

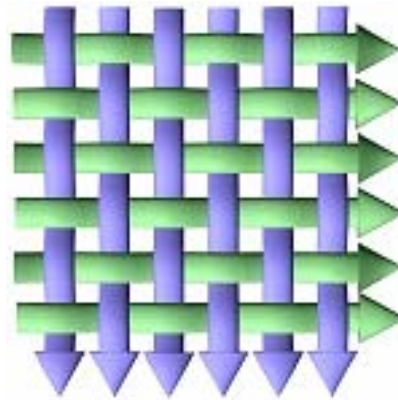


Technical Report 06004

ISSN 1612-1376

Der Mensch in der Logistik: Planer, Operateur und Problemlöser

Doris Blutner, Stephan Cramer, Tobias Haertel



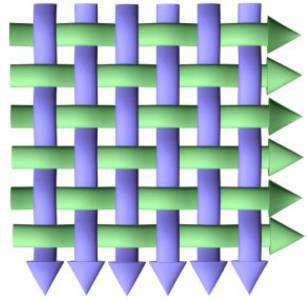
**Sonderforschungsbereich 559
Modellierung großer Netze in der Logistik**

Universität Dortmund
44221 Dortmund



Sonderforschungsbereich 559

**Modellierung großer
Netze in der Logistik**



Technical Report 06004

ISSN 1612-1376

**Der Mensch in der Logistik: Planer, Operateur und
Problemlöser**

Teilprojekt M14:

Doris Blutner
Stephan Cramer
Tobias Haertel

Universität Dortmund
Wirtschafts- und Sozialwissenschaftliche Fakultät
Fachgebiet Techniksoziologie
Otto-Hahn-Straße 4

44227 Dortmund

Dortmund, 27. April 2006

1 Inhalt

1	Inhalt.....	2
2	Einleitung.....	3
3	Techniksoziologie und Prozesskettenparadigma (Stephan Cramer).....	3
3.1	Der soziotechnische Systemansatz und die systemische Perspektive des Prozesskettenparadigmas	3
3.2	Zur Steuerung komplexer Systeme	3
3.3	Steuerungsmodi.....	4
3.4	Hybridität und veränderte Akteurskonstellationen	5
3.5	Aspekte des Prozesskettenparadigmas in techniksoziologischer Perspektive, Gemeinsamkeiten und Unterschiede.....	5
3.6	Anschlussmöglichkeiten zum Prozesskettenparadigma	5
3.7	Eine techniksoziologische Variante der Parametervariation.....	7
3.8	Fazit.....	9
4	Sozialwissenschaftliche Befunde zur Mensch-Maschine Interaktion (Tobias Haertel)	9
4.1	Einleitung	9
4.2	Die Rolle der Menschen bei der Entwicklung neuer Technologien	10
4.3	Verfahren zur „optimalen“ Gestaltung der Mensch-Maschine-Interaktion	11
4.4	Gestaltungsalternativen	12
5	Das Containerterminal Altenwerder (CTA) als hybrides System und die Rolle des Menschen als Problemlöser (Stephan Cramer)	13
5.1	Einleitung: Containerterminals, Automation und die techniksoziologische Hybridperspektive	13
5.2	Die Prozesskette auf dem Terminal.....	13
5.3	Die Selbststeuerung autonomer Fahrzeuge	14
5.4	Flexibilität, Problembehebung und die Rolle des Menschen	15
5.5	Fazit.....	17
6	Der Mensch als aktiver Mitspieler. Mensch-Maschine-Interaktionen im Luftfrachtterminal (Doris Blutner)	17
6.1	Einleitung	17
6.2	Zeit als Leitressource im logistischen System Luftfracht im Luftfrachtterminal.....	18
6.3	Informationstechnisch gestützte Disponentenarbeit vor Ort: Wer das Problem hat, hat die Lösung	18
6.4	Fazit.....	20
7	Der Mensch als Problemlöser in logistischen Prozessketten im Straßengüterverkehr (Tobias Haertel).....	21
8	Fazit.....	22
9	Literatur.....	24

2 Einleitung

Innerhalb des Sonderforschungsbereiches 559 analysiert das Teilprojekt M14 „Der Mensch in der Logistik“, wie die Rolle des Menschen als Planer, Operateur und Problemlöser in großen Netzen der Logistik entwickelt werden kann.

Das zentrale Ziel unseres Beitrags ist es, Anschlussmöglichkeiten der techniksoziologischen Analyse an das Kuhnsche Prozesskettenparadigma darzustellen. Dazu werden zunächst techniksoziologische Grundannahmen unter besonderer Berücksichtigung des soziotechnischen Systemansatz und Steuerungsmöglichkeiten komplexer Systeme resümiert (Kapitel 1) und sozialwissenschaftliche Befunde zur Rolle des Menschen in soziotechnischen Systemen diskutiert (Kapitel 2). Fragen der Gestaltung logistischer Systeme stehen im Mittelpunkt von drei Fallstudien (Kapitel 4 bis 6), die logistische Prozesse der maritimen Containerlogistik, der Luftfracht und des Straßengüterverkehrs betreffen. Abschließend diskutieren wir, welche spezifischen Kompetenzen den Menschen befähigen, die logistischen Prozesse zu gestalten und unvorhersehbare Situationen zu bewältigen.

3 Techniksoziologie und Prozesskettenparadigma (Stephan Cramer)

3.1 Der soziotechnische Systemansatz und die systemische Perspektive des Prozesskettenparadigmas

In der Techniksoziologie sind „technological systems“ als Konfiguration heterogener Komponenten definiert [Hug87]. „Systemische Technik ist Organisation materieller wie nicht-materieller Komponenten“ und zeichnet sich als moderne Technik dadurch aus, „...dass die technische Konstruktion immer Konstruktion von und in Systemen ist“ [Kro89]. Die zunehmende Bedeutung gesellschaftlicher Verkehrs-, Infrastruktur- und Informationssysteme verdeutlicht die Aktualität dieses Ansatzes. So führt der Einsatz smarterer Technik zu Überlegungen, den soziotechnischen Systemansatz zu modifizieren, um sich abzeichnende technische Eigenaktivitäten in Systemen angemessen zu berücksichtigen [vgl. Wey03].

Das Prozesskettenparadigma wird aus dem „Systemdenken“ abgeleitet, um logistische Abläufe ganzheitlich als systemische Prozesse zu rekonstruieren [Käp02]. „Lineares Denken und Handeln nach einem eindimensionalen Ursache-Wirkungsprinzip wird abgelöst durch ein integrierendes, systemisches Denken und Handeln, das die Rückkopplung als wesentliches Systemmerkmal berücksichtigt.“ [Käp02] Bei der Spezifizierung des „Systems“ berufen sich Käppner, Laakmann und Stracke explizit auf den soziotechnischen Systemansatz des englischen Tavistock Institut.: „Die Wissenschaftler des Tavistock Institute stellten damals die These auf, dass sich das technische und soziale Teilsystem im Einklang befinden müssen, damit die Funktionsweise des Gesamtsystems gewährleistet bleibt.“ [Käp02] Erst die Optimierung des technischen wie des sozialen Subsystems führe demnach zu den erwünschten Ergebnissen [Käp02]. Obwohl sich das Prozesskettenparadigma auf diese arbeitswissenschaftliche [vgl. Tri90] und nicht techniksoziologische Traditionslinie bezieht, bestehen wichtige konzeptionelle Übereinstimmungen zwischen dem Paradigma und dem gewählten techniksoziologischen Ansatz, die beide eine soziotechnische Systemperspektive teilen.

3.2 Zur Steuerung komplexer Systeme

Im klassischen techniksoziologischen Systemansatz von Thomas P. Hughes sind es Personen, die als „System builders“ technologische Systeme aufbauen: „One of the primary characteristics of a system builder is the ability to construct or to force unity from diversity, centralisation in face of pluralism, and coherence from chaos.“ [Hug87] Der Aufbau komplexer Systeme ist somit Ergebnis ordnenden und absichtsvollen Handelns. Gestaltungs- und

Steuerungsprobleme ergeben sich demgegenüber aus der Komplexität des Systems: „Technological systems contain messy, complex, problem-solving components.“ [Hug87] Die Möglichkeit zu gestalten, zu steuern und Probleme zu lösen, ist demnach immer mit Unordnung und Komplexität konfrontiert.

In diesem Spannungsverhältnis wurde unter dem zunächst missverständlichen Terminus des „Risikos“ die Konfiguration und Steuerung komplexer Systeme auch im Störfall diskutiert. So wies Perrow nach, dass komplexe Interaktionen (Rückkopplungen) eng miteinander gekoppelter Systemkomponenten (Flexibilitätsverlust, keine Puffer) eine entscheidende strukturelle Voraussetzung für Stör- und Unfälle in soziotechnischen Systemen darstellen [Per92]. Systemstabilität erfordert demnach reduzierte Komplexität und lose gekoppelte Systemelemente.

Empirische Untersuchungen führten dann zu einer differenzierten Wahrnehmung von Steuerungsmodi. Rochlin u.a. wiesen am Beispiel der Operationsformen auf einem Flugzeugträger spezifische Verfahrensweisen zur Problembewältigung nach, die als „High Reliability Organisation“ bezeichnet wurden [vgl. Roc87]. Als bemerkenswertestes Ergebnis kennzeichnete Rochlin später die Beobachtung einer Fülle problemspezifischer, informeller Netzwerke von Personen, die parallel zur streng hierarchischen, formalen Organisation an Bord in der Lage waren, mögliche Probleme frühzeitig zu erkennen und präventiv zu handeln. [Roc89] Der Mensch ist hier ein Problemlöser innerhalb komplexer Systemprozesse, dessen Kompetenzen durch Automationsstrategien verloren gehen könnten.

Ein zentrales Ziel in der Anwendung des Prozesskettenmodells besteht darin, logistische Prozesse durch Komplexitätsreduktion zu optimieren, um so Probleme besser lösen zu können: „Das Ergebnis muss immer die Gestalt von einfachen Prozesskettenstrukturen haben.“ [KPi94] Konkret bedeutet Komplexitätsreduktion, die Ressourcennutzung in möglichst einfachen Strukturen optimiert zu steuern [KPi94] und „...die Komplexität der Fehlereinflussmöglichkeiten...“ zu reduzieren [KPi94]. In Analogie zum soziotechnischen Systemansatz sind demnach logistische Systeme ebenfalls als komplexe Systeme zu aufzufassen, deren systemische Komplexität auf ein Minimum reduziert werden soll, um systemische Fehlleistungen zu vermeiden oder besser zu bewältigen. Wie im techniksoziologischen Systemansatz ist aus dem Spannungsverhältnis zwischen dem Systemaufbau und Komplexitätsreduktion die besondere Bedeutung der Steuerungsproblematik unter der Bedingung möglicher Fehlleistungen abzuleiten.

3.3 Steuerungsmodi

Bei der Gestaltung von Steuerungsmodi in logistischen Systemen wird die soziotechnische Ausrichtung des Paradigmas deutlich, da sowohl soziale Kooperationsprozesse in Netzwerken als auch technische Informations- und Steuerungsprozesse im engeren Sinne gestaltet werden sollen [Käp02]. Das Modell setzt zunächst an der Gestaltung von Schnittstellen zwischen Prozesskettenelementen an, sucht Bereichs- und Verantwortungswechsel einzuschränken [Käp02] und gründet auf der Minimierung vertikalen Informationsaustausches: „Ein Teilprozess soll so autonom wie möglich funktionieren: ein Minimum an Datenaustausch mit übergeordneten, vor- oder nachgeschalteten Systemen ist Gewähr für die flexible Anpassbarkeit an sich ändernde Systemlasten oder Randbedingungen.“ [Käp02] Von den Prozessen im jeweiligen Prozesskettenelement kann dann abgesehen werden: „Die Verwendung von Prozesskettenelementen zur Beschreibung von Prozessen erlaubt dem Nutzer des Modells eine Berechenbarkeit von Prozessen und gibt ihm dennoch die Freiheit, sich nur begrenzt um die Inhalte zu kümmern.“ [Käp02] Die Autonomie von Teilprozessen wird demnach auf der Darstellungsebene gespiegelt. Ein Steuerungsmodus, der auf zentrale Steuerung und autonome Teilprozesse aufbaut, kann techniksoziologisch als ein spezifischer Modus der Kombination dezentraler Koordination und zentraler Kontrolle beschrieben werden. [Wey05] In dieser dem Paradigma eigenen Autonomiekonzeption ist darüber hinaus ein Anknüpfungspunkt zu sehen, technisch generierte Autonomie im Sinn des Einsatzes smarterer Technik integrieren zu können. Ob smarte Technik Prozesse steuert oder sie konventionell

vom menschlichen Entscheider gesteuert werden, wäre auf höheren Aggregationsstufen der Modellbildung nicht von ausschlaggebender Bedeutung.

3.4 Hybridität und veränderte Akteurskonstellationen

Bisher galt sowohl auf der theoretischen Ebene soziotechnischer Systemansätze als auch auf der praxisrelevanten Ebene der Steuerungsmodi, dass menschliche Akteure als „Systembuilders“ oder in vernetzten Akteurskonstellationen [vgl. Wey97] Technik ausschließlich als vom Menschen abhängiges Instrument zum Erreichen zweckrational gesetzter Ziele intentional gestalten. „Smarte“ Technik und Automationsstrategien motivieren die von Rammert und Schulz-Schaeffer aufgeworfene Frage, ob Maschinen handeln, inwieweit ihr „Mit-Handeln“ als Teil „hybrider“ soziotechnischer Systeme bedacht werden sollte und welche Auswirkungen dies auf die Systemsteuerung haben könnte [RSc02]. „Hybride“ Systeme zeichnen sich durch die Verteilung von Entscheidungen und Handlungen auf Menschen und Maschinen aus [Ram03]. Erst innerhalb dieser Verteilungen werden systemspezifische Leistungen erbracht. In Grenzen eigenaktive Technik erweitert dabei das Spektrum handelnder Instanzen. Die Steuerungsfrage stellt sich techniksoziologisch erneut, da es gilt, teilautonome Technik in Systeme zu integrieren, die zuvor von Menschen allein gesteuert wurden.

3.5 Aspekte des Prozesskettenparadigmas in techniksoziologischer Perspektive, Gemeinsamkeiten und Unterschiede

Sowohl auf einer konzeptionellen als auch auf einer problemorientierten Ebene bestehen zwischen der gewählten techniksoziologischen Perspektive und dem Prozesskettenparadigma weitreichende Übereinstimmungen. Beide Ansätze basieren auf der Systemperspektive und berücksichtigen die gegenseitige Beeinflussung technischer wie sozialer Faktoren. Deren aufeinander bezogene Gestaltung wird jeweils als ein Prozess intendierten Systemaufbaus aufgefasst. Beide Ansätze problematisieren dabei den Zusammenhang zwischen zu erzielenden systemspezifischen Leistungen einerseits und der dabei entstehenden Komplexität andererseits als ein Spannungsverhältnis, das es zu bewältigen gilt. Diese Problematik führt zu Strategien der Komplexitätsbewältigung bzw. zur Frage der Gestaltung angemessener Steuerungsmodi. In diesem Kontext kann der im Prozesskettenparadigma präferierte Steuerungsmodus in die techniksoziologische Debatte um Steuerungsmodi mit einer Kombination zentralisierter Prozesse und dezentraler Koordination eingeordnet werden.

Unterschiede bestehen dort, wo der gewählte techniksoziologische Ansatz bei der Reflexion von Steuerungsmodi besonders die Notwendigkeit betont, Systeme robust und fehlertolerant zu gestalten, um neben internen Fehlleistungen auch externe Störungen, die das System von außen destabilisieren, bewältigen zu können. Während das Prozesskettenparadigma den Einsatz autonomer Technik nicht problematisiert, betont das Teilprojekt M14 „Der Mensch in der Logistik“ die Notwendigkeit, gerade beim Einsatz hybriden Automation und der damit verbundenen Delegation von Systemleistungen an autonome Technik innovative Steuerungsmodi zu entwickeln, um so Mensch-Maschine-Verhältnisse unter besonderer Berücksichtigung des Menschen als Problemlöser ausgestalten zu können.

Insgesamt überwiegen Übereinstimmungen erheblichen Umfangs, die als einheitliche und konsistente Basis konzeptioneller Art zu bewerten sind. Auf dieser Grundlage soll nun geklärt werden, wo bei der Gestaltung logistischer Prozessketten techniksoziologische Anschlussmöglichkeiten bestehen.

3.6 Anschlussmöglichkeiten zum Prozesskettenparadigma

Als geeigneter Ansatzpunkt erweisen sich dafür die im Prozesskettenparadigma definierten „Strategieklassen“ als „Baukasten der strategischen Logistikplanung“ [Kuh95]. Mit dem In-

strumentarium des Paradigmas kann der logistische Gesamtprozess in Prozesskettenelemente zerlegt werden. Deren Gestaltung erfolgt u.a. über dreizehn Strategieklassen, die wie Stellschrauben funktionieren und der Parametrierung der Lenkungs-, der Struktur- und Ressourcensicht auf das Prozesskettenelement dienen [Laa05]. „Der Parameter Prozess repräsentiert lediglich die vorrangigste Sicht auf das logistische System,...“ und wird deshalb zusammen mit Quelle und Senke hier nicht berücksichtigt, da es ausschließlich um die Beeinflussung der Ablauf- und Informationsprozesse in einem Prozesskettenelement gehen soll [Laa05]. Den drei Sichten sind dabei folgende Strategieklassen zugeordnet.

	Strategieklassen
Lenkungssicht	Administration
	Disposition
	<i>Steuerung</i>
Struktursicht	Produktstruktur
	Materialflussstruktur
	<i>Organisationsstruktur</i>
	Kundenstruktur
Ressourcensicht	Flächen
	Bestände
	<i>Personal</i>
	<i>Organisationsmittel</i>
	Betriebsmittel
	Hilfsmittel

Die kursiv gestellten Strategieklassen *Steuerung*, *Organisationsstruktur*, *Personal*, *Organisationsmittel* kennzeichnen jene Ansatzpunkte, die für M14 relevant sind. Dabei ist zunächst festzuhalten, dass sich die techniksoziologisch relevanten Strategieklassen auf alle drei „Sichten“ verteilen bzw. auf drei Ebenen der Einflussnahme auf logistische Prozesse techniksoziologische Anschlussmöglichkeiten bestehen.

Die *Steuerung* komplexer logistischer Prozesse erfordert längst den Einsatz ihrerseits komplexer IT-Systeme, deren Leistungsfähigkeit die Möglichkeiten konventioneller Steuerung und Back-Ups übersteigt. Aus techniksoziologischer Perspektive wird daher thematisiert, wie im Verhältnis zwischen Steuerung und informationstechnisch realisierter Selbststeuerung von Teilprozessen Menschen nicht mehr nur als Steuerer, sondern auch als Problemlöser über systematisch gestaltete und optimierte Möglichkeiten verfügen sollten, Problemfälle möglichst frühzeitig bearbeiten zu können.

Auf der Ebene der *Organisationsstruktur* diskutiert M14 die Entwicklung von Organisationsformen zwischen zentraler und dezentraler Ausrichtung als Merkmal robuster Systeme. Automationsstrategien sind daraufhin zu befragen, inwieweit eine in die Organisationsstruktur integrierte technische Teilautonomie zur Möglichkeit der verspäteten Fehlerwahrnehmung und Problemlösung vor Ort führen kann.

Auch aus techniksoziologischer Perspektive bleibt das *Personal* ein knappe Ressource der Logistik. Personaleinsparungen auf der Ebene dezentraler Prozesse können aber mit der Notwendigkeit verknüpft sein, den Personaleinsatz auf übergeordneten Aggregationsstufen bis hin zum Leitstandpersonal daraufhin zu überprüfen, inwieweit dort Kompetenzen vor-

gehalten werden müssen, um die robuste Leistungsfähigkeit im Netz auch dann zu erreichen, wenn Störungen schneller auf die Ebene zentraler Kontrolle durchzuschlagen in der Lage sind.

Dies hat Konsequenzen für die Gestaltung der *Organisationsmittel* und wie diese die direkte Kommunikation zwischen Operateuren erleichtern und dazu dienen, Prozesse im Überblick und Entscheidungen in ihren Konsequenzen anschaulich abzubilden.

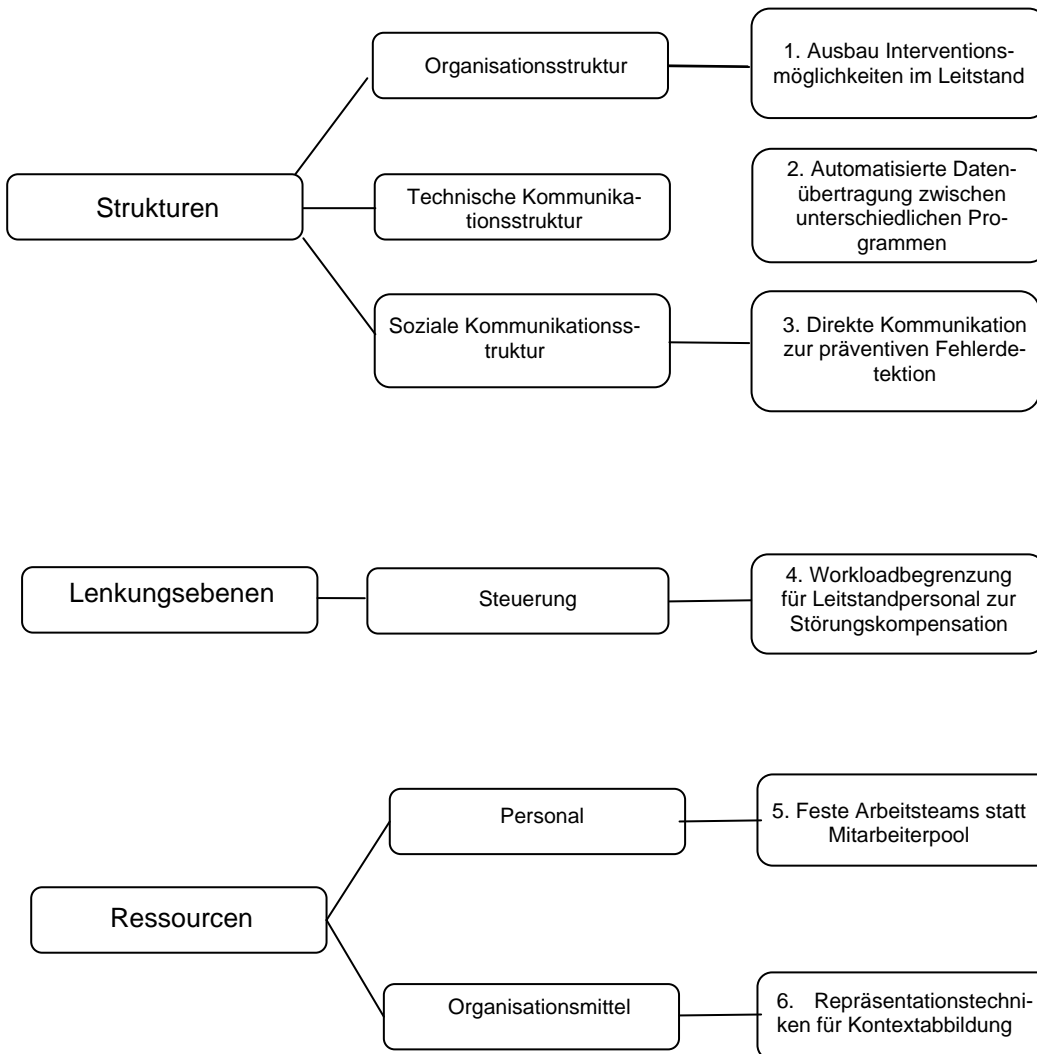
Am Beispiel der Möglichkeiten von Parametervariationen [vgl. KPi95] kann verdeutlicht werden, wie dieser techniksoziologische Ansatz in die Darstellungsform des Prozesskettenparadigmas integriert werden kann. Dabei wird die *technische Kommunikationsstruktur* - diesem Vorschlag folgend - ergänzt und zum Anlass genommen, sie um die techniksoziologisch notwendig erscheinende *soziale Kommunikationsstruktur* zu erweitern. (siehe Abb.1)

3.7 Eine techniksoziologische Variante der Parametervariation

Diese Art der Parametervariation bleibt auf jene Teilbereiche des logistischen Gesamtprozesses begrenzt, die Entscheidungs- und Handlungsmöglichkeiten von Menschen und deren Rahmenbedingungen und Umsetzungsmöglichkeiten in logistischen Systemen betreffen. Dies tangiert zunächst nicht andere, im engeren Sinn logistische Parametervariationen wie z.B. Alternativen zur Pufferreduktion bei der Verplanung von Flächen als Ressource. Gleichwohl verdeutlicht das Beispiel, dass auf einer Mikroebene der Interaktion zwischen Menschen und Menschen und der Interaktivität zwischen Menschen und Maschinen angesetzt wird, die immer mit der strategischen Ausrichtung des logistischen Systems als Ganzes verknüpft bleibt, da immer auch die Rahmenbedingungen für systemische Steuerung involviert sind.

Die in der rechten Spalte der nun folgenden Darstellung zur Parametervariation aufgelisteten Vorschläge sind Beispiele für jene Stellschrauben, mit deren Hilfe Systemprozesse in techniksoziologischer Hinsicht justiert werden können.

Parametervariation:



Zur Erläuterung der Beispiele:

Die Verlagerung der Korrekturmöglichkeiten automatisierter Prozesse vom Ort des physischen Ablaufs hin zum Leitstand könnte bei der Diskussion um dessen Gestaltung in die Frage nach den Interventionsmöglichkeiten des Leitstandpersonals umgesetzt werden (1.). Um Interventionen in die Steuerung auch im fortlaufenden Routinebetrieb durchführen zu können, wäre zu klären, wie hoch die durchschnittliche Workload anzusetzen ist (4.). Eine automatisierte Datenübertragung zwischen unterschiedlichen Anwendungsprogrammen könnte dabei von der Notwendigkeit händischer Übertragungen und Korrekturen entlasten (2.). Was ein Fehler ist und wie er zu beseitigen ist, kann im Zweifelsfall strittig und mit der Notwendigkeit direkter Kommunikation verknüpft sein. Diskussionsbedarf entsteht dann, wenn andere Leitstandprozesse dadurch nicht gestört werden sollen und das Leitstandkonzept diesen divergierenden Anforderungen gerecht werden soll. (3.) Prozesse kommunikativer Abstimmungen und Aushandlungen könnten durch eingespielte Teams unterstützt werden. Die sich daraus mittelbar ergebenden wirtschaftlichen Vorteile wären mit jenen abzuwägen, die aufgrund eines geringeren personalen Vorhalts durch der Pool-Lösung erzielt werden könnten. (5.) Zu klären bliebe bei der techniksoziologischen Ausdifferenzierung der Parametervariation, wie die sensitive und kognitive Distanz der Operateure zu physischen Abläufen zu kompensieren wäre, um z.B. durch veranschaulichende, für alle zugängliche

Darstellungen der Gesamtlage das Kontextwissen aller Operateure aktuell und präsent zu halten. (6.) Ähnlich der im Prozesskettenparadigma integrierten Möglichkeiten einer fortschreitenden Detaillierung ließen sich die Punkte 1. bis 6. weiter entwickeln: Korrektur- und Interventionsmöglichkeiten im Leitstand (1. und 2.) könnten z.B. unter der Perspektive diskutiert werden, wie Assistenzsysteme gestaltet sein müssten, um solche Möglichkeiten außerhalb des Routinebetriebs zu unterstützen. Für die strategische Auslegung des gesamten Systems könnte es relevant werden, die Aufteilung von Steuerungsaufgaben und Selbststeuerungen auf Entscheidungssysteme, Entscheidungsunterstützungssysteme und Assistenzsysteme zu reflektieren. Da hiermit entschieden wird, wer wann wie handeln kann und wie das gesamte System auf der Ebene der Steuerung und Entscheidung konfiguriert werden soll, verdeutlicht dies wiederum die Notwendigkeit, aus der techniksoziologischen Perspektive handlungstheoretische Implikationen zu bedenken und das Systemkonzept in der Perspektive der hybriden Verteilung von Steuerungsprozessen zwischen Menschen und Maschinen zu klären.

3.8 Fazit

Der Beitrag der Techniksoziologie zur Entwicklung bzw. Ergänzung des Prozesskettenparadigmas ist dort zu lokalisieren, wo durch eine techniksoziologisch ausdifferenzierte Parametervariation Ansatzpunkte fixiert werden können, um den Menschen mit seinen technisch nicht reproduzierbaren Fähigkeiten als Problemlöser angemessen zu integrieren. So kann ein Beitrag zur Flexibilität und Zuverlässigkeit von Systemfunktionen geleistet werden. Dabei ist die Mikroebene der Gestaltung von Interaktion (Mensch-Mensch) und Interaktivität (Mensch-Maschine) immer mit der Mesoebene der strategischen Systemkonfiguration verknüpft. Wie diese human-, sozial- und kommunikationszentrierte Parametervariation unter Bedingungen fortschreitender verteilter Automation logistischer Systeme im Rahmen partizipativer Technikgestaltung sozial gestaltet werden kann, wird im folgenden Kapitel dargestellt.

4 Sozialwissenschaftliche Befunde zur Mensch-Maschine Interaktion (Tobias Haertel)

4.1 Einleitung

Die benutzerfreundliche Gestaltung von Mensch-Maschine-Schnittstellen ist inzwischen eine unumstrittene Anforderung an neue technische Entwicklungen. Schlecht gestaltete Mensch-Maschine-Schnittstellen können gravierende Nachteile nach sich ziehen, von wirtschaftlichen Einbußen über gesundheitliche Folgen bis hin zu tödlichen Unfällen [vgl. Hei04].

Zu diesem Forschungsgegenstand hat sich das interdisziplinäre Forschungsfeld der Ergonomie herausgebildet, das allgemein nach den Wechselwirkungen zwischen Menschen und technischen System fragt. Mit dem kontinuierlichen technischen Fortschritt hat sich das Feld weiter ausdifferenziert, der Gestaltung von Mensch-Computer-Schnittstellen hat sich die Software-Ergonomie (oder auch Human-computer-interaction) verschrieben [vgl. SPI05], während sich Useware-engineering auf die menschengerechte Entwicklung von Bediensystem konzentriert [vgl. Züh04].

In diese interdisziplinären Diskussionen haben sich stets auch die Sozialwissenschaften eingebracht und dabei den Fokus auf folgende Punkte gelegt:

- *Die Rolle der Menschen bei der Entwicklung neuer Technologien*
- *Verfahren zur Gestaltung der „optimalen“ Mensch-Maschine-Interaktion*
- *Diskussion von Technikfolgen*

4.2 Die Rolle der Menschen bei der Entwicklung neuer Technologien

Dass neben technischen und ökonomischen Interessen auch die sozialen Belange bei der Technikentwicklung gleichrangig anerkannt sind, ist eine Errungenschaft des sozio-technischen Ansatzes, der auf die Arbeiten des Tavistock-Institut in den 1950er-Jahren zurückzuführen ist. Zu den Kernaussagen gehört, dass es Wechselwirkungen zwischen dem technisch-ökonomischen und dem sozialen Subsystem komplexer Organisationen gibt. Für die Gestaltung neuer IuK-Technik wurde dieser Ansatz in den späten 1970er bzw. frühen 1980er Jahren mit der Forderung aufgegriffen, Technikentwicklung nicht als einseitig technikzentrierten Vorgang zu betreiben, sondern auch die Interessen der Nutzer zu berücksichtigen [vgl. Mam85].

Als Gegenthese zum technikzentriertem Vorgehen wurde der Begriff vom „User-centred Design“ aufgeworfen, bei dem die Anwender im Mittelpunkt der Entwicklungsprozesse stehen, an deren Bedürfnisse sich Technik orientieren und anpassen sollte. Interdisziplinär aufgenommen, führte dieser Ansatz zur internationalen Norm ISO 13407: „Benutzerorientierte Gestaltung interaktiver Systeme“:

„Die benutzerorientierte Gestaltung ist eine Art der Entwicklung interaktiver Systeme, die sich darauf konzentriert, Systeme gebrauchstauglich zu machen. Sie ist eine multidisziplinäre (fachübergreifende) Aktivität, die Wissen über menschliche Faktoren und ergonomische Kenntnisse und Techniken umfasst. Die Anwendung des Wissens über menschliche Faktoren und Ergonomie bei der Gestaltung interaktiver Systeme erhöht die Effektivität und Effizienz, verbessert die Arbeitsbedingungen des Menschen und wirkt möglichen nachteiligen Auswirkungen beim Gebrauch auf die menschliche Gesundheit, Sicherheit und Leistung entgegen. Wird die Ergonomie bei der Gestaltung von Systemen angewandt, sind menschliche Fähigkeiten, Fertigkeiten, Grenzen und Bedürfnisse zu berücksichtigen.“ (ISO-13407 1999: 2)

Dabei ist der Ansatz der Benutzerorientierung nicht unumstritten. Eine zu starke Ausrichtung auf die Interessen der Nutzer könne die Chancen von wissenschaftlich-technisch induzierten Innovationen verdrängen, gibt Flemisch [Fle03] zu bedenken. User-centred Design dürfe nicht den ganzen Entwicklungsprozess dominieren, sondern lediglich als temporärer Korrektiv bei einer zu technikzentrierten Vorgehensweise dienen. Insgesamt müsse bei der Technikgestaltung eine Balance des Einflusses aller Beteiligten erreicht werden [vgl. Fle03]. Stewart und Williams sind sogar der (provokanten und überspitzten) Ansicht, dass der nutzerorientierte Ansatz in der Praxis zu keinen signifikant anderen Ergebnissen geführt hat als bei konventioneller Technikgestaltung [vgl. SWi05].

Der Wechsel von einem technikzentrierten zum nutzerorientierten Vorgehen bei der Technikentwicklung ist jedoch nur eine Errungenschaft des sozio-technischen Ansatzes. In der Weiterentwicklung des systemischen Denkens wurde deutlich, dass die Anwender nicht isoliert betrachtet werden dürfen, sondern sich in verschiedenen (Sub-) Systemen befinden; damit wurde auch der bislang auf die Mikroebene beschränkte Blick erweitert. Bei der Gestaltung von Arbeitsplätzen ist eine Mensch-Maschine-Interaktion immer in organisationale (Mesoebene) und gesellschaftliche (Makroebene) Strukturen eingebunden [vgl. Kön93]. Die Gestaltung einer Mensch-Maschine-Schnittstelle kann sich demnach nicht nur an einzelnen Nutzern orientieren, sondern wird auch geprägt von (nicht immer einheitlichen) Organisationszielen und -strukturen. Dementsprechend wirkt sich die Einführung einer neuen Technik auch nicht nur auf den jeweiligen Bediener aus, sondern kann auch zu Veränderungen innerhalb der ganzen Organisation führen.¹ Darüber hinaus müssen gesellschaftliche Gegebenheiten berücksichtigt werden, z.B. vorhandene Berufsbilder mit ihren Qualifikationen oder

¹ Shneiderman und Plaisant verweisen z.B. darauf, daß die Ersetzung einer Face-to-face dominieren Kommunikation durch bildschirmgestützte Verständigung auch die Organisationskultur insgesamt verändern kann (2005: 6).

rechtliche Rahmenbedingungen.² Die Gestaltung einer optimalen Mensch-Maschine-Interaktion kann also nicht technikzentriert und beschränkt auf die Mikroebene stattfinden, sondern muss Nutzerinteressen berücksichtigen und die Anwender in ihren sozio-technischen Kontexten wahrnehmen, um nicht zu kurz zu greifen.³

4.3 Verfahren zur „optimalen“ Gestaltung der Mensch-Maschine-Interaktion

Die Übertragung der partizipativen Ansätze des Tavistock-Institutes auf den Bereich der Technikgestaltung fand vor einem spezifischen Hintergrund statt: In den späten 1970er/frühen 1980er Jahren wuch die Technikeuphorie neu aufkommenden Technikängsten: Auf gesellschaftlicher Ebene vor den unberechenbaren Risiken neuer Großtechnologien, auf der Ebene der Arbeitsplätze vor den neuen IuK-Technologien mit ihren großen Rationalisierungs- und Kontrollpotentialen. Partizipative Verfahren sollten helfen, bei den Nutzern vorhandene Ängste offen zu legen und abzubauen. Auf einer auf den Arbeitsplatz bezogenen Ebene verbanden Unternehmer damit die Hoffnung, notwendige technische Neuerungen nicht konfliktär implementieren zu müssen, sondern im Konsens und sogar mit aktiver Unterstützung der Mitarbeiter. Die Gewerkschaften erhofften sich eine stärkere Ausprägung demokratischer Strukturen am Arbeitsplatz, und die Wirtschafts- und Industriesoziologen hoben die Stärkung von Gruppenbewusstsein bei der teamförmigen Entwicklung von Technik hervor [vgl. Mum83; s. auch Mam85; ASc87; Ale92]. In Fortführung dieser Diskussionen bildete sich die Community zum Participatory Design (PD) heraus, die sich insbesondere auf die Mensch-Computer-Schnittstelle fokussierte. Sie ergänzten den Ansatz um das wichtige Argument, dass partizipativ entwickelte Technik nicht nur die Widerstände bei der Einführung reduziert, sondern vermutlich insgesamt auch effizienter ist. Inzwischen gibt es auch in den Ingenieurwissenschaften die Auffassung, dass „für die Benutzbarkeit innerhalb eines Mensch-Maschine-Systems [...] die Beteiligung zukünftiger Benutzer unabdingbar [ist]“ [BHe02]. Der Nutzer wird nicht mehr nur als technischer Laie, sondern vielmehr als Experte auf seinem Arbeitsgebiet betrachtet, der über implizites und explizites Wissen verfügt, das in die Gestaltung der ihn betreffenden Mensch-Maschine-Schnittstelle so weit wie möglich einfließen sollte [BHe02]. Mit der zunehmenden Bedeutung von Wissensressourcen in Unternehmen gewann diese Auffassung an Akzeptanz und ist heute weitgehend unumstritten. Bei der Softwareentwicklung für die Mensch-Maschine-Interaktion hat sich in der PD-Community ein iteratives Modell durchgesetzt, das die Nutzer von den frühen Phasen der Entwicklung bis zur Realisierung einbezieht und ihr Feed-back in Rückkopplungsschleifen berücksichtigt und umsetzt [vgl. BHe02].

Allerdings unterliegen auch partizipative Vorgehensweisen einigen Restriktionen. Die Bereitschaft zur Beteiligung hängt von mehreren Faktoren ab und lässt sich nicht in einem Top-down-Prozess erzeugen⁴. Nutzereinbindung führt nicht immer zu kurzfristigen Erfolgen [vgl. Mam86], muss nicht zwangsläufig in einen Konsens münden und kann bestehende Konflikte noch verschärfen. Die neuere Entwicklung zu hoch komplexen und automatisierten technischen Systemen birgt zudem weitere Herausforderungen für den PD-Ansatz.

² Z.B. schreibt die Bildschirmarbeitsverordnung vor, die Grundsätze der Ergonomie beim Design von informationstechnischen Arbeitsplätzen anzuwenden [vgl. Hei04].

³ So kann z.B. die Mensch-Maschine-Interaktion bei modernen Fahrerassistenzsystemen unter Anwendung eines nutzerorientierten Ansatzes optimal gestaltet werden. Das Ziel des zusätzlichen Sicherheitsgewinns kann dann aber trotzdem verfehlt werden, wenn nicht auf gesellschaftlicher Ebene einheitliche Regelungen für die Einführung der neuen Technik geschaffen werden.

⁴ Um sich überhaupt an den Gestaltungsprozessen zu beteiligen, müssen die Nutzer u.a. über die entsprechenden Mittel verfügen und v.a. auch eine Gelingenszuversicht haben [vgl. Gru03]. Dies ist insbesondere in stark hierarchisch geprägten Unternehmenskulturen nicht immer der Fall.

4.4 Gestaltungsalternativen

Der Trend der Automatisierung wird ergänzt von neuen Formen „smarter“ Technik, die auch unter dem Stichwort Pervasive Computing diskutiert werden. Zu ihnen gehören selbständig arbeitende Agentensysteme oder moderne Assistenzsysteme, die den Nutzer bei seinen Entscheidungen unterstützen oder sie ihm in immer mehr Fällen auch komplett abnehmen. Solche „hybriden Systeme“ werden in Zukunft auch verstärkt Einzug in die Arbeitswelt halten und die komplexen Wechselwirkungen von Mensch und Maschine weiter verändern [vgl. Wey03].

Eine Aufgabe der Sozialwissenschaften im Diskurs über Technikgestaltung war es stets, auf die möglichen Folgen solcher Entwicklungen hinzuweisen, verbunden mit dem Ziel, das Auftreten von nicht-intendierten Auswirkungen so weit es geht zu minimieren oder die beteiligten Akteure zumindest für mögliche Probleme zu sensibilisieren.

In diesem Fall wird die Auffassung vertreten, dass es Grenzen der Automatisierung gibt, die respektiert werden sollten. Damit soll keinesfalls gemeint sein, dass Automatisierung grundsätzlich zu begrenzen sei, aber es gibt systemische Grenzen, die einer *vollständigen* Automatisierung im Weg stehen *können*.

In den Naturwissenschaften werden diese Grenzen unter dem Oberbegriff von Out of the loop unfamiliarity (OOTLUF) diskutiert. Mit OOTLUF werden Probleme bezeichnet, die durch den Wandel des Nutzers vom Operateur zum Überwacher in automatisierten Systemen entstehen. Die Arbeit des Menschen liegt hier nicht mehr in der stetigen Bedienung, sondern in der außenstehenden Beobachtung der Abläufe. Dies kann zu Vigilanzreduktionen (verringerte Wachsamkeit), der Abnahme des Situationsbewusstseins (durch weniger Aufmerksamkeit) und dem Auftreten von Complacency (Selbstzufriedenheit mit dem System) führen, die jeweils die Fehleranfälligkeit der menschlichen Kontrolltätigkeit erhöhen. Mehrere Forschungsarbeiten zu diesem Gegenstand haben ergeben, dass mit zunehmender Verlässlichkeit des Systems die Zuverlässigkeit des Menschen abnimmt [vgl. BMa04]. Die Lösung dieses Dilemmas könnte zwar in der Implementation künstlicher Fehlprozesse liegen, um die kritische Aufmerksamkeit des Überwachers aufrecht zu erhalten, allerdings ist das für einen Entwickler keine wünschenswerte Vorgehensweise. Ein sinnvollerer Ansatz, diesem Problem zu begegnen, ist die „[...] Forderung, den Operateur im inneren Wirkungskreis der Systemkontrolle zu halten“ [BMa04], z.B. durch die sporadische Bewertung des Systemzustands durch den Nutzer. Dies geht aber nur bei einer transparenten und nicht vollautomatischen Auslegung des Systems, bei dessen Design die Möglichkeit der Störung bereits berücksichtigt wird.

Bei dieser Gestaltungsoption tritt jedoch ein zweites Dilemma zu tage: Soll der menschliche Bediener im Störfall Probleme bei einem automatischen System beheben können, muss er dazu über Erfahrungswissen verfügen, welches ihm umso weniger zur Verfügung steht, je zuverlässiger und automatischer die Technik operiert. Bauer et al. [Bau+02] sprechen hier von dem Problem, ein „Hightech-Gespür“ zu entwickeln. Sie kritisieren, dass Erfahrungswissen beim Betrieb hoch automatisierter Systeme lange Zeit als entbehrlich, zum Teil sogar gefährlich eingeschätzt wurde und vollständig durch theoretisches Fachwissen ersetzt werden sollte. Nach ihren Praxisbeobachtungen ist Erfahrungswissen jedoch auch weiterhin unverzichtbar, denn erfahrene Nutzer haben „[...] ein ‚Gefühl‘ für die Wirkungsweise der Anlagen und ‚erahnen‘ Störungen, noch bevor sie exakt angezeigt werden“ [Bau+02]. Menschliche Arbeit ist somit nach ihrer Auffassung nicht nur in Störfällen notwendig, sondern auch im Routinebetrieb, um Störungen bereits im Vorfeld zu verhindern. Die Entwicklung dieses ‚Gefühls‘ für die Anlage werde jedoch in Zukunft immer schwieriger, zum einen durch die zunehmende Mediatisierung von Arbeit (der Überwacher einer Anlage muss nicht mehr zwangsläufig ‚vor Ort‘ sein, sondern kann sich in einem entfernten Leitstand aufhalten), zum anderen durch zu komplexe und automatische Systeme, die das Ausprobieren unterschiedlicher Vorgehensweisen gar nicht mehr zulassen [vgl. Bau+02]. Auch Bauer et al. wollen sich damit nicht grundsätzlich gegen Automatisierung aussprechen, aber sie raten dazu, „Flexibi-

lität und Reabilität von Produkten und Verfahren nicht zugunsten einer besseren Automatisierbarkeit zu reduzieren“ [Bau+02].

5 Das Containerterminal Altenwerder (CTA) als hybrides System und die Rolle des Menschen als Problemlöser (Stephan Cramer)

5.1 Einleitung: Containerterminals, Automation und die techniksoziologische Hybridperspektive

Terminalkapazitäten und -prozesse sind Bottlenecks innerhalb einer globalen Wachstumsbranche. So berichten Praktiker von Zeitverzug bei der Abfertigung von Containerschiffen in Rotterdam⁵, während andererseits Branchenkenner z.B. bei Lloyd's Register das weitere Wachstum der Transportkapazitäten prognostizieren: „Der wachsende Bedarf an Großcontainerschiffen mit einer Kapazität von 10.000 TEU scheint sicher zu sein“. [Cmi05]⁶

Der Aufbau und die Inbetriebnahme eines teilautomatisierten Terminals in Rotterdam⁷, die Automation von Terminalprozessen in Shanghai [vgl. ATIP01] und die Verwirklichung eines weitreichend automatisierten Terminals in Hamburg (CTA) lassen deutlich werden, dass die Betreibergesellschaften der Terminals in Zukunft diesen Herausforderungen mit einer innovativen Automationsstrategie begegnen wollen.

Vor diesem Hintergrund hat man in Teilen der Techniksoziologie begonnen, die mit diesen Automationsprozessen verbundenen Veränderung in der Beziehungen zwischen Menschen und Maschinen und ihre Folgen zu diskutieren. Das Konzept einer „Hybridperspektive“ [Ram03] betont das „Mit-Handeln technischer Artefakte“ [RSc02]. Hybride Technik zeichne sich durch ein Mehr an „Komplexität“ (Menge der Elemente), „Kombiniertheit“ (Integration heterogener Techniken) und „Undurchsichtigkeit“ (Autonomieeindruck bei programmierter Informationstechnik) aus [Ram03]. Gestützt werde der Autonomieeindruck durch die Zunahme maschineller Eigenaktivitäten. Technische „Motorik“ zeige eine zunehmende Tendenz zur Selbstbewegung. Die „Aktorik“ tendiere zu eigentätig abgewickelten Arbeiten und Ausführungen und die „Sensorik“ zu Umweltsensitivität und Selbstanpassungen. [Ram03]

Das Hybriditätskonzept soll nun folgend auf den Einsatz von „Automated Guided Vehicles“ (AGV) auf dem Containerterminal Altenwerder (CTA) in Hamburg übertragen werden, um in diesem Kontext die Rolle des Menschen innerhalb hybrider Logistikprozesse zu analysieren. Diese Darstellung basiert auf Beobachtungen vor Ort und Interviews, die am 18.4.05 und am 31.10.05 auf dem CTA mit drei dort tätigen, hochrangigen Experten durchgeführt wurden.

5.2 Die Prozesskette auf dem Terminal

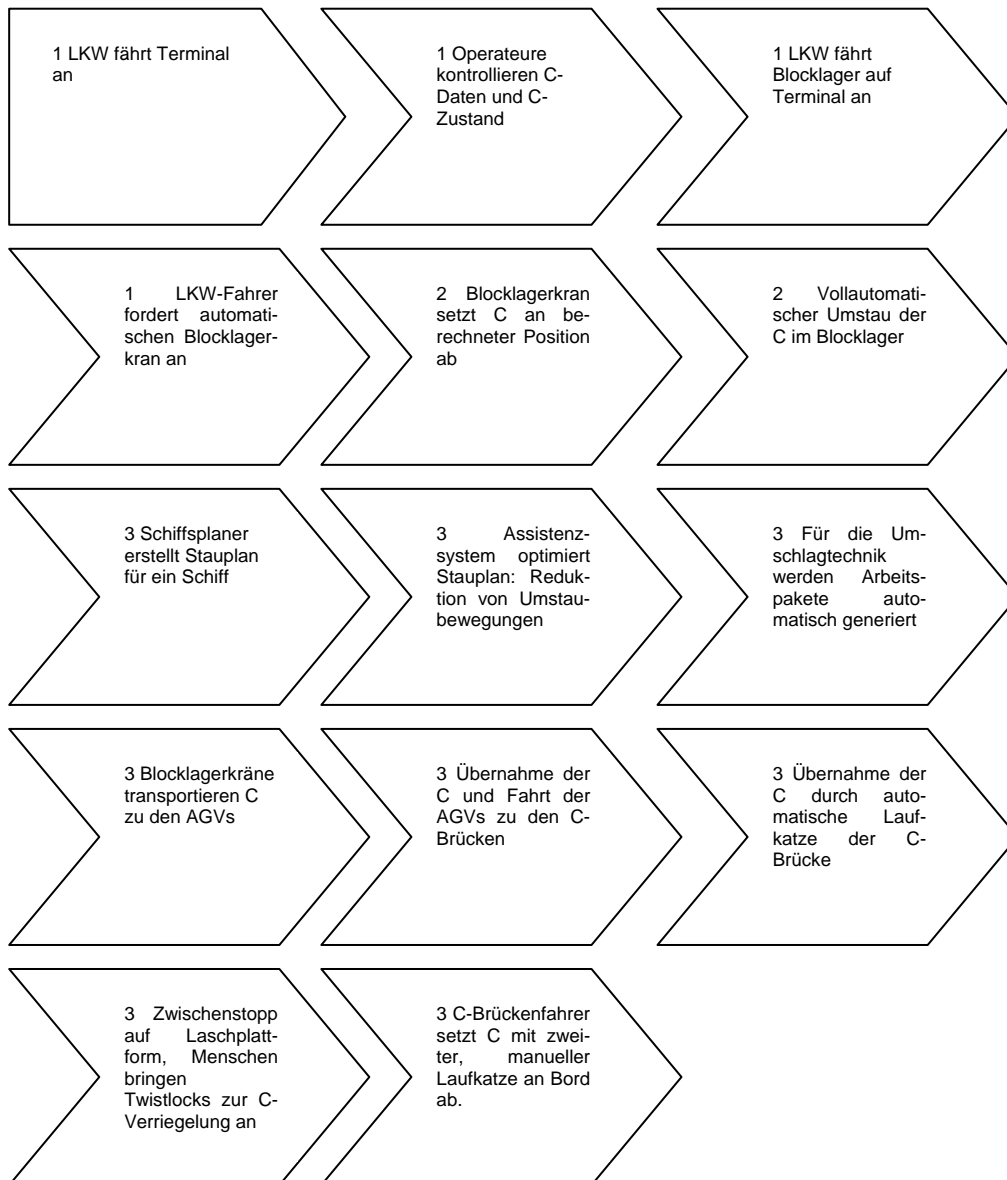
Die folgende Darstellung stellt die Abläufe auf dem Containerterminal als Abfolge von Teilprozessen dar und ermöglicht es, den Horizontaltransport durch die AGVs in den Gesamtprozess einzuordnen. Diese Sequenz ergibt sich aus der Bewegung des Containers („C“) beim Export von Land auf See.

Die einzelnen Teilprozesse lassen sich dabei der Einlagerung (1), dem Stau und Umstau (2) und der Auslagerung (3) zuordnen.

⁵ Interview mit Herrn Z. am 10.11.2004. Herr Z. ist einer Hamburger Reederei verantwortlich tätig.

⁶ „TEU“: Abk. für Transport Equivalent Units, entspricht den „kleinen“ 20 Fuß Containern.

⁷ Interview mit Frau J. am 18.4.05. Frau J. ist Mitglied der Projektgruppe auf CTA Hamburg.



Damit ist der Exportvorgang für einen Container abgeschlossen. Der Gesamtprozess ergibt sich aus den Koordinationen menschlicher und maschineller Aktivitäten. Deren hybrider Charakter und die damit verknüpften Probleme werden nun am Beispiel der AGVs vertieft.

5.3 Die Selbststeuerung autonomer Fahrzeuge

Bei den AGVs handelt es sich um unbemannte, durch Dieselmotoren angetriebene Transportplattformen, die als Straßenfahrzeuge zwischen Blocklager und Containerbrücken für den An- und Abtransport der Container eingesetzt werden.



Quelle: <http://www.math.tu-berlin.de/coga/pics/AGV1-1.jpg>

Die Steuerung der 53 AGVs, die zwischen den 14 Containerbrücken und den 14 Blocklagern verkehren, wird auf drei Ebenen realisiert:

- Das Terminallogistiksystem (TLS) verwaltet entsprechend der von den Operateuren definierten Rahmenbedingungen und von ihnen eingegebenen Containerdaten die Stellplätze und Umstaubewegungen und generiert Transportaufträge.
- Das AGV-Management-System berechnet die Verkehrswege.
- Ein Navigationssystem übernimmt die Fahrzeugortung in Echtzeit.⁸

Die Gesamtheit des Steuerungsvorganges ist durch eine hybride Verteilung dieses logistischen Teilprozesses auf menschliche und maschinelle Instanzen geprägt. Nachdem Operateure (die Schiffsplaner, s.u.) im Leitstand die Arbeitspakete zum Beladen eines Schiffes in das Terminallogistiksystem TLS eingegeben haben, werden diese Daten automatisch an das AGV-Management-System transferiert und in Transportaufträge umgewandelt. Wie diese abgewickelt werden, ergibt sich aus dem Datenaustausch zwischen der AGV-Management-System und dem Navigationssystem. Dessen Lageinformation ermöglichen es, die Wege der AGVs zu optimieren, und verhindern es, z.B. ein AGV mit einem Transportauftrag zu versehen, das zu weit vom anzufahrenden Blocklager entfernt ist. Auch die Koordination des an der wasserseitigen Schmalseite des Blocklager eintreffenden AGVs mit dem dorthin sich bewegendem Blocklagerkran erfolgt ohne menschliches Zutun im Rahmen maschineller Abstimmungen. Aus der Perspektive des Leiters der Operations stellt sich dieser Tatbestand so dar: „Im Zusammenwirken dieser drei Ebenen werden automatisch Entscheidungen getroffen.“⁹ Diese Zuschreibung von spezifischen Entscheidungsmöglichkeiten an Technik weist gesondert auf den hybriden Charakter des dargestellten Teilprozesses hin. Menschen treffen im zentralen Leitstand Entscheidungen und generieren dort Vorgaben für die Beladung des Schiffes. Wie diese im Routinebetrieb abgearbeitet werden, bleibt Prozessen maschineller Abstimmungen überlassen. Dies entlastet den Leitstand im Routinebetrieb, belastet ihn aber dann, wenn innerhalb technischer Abstimmungen und ihrer physische Umsetzung durch technische „Motorik“ und „Aktorik“ Störungen entstehen [Ram03].

5.4 Flexibilität, Problembewegung und die Rolle des Menschen

Trotz der gewählten Automationsstrategie wurde das Terminalkonzept von vorne herein darauf ausgelegt, die üblichen Störungen des Routinebetriebs zu bewältigen. So müssen z.B. „Later Runners“ - verspätete Container - und „Break Bulk“ - nicht containerisierbare Güter mit

⁸ Interview mit Herrn G. am 18.4.05. Herr G. ist in leitender Position auf dem CTA im Hamburg tätig.

⁹ Interview am 18.4.05 mit Herrn G.

Sondermaßen - flexibel in die Routineabläufe integriert werden. Diese auf Terminals übliche Problematik wurde bei der Planung des Leitstands berücksichtigt.

Derzeit arbeiten im Leitstand acht Operateure auf vier Funktionsstellen jeweils paarweise: zwei Schichtleiter, zwei Schiffsplaner, zwei Operator Wasserseite und zwei Prozessteuerer.¹⁰ Die Aufgabe der Operator Wasserseite im Leitstand besteht darin, bei Problemen während des Beladungsvorgangs zu intervenieren. Die in den Vorplanungen definierten Arbeitspakete werden dann umgeplant. Es bleibt die Aufgabe dieser Operateure, im Leitstand „händisch“ für Prozesskorrekturen zu sorgen. Problemlösungskompetenzen sind demnach immer erforderlich. Sie für Störungen vorzuhalten, wäre demnach unzureichend. Gleichwohl bietet die Berücksichtigung außergewöhnlicher Störungen weitergehende Einsichten in Systemprozesse.

Von den gewöhnlichen Störungen, die im Routinebetrieb immer wieder auftreten, sind außergewöhnliche Störungen zu unterscheiden. Die Funktion der Prozessteuerer als Problemlöser soll am Beispiel zweier außergewöhnlicher Störungen im AGV-Betrieb dargestellt werden:

1. Da jedes AGV, ob stehend oder in Bewegung, sog. „Claims“ für andere Fahrzeuge sperrt, ist eine Kollision nahezu ausgeschlossen.¹¹ Ein wegen eines mechanischen Defektes liegengeliebenes AGV kann jedoch nicht automatisch umfahren werden. Hier ist der manuelle Eingriff des Prozessteuerers erforderlich, der zunächst eine Sperrfläche setzen muss, die dann von den AGVs umfahren werden kann.¹²

Bei diesen Problemen ist demnach die Intervention des menschlichen Operateurs in Echtzeit und unter Zeitdruck erforderlich. Dies deutet auf die Zunahme zwischen Menschen und Maschinen verteilter Interaktivität im Störfall hin. Aufgrund der automatisierten Terminalkonzeption kann die Problembearbeitung jedoch nur noch im Leitstand durch Eingriffe in die Steuerungsprozesse erfolgen. Neben diesem Beispiel für eine außergewöhnliche, aber konventionelle Störung können auf dem CTA unkonventionelle Fehlleistungen entstehen, die auf die hybride „Undurchsichtigkeit“ technischer Abstimmungen hinweisen. Obwohl die Parameter des AGV-Einsatzes durch Menschen definiert werden, können sich doch Störungen einstellen, die im nachhinein zwar rational erklärbar sind, die aber bis dahin von den Operateuren so nicht erwartet wurden.¹³

2. Bei vier in geringem Abstand nebeneinander arbeitenden Containerbücken führen die AGVs wie geplant von einer Seite an und sollten dann nach Ablieferung des Containers sofort in Richtung Blocklager binnenwärts abbiegen. Die bei der Belieferung von vier Brücken entstehende Verkehrsdichte verhinderte ein Abbiegen um 90 Grad auf Höhe der gerade bedienten Brücke. Die AGVs fuhren lange Wege parallel zur Kai-mauer bis an das Ende der Containerbrückenreihe. Es bildete sich dort ein „Cluster“, bevor die Fahrzeuge in Richtung auf die Lagerblöcke weiterfuhren. Bevor dauerhafte Problemlösungen systematisch in das AGV-Management-System eingearbeitet wurden, behelfen sich die Prozessteuerer damit, Sperrflächen zu setzen, die am Ende der Containerbrückenreihe die unerwünschte Clusterbildung verhinderten.

Dieses Beispiel belegt, dass gerade bei der Nutzung der Potentiale maschineller Abstimmungen und Aktivitäten Fehlleistungsmöglichkeiten bestehen, die über konventionelle Störungen hinausweisen und Interventionsmöglichkeiten des menschlichen Operateurs um so dringender erfordern. Das Erfahrungswissen und Improvisationstalent der Operateure erwies sich als notwendig, um eine Ad-hoc-Problemlösung rasch umsetzen zu können. Dementsprechend arbeiten nun statt einem zwei Prozessteuerer im Leitstand. Der Prozess der Revision des Leitstandkonzeptes ist damit noch nicht abgeschlossen. Die Kreativität der Planer

¹⁰ Interview mit Frau J. am 31.10.05.

¹¹ Interview mit Herrn G. am 31.10.05.

¹² Interview mit Herrn W. am 18.4.05.

¹³ Interview mit Frau J. am 31.10.05.

richtet sich bereits auf Kommunikationsstrukturen im Leitstandteam und die Frage, wie Arbeitsabläufe im Leitstand angemessen abgebildet werden können, um es den Operateuren zu erleichtern, bei der Steuerung komplexer Prozesse den Überblick zu behalten.

5.5 Fazit

Der Planung, Steuerung und Durchführung der Terminalprozesse auf dem CTA ist auf menschliche Entscheidungen und Handlungen und maschinelle Aktivitäten und Abstimmungen verteilt. Selbst eine gegen die Konkurrenz konventioneller Terminals am Markt erfolgreich umgesetzte Automationsstrategie bleibt auf den Menschen als Entscheider und Problemlöser angewiesen. Solange die logistische Praxis auf einem Terminal wegen Erwartungsunsicherheiten flexibel bleiben muss und Störungen unvermeidlich sind, muss konventionell nachjustiert und korrigiert werden. Im Modus der Störungsbewältigung sind Operateure auf konventionelle Praktiken zurückgeworfen. Automation *und* Hybridität gehen in der Praxis mit der Notwendigkeit einher, die Rahmenbedingungen menschlichen Entscheidens und Handelns sogar mehr Aufmerksamkeit zu widmen, als dies bis dato der Fall sein musste. Denn dort, wo bislang Menschen Fehler verursachten, waren sie vor Ort anwesend und auch in der Lage, Probleme frühzeitig zu erkennen und gegenzusteuern. Unter den Bedingungen einer hybriden Automation ist die Distanz der Operateure zu den Prozessen mit dem Problem verknüpft, die dysfunktionale Seite sich selbst steuernder Teilprozesse interpretativ bewältigen zu müssen.

6 Der Mensch als aktiver Mitspieler. Mensch-Maschine-Interaktionen im Luftfrachtterminal (Doris Blutner)

6.1 Einleitung

Um Rationalisierungsgewinne zu realisieren, räumen zahlreiche Unternehmen der Gestaltung logistischer Prozesse längst einen hohen Stellenwert ein [KHe02]. Diese Entwicklung vollzieht sich im Fahrwasser zuvor globalisierter Produktionsweisen und Vertriebskanäle. Unübersehbar ist in diesem Zusammenhang der starke Zuwachs luftfrachtbezogener Güterbewegungen [Hec02]. Angesichts des gestiegenen Aufkommens an Transportdienstleistungen sehen sich die Luftfrachtanbieter zur Entwicklung innovativer Technologien und automatisierter Techniken herausgefordert. Die Inbetriebnahme der teilautomatischen Fließkette für Sperrsendungen in einem Luftfrachtterminal des Flughafens Köln/Bonn ist ein aktuelles Beispiel dafür [Myl05]. Flughäfen spielen in dem Logistiksystem Luftfracht eine besondere Rolle. Hier findet die Gesamtheit der Umschlagsprozesse statt. Diese orientieren sich an vorangegangenen Planungen und Entscheidungen, die als administrative Vorgaben dem Disponenten idealtypisch vorliegen. Gegenstand der folgenden Fallstudie ist die informationstechnisch gestützte Disponentenarbeit am Leitstand innerhalb eines Luftfrachtterminals.

Die wissenschaftliche Beschäftigung mit Automatisierungsphänomenen und Mensch-Maschine-Interaktionen sowie ihren vielfältigen Folgen gehört seit langem zum Repertoire der Soziologie. Einen neuen Weg der Analyse beschreitet seit einigen Jahren die Techniksoziologie. Ihren Analysefokus legt sie auf Phänomene geteilter Entscheidungsträgerschaft zwischen Mensch und Maschine (Abschnitt 2.4). Den nach wie vor theoretisch geprägten Diskussionen über Charakteristika geteilter Entscheidungsträgerschaft fehlt es bislang noch an empirischer Grundierung. Diese Fallstudie dient als Diskussionsangebot zur Analyse logistischer Teilprozesse aus dieser Perspektive.

6.2 Zeit als Leitressource im logistischen System Luftfracht im Luftfrachtterminal

Das Ziel der Logistik ist es, einen schnellen und fehlerfreien Fluss der Ware vom Produzenten zum Kunden bei möglichst geringer Lagerung zu gewährleisten [Sch03]. In diesem Sinn kann das oben diskutierte Dortmunder Prozesskettenparadigma der Logistik [Kuh95, Abschnitt 2.6] als Werkzeug zur Modellierung optimaler Bestandshaltung betrachtet werden. Die logistischen Prozesse der Luftfracht orientieren sich demgegenüber nicht am Optimierungsziel Bestand, weil Ankunft und Abflüge der Flugzeuge an einem Flughafen determiniert sind [Fry03]. Die Optimierungsbestrebungen richten sich in diesem Logistikbereich auf die Ressource Zeit. Die Zeit zwischen An- und Abflug muss so genutzt werden, dass möglichst viele Sendungen das Flughafenterminal wieder verlassen, um ihren Bestimmungsort rasch erreichen zu können. Die Dispositionsprozesse zur Abfertigung der Frachtstücke orientieren sich in der Luftfracht nicht an der Ressource Bestand, sondern am Zeitpunkt der Abflüge. Die markanten Zeitpunkte der unternehmensinternen Disposition stellen die Ankunft der Fracht vor der Frachthalle sowie der Ausgang der Fracht aus der Frachthalle dar. Die real verfügbare Zeit für die Dispositionsarbeit innerhalb der Frachthalle ist daher durch das Zeitfenster {Ankunft; Abflug} abzüglich jener Zeiten bestimmt, die für die Vorfeldarbeiten benötigt werden.

Aus der Sicht des Prozesskettenparadigmas sind neben den Ankunfts- und Abflugzeiten als weitere *Constraints* der Disponentenarbeit die technische Kommunikationsstruktur sowie die konkreten Nutzungsformen der unternehmensbezogenen Terminalfläche am Flughafen und des Arbeitsmittels Flugzeug als Elemente der Potentialklasse Strukturen zu nennen. Die Disponententätigkeit sowie die Hard- und Software (Hilfs- und Organisationsmittel) können demgegenüber und trotz der zeitlichen Determinierung durch den Flugplan als Ressourcen mit *Optionscharakter* interpretiert werden. Die Anstrengungen des Disponenten sind dabei auf die bestmögliche Nutzung der verfügbaren Arbeitsmittel gerichtet (z.B. Container), um den Umschlag von möglichst vielen Sendungen in der verfügbaren Zeit zu realisieren. Größe, Volumen, Gewicht sowie Anzahl der Sendungen stellen wesentliche Kontextbedingungen dar, auf die sich die Disponenten kurzfristig einstellen müssen. Aufgrund der zeitlichen Befristung der Umschlagzeit stehen diese unter einem hohen Entscheidungs- und Bewährungsdruck.

6.3 Informationstechnisch gestützte Disponentenarbeit vor Ort: Wer das Problem hat, hat die Lösung

Gegenwärtig setzt die informationstechnisch gestützte Disponentenarbeit noch immer einen gezielten Umgang mit unterschiedlichsten Softwaresystemen voraus. Die beträchtliche Anzahl der zu nutzenden Anwendungen resultiert nicht nur aus der Vielzahl der involvierten Akteure, deren Aufgaben besonderen technischen und institutionellen Anforderungen unterliegen. Auch innerhalb eines Unternehmens werden die erforderlichen Informationen noch häufig durch eine Vielzahl von IT-Systemen bereitgestellt. Infolgedessen gehen nach wie vor Informationen verloren, sobald erstellte Datensätze in andere Datenformate konvertiert werden müssen, um die informationstechnischen Prozesse in der logistischen Wertschöpfungskette zu gewährleisten. Für die Luftfrachtlogistik gilt ebenso, dass die bisherigen Standardisierungsbemühungen noch keinen entscheidenden Erfolg zeitigten [Fry03]. Bis heute tragen Operateure und Disponenten die Verantwortung dafür, dass die erforderlichen Informationen den Akteuren innerhalb der gesamten Logistikkette zur Verfügung stehen.

Die folgende Fallstudie soll jedoch nicht nur jene informationstechnischen Brüche illustrieren, die menschlichen Eingreifens zur Gewährleistung logistischer Dienstleistungen im Luftfrachtbereich unabdingbar machen. Sie zielt ebenso darauf, Innovationspotentiale informationstechnisch gestützter Disponentenarbeit aus der Perspektive der Mensch-Maschine-Interaktion zu identifizieren. Die Fallstudie konzentriert sich auf die Schnittstelle zwischen der

KATO GmbH¹⁴ und der Zollorganisation. Die hier dargestellten Befunde beruhen auf zwei leitfadengestützten Interviews, die in der KATO GmbH im Juni bzw. im Oktober 2005 durchgeführt wurden.

Der Gestellungsprozess als zweistufiges Verfahren: Die Aufgabe des Disponenten gegenüber dem Zoll besteht darin, ein so genanntes Manifest (Gestellung der Sendungen) zu erstellen, ohne dass die Sendungen die Zollgrenze nicht passieren dürfen. Im Juni 2005 war der Gestellungsprozess durch zwei zeitlich entkoppelte Verfahren gekennzeichnet. Vor dem Abflug der Sendungen musste dem Zoll zunächst nur eine konsolidierte Liste mit Angaben über „Stückzahl“ und „Kilo“ pro Container (Gestellung der Ladungen) übermittelt werden. Der Zoll bestätigte diese Liste durch die Vergabe von Zollnummern, mit denen jeder Container und die darin befindlichen Sendungen fortan verbunden waren. Die verbindliche Gestellung der Sendungen, d.h. die Anfertigung des Manifests erfolgte erst in der zweiten Stufe, nachdem die Sendungen die Zollgrenze bereits passiert hatten. Das zweistufige Zollverfahren (1. Gestellung der Ladungen, 2. Gestellung der Sendungen) verschaffte der KATO GmbH die Möglichkeit, innerhalb kürzester Zeit die Sendungen zu ihren Destinationen weiter zu transportieren.

Das Maschine-Maschine-Problem: Informationstechnisch beinhaltet der Gestellungsprozess die Erstellung eines Manifests, in der die Ladungen und Sendungen aufgelistet sind, die den Zollraum verlassen. Zu diesem Zweck muss der Disponent die Daten über die ankommenden Sendungen (*Inbound*) mit den Daten der abgehenden Sendungen (dem *Outbound*) destinationsbezogen vergleichen. Diesen Vergleich führt die KATO GmbH im Auftrag der Zollorganisation aus. Die *Inbound*-Informationen erhält der Disponent noch vor Ankunft der Sendungen im Flughafen per automatisierten Dateninput. Die ankommenden Daten geben nicht nur Auskunft über die Anzahl der Sendungen und der Container. Sie beinhalten die Identifizierungsnummern der Container und der Sendungen, ihre jeweiligen Bestimmungsorte und ihre jeweiligen Flugnummern. Jede Sendung ist darüber hinaus mit der Information über ihre Zollrelevanz versehen. Die *Outbound*-Informationen über die zollrelevanten Sendungen erhält der Disponent im Zuge der Abfertigung der Container. Die Operateure scannen in der Frachthalle den Barcode jeder Sendung per Hand ein. Per automatischen Dateninput erhält der Disponent diese zollrelevanten Daten am Leitstand.

Ein erfolgreicher Gestellungsprozess beim Zoll setzt voraus, dass die destinationsbezogenen Informationen über die angekommenen und abgehenden Sendungen übereinstimmen. Theoretisch könnte er das unternehmenseigene Programm nutzen und sich die notwendigen Dateien über vorhandene ODCB-Schnittstellen in das zollrelevante Programm überspielen. Diese Vorgehensweise würde ihm beim eventuellen Auftreten eines Fehlers jedoch nicht weiterhelfen, weil er auf dieser informationstechnischen Basis keine Korrekturen der Daten vornehmen könnte. Eingabefehler entstehen in der Regel beim Scannen des Barcodes vor Ort oder bei der Dateneingabe an der vorangegangenen Destination. Weil häufig Eingabefehler auftreten, die es zu korrigieren gilt, entschied sich der interviewte Disponent für eine andere Vorgehensweise, um den *worst case*, d.h., den Abbruch eines Auftrags zu vermeiden (I2, KATO, 2005).

Dezentrale Lösungen als kreative Abweichungen: Die Lösung des Disponenten besteht darin, „diese Daten aus verschiedenen Programmen (zu) holen, die nicht miteinander kommunizieren“ (I2, KATO, 2005, Z: 46-47) sowie diese in editierbare Zahlen desselben Formats umzuwandeln, um sie mittels des Programms EXCEL zeitnah vergleichen zu können.

„Ich nutze EXCEL, um Sachen zu sortieren, zu kategorisieren und am Ende in bestimmten Formen so abzulegen, dass mir – bunt unterlegt – sofort ins Auge fällt, was nicht richtig ist.“ (I2, KATO GmbH, Z: 57-59)

Konkret programmierte der Disponent ein Tool, um fehlende Übereinstimmungen zwischen den *In-* und *Outbound*-Listen sendungsgenau identifizieren zu können. Nach Durchlauf des

¹⁴ Der Name des Unternehmens ist auf dessen Bitte anonymisiert worden.

Tools steht dem Disponenten eine Fehlerliste zur Verfügung. Die darauf befindlichen Informationen versetzen ihn und seine Kollegen in die Lage, jene Fehlerkorrekturen vorzunehmen, die für den weiteren Transport der Sendung unabdingbar sind. Diesen unverzichtbaren Abgleich der Manifeste konnten die vorhandenen EDV-Programme bisher nicht leisten; sie stellten ausschließlich die Daten zur Verfügung, die verglichen werden müssen. Die Leistung des Disponenten offenbarte eine harte Bruchstelle in der IT-Landschaft im Luftfrachtbereich. Dass Disponenten an verschiedenen Standorten des Unternehmens unterschiedliche Tools entwickelten, um dieses Problem auf dezentraler Ebene zu bewältigen, verweist nicht nur auf die hohe Relevanz dieser Schnittstelle, sondern ebenso auf einen akuten Handlungsbedarf.

Der Gestellungsprozess als einstufiges Verfahren: Die Situation in der KATO GmbH hat sich seit Oktober 2005 grundlegend geändert. Der Gestellungsprozess wurde reorganisiert. Er ist erstens ein einstufiges Verfahren; die Sendungen müssen vor dem Passieren der Zollgrenze gestellt werden. Zweitens ist es die Aufgabe des Zolls, *In-* und *Outbound* der Sendungen zu vergleichen. Zur Bewältigung dieser Aufgabe führte der Zoll ein neues EDV-Programm ein, welches nach erster Einschätzung der Disponenten sehr gut mit dem unternehmensinternen Programm kommuniziert (I3, KATO GmbH, 2005, Z: 5). Die dezentral kreierten Tools werden nicht mehr benötigt.

6.4 Fazit

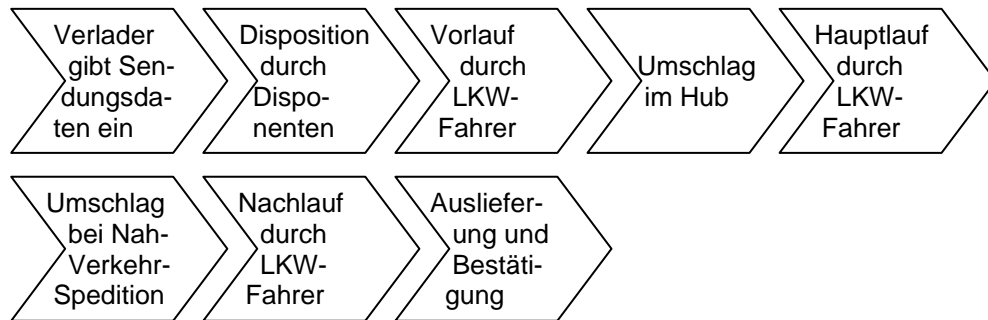
Alle wichtigen Vermittlungsleistungen zur raschen Bewältigung der logistischen Kette werden durch den Disponenten erbracht. Diese sind passiver und aktiver Natur. Per automatischen Dateninput bekommt er alle notwendigen Informationen über die ankommenden Sendungen und Ladeeinheiten. Diese Mensch-Maschine-Schnittstelle erfährt der Disponent im konkreten Handlungsvollzug als Entscheidungsvorwegnahme; im Sinne des systemischen Vertrauens in organisationale Verfahren muss er darauf vertrauen, dass die übermittelten Daten mit der Realität übereinstimmen. Seine aktive Routinearbeit besteht darin, destinationsbezogene Datensätze zu generieren, die die Sendungen und Ladeeinheiten beinhalten.

Zur Verschränkung von Mensch-Maschine-Interaktionen kommt es, wenn Probleme oder unbeabsichtigte Abweichungen den Routinealltag unterbrechen. Der Anteil aktiven Eingreifens steigt in dem Maße, in dem die Befolgung bewährter Routinen nicht mehr zur gegenwärtigen Situation passt. Abweichungen offenbaren sich dem Disponenten in der Regel, wenn er *Inbound* und *Outbound* der Sendungen vergleichen und offiziell bestätigen muss. Häufig sind es von Menschen verursachte, fehlerhafte Eingaben, die den Abweichungsfall konstituieren. Diese Fehler müssen vor Ort ausgebügelt werden. Dabei hilft dem Disponenten vor allem seine Erfahrung im Umgang mit den EDV-Programmen, die er täglich neu erwirbt.

Sind hingegen Schnittstellen zwischen Softwareprogrammen zu überbrücken, reichen Lerneffekte im Sinne eines *learning by using* [HTy95] nicht aus. Angesichts solcher Problemlagen kommt es nicht mehr nur darauf an, das situative Auftreten eines Abweichungsfalls zu überwinden. Es geht vielmehr darum, das in Routinen gebundene Wissen neu zu interpretieren, um neue Handlungen anschließen zu können [Blu99]. Dazu müssen neue Handlungsmöglichkeiten aktiv entdeckt [Wei91] und informationstechnisch realisiert werden. Hier nutzt der Mensch seine einzigartige Fähigkeit, aus Informationen Wissen zu formen. Dieses Vermögen stellt die hinreichende Voraussetzung zum steuernden Eingreifen des Menschen in den logistischen Prozess dar. Weil der Disponent seine Fähigkeit nutzt, Wissen zu generieren und neue Handlungsanschlüsse herzustellen, wird er zum aktiven Mitspieler im logistischen System.

7 Der Mensch als Problemlöser in logistischen Prozessketten im Straßengüterverkehr (Tobias Haertel)

Moderne Speditionssoftware ist in der Lage, alle Prozesse einer Spedition abzubilden, von der Auftragsannahme und der Kostenkalkulation über die Disposition bis zur Fakturierung einschließlich Fuhrparkmanagement, Lagerverwaltung und Mautabrechnung. Damit trägt sie ganz wesentlich zu einer effizienten Auftragsabwicklung im Straßengüterverkehr bei und stellt ein optimiertes, rationales und technisch zum Teil automatisiertes Verfahren zur Verfügung, das im Idealfall z.B. wie folgt aussieht:



Der Verlader einer Sendung gibt die Sendungsdaten (Größe, Gewicht, Absender, Adresse, Versicherung, Gefahrgut, besonderer Service) in eine webbasierte Datenmaske ein. Über das Internet werden die Daten an die Spedition übermittelt und dem Disponenten, zusammen mit einem Dispositionsvorschlag, angezeigt. Dieser übernimmt den Vorschlag und organisiert damit den Vorlauf. Der von der Software vorgeschlagene LKW-Fahrer bekommt den Auftrag zur Abholung der Sendung auf seine Kommunikationsschnittstelle, zusammen mit einem optimalen Routenvorschlag. Der LKW-Fahrer bestätigt den Auftrag und wird im Verlauf seiner Route zum Verlader navigiert. Er holt die Sendung ab und bringt sie zu einem Hub, dort wird sie automatisch dem passenden Hauptlauf zugeordnet, an dessen Ende die Sendung wieder auf einen LKW für den Nachlauf umgeladen wird. Der Fahrer bringt die Sendung zum Adressaten, dieser bestätigt sie mit seiner elektronischen Unterschrift im System, damit wird gleichzeitig die Rechnung erstellt und versendet.

Die Praxis gestaltet sich jedoch anders und erfordert immer wieder das menschliche Eingreifen. In Experteninterviews mit dem EDV-Beauftragten eines mittelständischen deutschen Speditionsunternehmens, mit Herstellern von Speditionssoftware sowie einem Berater für Speditionssoftware wurden folgende Problemfelder lokalisiert:

1.) *Die Eingabe der Daten durch den Verlader erfolgt nicht immer korrekt. Der Datensatz muss dann manuell nachgearbeitet werden.*

Dies ist zum Beispiel dann der Fall, wenn der Absender nicht präzise genug angegeben wurde. Fehlt bei einem großen Firmenkunden mit mehreren Abteilungen in einem Werk die Nennung eines bestimmten Gebäudekomplexes oder der Ansprechpartner, müssen LKW-Fahrer und Disponent durch Telefonate den genauen Absender ausfindig zu machen. Dieser logistische Fehlprozess kann je nach Größe des Unternehmens sehr zeitaufwendig werden. Im schlimmsten Fall kann der Absender nicht lokalisiert werden und der Auftrag muss abgebrochen werden.

2.) *Da häufig verschiedene Unternehmen an einem Auftrag beteiligt sind, kommen auch unterschiedliche Softwareprodukte und Datenstandards zum Einsatz. Beim Austausch der Daten kann es dann zu Problemen kommen, die durch menschliches Eingreifen behoben werden müssen.*

Trotz weitreichender Standardisierungsbemühungen in der Logistikbranche durch z.B. IDE oder IDEFOR hat sich kein einheitlicher Standard durchsetzen können. Standardisierte Datensätze beschränken die Anwender in Art und Umfang der Daten, sodass manche

Unternehmen eigene Datenformate verwenden. Diese können zwar i.d.R. in andere Datenstandards konvertiert werden, aber eben nicht vollständig. Es gehen dabei Informationen verloren oder entstehen überflüssige Informationen. In beiden Fällen müssen menschliche Bediener dafür sorgen, dass die Datensätze über die gesamte Logistikkette hinweg die notwendigen Informationen enthalten und Zusatzinformationen nicht zu Fehlprozessen führen.

3.) Die elektronischen Daten werden auch innerhalb eines einzelnen Unternehmens z.T. mit unterschiedlichen Softwarelösungen bearbeitet. Werden an einem dieser Programme Änderungen vorgenommen, kann dies Auswirkungen auf das Gesamtsystem bis hin zum vollständigen Ausfall haben. Es wird dann ein menschlicher Problemlöser benötigt, der den Überblick über die Wechselwirkungen der eingesetzten Teilsysteme und die Funktionsweise des Gesamtsystems besitzt.

Zwar bieten neue Programme der Speditionssoftware die Möglichkeit, *alle* Prozesse einer Spedition abzubilden, in der Praxis lässt sich aber auch ein Nebeneinander verschiedener Lösungen beobachten. Dies kann einerseits an gewachsenen Strukturen liegen (neue Produkte mit erweiterten Funktionen ergänzen bereits bestehende Programme, sie ersetzen sie jedoch nicht, da die Nutzer sich an die Bedienung gewöhnt haben und sich das Programm bewährt hat), oder aber, wie im untersuchten Speditionsunternehmen, können auch Kostengründe die Ursache für einen Software-Mix sein (es wurden nur Module eines neuen, aber wesentlich teureren Programms gekauft, um die bestehende, günstigere Software funktional zu ergänzen). Der EDV-Beauftragte des Unternehmens berichtet von einem notwendigen Software-Update, das zum vollständigen Ausfall des gesamten Softwaresystems geführt hat. Da der hinzugerufene Programmierer des Update-Herstellers sich erst einen Überblick über die Schnittstelle und den Austausch der beteiligten Programme verschaffen musste, vergingen knapp 48 Stunden bis die Problemlösung gefunden war.

4.) Speditionssoftware ist kein statisches technisches System, sondern muss dynamisch an die sich ändernden Umweltbedingungen angepasst werden. Dies erfordert ein kontinuierliches menschliches Eingreifen.

Computerprogramme zur Speditionsunterstützung unterliegen einem ständigen Anpassungsdruck, der zu regelmäßigen Updates und neuen Programmversionen führt. Typische Gründe dafür können z.B. in der Einführung eines neuen Datenstandards oder in gesetzlichen Änderungen der Gefahrgutklassen liegen. Auch treten im konkreten Praxisbetrieb zusätzliche Wünsche der Nutzer auf oder werden Programmfehler entdeckt, die eine Aktualisierung des Programms erforderlich machen. Damit das bereits implementierte System auch sich wandelnden Anforderungen gerecht werden kann, ist eine kontinuierliche Arbeit von Entwicklern und Benutzern nicht nur *mit* dem Produkt, sondern auch *am* Programm notwendig.

8 Fazit

Die techniksoziologische Reflexion der Rolle des Menschen in der Logistik lässt deutlich werden, dass einseitige Automationsstrategien unter Ausschluss des Menschen als Störfaktor nicht geeignet sind, die volle Leistungsfähigkeit verteilter logistischer Systeme zu entfalten. Deren ausgeprägte Performanz bleibt im Routinemodus mit der Notwendigkeit verknüpft, Abweichungen, Störungen und Fehlleistungen ausgleichen zu müssen. Da vor Ort die spezifischen Kompetenzen menschlicher Operateure, neues Wissen problemlösungsorientiert zu generieren und Handlungsanschlüsse herzustellen, zugunsten überwachender und steuernder Tätigkeiten im Leitstand verdrängt werden, erfordert die Ausgestaltung logistischer Systeme, technisch unterstützte Routinen und unvermeidliche Abweichungen innerhalb einer Systemkonfiguration gleichermaßen zu bewältigen. Aus techniksoziologischer Perspektive kann der Ansatz der benutzerorientierten Gestaltung bei der Entwicklung von Assistenz- und Entscheidungsunterstützungssystemen dabei helfen, Gewinne systemischer Leistungsfähigkeit bei den üblichen Prozeduren nicht mit Verlusten erkaufen zu müssen, die sich einstellen,

wenn Menschen außerhalb jeder Routine nur noch konventionell agieren können. Insbesondere bei der Gestaltung smarter Systeme mit ihren komplexen Mensch-Maschine-Schnittstellen bietet sich eine partizipative Vorgehensweise an, die die Nutzer schon in den frühen Phasen der Entwicklung einbindet und so die Nutzerorientierung während des gesamten Prozesses gewährleistet.

Insgesamt vermag die Techniksoziologie einen Beitrag dazu zu leisten, innerhalb des Prozesskettenparadigmas die Parametervariation inhaltlich auszudifferenzieren, um die Rahmenbedingungen menschlichen Handelns und Entscheidens zugunsten seiner unterschiedlichen Rollen als Planer, Operateur und Problemlöser angemessen zu gestalten. Sie verhilft durch die Reflexion über Entscheidungsvoraussetzungen und Handlungsbedingungen menschlicher Akteure dem Theoretiker wie dem Praktiker zu einem tieferen Verständnis logistischer Prozesse jenseits wohlüberlegter Optimierungsverfahren.

9 Literatur

- [Ale92] Alemann, Ulrich u. a.: Leitbilder sozialverträglicher Technikgestaltung: Ergebnisbericht des Projektträgers zum NRW-Landesprogramm "Mensch und Technik – Sozialverträgliche Technikgestaltung". Opladen: Westdt. Verl. 1992.
- [ASc87] Alemann, Ulrich/Schatz, Heribert: Mensch und Technik: Grundlagen und Perspektiven einer sozialverträglichen Technikgestaltung. Opladen: Westdt. Verl., 2. Aufl. 1987.
- [ATIP01] Asian Technology Information Programm: Automation at the Port of Singapore, www.atip.org. 2001.
- [Bau+02] Bauer, Hans G., et al.: Hightech-Gespür: Erfahrungsgelitetes Arbeiten und Lernen in hoch technisierten Arbeitsbereichen. Ergebnisse eines Modellversuchs beruflicher Bildung in der Chemischen Industrie. Bielefeld: Bertelsmann. 2002.
- [BHe02] Baggen, Robert/Hemmerling, Sabine: Evaluation und Benutzbarkeit in Mensch-Maschine-Systemen. In: Timpe/T./H. (Hrsg.): Mensch-Maschine-Systemtechnik: Konzepte, Modellierung, Gestaltung, Evaluation.: Düsseldorf: Symposion Publishing, 2002. 233-284.
- [Blu99] Blutner, D.: Von der Unsichtbarkeit innovativen Handelns. In: Berliner Debatte INITIAL: Zeitschrift für sozialwissenschaftlichen Diskurs, 1999. S.50-62.
- [BMa04] Bahner, Jennifer E./Manzey, Dietrich: Complacency: Begriffsklärung, Stand der Forschung und Implikationen für die Verlässlichkeit der Mensch-Maschine-Interaktion. In: Bahner/Manzey (Hrsg.): DGLR Bericht. Berlin: TU Berlin, 2004. 35-48.
- [CMi05] Czerny, Achim I./Mitusch, Kay: Deutlicher Trend zum Großcontainerschiff. In: Internationales Verkehrswesen 57 (2005), 11, S. 518-520.
- [Fle03] Flemisch, Frank O.: Was kommt nach User Centered Design? Skizze auf der Suche nach Leitmotiven für das Entwerfen und Gestalten. In: Stefens/Thüring/Urbas (Hrsg.): Entwerfen und Gestalten. 5. Berliner Werkstatt Mensch-Maschine-Systeme 08. bis 10. Oktober 2003. Düsseldorf: VDI-Verlag, Fortschr.-Ber. VDI Reihe 22 Nr. 16, 2003. S. 69-87.
- [Fry03] Frye, Heinrich: Flächenbezogene Optimierung von Luftfrachtterminals. In: Jünemenn, R., (Hg) Logistik für fir Praxis. Dortmund: Verlag Praxiswissen. 2003.
- [Gru03] Grunwald, Armin: Technikgestaltung: Eine Einführung in die Thematik. In: Grunwald (Hrsg.): Technikgestaltung zwischen Wunsch und Wirklichkeit. Berlin: Springer, 2003. 1-16.
- [Hec02] Heckmann, Michael: DV-gestütztes Geschäftsprozessmanagement in der Luftfrachtlogistik. Aachen: Shaker Verlag. 2002.
- [Hei04] Heinecke, Andreas M.: Mensch-Computer-Interaktion. Leipzig: Fachbuchverl. im C. Hanser Verl. 2004.
- [HTy95] Von Hippel, E./Tyre, M.J.: How Learning by Doing is done: Problem Identification in Novel Process Equipment. In: Research Policy, Vol. 24, Nr.1, 1995. S.1-12.
- [Hug87] Hughes, Thomas P.: The Evolution of Large technological Systems. In: Biijker, Hughes, Pinch (Ed.): The Social Construction of Technological Systems, MIT. 1987.

- [ISO-13407] Benutzerorientierte Gestaltung interaktiver Systeme. DIN EN ISO 13407, 1999.
- [KHe02] Kuhn, Axel/ Hellingrath, Bernd: Supply Chain Management. Optimierte Zusammenarbeit in der Wertschöpfungskette. Berlin: Springer. 2002.
- [KLS02] Käppner, Martin/Laakmann, Frank/Stracke, Niklas: Dortmunder Prozesskettenparadigma: Grundlagen. Technical Report 02005, Dortmund, Sonderforschungsbereich 559 "Modellierung großer Netze in der Logistik". 2002.
- [Kön84] König, R., in Durkheim, Emile: Der Regeln der Soziologischen Methode. 1. Aufl., Frankfurt/Main: Suhrkamp. 1984.
- [Kön93] König, Wolfgang: Technik, Macht und Markt: Eine Kritik der sozialwissenschaftlichen Technikgeneseforschung. Technikgeschichte. 60 (3), 1993. S. 243-266.
- [KPi94] Kuhn, Axel/ Pielock, Thomas: Produktivitäts-Management mit Hilfe von Prozessketten. In: Horst Wildemann (Hrsg.): Qualität und Produktivität. Erfolgsfaktoren im Wettbewerb. Frankfurt/Main: Frankfurter Allgemeine Zeitung, Verl.-Bereich Wirtschaftsbücher. 1994.
- [Kro89] Krohn, Wolfgang: Die Verschiedenheit der Technik und die Einheit der Techniksoziologie. In: Peter Weingart (Hg.): Technik als sozialer Prozeß, Frankfurt/Main, 1989. S. 15-43.
- [Kuh95] Kuhn, Axel: Prozessketten in der Logistik. Entwicklungstrend und Umsetzungsstrategien. Dortmund: Verlag Praxiswissen. 1995.
- [Laa05] Laakmann, Frank: Entwicklungslinien des Prozesskettenmodells Gestaltungsmethoden für logistischen Netze. Interner Bericht. Dortmund. Lehrstuhl für Fabrikorganisation, Prof. Dr.-Ing. A. Kuhn. 2005.
- [Mam85] Mambrey, Peter: Arbeitnehmerbeteiligung beim Einsatz informationstechnischer Systeme im Betrieb. München u.a.: Oldenbourg. 1985.
- [Mam86] Mambrey, Peter: Praxis und Perspektiven partizipativer Systementwicklung. In: Rolf (Hrsg.): Neue Techniken Alternativ: Möglichkeiten und Grenzen sozialverträglicher Informationstechnikgestaltung. Hamburg: VSA-Verl., 1986. 146-157.
- [Mum83] Mumford, Enid: Designing Human Systems: The ETHICS Method. <http://www.enid.u-net.com/C1book1.htm>. (1983). 11.08.2005.
- [Myl05] Mylogistics 2005, news393122: DHL-Sortierzentrum am Köln Bonn Airport eröffnet.
- [Per92] Perrow, Charles : Normale Katastrophen. Die unvermeidbaren Risiken der Großtechnik. 2. Aufl. Frankfurt/Main, New York, Campus Verlag. 1992.
- [Ram03] Rammert, Werner: Technik in Aktion: Verteiltes Handeln in soziotechnischen Konstellationen. In: Christaller, Thomas/Wehner, Josef (Hg.) (2003): Autonome Maschinen, Wiesbaden: Westdeutscher Verlag. 2003.
- [RLR87] Rochlin, G.I., La Porte, T.R. and Roberts, K.H.: The Self-designing high-reliability organization: aircraft carrier flight operations at sea. Naval War College Review, Autumn 1987, p. 76-90.
- [Roc89] Rochlin, Gene I.: Informal organisational networking as a crisis-avoidance Strategy: US naval flight operations as a case study. In: Industrial Crisis Quarterly 3, Amsterdam: Elsevier Science Publisher B.V., pp. 1989. 159-176.
- [RSc02] Rammert, Werner/Schulz-Schaeffer, Ingo: Technik und Handeln. Wenn soziales Handeln sich auf menschliches Verhalten und technische Abläufe verteilt.

In: Rammert, Werner/Schulz-Schaeffer, Ingo, (Hg.) (2002): Können Maschinen handeln? Soziologische Beiträge zum Verhältnis von Mensch und Technik. Frankfurt/Main: Campus Verlag. 2002.

- [Sch03] Schönbeck, Joachim: Interview, Geschäftsleiter der Handling Automation Europe der Siemens Demantic AG, Offenbach. 2003.
- [SPI05] Shneiderman, Ben/Plaisant, Catherine: Designing the User Interface: Strategies for Effective Human-Computer Interaction. Boston u.a.: Pearson, 4. Aufl. 2005.
- [SWi05] Stewart, James/Williams, Robin: The Wrong Trousers? Beyond the Design Fallacy: Social Learning and the User. In: Rohracher (Hrsg.): User Involvement in Innovation Processes: Strategies and Limitations from a Socio-Technical Perspective. München: Profil, 2005. pp. 39-71.
- [Tri90] Trist, E.: Soziotechnische Systeme: Ursprünge und Konzepte. In: Organisationsentwicklung 4/90, 1990. S. 11-26.
- [Wei91] Weick, K.E.: The Nontraditional Quality of Organizational Learning. In: Organization Science, Vol.2, 1991. S.116-124.
- [Wey03] Weyer, Johannes: Von Innovations-Netzwerken zu hybriden soziotechnischen Systemen. Arbeitspapier Nr.1, Dortmund: Wirtschafts- und Sozialwissenschaftliche Fakultät. 2003.
- [Wey05] Weyer, Johannes: Creating Order in Hybrid Systems. Reflexions on the Interaction of Man and Smart Machines. Soziologische Arbeits-papiere, Nr. 7, 2. Auflage, Dortmund: Wirtschafts- und Sozialwissenschaftliche Fakultät. 2005.
- [Wey97] Weyer, Johannes: Technik, die Gesellschaft schafft. Berlin: Edition Sigma. Darin besonders: Ders.: Konturen einer netzwerktheoretischen Techniksoziologie. 1997. S. 23-52.
- [Züh04] Zühlke, Detlef: Useware-Engineering für technische Systeme. Berlin u.a.: Springer. 2004.

Sonderforschungsbereich 559

Bisher erschienene Technical Reports

- 03035 Iwo Riha, Stefan Weidt: Entwicklung einer Bewertungssystematik für Beschaffungsketten
- 04001 André Alberti, Bernd Hellingrath, Stefan Weidt, Markus Witthaut: Ergebnisse und Schlussfolgerungen der Simulationsexperimente im Szenario Automobilindustrie
- 04002 Kay Hömberg, Dirk Jodin, Maren Leppin: Methoden der Informations- und Datenerhebung
- 04003 Carsten Tepper: Prozessablauf-Visualisierung von ProC/B-Modellen
- 05001 Jochen Bernhard, Miroslav Dragan, Sigrid Wenzel: Evaluation und Erweiterung der Kriterien zur Klassifizierung von Visualisierungsverfahren für GNL
- 05002 Bernd Hellingrath, Sana Mehicic-Eberhardt, Markus Witthaut: Entwicklung eines Anaylserahmens für die Untersuchung organisatorischer Aspekte in der Supply Chain
- 05003 Dennis Müller, Mathias Stöber, Axel Thümmler: Einsatz der Response Surface Methode zur Optimierung komplexer Simulationsmodelle
- 05004 Dirk Jodin, Andreas Mayer: Automatisierte Methoden und Systeme der Datenerhebung
- 05005 Thomas Fender, Anne Krampe, Sonja Kuhnt: Kriterien für die Kategorisierung statistischer Methoden im Rahmen eines Methodennutzungsmodells zur Informationsgewinnung in GNL
- 05006 Kay Hömberg, Dirk Jodin, Maik Langenbach, Christian Kellner: Konzept einer logistischen Informationsbedarfsanalyse mit Hilfe von Basisprozessen und standardisierten Logistikdaten
- 05007 Hans-Werner Graf: Festlegung der Abfahrts- und Ankunftszeiten (Fahrplangestaltung)
- 06001 Iwo Riha: Grundlagen des Cost-Benefit-Sharing
- 06002 Jens Finzel, Michael Hierweck, Andreas van Almsick, Jan Sören Kriege, Mathias Schwenke: ProC/B-Editor – Handbuch
- 06003 Mirko Eickhoff, Michael Hierweck, Mathias Schwenke: Hands On ProC/B-Tools – Eine beispielorientierte Einführung in die Anwendung der ProC/B-Tools
- 06004 Doris Blutner, Stephan Cramer, Tobias Haertel: Der Mensch in der Logistik: Planer, Operateur und Problemlöser

Alle Technical Reports können im Internet unter
<http://www.sfb559.uni-dortmund.de/>
abgerufen werden. Für eine Druckversion wenden Sie
sich bitte an die SFB-Geschäftsstelle
e-mail: andrea.grossecappenberg@iml.fraunhofer.de