahmenbedingungen erschaffen sehr unterschiedliche Systeme. Dabei spielen Pfadabhängigkeiten eine große Rolle. Historisch gewachsene Situationen müssen berücksichtigt werden, welche zu unterschiedlichen Abwägungen führen. An einem Ort führt dies z.B. zu einer stärkeren Zentralisierung und Standardisierung von Maßnahmenplänen, während es in anderen zu Dezentralisierung und einem stärkeren Augenmerk auf Improvisation führt. Daher ist es unumgänglich zu untersuchen und zu verstehen, wie die unterschiedlichen Praktiken umgesetzt werden, was ihre Vor- und Nachteile sind, und was für Lehren man daraus ziehen kann.

Wir möchten unseren Überblick mit dem Kommentar abschließen, dass letztendlich jede Form von Störungsmanagement allen voran die Notwendigkeit besitzt zusammen zu arbeiten. Ganz egal welche Technologie verwendet wird, oder wie komplex das Netzwerk, das Störungsmanagement hängt an der Bereitschaft der Disponenten zusammenzuarbeiten und gemeinsame Lösungen zu entwickeln. Es gibt einen kontinuierlichen Drang danach, neue und bessere Technologien zu entwickeln und implementieren, um das Störungsmanagement zu unterstützen. Und während wir dem zustimmen, dass das Störungsmanagement von besseren Technologien profitieren kann, so glauben wir fest daran, dass auch weiterhin der Mensch eine entscheidende Rolle in diesem System spielt, welche nicht durch Technologie ersetzt werden kann. Es besteht weiterhin in vielen Bereichen eine große Unwissenheit bezüglich der Interaktion zwischen Mensch und Maschine, gerade im Fall des Eisenbahnstörungsmanagements.

Literaturverzeichnis

Alexandersson, G., Hultén, S. 2007. Competitive tendering of regional and interregional rail services in Sweden. In: Competitive Tendering of Rail Services. Paris: OECD Publishing.

Alexandersson, G., Rigas, K. 2013. Rail liberalisation in Sweden. Policy development in a European context. *Research in Transportation Business & Management*, vol. 6, 88–98.

Arriva 2013. Liberalisation and competition in the European regional rail market, June 2013

Berthod, O., Grothe-Hammer, M., Müller-Seitz, G., Raab, J., Sydow, J., 2017. From high-reliability organizations to high-reliability networks: the dynamics of network governance in the face of emergency. *J. Publ. Adm. Res. Theor.* 27 (2), 352–371.

Boin, A., van Eeten, M.J., 2013. The resilient organization. *Publ. Manag. Rev.* 15 (3), 429–445.

Branlat, M., Woods, D.D., 2010. How do systems manage their adaptive capacity to successfully handle disruptions? a resilience engineering perspective. In: 2010 AAAI Fall Symposium Series.

CBS 2017. Totale reizigerskilometers in Nederland per jaar. Retrieved from: <http://statline.cbs.nl/StatWeb/publication/?DM=SLNL&PA=83497ned>

CER 2017. Public Service Rail Transport in the European Union: an Overview. Brussels: Community of European Railway and Infrastructure Companies.

Chu, F., Oetting, A., 2013. Modeling capacity consumption considering disruption program characteristics and the transition phase to steady operations during disruptions. *J. Rail Transport Plann. Manag.* 3 (3), 54–67.

CMA 2015. Competition in passenger rail services in Great Britain: A discussion document for consultation. London: Competition and Markets Authority.

Comfort, L.K., Sungu, Y., Johnson, D., Dunn, M., 2001. Complex systems in crisis: anticipation and resilience in dynamic environments. *J. Contingencies Crisis Manag.* 9 (3), 144–158.

Corman, F., D'Ariano, A., Hansen, I.A., Pacciarelli, D., 2011. Optimal multi-class rescheduling of railway traffic. *J. Rail Transport Plann. Manag.* 1 (1), 14–24.

De Bruijne, M., Van Eeten, M., 2007. Systems that should have failed: critical infrastructure protection in an institutionally fragmented environment. *J. Contingencies Crisis Manag.* 15 (1), 18–29.

De Bruijne, M., 2006. *Networked Reliability: Institutional Fragmentation and the Reliability of Service Provision in Critical Infrastructures* (PhD).

Deutsche Bahn 2017. *Facts and Figures 2016*. Berlin: Deutsche Bahn AG.

DSB 2018. *Annual report 2017*. Taastrup: DSB.

Eurostat 2018. *Railway transport database*. Retrieved from: <http://ec.europa.eu/eurostat/web/transport/data/database>

Faraj, S., Xiao, Y., 2006. Coordination in fast-response organizations. *Manag. Sci.* 52 (8), 1155–1169.

Finger, M., Rosa, A. 2012. *Governance of competition in the Swiss and European railway sector*. St. Gallen: Robert Schuman Centre for Advanced Studies.

Finger, F., Messulam, P., Holvad, T., 2016. *Rail economics, regulation and policy in Europe*. Edward Elgar Publishing, Cheltenham Glos.

Gerrits, L.M., Marks, P.K., Böhme, M. 2015. The development and failure of the Dutch "Fyra" high-speed project. *Railway update*, 9-10, 146-148.

Golightly, D., Sandblad, B., Dadashi, N., Andersson, A., Tschirner, S., Sharples, S., 2013. A sociotechnical comparison of automated train traffic control between GB and Sweden. *Rail Human Factors: Supporting Reliability, Safety and Cost Reduction*. pp. 367.

Golightly, D., Dadashi, N., 2017. The characteristics of railway service disruption: implications for disruption management. *Ergonomics* 60 (3), 307–320.

Goodwin, G.F., Essens, P.J.M.D., Smith, D., 2012. Multiteam systems in the public sector. In: Zaccaro, S.J., Marks, M.A., DeChurch, L.A. (Eds.), *Multiteam Systems: an Organization Form for Dynamic and Complex Environments*. Routledge, New York, pp. 53–78.

Heike, L. 2016. *Liberalisation of passenger rail services: Case study Germany*. Brussels: Centre on Regulation in Europe (CERRE).

Hoffman, R., Woods, D., 2011. Beyond Simon's slice: five fundamental trade-offs that bound the performance of macrocognitive work systems. *IEEE Intell. Syst.* 26 (6), 67–71.

Houghton, R.J., Baber, C., McMaster, R., Stanton, N.A., Salmon, P., Stewart, R., Walker, G., 2006. Command and control in emergency services operations: a social network analysis. *Ergonomics* 49 (12–13), 1204–1225.

Holvad, T. 2017. Market structure and state involvement: passenger railways in Europe. Valenciennes: European Union Agency for Railways.

Infrabel 2017. Facts and figures 2016. Brussels: Infrabel.

IP 2017. Management report 2016. Lisbon: Infraestruturas de Portugal

Jespersen-Groth, J., Potthoff, D., Clausen, J., Huisman, D., Kroon, L., Maróti, G., Nielsen, M.N., 2009. Disruption Management in Passenger Railway Transportation. Robust and Online Large-scale Optimization. Springer, pp. 399–421.

Johansson, B., Hollnagel, E., 2007. Pre-requisites for large scale coordination. *Cognit. Technol. Work* 9 (1), 5–13.

Link, H., 2012. Unbundling, public infrastructure financing and access charge regulation in the German rail sector. *J. Rail Transport Plann. Manag.* 2 (3), 63–71.

Link, H. 2004. Rail infrastructure charging and on-track competition in Germany. *International Journal for Transport Management* 2, 17–27.

Mattsson, L., Jenelius, E., 2015. Vulnerability and resilience of transport systems—a discussion of recent research. *Transport. Res. Part A Pol. Pract.* 81, 16–34.

Merkus, D., Willems, T.A.H., Schipper, D., Marrewijk, A.H. van, Koppenjan, J.F.M., Veenswijk, M., Bakker, H.L.M., 2016. A storm is coming? Collective sensemaking and ambiguity in an inter-organizational team managing railway system disruptions. *J. Change Manag.* 17 (3), 228–248.

NMBS 2017. Klant-Centraal: Activiteitenverslag NMBS 2016. Brussels: NMBS

ÖBB-holding 2017. ÖBB facts and figures 2016. Vienna: ÖBB-holding.

Perrow, C., 1999. Organizing to reduce the vulnerabilities of complexity. *J. Contingencies Crisis Manag.* 7 (3), 150–155.

ProRail 2017. Jaarverslag 2016. Utrecht: ProRail.

Roe, E., Schulman, P., 2008. High Reliability Management. Stanford University Press, Stanford, CA.

Roets, B., Christiaens, J., 2015. Evaluation of railway traffic control efficiency and its determinants. *EJTIR* 15 (4), 396–418.

Sarmiento, J. 2002. The geography of "disused" railways: what is happening in Portugal? *Finisterra*, 37 (74), 55-71.

Schiene-Control 2017. Jahresbericht 2016: Ihr Recht am Zug. Vienna: Schiene-Control.
Schipper, D., 2017. Challenges to multiteam system leadership: an analysis of leadership during the management of railway disruptions. *Cognit. Technol. Work* 19 (2- 3), 445–459.

Schipper, D., Gerrits, L., 2017. Communication and Sensemaking in the Dutch Railway System: Explaining coordination failure between teams using a mixed methods approach. *Complex. Govern. Network* 3 (2), 31–53.

Schipper, D., Gerrits, L., Koppenjan, J.F.M., 2015. A dynamic network analysis of the information flows during the management of a railway disruption. *Eur. J. Transport Infrastruct. Res.* 15 (4), 442–464.

Stanton, N.A., Ashleigh, M.J., Roberts, A.D., Xu, F., 2001. Testing hollnagel's contextual control model: assessing team behavior in a human supervisory control task. *Int. J. Cognit. Ergon.* 5 (2), 111–123.

Stanton, N.A., Walker, G.H., Sorensen, L.J., 2012. It's a small world after all: contrasting hierarchical and edge networks in a simulated intelligence analysis task. *Ergonomics* 55 (3), 265–281.

Statbank 2018. Railway Network 1st January by Railway System and Unit. Retrieved from: <http://www.statbank.dk/statbank5a/default.asp?w=1920>

Steenhuisen, B., De Bruijne, M., 2009. The brittleness of unbundled train systems: crumbling operational coping strategies. In: 2nd International Symposium on Engineering Systems. MIT, Cambridge, USA 15-17 June 2009.

Stephenson, A.V., 2010. Benchmarking the Resilience of Organisations. PhD-thesis. University of Canterbury.

Trafikanalys 2017a. Rail traffic 2016. Stockholm: Trafikanalys.

Trafikanalys 2017b. Punktlighet på järnväg 2016. Stockholm: Trafikanalys.

Van de Velde, D. M., Jacobs, J., Stefanski, M. 2009. Development of Railway Contracting for the National Passenger Rail Services in The Netherlands", Presented at the 11th

International Conference on Competition and Ownership in Land Passenger Transport. Delft, the Netherlands.

Van de Velde, D. M. 2011. The Netherlands. In: Reforming Europe's railways - Learning from experience. Drew, J. & Ludewig, J. (eds.). Brussels: Community of European railway and infrastructure, 137-148.

Van de Velde, D.M. 2013. Learning from the Japanese railways: Experience in the Netherlands. *Policy and Society*, May, 143-161.

Van de Velde, D.M. & Röntgen, E. 2017. *Buitenlandse ervaringen overheidssturing op het spoor*. Amsterdam: Inno-V

Vogus, T.J., Sutcliffe, K.M., 2007. Organizational resilience: towards a theory and research agenda. In: *Systems, Man and Cybernetics, 2007. ISIC. IEEE International Conference on*, pp. 3418–3422.

Waller, M.J., Uitdewilligen, S., 2008. Talking to the room. collective sensemaking during crisis situations. In: Roe, R., Waller, M.J., Clegg, S. (Eds.), *Time in Organizational Research: Approaches and Methods*. Routledge, London, pp. 186–203.

Wildavsky, A.B., 1988. *Searching for Safety*. Transaction publishers, New Brunswick.

Wilson, J.R., Norris, B.J., 2006. Human factors in support of a successful railway: a review. *Cognit. Technol. Work* 8 (1), 4–14.

Woods, D.D., Branlat, M., 2011. How human adaptive systems balance fundamental tradeoffs: implications for polycentric governance architectures. In: *Proceedings of the Fourth Resilience Engineering Symposium*, Sophia Antipolis, France.

Woods, D.D., Shattuck, L.G., 2000. Distant supervision–local action given the potential for surprise. *Cognit. Technol. Work* 2 (4), 242–245.

Zhang, Y., Lei, D., Wang, M., Zeng, Q., 2013. Dispatching rules: track utilization scheduling problem in railway passenger stations. *ICTIS 2013: Improving Multimodal Transportation Systems-Information, Safety, and Integration*. pp. 1857–1869.

Beilage - Überblick über die Interviewpartner und Organisationen, in Reihenfolge der Treffen

Österreich	
<i>Standort</i>	<i>Funktion</i>
Betriebszentrale Innsbruck	Regionalleiter Exekutivleiter Betriebs- und Verkehrsleiter Dispositionsmanager Regionalkoordinator Notfallkoordinator Zugdisponent Kufstein Bereichsdisponent Wörgl
Verkehrsleitzentrale	Leiter Verkehrsleitung Verkehrs- und Produktionsmanager
Belgien	
<i>Standort</i>	<i>Funktion</i>
Leitzentrale Brüssel	Stellvertreter operative Planung Teamleiter operative Planung Manager operative Planung Entwickler Kommunikationssysteme Verkehrsplaner Generalplaner Verkehrsoffizier Teamleiter Antwerpen Bereichsdisponent
Stellwerk Brüssel	Ausbilder
Dänemark	
<i>Standort</i>	<i>Funktion</i>
Nationale Leitzentrale	Direktor Banedanmark Manager Verkehrsleitung Pünktlichkeitsmanager DSB Direktor Störungen DSB Diensthabender Offizier Überwachung Güterverkehr Diensthabender Offizier DSB
Betriebszentrale Kopenhagen	Manager Kopenhagen Diensthabender Offizier Zugdisponent
S-Bahn Kopenhagen	Diensthabender Offizier

Deutschland	
<i>Standort</i>	<i>Funktion</i>
Netzleitzentrale	Schichtleiter Verkehrsleiter West Netzwerkkoordinator Netzwerkkoordinator
Betriebszentrale Frankfurt	Koordinator Frankfurt Stellvertr. Koordinator Notfallkoordinator Zugdisponent Zugdisponent Weichensteller Weichensteller Manager Frankfurt
DB Regio Frankfurt	Überwacher Schienenfahrzeuge DB Verkehrsinformation DB Koordinator DB

Niederlande	
<i>Standort</i>	<i>Funktion</i>
Betriebszentrale Utrecht	Teamleiter Zugdisponent Bereichsdisponent Bereichsverkehrsleiter

Portugal	
<i>Standort</i>	<i>Funktion</i>
Leitstelle Lissabon	Leiter Eisenbahnverkehr Manager internationale Angelegenheiten Leiter Verkehrskontrolle Betriebsleiter Training und Entwicklung Verkehrsinformationssystem

Schweden	
<i>Standort</i>	<i>Funktion</i>
Verkehrsleitzentrale	Leiter nationale Koordinierungsstelle
Betriebszentrale Stockholm	Betriebsleiter Manager Stockholm Regionalleiter Regionalleiter Zugdisponent Verkehrsinformation Betriebsmanager Bereichsdisponent
Betriebszentrale Gävle	Manager Gävle Betriebsleiter Manager Operationen Zugdisponent Zugleiter