

WÜRZBURGER GEOGRAPHISCHE ARBEITEN
Mitteilungen der Geographischen Gesellschaft Würzburg

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

Heft 107

Anja Scholten - Benno Rothstein

**Auswirkungen von Niedrigwasser und Klimawandel
auf die verladende Wirtschaft, Binnenschifffahrt und Häfen
entlang des Rheins**

-

**Untersuchungen zur gegenwärtigen und zukünftigen
Vulnerabilität durch Niedrigwasser**



2012

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

Anja Scholten – Benno Rothstein

**Auswirkungen von Niedrigwasser und Klimawandel auf
die verladende Wirtschaft, Binnenschifffahrt und Häfen
entlang des Rheins**

–

**Untersuchungen zur gegenwärtigen und zukünftigen Vulnerabilität durch
Niedrigwasser**

WÜRZBURGER GEOGRAPHISCHE ARBEITEN

Herausgegeben vom Institut für Geographie und Geologie der Universität
Würzburg in Verbindung mit der Geographischen Gesellschaft Würzburg

Herausgeber:

R. Baumhauer – B. Hahn – H. Job – H. Paeth – J. Rauh – B. Terhorst

Schriftleitung: B. Sponholz

WÜRZBURGER GEOGRAPHISCHE ARBEITEN

Mitteilungen der Geographischen Gesellschaft Würzburg

Herausgeber:

R. Baumhauer – B. Hahn – H. Job – H. Paeth – J. Rauh – B. Terhorst

Heft 107

Auswirkungen von Niedrigwasser und Klimawandel auf die verladende Wirtschaft, Binnenschifffahrt und Häfen entlang des Rheins

Anja Scholten – Benno Rothstein

2012

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

Computersatz:

Anja Scholten, Institut für Geographie und Geologie der Julius-Maximilians-Universität Würzburg

Druck: Verlag Lindemann
Stiftstraße 49
D-63075 Offenbach

Bezug über den Buchhandel oder direkt bei:

Institut für Geographie und Geologie der Julius-Maximilians-Universität Würzburg
– *Würzburger Geographische Arbeiten* –
Am Hubland
D-97074 Würzburg
E-Mail: geographie@uni-wuerzburg.de
URL: http://www.geographie.uni-wuerzburg.de/vortraege_schriftenreihen/wuerzburger_geographische_arbeiten/

Kontakt: Benno Rothstein
Professur für Ressourcenökonomie
Hochschule für Forstwirtschaft Rottenburg
Schadenweilerhof
D-72108 Rottenburg am Neckar
Tel. +49 (0)7472/951-249
E-Mail: rothstein@hs-rottenburg.de

Zuschriften:

Geographische Gesellschaft Würzburg
c/o Institut für Geographie und Geologie der Julius-Maximilians-Universität Würzburg
Am Hubland
D-97074 Würzburg

© Institut für Geographie und Geologie der Julius-Maximilians-Universität Würzburg
ISSN 0510 - 9833

Auswirkungen von Niedrigwasser und Klimawandel auf die verladende Wirtschaft, Binnenschifffahrt und Häfen entlang des Rheins

**- Untersuchungen zur gegenwärtigen und zukünftigen Vulnerabilität durch
Niedrigwasser -**

Anja Scholten
Benno Rothstein

2012



Hochschule für Forstwirtschaft
Rottenburg

Hochschule für Angewandte Wissenschaften

Institut für

GEOGRAPHIE & GEOLOGIE

Physische Geographie

Julius-Maximilians-

UNIVERSITÄT WÜRZBURG



Die Forschungsarbeiten sind im Rahmen einer Kooperation der Hochschule für Forstwirtschaft Rottenburg, Professur für Ressourcenökonomie und der Universität Würzburg, Institut für Physische Geographie entstanden. Sie wurden durch das Forschungsprogramm „KLIWAS - Auswirkungen des Klimawandels auf Wasserstraßen und Schifffahrt“ (Projekt 4.01 „Hydrologie und Binnenschifffahrt“) ermöglicht, das vom Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung finanziert und von der Bundesanstalt für Gewässerkunde koordiniert wird.

DANKSAGUNG

Die Verfasser bedanken sich beim *Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung* für die finanzielle Förderung. Ebenso bedanken sich die Verfasser bei den Projektpartnern *Bundesanstalt für Gewässerkunde* in Koblenz, *Max-Planck-Institut für Meteorologie* in Hamburg sowie beim *Entwicklungszentrum für Schiffstechnik und Transportsysteme* in Duisburg für die sehr angenehme, konstruktive und gewinnbringende Zusammenarbeit.

VORWORT

Rothstein, B.; Scholten, A.

Das Buch trägt dazu bei, die verladende Wirtschaft, die Binnenschifffahrt und die Häfen besser auf die Folgen des Klimawandels vorzubereiten. In einer Reihe von Analysen werden gegenwärtige und zukünftige Vulnerabilitäten identifiziert sowie erste Ansätze zur Anpassung an den Klimawandel aufgezeigt. Im Einzelnen stellt das Buch folgende Untersuchungen vor:

- *Untersuchung 1* (Unternehmensbefragung): Auswirkungen des Klimawandels auf die verladende Wirtschaft
- *Untersuchung 2* (Medienanalyse): Auswirkungen der Niedrigwasserereignisse seit 1998, des Containerschiffunfalls bei Köln sowie den Auswirkungen des Bahnstreiks 2007
- *Untersuchung 3* (Binnenschifferbefragung): Auswirkungen von Niedrigwasser auf die Binnenschifffahrt
- *Untersuchung 4* (Hafenanalyse): Auswirkungen von Niedrigwasser auf Versand und Empfang von Schiffsgütern an Rheinhäfen
- *Untersuchung 5* (Vulnerabilitätsanalyse): Entwicklung eines Index's zur Quantifizierung der Vulnerabilität von Unternehmen durch Niedrigwasser

Der Wert dieser Forschungsarbeiten ergibt sich auf vielfältige Weise:

DISZIPLINEN-INTEGRIERENDE FORSCHUNG - KONZEPT FÜR EINE INTEGRATIVE FORSCHUNG ZUM GLOBALEN WANDEL

Klimafolgenforschung kann nicht isoliert von konkreten Unternehmensaktivitäten entlang einer Logistikkette betrachtet werden. Die Forschungsarbeit stellt eine integrative Forschung zum Globalen Wandel dar. Erstmals werden am Beispiel der Bundeswasserstraße Rhein sozio-ökonomische Forschungsergebnisse für die vielfältigen Bereiche der dort angesiedelten Unternehmen und des Transportwesens mit aktuellen klimawissenschaftlichen und hydrologischen Kenntnissen verknüpft. Somit erfolgt durch die Forschungsarbeit eine Erweiterung der Global Change-Forschung. Gleichzeitig wird ein Beitrag zur Überwindung der Barrieren zwischen den Disziplinen geleistet.

Ein gutes Beispiel für die Vorteile der interdisziplinären Forschung sind die in diesem Buch gezeigten Ergebnisse: Basierend auf den vom Max-Planck-Institut für Meteorologie zur Verfügung gestellten Ergebnissen zu den möglichen regionalen Auswirkungen des Klimawandels auf diverse meteorologische Größen, konnten von der Bundesanstalt für Gewässerkunde hydrologische und hydrodynamische Berechnungen angestellt werden. Die hieraus neben anderen Größen resultierenden abladerelevanten Fahrrinntiefen gingen sowohl in die hier vorgestellte Quantifizierung der Vulnerabilität von Unternehmen (Untersuchung 5) als auch in Berechnungen des Entwicklungszentrums für Schiffstechnik und Transportsysteme zu den Auswirkungen auf die Kapazität und Kosten der Binnenschifffahrt ein. Der Aufbau eines solchen Forschungsnetzwerkes (wie hier im Rahmen des KLIWAS-Projekts geschehen) bietet also die Möglichkeit der Verknüpfung von der Grundlagen- bis zur anwendungsorientierten Forschung und somit ein großes Potential zur Klima- und Klimafolgenforschung in verschiedenen Bereichen.

NAHTSTELLE ZWISCHEN NATUR- UND SOZIALWISSENSCHAFT

Die im Buch präsentierten Untersuchungsergebnisse dokumentieren geographische Forschung im eigentlichen Sinne: Aspekte der Physischen Geographie (insbes. Klimageographie) werden verzahnt mit solchen der Humangeographie (insbes. Wirtschafts- und Verkehrsgeographie). Hierdurch trägt das Buch zu einem besseren Verständnis des Zusammenspiels von Umwelt und Gesellschaft bei.

HOHE PRAKTISCHE RELEVANZ

Die Forschungsarbeiten sind fokussiert auf die lokale und regionale Ebene, die beide gleichermaßen von globalen Prozessen betroffen sind. Hierdurch wurde es auf Unternehmensebene möglich, die Bandbreite potentieller Auswirkungen des Klimawandels auf die verladende Wirtschaft, Binnenschifffahrt und Häfen entlang des Rheins zusammenfassend zu analysieren. Durch die unternehmensnahe und unternehmensrelevante Aufbereitung der Forschungsergebnisse wurde aktiv eine verstärkte Bewusstseinsbildung bei wichtigen Entscheidungsträgern, beispielsweise in Unternehmen, angestoßen.

SCHAFFUNG EINER EINHEITLICHEN DATENGRUNDLAGE

Durch die Forschungsarbeiten ist eine in dieser Form in Deutschland einmalige Datenbank geschaffen sowie eine umfangreiche Datenaufbereitung angefertigt worden, so z.B. von nach Gütergruppen aufgelösten Monatsdaten des Schiffsgüterumschlags für ausgewählte Rheinhäfen. Der besondere Wert der Arbeit liegt darin, dass nun ein in sich konsistenter Datensatz vorliegt, der vielfältige weitere Untersuchungen ermöglicht.

HOHE ÖFFENTLICHE AUFMERKSAMKEIT

Die Forschungsergebnisse wurden im In- und Ausland bereits vielfach vorgestellt. Die Resultate sind auf große Resonanz gestoßen. Hierdurch wurde nicht nur die Klimafolgenforschung weiter entwickelt, sondern insbesondere auch der hohe praxisorientierte Wert geographischer Forschung herausgestellt.

Abschließend gilt es zu beachten, dass die dargestellten Anpassungsoptionen oftmals nicht ausschließlich auf Grund des Klimawandels sinnvoll sind, sondern gleichzeitig einer Stärkung der Wettbewerbsvorteile der einzelnen Unternehmen dienen können, unabhängig davon, ob sich das Klima ändert oder nicht. Die Unterscheidung, ob der Klimawandel oder der Wettbewerb treibende Kraft für nötige Veränderungen ist, gestaltet sich keineswegs eindeutig und ist nicht Thema des vorliegenden Buches. Vielmehr setzen sich die dargestellten Untersuchungen mit den Folgen des Klimawandels für die verladende Wirtschaft, die Binnenschifffahrt und die Häfen auseinander. Denn nur eine ganzheitliche Untersuchung des komplexen Wirkungsgefüges des Massenguttransports per Binnenschiff ermöglicht es, sich konstruktiv mit dem Klimawandel auseinanderzusetzen, so dass Chancen konsequent genutzt und Risiken bestmöglich minimiert werden können.

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	v
Abbildungsverzeichnis	xv
Tabellenverzeichnis	xviii
Abkürzungsverzeichnis	xix
1 Einleitung	1
1.1 Hinweise zum Entstehen und zum Inhalt des Buches	1
1.2 Ausgangspunkte der Untersuchungen	4
I Datengrundlage, Methodik und Vorgehen	7
2 Vorliegende Daten	9
2.1 Jahresdaten	9
2.2 Monatsdaten	10
2.3 Tagesdaten	11
3 Eigene Datenerhebungen	15
3.1 Aufbau der Unternehmensbefragung	15
3.2 Aufbau der Binnenschifferbefragung	17
3.3 Auswahl der Häfen	18
4 Statistische Methoden	21
4.1 Fisher-F-Test	21
4.2 Korrelationsanalyse	21
4.3 Konfidenzintervalle	24
4.4 t-Test	24
4.5 Trendanalyse	25
4.6 Trendbereinigung durch Lineare Regression	25
4.7 χ^2 - Test	26
5 Vorgehen	27
5.1 <i>Untersuchung 1: Unternehmensbefragung</i>	27
5.2 <i>Untersuchung 2: Medienanalyse</i>	28
5.3 <i>Untersuchung 3: Binnenschifferbefragung</i>	29
5.4 <i>Untersuchung 4: Hafenanalyse</i>	29
5.5 <i>Untersuchung 5: Vulnerabilitätsanalyse</i>	35
II Ergebnisse	39
6 Untersuchung 1: Unternehmensbefragung	41
6.1 Basisdaten	41

Inhaltsverzeichnis

6.2	Analyse der Transportcharakteristika	44
6.3	Vulnerabilität der Unternehmen	52
6.4	Erfahrungen mit Extremereignissen	54
6.5	Erwartungen für die Zukunft	62
6.6	Zusammenfassung und Diskussion	66
7	Untersuchung 2: Medienanalyse	69
7.1	Auswirkungen der Niedrigwasserereignisse seit 1998	70
7.2	Auswirkungen des Containerschiffunfalls bei Köln 2007	82
7.3	Auswirkungen des Bahnstreiks 2007	86
7.4	Zusammenfassung und Diskussion	97
8	Untersuchung 3: Binnenschifferbefragung	101
8.1	Allgemeine Feststellungen zu den Ergebnissen der Befragung	101
8.2	Basisdaten	101
8.3	Neuanschaffung eines Schiffes	117
8.4	Erfahrungen mit Niedrigwasser	121
8.5	Erwartungen bezüglich der Auswirkungen des Klimawandels	130
8.6	Anpassungsmaßnahmen	132
8.7	Wünsche an das BMVBS/die WSV	137
8.8	Zusammenfassung und Diskussion	139
9	Untersuchung 4: Hafenanalyse	141
9.1	Quelle-Ziel Verkehre	141
9.2	Auftreten von Transportanomalien im Jahr 2003	231
9.3	Ergebnisse der Korrelationsanalyse	238
9.4	Regionale Verteilung der monatlichen Anomalien	239
9.5	Zusammenfassung und Diskussion	271
10	Untersuchung 5: Vulnerabilitätsanalyse	275
10.1	Testen der Quantifizierung	275
10.2	Sensitivitätsanalyse	277
10.3	Klimaszenarien	282
10.4	Anpassungsmaßnahmen	284
10.5	Zusammenfassung und Diskussion	285
	Schlusswort	289
	Literaturverzeichnis	291
	III Anhang	317
	Erläuterung grundlegender Begriffe	319
	Fragebögen	329