

WÜRZBURGER GEOGRAPHISCHE ARBEITEN
Mitteilungen der Geographischen Gesellschaft Würzburg

Herausgeber:
R. Baumhauer - B. Hahn - H. Job - H. Paeth - J. Rauh - B. Terhorst

Heft 104

Anja Scholten

**Massenguttransport auf dem Rhein vor dem
Hintergrund des Klimawandels**

-
Eine Untersuchung der Auswirkungen von Niedrigwasser auf
die Binnenschifffahrt und die verladende Wirtschaft



Im Selbstverlag des Institutes für Geographie der Julius-Maximilians-Universität Würzburg
in Verbindung mit der Geographischen Gesellschaft Würzburg

2010

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	21
1.1	Zielsetzung und Aufbau	22
1.2	Ausgangspunkte der Arbeit	23
2	Datengrundlage, Methodik und Vorgehensweise	29
2.1	Vorliegende Daten	29
2.1.1	Jahresdaten	30
2.1.2	Monatsdaten	30
2.1.3	Tagesdaten	31
2.2	Eigene Datenerhebungen	33
2.2.1	Experteninterviews	33
2.2.2	Unternehmensbefragung	34
2.3	Medienanalyse	35
2.4	Statistische Methoden	36
2.4.1	Fisher-F-Test	36
2.4.2	Korrelationsanalyse	37
2.4.3	Konfidenzintervalle	39
2.4.4	Saisonalität	39
2.4.5	t-Test	40
2.4.6	Trendanalyse	40
2.4.7	Varianzanalyse	41
2.4.8	χ^2 - Test	41
2.5	Vorgehensweise	42
2.5.1	Berechnung der Flottenkapazität	42
2.5.2	Auswahl der Unternehmen	42
2.5.3	Unternehmensbefragung	44
2.5.4	Umrechnung von Transportmengen in Transportkosten	45
2.5.5	Berechnung der Verkehrsverlagerungen 2003	46
2.6	Erläuterung grundlegender Begriffe	47
3	Untersuchungsgebiet Rhein	55
3.1	Allgemeines	55
3.2	Beschreibung der Rheinabschnitte	56
3.2.1	Oberrhein	56
3.2.2	Mittlrhein	57
3.2.3	Niederrhein	59
3.2.4	Zusammenhang der Pegelstände entlang des Rheins	60
3.3	Der Rhein als Binnenwasserstraße	61
3.3.1	Ausbau des Rheins	61
3.3.2	Kapazität des Rheins als Binnenwasserstraße	62
3.3.3	Die wichtigsten Häfen entlang des Rheins	63
3.3.4	Infrastrukturengpässe	67

Inhaltsverzeichnis

3.4	Auswirkungen des Klimawandels	71
3.4.1	Rezente Entwicklung	71
3.4.2	Projektionen	84
3.5	Flussbauliche Anpassungsmaßnahmen	95
3.5.1	(Aus-)Bau von Rückhaltebecken	96
3.5.2	Vertiefen der Fahrrinne	97
3.5.3	Einsatz von Flusseinbauten	97
3.5.4	Bau von weiteren Staustufen	98
3.5.5	Baggermanagement	98
3.6	Zusammenfassung	99
4	Binnenschifffahrt auf dem Rhein	103
4.1	Bedeutung der Binnenschifffahrt	103
4.2	Entwicklung der Flotte	104
4.3	Wirtschaftlichkeit von Binnenschiffen	107
4.4	Transportkosten	108
4.4.1	Kosten auf Angebotsseite	109
4.4.2	Kosten auf Nachfrageseite	110
4.5	Auswirkungen von Niedrigwasser	112
4.5.1	Transportkapazität nach Fahrrinntiefe	112
4.5.2	Entwicklung der Flottenkapazität	114
4.5.3	Anzahl der eingesetzten Schiffe nach Fahrrinntiefe	115
4.5.4	Eingesetzte Schiffsgröße nach Fahrrinntiefe	117
4.5.5	Transportkosten nach Fahrrinntiefen	118
4.6	Prognostizierte Entwicklung der Flotte	121
4.7	Auswirkungen des Klimawandels	122
4.8	Anpassungsmaßnahmen der Binnenschifffahrt	125
4.8.1	Entwicklung „flussangepasster“ Binnenschiffe	126
4.8.2	Schaffung von Überkapazitäten	127
4.8.3	Einsatz kleinerer Binnenschiffe	128
4.8.4	Einsatz vorhandener Binnenschiffe im Mehrschichtbetrieb	128
4.8.5	Nutzung neuer Materialien beim Schiffsbau	128
4.8.6	Änderung des Schiffsantriebs	129
4.8.7	Einsatz technischer Hilfsmittel	130
4.8.8	Einsatz zusätzlicher Auftriebskörper	130
4.8.9	Einsatz manövrierfähiger Binnenschiffe	130
4.9	Zusammenfassung	131
5	Massengutverkehr auf dem Rhein	135
5.1	Wirtschaftliche Bedeutung des Transports auf dem Rhein	135
5.2	Rezente Entwicklung	136
5.2.1	Zeitliche Entwicklung des Transports	137
5.2.2	Transport nach Rheinabschnitten und Häfen	139
5.2.3	Transport nach Gütergruppen	151
5.3	Saisonalität im Transport	158
5.4	Auswirkungen von Niedrigwasser	163
5.4.1	Varianzanalyse der Transportmengen pro Schiff	163
5.4.2	Korrelationsanalyse von Transportmenge und Fahrrinntiefe	165

Inhaltsverzeichnis

5.5	Prognosen der Güterverkehrsentwicklung	177
5.5.1	Prognosen der Güterverkehrsentwicklung für Deutschland	178
5.5.2	Prognose der Güterverkehrsentwicklung nach Gütergruppen	181
5.5.3	Erwartete Engpässe beim Güterverkehr	183
5.6	Auswirkungen des Klimawandels	184
5.7	Zusammenfassung	186
6	Verladende Wirtschaft entlang des Rheins	189
6.1	Regionale Verteilung der Branchen entlang des Rheins	189
6.2	Beschreibung der ausgewählten Branchen	191
6.2.1	Die chemische Industrie	191
6.2.2	Die Raffinerien	193
6.2.3	Die Eisen- und Stahlindustrie	194
6.2.4	Die Lebens- und Futtermittelindustrie	195
6.2.5	Die Energiewirtschaft	196
6.3	Auswirkungen von Niedrigwasser	198
6.3.1	Unternehmensbefragung	198
6.3.2	Medienanalysen	222
6.3.3	Auswirkungen von Niedrigwasser auf exemplarische Unternehmen	251
6.3.4	Vulnerabilitätsindex	259
6.4	Auswirkungen des Klimawandels	271
6.5	Anpassungsmaßnahmen der Unternehmen	272
6.5.1	(Erweiterte) Lagerhaltung	272
6.5.2	Versorgung aus anderen Werken und Bezugsquellen	273
6.5.3	Verschiebung der Transporte	273
6.5.4	Verlängerung der Vertragsdauer	275
6.5.5	Aufbau einer werkseigenen Flotte	275
6.5.6	Verkehrsverlagerungen	275
6.5.7	Dauerhafte Verlagerung des Standorts	287
6.5.8	Einsatz von Substituten	287
6.5.9	Veränderte Logistik	287
6.6	Weitere Anpassungsmaßnahmen	288
6.6.1	Bau von Güterverkehrszentren	288
6.6.2	Verbesserte Information und Vorhersagen der Pegelstände	288
6.7	Zusammenfassung	290
7	Synthese und Ausblick	293
A	Fragebogen	331
B	Tabellen zu Hafenumschlagsanlagen und Umschlagszahlen	343
C	Abbildungen zu Saisonalitäten des Gütertransports	347
D	Ergebnisse der Unternehmensbefragung	349
E	Ergebnisse der Medienanalyse - Bahnstreik	353
F	Ergebnisse der Vulnerabilitätsberechnungen	357

ZUSAMMENFASSUNG

Die vorliegende Arbeit „Massenguttransport auf dem Rhein vor dem Hintergrund des Klimawandels“ beschäftigt sich mit dem Wirkungsgefüge - Rhein - Binnenschifffahrt - Gütertransport - verladende Wirtschaft - und betrachtet in diesem Zusammenhang insbesondere auch die Auswirkungen von Niedrigwasser auf die einzelnen Aspekte dieser (Wirkungs-) Kette. Dazu werden sowohl statistische Analysen diesbezüglicher Daten durchgeführt als auch die Auswirkungen auf massengutaffine Unternehmen mittels Unternehmensbefragung und Medienanalyse untersucht. Basierend auf den Ergebnissen der Untersuchungen wurde ein Vulnerabilitätsindex entwickelt, mit dem sich zum einen die Vulnerabilität verschiedener Unternehmen und zum anderen die Auswirkungen möglicher Anpassungsmaßnahmen untereinander vergleichen lassen.

Um die möglichen Auswirkungen des Klimawandels auf das oben genannte Wirkungsgefüge abschätzen zu können, wurden Ergebnisse mehrerer Klimastudien herangezogen. Zudem wurden auch die Prognosen der Flottenentwicklung und des Güterverkehrs berücksichtigt, da die Kombination dieser Entwicklungen die Situation für die verladende Wirtschaft sowohl ver- als auch entschärfen könnte.

Bei den Analysen hat sich gezeigt, dass der Rhein als Binnenwasserstraße eine entscheidende Rolle für den Transport seitens der massengutaffinen Unternehmen spielt. Aktuelle Untersuchungen zum Einfluss des Klimawandels auf den Abfluss des Rheins gehen davon aus, dass sich dieser sowohl durch geänderte Niederschläge als auch durch höhere Temperaturen ändern wird. Vor allem gegen Ende des 21. Jahrhunderts könnte es vermehrt zu Niedrigwasser im Spätsommer und Herbst kommen. Wasserbauliche Anpassungsmaßnahmen, die den Abfluss in Niedrigwasserzeiten stabilisieren könnten, sind jedoch sehr kosten- und flächenintensiv und stehen zudem zum Teil im Widerspruch zur EU-Wasserrahmenrichtlinie.

Bei der Analyse der Binnenschifffahrt zeigte sich, dass besonders große Schiffe bei niedrigen Fahrrinntiefen Einschränkungen hinnehmen müssen. Deshalb werden bei geringen Fahrrinntiefen mehr und bevorzugt kleinere Schiffe eingesetzt. In der Vergangenheit hat jedoch die Anzahl der Schiffe insgesamt abgenommen, wobei vor allem kleinere Schiffe außer Betrieb genommen wurden, während bevorzugt größere Schiffe neu gebaut wurden. Flottenprognosen gehen davon aus, dass sich diese Entwicklung weiter fortsetzen wird, was dazu führt, dass die Flotte immer sensibler auf Niedrigwasser reagiert. Für mögliche Anpassungsmaßnahmen der Binnenschifffahrt stellen insbesondere die Branchenstruktur, hohe Kosten und die lange Lebensdauer der Schiffe ein Problem dar.

Beim Massenguttransport per Binnenschiff zeigte sich in den letzten Jahren bei den meisten Gütergruppen eine Stagnation der Gütermenge. Prognosen zufolge werden die Gütertransportmengen per Binnenschiff jedoch deutlich ansteigen. Der Transport des Massenguts Steinkohle und der containerisierten Gütern hat jedoch auch in den letzten Jahren bereits deutlich zugenommen. Erstere vor allem, um Kraftwerken mit Importkohle zu versorgen. Bei Niedrigwasser sinkt jedoch die Ladungsmenge je Binnenschiff deutlich, so dass trotz des Einsatzes zusätzlicher Schiffe insgesamt weniger per Binnenschiff transportiert werden kann.

Die Unternehmen sind allerdings auf die zu transportierenden Güter angewiesen, so dass Teile der Transporte auf andere Verkehrsmittel verlagert werden müssten. Diese haben jedoch auch nur geringe freie Kapazitäten. So zeigte ein Vergleich der Transportmengen des Jahres 2003 mit den (trendbereinigten) Daten der Folgejahre, dass die Bahn wahrscheinlich nur durch interne Verlagerungseffekte in der Lage war, während der Niedrigwasserperiode einen Teil des Steinkohletransports vom Binnenschiff zu übernehmen.

Zusammenfassung

Die Unternehmensbefragung ergab unter anderem, dass die einzelnen Unternehmen und Branchen sehr unterschiedliche Anforderungen an den Transport stellen und dementsprechend auch unterschiedliche Verkehrsträger und Schiffstypen bevorzugen. Einigkeit besteht aber darin, dass die Unternehmen auf einen zuverlässigen und regelmäßigen Transport angewiesen sind. Da die meisten der Unternehmen nur 7 bis 14 Tage ohne Transport produzieren können, stellen längere Niedrigwasserperioden für sie eine Beeinträchtigung dar, die sogar zum Einstellen der Produktion führen kann. Dabei bestimmen die Intensität und Dauer des Niedrigwassers, wie stark die Beeinträchtigung ausfällt. Den Unternehmen stehen jedoch vielfältige Anpassungsmöglichkeiten zur Verfügung, bei deren Umsetzung allerdings unter anderem Kosten und Flächenbedarf neue Probleme aufwerfen.

Vor dem Hintergrund des Klimawandels, der wahrscheinlich zu saisonal geringeren Abflüssen führen wird, stellen die prognostizierte Flottenzusammensetzung und Güterverkehrsentwicklung zusätzliche Probleme dar. Zwar hätte der Rhein als Wasserstraße das Potential, die prognostizierten Güterströme aufzunehmen. Dies könnte jedoch saisonal durch die Abfluss- und Flottenentwicklung behindert werden, wodurch wiederum die verladende Wirtschaft an seinen Ufern beeinträchtigt würde.

ABSTRACT

This thesis „Transport of Mass-Cargo on the River Rhine in Context of Climate Change“ deals with the interactive structure Rhine - inland navigation - commercial transport - mass-cargo affine industries - and, in this context, especially regards the effects of low water on the different aspects of this (interactive) chain. In order to achieve this, statistic analyses of data-sets are conducted. The effects on mass-cargo affine industries are examined through a survey, interviews and media-analyses. Based on the results of this examination, an index of vulnerability was developed, with which not only the vulnerability of several companies but also the effects of possible adaptation measures could be compared.

In order to evaluate the possible effects of climate change on the above mentioned interactive structures, results of several recent climate studies were consulted. Furthermore prognoses of fleet developments and commercial transport were considered, as the combination of all three developments could have a tightening as well as a defusing effect for the situation of the mass-cargo affine industries.

The analysis showed that the Rhine as inland waterway is important for the transport of mass-cargo affine industries. Recent studies on the impact of climate change on the discharge of the Rhine however assume that the discharge might change due to a (seasonal) change of rainfall patterns as well as due to higher temperatures. Especially toward the end of the 21st century an increase of low water situations in late autumn and spring might occur. Hydro-engineering adaptation measures which could stabilize discharge in low water periods are however cost- and space-intensive and to some extent in conflict with the EU water framework directive.

The analysis of inland water navigation showed that especially large vessels have to experience restrictions in low water situations. Therefore during low water periods the deployment of additional (preferably small) ships is essential. In the past, the number of vessels in total has decreased, whereas primarily small vessels were put out of operation, whilst particularly large vessels were build and put in operation. Fleet predictions assume that this development will be pursued, which will lead to a greater vulnerability of the fleet towards low level waters. The ownership structure as well as the high replacement costs and long-life cycle of the vessels are problematic for the implementation of possible adaptation measures.

Cargo transport by inland navigation shows a stagnation of cargo quantities for most cargo groups. But, following recent prognosis, the cargo quantities will increase in the near future. The transport of black coal and containerized goods increased already considerably in the last years, the former mainly to supply power stations with imported coal. During low water periods the loading capacity of inland vessel drops remarkably so that in spite of the use of additional vessels, all in all less goods might transported via inland navigation. The industries however depend on the transported goods, so the cargo partially is shifted to other modes of transport. But these have only few capacities available. A comparison of transport amounts of the year 2003 with trend-corrected data-sets of the following years showed that „Deutsche Bahn“ was probably only able to cover a part of the hard coal transport of inland navigation during the low water period because of internal shifts.

The survey showed that individual companies and branches have quite different demands regarding transportation and correspondingly favor various modes of transport and types of vessels. But all companies are dependent on reliable and continuous transport. As the most of the industries can produce without transport for 7 to 14 days only, longer periods of low water constitute an interference, which could even lead to a shut-down of production. Thereby the intensity and duration of the low water period plays an important role on the intensity of the interference. However the companies have various

Abstract

adaptation measures at their disposal. But most of the long term adaptation measures are cost and space intensive, which rises new problems.

In context of climate change, which might lead to a seasonally lower discharge, the predicted fleet- and commercial transport-development will mean additional problems. Although the Rhine as a waterway has the potential to compensate the predicted stream of goods, this could be hindered by seasonally lower discharge and fleet-development. Thereby the mass-cargo affine industries at its shores could be affected.