

Ahlert, Gerd (Ed.)

**Research Report**

## Neuere Anwendungsfelder der Input-Output-Analyse: Tagungsband. Beiträge zum Input-Output-Workshop 2014 in Osnabrück

GWS Research Report, No. 2014/2

**Provided in Cooperation with:**

GWS - Institute of Economic Structures Research, Osnabrück

*Suggested Citation:* Ahlert, Gerd (Ed.) (2014) : Neuere Anwendungsfelder der Input-Output-Analyse: Tagungsband. Beiträge zum Input-Output-Workshop 2014 in Osnabrück, GWS Research Report, No. 2014/2, Gesellschaft für Wirtschaftliche Strukturforschung (GWS), Osnabrück

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/125521>

**Standard-Nutzungsbedingungen:**

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

**Terms of use:**

*Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.*

*You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.*

*If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.*

**Neuere Anwendungsfelder  
der Input-Output-Analyse**

**– Tagungsband –**

**Beiträge zum Input-Output-Workshop 2014 in  
Osnabrück**

**Gerd Ahlert (Hrsg.)**



**Herausgeber der gws Research Reports**

Gesellschaft für Wirtschaftliche Strukturforschung mbH

Heinrichstr. 30

D - 49080 Osnabrück

ISSN 2196-4262

**Titel**

Neuere Anwendungsfelder der Input-Output-Analyse (Tagungsband). Beiträge zum Input-Output-Workshop 2014 in Osnabrück.

**Autor (Hrsg.)**

Gerd Ahlert

Email: [ahlert@gws-os.com](mailto:ahlert@gws-os.com)

Tel: +49 (541) 40933-170, Fax: +49 (541) 40933-110

**Erscheinungsdatum**

Dezember 2014

**Erscheinungsort**

Osnabrück

© Gesellschaft für Wirtschaftliche Strukturforschung mbH 2014

---

## Vorwort

Bereits seit dem Jahr 1990 bieten die Input-Output-Workshops für den deutschsprachigen Raum Input-Output-Fachleuten aus Universitäten und Hochschulen sowie aus statistischen Ämtern und Forschungsinstituten regelmäßig die Gelegenheit, die neuesten Entwicklungen in diesem Bereich vorzustellen und zu diskutieren. Im Jahr 2014 fand der Input-Output-Workshop für den deutschsprachigen Raum unter der Federführung der Gesellschaft für Wirtschaftlichen Strukturforschung (GWS) mbH am 03. und 04. April 2014 in Osnabrück statt.

Der 7. Input-Output-Workshop behandelte insgesamt vier Themenschwerpunkte. Der *erste* Schwerpunkt befasste sich mit der Input-Output-Rechnung als Basis. Dazu gehörte eine Übersicht über das Datenangebot nach dem Europäischen System Volkswirtschaftlicher Gesamtrechnungen (ESVG) 2010 und eine Untersuchung dieser Datenbasis im Hinblick auf ihre Eignung für die Input-Output-Analyse (J. Richter), ein Bericht über die aktuellen Arbeiten des Statistischen Bundesamtes im Bereich der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen (VGR) und der Input-Output-Rechnung (A. Heinze) und ein Vortrag über Satellitenkonten als Veranschaulichungsinstrument für die wirtschaftliche Relevanz von Querschnittsbranchen am Beispiel der Gesundheitswirtschaft (S. Hofmann & M. C. Schwärzler).

Innerhalb des *zweiten* Schwerpunktes wurden Input-Output-Analysen erörtert. Dazu gehörte ein Beitrag über die ökonomische Bedeutung des Verkehrssystems in Deutschland mittels einer Analyse und Prognose unter Anwendung der Input-Output-Analyse (H. Keimel), eine Untersuchung der volkswirtschaftlichen Effekte der Automobilindustrie in der Slowakei (M. Luptacik), eine Studie über den Zusammenhang des Exporteinbruchs mit der Frauenerwerbstätigkeit während der vergangenen Wirtschaftskrise (U. Ludwig & C. Lang) sowie ein Beitrag über die Anwendung von Input-Output-Tabellen in der Bewertung von Green Jobs anhand einer Fallstudie für Tunesiens (U. Lehr) und eine Präsentation der Ergebnisse der Input-Output-Analyse der direkten und indirekten CO<sub>2</sub>-Emissionen für Deutschland für die Jahre 2000, 2005 und 2010 (H. Mayer).

Der *dritte* Schwerpunkt thematisierte Modellierungen auf Basis von Input-Output-Tabellen. Dabei wurden Algorithmen und Berechnungen zu Piero Sraffa's Standardware vorgestellt (J.-F. Emmenegger) sowie eine Verknüpfung von funktioneller und personeller Einkommensverteilung im Rahmen einer kreislauftheoretischen Analyse anhand der Sozialrechnungsmatrix für Deutschland (U. Reich) und eine sozioökonomische Modellierung (soem) auf Basis des makroökonomischen Simulationsmodells INFORGE im Rahmen der sozioökonomischen Berichterstattung (soeb) (M. I. Wolter, T. Drosdowski & B. Stöver).

Innerhalb des *vierten* Themenschwerpunktes befassten sich die Workshop-Teilnehmer mit der regionalen Input-Output-Analyse. Dazu zählte eine Präsentation über die neuesten Erfahrungen und Erkenntnisse bei der Regionalisierung von Input-Output-Tabellen (T. Kronenberg & J. Többen) sowie ein Vortrag über die Erstellung der deutschen multiregionalen Input-Output Tabelle (J. Többen).

Der vorliegende Tagungsband umfasst einige der auf dem Workshop vorgestellten Beiträge. Neben den Autoren möchte ich mich ganz herzlich bei meiner Kollegin Helena Walter bedanken, die dafür gesorgt hat, dass sowohl der Input-Output-Workshop 2014 als auch der vorliegende Tagungsband zügig realisiert werden konnte.

Osnabrück, Dezember 2014

Gerd Ahlert

---

## Das Programm des 7. Input-Output-Workshops für den deutschsprachigen Raum im April 2014 in Osnabrück

**Donnerstag, 3. April 2014**

### **SCHWERPUNKT 1: INPUT-OUTPUT-RECHNUNG ALS BASIS**

Das Datenangebot nach dem ESVG 2010 - eine adäquate Basis für die Input-Output Analyse?

*Josef Richter*

Die Umstellung auf das ESVG 2010 im Herbst 2014 bringt für die Input-Output Analyse einige Veränderungen in ihren empirischen Grundlagen mit sich. Die wichtigsten Neuerungen - in Blickrichtung auf die Input-Output Analyse - betreffen die Aktivierung von intramuralen F&E Aufwendungen, die Berücksichtigung von Rüstungskäufen als Ausrüstungsinvestitionen und die geänderte Behandlung der grenzüberschreitenden Lohnverarbeitung. Besonders die geänderten Regeln für die Lohnverarbeitung schaffen Schwierigkeiten. In dem Referat werden die durch das ESVG 2010 bedingten Änderungen und ihre Implikationen für Analysen vorgestellt und diskutiert werden. Darüber hinaus wird die Eignung der Datenbasis für die Untersuchung von "global value chains", eine stark expandierende Anwendung von Input-Output Techniken für die Analyse von Globalisierungseffekten, beleuchtet werden.

Aktuelle Arbeiten des Statistischen Bundesamtes in den Themenfeldern VGR und IOR

*Angela Heinze*

Ein kurzer Bericht über aktuelle Arbeiten im Bereich Input-Output-Rechnung.

Satellitenkonten als Veranschaulichungsinstrument für die wirtschaftliche Relevanz von Querschnittsbranchen am Beispiel der Gesundheitswirtschaft

*Sarah Hofmann & Marion Cornelia Schwärzler*

Im Rahmen dieses Beitrags zum Input-Output-Workshop werden sowohl die Charakteristika von Satellitenkonten, deren Notwendigkeit und Aussagekraft, als auch die Herausforderungen bei der Erstellung solcher dargelegt. Darüber hinaus werden aktuelle Forschungsarbeiten an der Gesundheitswirtschaftlichen Gesamtrechnung zur Diskussion gestellt. Dazu wird zunächst skizziert, wofür Satellitenkonten derzeit Verwendung finden und welche Stärken und Schwächen damit verbunden sind. Des Weiteren werden die methodischen

Anpassungen im Rahmen der Umstellung der Wirtschaftszweigklassifikationen von WZ 2003 auf WZ 2008, die damit einhergehenden Anforderungen zur Berechnung der Input-Output-Tabellen sowie die daraus resultierenden Einschränkungen von Zeitreihenanalysen aufbereitet. Im Speziellen erfolgt diese Erläuterung in Bezug auf die derzeitigen Berechnungen des Gesundheitssatellitenkontos für Deutschland und beschreibt den Umgang mit den verfügbaren Daten (Aktualität) im Rahmen der Neuerstellung der Gesundheitswirtschaftlichen Gesamtrechnung.

Ziel des Vortrags ist es, einerseits allgemein auf die Relevanz von Satellitenkonten für Querschnittsbranchen einzugehen und deren grundsätzliche Berechnungsmethodik zu erläutern, andererseits aber auch die konkrete Anwendungsmöglichkeiten im Rahmen der Gesamtwirtschaftlichen Gesamtrechnung zu diskutieren.

## **SCHWERPUNKT 2: INPUT-OUTPUT-ANALYSEN**

Die ökonomische Bedeutung des Verkehrssystems in Deutschland - Analyse und Prognose mit Hilfe der Input-Output-Analyse

*Hermann Keimel*

Einbettung der Arbeiten in die Programmatik des DLR mit kurzer Vorstellung des DLR Abgrenzung des Verkehrssystems in den Input-Output-Tabellen. Differenzierung der Input-Output-Tabellen - Eine Differenzierung ist notwendig, um verschiedenen Verkehrsmodi entsprechende ökonomische Produktionsbereiche zuordnen zu können. (Beispiel: Der Produktionsbereich "Sonstiger Landverkehr" (60.2-60.3 nach WZ 2003) setzt sich zusammen aus dem Öffentlichen Personenverkehr, Taxi- und Straßengüterverkehr sowie dem Transport in Rohrfernleitungen. Diese Bereiche folgen unterschiedlichen Entwicklungsdynamiken und unterliegen unterschiedlichen Bestimmungsgründen.) Methode zur Differenzierung der Input-Output-Tabellen - Benutzte Datenquellen, Methodik, Ergebnisdarstellung (direkte und indirekte Effekte) - geschätzt mit einem Offenen Statischen Leontief-Modell für die Jahre 1995 bis 2007. Prognose der Entwicklung der ökonomischen Bedeutung des Verkehrssystems auf Basis externer Wirtschafts-, Bevölkerungs- und Erwerbstätigenprognosen und eigenen Schätzungen der Entwicklung verkehrsmittelspezifischer Verkehrsnachfragen. Ergebnisdarstellung (direkte und indirekte Effekte) - geschätzt mit einem Offenen Statischen Leontief-Modell für die Jahre 2020 und 2030.

Die volkswirtschaftlichen Effekte der Automobilindustrie in der Slowakei

*Mikulas Luptacik*

Im Jahre 2012 wurden in der Slowakei 926 555 Personenkraftwagen hergestellt (im Jahre 2013 knapp eine Million). Umgerechnet auf die Einwohnerzahl ist die Slowakei mit 171 PKW pro 100 Einwohner der größte Automobilhersteller der Welt. Über die starke Orientierung

---

auf die Automobilindustrie wird in der Slowakei intensiv diskutiert. In einer Studie des Instituts für Wirtschaftspolitik der WU Bratislava im Auftrag des Verbandes der slowakischen Automobilindustrie haben wir die volkswirtschaftlichen Effekte der Automobilproduktion mittels eines um die induzierten Effekte eines erweiterten Input-Output Modells (semi-closed model) analysiert und quantifiziert. Diese Modellformulierung liefert eine Reihe der wichtigen Multiplikatoren, die die komplexen Kreislaufzusammenhänge beschreiben und tiefere Einsichten bieten. Die Ergebnisse zeigen die große Bedeutung der Automobilindustrie in der Slowakei für die Beschäftigung (ein Arbeitsplatz in den drei Automobilfabriken in der Slowakei generiert 6 weitere Arbeitsplätze in der slowakischen Wirtschaft), Wertschöpfung, Handelsbilanz und Einkommen der Haushalte als auch ihre relativ hohe Importabhängigkeit.

### Exportkrise und Frauenerwerbstätigkeit - eine Input-Output-Analyse

*Udo Ludwig & Cornelia Lang*

In Deutschland sind die unmittelbar mit dem Exportgeschäft verbundenen Produktionsbereiche männerdominiert. Der Exporteinbruch in der vergangenen Wirtschaftskrise wurde deshalb in der Öffentlichkeit mit der Erwartung verknüpft, dass er vor allem die Beschäftigung von Männern und weniger von Frauen treffen würde. Wir überprüfen diese These anhand des um eine Beschäftigungsmatrix nach dem Geschlecht der Erwerbstätigen und Arbeitszeitgruppen erweiterten mehrsektoralen offenen statischen Input-Output-Modells.

### IO Tabellen in der Bewertung von Green Jobs - Fallstudie Tunesien

*Ulrike Lehr*

Der Beitrag beruht auf einer umfangreichen Untersuchung (Lehr et al., 2014) für die Internationale Arbeitsorganisation (ILO) zu den Möglichkeiten der Abbildung von "Green Jobs" für Tunesien mithilfe der Ergänzung der tunesischen Input-Output Tabellen. Die Herausforderung bei dieser Analyse ist eine vielfache; zum einen gilt es basierend auf Literaturwerten sowie Primärerhebungen die Input-Output-Systematik um die grüne Dimension zu ergänzen ohne den geschlossenen Rahmen der Systematik zu verletzen. Darüber hinaus sollen sowohl die "grüne Produktion", wie "grüne Dienstleistungen" und nicht zuletzt "grüne Prozesse" abbildbar werden. Weiterhin sind Überlegungen zur Arbeitsintensität in den neu definierten grünen Teilsektoren notwendig. Nicht zuletzt werden die Ergebnisse mit dem Wirtschafts- und Bevölkerungswachstum fortgeschrieben, Ausbauszenarien für die grünen Sektoren formuliert sowie Produktivitätsfortschreibungen vorgenommen.



Der Beitrag gibt einen kurzen Überblick über das Land Tunesien, die von der ILO vorgeschlagene Definition von "Green Jobs" sowie die angesetzten Konstruktionsregeln für die erweiterte IO Tabelle. Die Ergebnisse der ex-post Analyse von "Green Jobs" für Tunesien werden dargestellt. Insgesamt finden sich mehr als 100.000 Beschäftigte in diesen grünen Sektoren.

Direkte und indirekte CO<sub>2</sub>-Emissionen in Deutschland 2000, 2005 und 2010

*Helmut Mayer*

Es werden die Ergebnisse der Input-Output-Analyse der direkten und indirekten CO<sub>2</sub>-Emissionen für Deutschland für die Jahre 2000, 2005 und 2010 vorgestellt. Die Analyse beinhaltet eine nach 15 Importländern regionalisierte Berechnung auf Basis einer Input-Output Tabelle mit einem Nachweis der Energieströme in physischen Einheiten ("hybride" IOT). Der Berechnungsansatz und die erforderlichen Ausgangsdaten werden vorgestellt und diskutiert. Das Analysemodell erlaubt einen detaillierten Ergebnismachweis für die Nachfragekategorien "Gesamte letzte Verwendung", "Exporte" und "Privater Konsum". Außerdem werden die Importe mit ihrem CO<sub>2</sub>-Gehalt nach Verwendungsarten (als Vorleistung oder Endnachfrageerzeugnis), Verwendungskategorien und Herkunftsländern berechnet und analysiert.

Die Ergebnisse zeigen für den Untersuchungszeitraum insbesondere einen starken Anstieg der Emissionen in Zusammenhang mit den Exporten. Dies betrifft sowohl die inländische Produktion, als auch die gestiegene Verwendung von importierten Vorleistungsgütern bei der Herstellung der Exporte. 44 % der Emissionen aus inländischer Produktion sind bereits der Exportgüter-herstellung zuzurechnen. Der starke Anstieg des Emissionsgehalts der Exporte hat zu einem beträchtlichen "Exportüberschuss" (Emissionsgehalt der Exporte abzüglich Importe) der Emissionen geführt.

**Freitag, 4. April 2014**

### **SCHWERPUNKT 3: MODELLIERUNGEN AUF BASIS VON INPUT-OUTPUT-TABELLEN**

Algorithmen und Berechnungen zu Piero Sraffa's Standardware

*Jean-François Emmenegger*

Sraffa hat in seinem berühmten Buch "Warenproduktion mittels Waren" (WmW) in der engl. Ausgabe (1960) den Begriff der Standardware eingeführt. Darunter versteht er ein von einer Wirtschaft erzeugtes Aggregat von Waren, deren Mengen der Produktionsmittel, des Nettoprodukts und des gesamten Outputs zueinander in einem festen Verhältnis stehen. In der deutschen Ausgabe von WmW (1976) hat B. Schefold in einem Nachwort "Einige Grundthesen des Buches, mathematisch formuliert" die Bestimmung von Standardwaren über Preisvariationen dargestellt. Dagegen verwendet Sraffa "Multiplikatoren", die eine

---

Euler'sche orthogonale Affinität erzeugen, um ausgehend von einer gegebenen beliebigen Produktion Standardwaren zu bestimmen. Es wird in dieser Arbeit gezeigt, dass Sraffa's Ansatz auch zu einem Eigenvektorproblem führt. Dazu wurden Algorithmen in moderner Matrixalgebra entwickelt, um Sraffa's Mathematik modern darzustellen. Vollständige Bestimmungen von Standardwaren, inklusive dem Preismodell von Sraffa, werden damit berechnet.

Verknüpfung von funktioneller und personeller Einkommensverteilung: eine kreislauftheoretische Analyse anhand der Sozialrechnungsmatrix für Deutschland

*Utz Reich*

Dabei geht es, kurz gesagt, um Folgendes: Sozialrechnungsmatrizen sind Erweiterungen der statistischen Aufkommens- und Verwendungstabellen, die den Produktionskreislauf beschreiben, zu umfassenden quadratischen Matrizen, die auch den Einkommens- und Finanzierungskreislauf einbeziehen. Sie sind international schon lange bekannt, wurden aber bisher hauptsächlich für Entwicklungsländer erstellt. Einem neuen internationalen Trend folgend brachte das Statistische Bundesamt vor einiger Zeit eine solche Gesamtrechnung auch für Deutschland heraus, von der die Wissenschaft bisher allerdings wenig Notiz genommen hat. Der Vortrag beschreibt, welche Möglichkeiten sich mit dieser neuen Statistik eröffnen, die Einkommensverteilung in Deutschland zu analysieren. Dazu wird die Methode der Leontief-Inversen, die aus der Input-Output-Analyse des Produktionskreislaufs bekannt ist, auf den Einkommenskreislauf übertragen. Zwei kleine Simulationen zeigen, welche Wechselwirkungen zwischen den volkswirtschaftlichen Sektoren man auf diese Weise untersuchen und abschätzen kann.

Sozioökonomische Modellierung (soem) auf Basis von INFORGE im Rahmen der sozioökonomischen Berichterstattung (soeb)

*Marc Ingo Wolter, Thomas Drosdowski & Britta Stöver*

Soziale und ökonomische Fragen sind zu einem sehr großen Teil eng miteinander verbunden und bilden eine nicht intuitiv zu erfassende Wirkungsverflechtung. Eine modellgestützte Abbildung des sozioökonomischen Systems, dessen Akteure, Institutionen und Beziehungen gleichzeitig aus der sozialen und ökonomischen Perspektive analysiert werden können, ist damit sinnvoll. Dabei können grundsätzlich beide Betrachtungsperspektiven betont werden. Die ökonomisch geprägte Zielsetzung der sozioökonomischen Modellierung (soem) liegt einerseits darin zu identifizieren, welche Gruppen von Personen (z.B. Haushalte) in der Produktionssphäre (insbesondere der Arbeitsmarkt) auf welche Weise welchen Beitrag zur ökonomischen Entwicklung leisten. Andererseits werden Verteilungsfragen im Hinblick auf die Einkommensverwendung der privaten Haushalte analysiert.



---

## SCHWERPUNKT 4: REGIONALE INPUT-OUTPUT-ANALYSE

Neue Erfahrungen und Erkenntnisse bei der Regionalisierung von Input-Output-Tabellen

*Tobias Kronenberg & Johannes Többen*

Bei der Erstellung einer regionalen Input-Output-Tabelle (IOT) kommt aus Zeit- und Kostengründen in vielen Fällen eine Methode zur Regionalisierung einer vorliegenden nationalen IOT zum Einsatz. Um möglichst akkurate Ergebnisse zu erzielen, sind die Auswahl der am besten geeigneten Methode und deren stringente Anwendung von hoher Bedeutung. In den vergangenen fünf Jahren sind in diesem Bereich Fortschritte erzielt worden, die in diesem Beitrag in Form einer Übersicht vorgestellt werden. Dazu werden die zur Verfügung stehenden Regionalisierungsmethoden zunächst vorgestellt und theoretisch begründet. Danach werden die Ergebnisse der empirischen Studien verschiedenen Autoren zur Genauigkeit und Zuverlässigkeit der Methoden gegenübergestellt. Auf Basis der Ergebnisse werden Empfehlungen für Anwender und Vorschläge für mögliche Weiterentwicklungen ausgesprochen.

Die Erstellung der deutschen multiregionalen Input-Output Tabelle

*Johannes Többen*

Während auf internationaler Ebene mehrere globale multiregionaler Input-Output (MRIO) Datenbanken wie zum Beispiel WIOD oder EORA verfügbar sind, führt die mangelnde Verfügbarkeit von Daten insbesondere über den interregionalen Handel dazu, dass aktuelle subnationale MRIO Tabellen nur in wenigen Ländern zur Verfügung stehen.

Dieser Beitrag beschreibt die Erstellung einer MRIO Tabelle für die deutschen Bundesländer in 2007 mit einem hybriden Verfahren: Zunächst wurde eine 'initial estimate' Tabelle mit Hilfe einer modifizierten Variante der non-survey Methode CHARM erstellt. Zur Verbesserung der Qualität der Ausgangstabelle wurden Daten zu regionalen Konsum- und Kostenstrukturen, sowie zur regionalen Güterverkehrsverflechtung verwendet. Das Zusammenführen von 'initial estimate' Tabelle und zusätzlichen Daten erfolgte mit das 'Automated Integration System for Harmonized Accounts' (AISHA) in Kooperation mit der University of Sydney.

## Inhaltsverzeichnis

<b>Vorwort.....</b>	<b>III</b>
<b>Das Programm des 7. Input-Output-Workshops für den deutschsprachigen Raum im April 2014 in Osnabrück .....</b>	<b>V</b>
<b>Inhaltsverzeichnis .....</b>	<b>XII</b>
<b>1 Algorithmen und Berechnungen zu Piero Sraffa’s Standardware .....</b>	<b>1</b>
1.1 Einleitung.....	1
1.2 Sraffa’s Produktionssystem.....	1
1.3 Der Begriff des Standardsystems und der Standardware.....	3
1.4 Berechnung einer Standardware aus einer Nicht-Standardware.....	4
1.5 Sraffa’s Preismodell.....	6
1.6 Fazit / Ausblick .....	10
Zitierte Literatur.....	10
<b>2 Die ökonomische Bedeutung des Verkehrssystems in Deutschland – Analyse und Prognose mit Hilfe der Input Output-Analyse.....</b>	<b>12</b>
2.1 Einleitung.....	12
2.2 Abbildung des Verkehrssystems in den Input-Output-Tabellen.....	13
2.3 Differenzierung der Input-Output-Tabellen.....	15
2.4 Die ökonomische Bedeutung des Verkehrssystems – Ergebnisse 1995 und 2007 .....	16
2.5 Abschätzung der künftigen Entwicklung der ökonomischen Bedeutung des Verkehrssystems.....	19
2.6 Fazit und Ausblick.....	21
Zitierte Literatur.....	22
<b>3 Exportkrise und Frauenerwerbstätigkeit - eine Input-Output- Analyse .....</b>	<b>25</b>
3.1 Problemstellung .....	25
3.2 Untersuchungsdesign.....	26

---

3.3	Ergebnisse der Input-Output-Analyse zur geschlechter-spezifischen Beschäftigungsintensität in der deutschen Exportproduktion .....	30
3.4	Fazit .....	37
	Zitierte Literatur .....	40
	Datenquellen.....	41
<b>4</b>	<b>IO Tabellen in der Bewertung von Green Jobs – Fallstudie Tunesien.....</b>	<b>42</b>
4.1	Einleitung.....	42
4.2	Tunesien – ein Land im Umbruch.....	43
4.3	Green Jobs – Definitionen und Ansätze .....	44
4.4	Die Erweiterung der IO Tabelle .....	46
4.5	Ausblick .....	50
	Zitierte Literatur.....	51
<b>5</b>	<b>Direkte und indirekte CO<sub>2</sub>-Emissionen in Deutschland 2000, 2005 und 2010 .....</b>	<b>54</b>
5.1	Einleitung.....	54
5.2	CO <sub>2</sub> -Emissionen nach verschiedenen Konzepten .....	54
5.3	Aufkommen an CO <sub>2</sub> -Emissionen nach Verbrauchsbereichen.....	57
5.4	Direkte CO <sub>2</sub> -Emissionen der privaten Haushalte und CO <sub>2</sub> -Gehalt der Konsumgüter.....	59
5.5	CO <sub>2</sub> -Emissionen der Exporte .....	64
5.6	CO <sub>2</sub> -Emissionen der Importe und Außenhandelsaldo.....	66
5.7	Fazit .....	69
	Zitierte Literatur.....	69
<b>6</b>	<b>Constructing Multi-regional Input-Output Tables on the Subnational Level: Experiences from Germany’s federal states. ....</b>	<b>71</b>
6.1	Introduction.....	71
6.2	Methodology .....	72
6.3	The Initial Estimate.....	77
6.4	Constraints and raw data .....	85
6.5	Results .....	94

---

6.6 Conclusion .....	95
References .....	96
Appendix .....	100

---

# 1 Algorithmen und Berechnungen zu Piero Sraffa's Standardware

Jean-François Emmenegger, Daniel Chable und Helmut Knolle

## 1.1 Einleitung

Piero Sraffa (1898-1989) führt in seinem berühmten Buch „*Warenproduktion mittels Waren (WmW)*“ den Begriff der Standardware ein, siehe Sraffa (1960, 1976). Darunter versteht Sraffa ein von einer Wirtschaft erzeugtes Aggregat von Waren, so dass die Menge der Produktionsmittel, das Nettoprodukt und der gesamte Output zueinander in einem festen Verhältnis stehen. Sraffa's Buch *WmW* ist auf 92 Seiten sehr knapp geschrieben und in 91 Paragraphen organisiert. Sraffa (1976, Par. 25) berechnet die Standardware über Multiplikatoren, ohne zu erklären, wie diese gewonnen werden. Im vorliegenden Aufsatz zeigen die Autoren, dass diese Multiplikatoren Komponenten eines Eigenvektors sind. Es geht um die Eigenwerte und Eigenvektoren der sogenannten Verteilungsmatrix, die aus der Input-Output Analysis stammt. Der berühmte Satz von Perron-Frobenius, siehe Gantmacher (1986, S. 398) und Frobenius (1912) kommt zum Zug. Nach Kenntnis der Autoren ist dieses Verfahren bisher in der Literatur nicht dargestellt worden.

## 1.2 Sraffa's Produktionssystem

Sraffa begreift die Wirtschaft als eine Gesamtheit von  $n$  Zweigen. In jedem Zweig wird vorerst je genau eine Ware erzeugt. Damit der Zweig  $j$ ,  $j = 1, \dots, n$  die Outputmenge  $x_j$  erzeugen kann, benötigt er von den Zweigen  $i$ ,  $i = 1, \dots, n$  eine Inputmenge  $s_{ij}$ . In diesem Aufsatz betrachten wir nicht Sraffa's Kuppelproduktion, bei der ein Zweig mehrere Waren erzeugt. In jedem Zweig  $i$  hat es Arbeiter, die in diesem Zweig die Gesamtarbeit  $L_i$  aufbringen, die vorerst sinngemäß in der jährlichen Einheit *Mannjahre* gemessen wird. In diesem Fall ist  $L_i$  betragsmäßig die Zahl der Arbeiter im Zweig  $i$ . Sraffa setzt weiter voraus, dass jeder Arbeiter die gleiche *Lohnrate*  $w$  hat. Zudem erzeugt jeder Zweig  $i$  einen Überschuss  $d_i$ . Die Preise der Waren  $i$  sind  $p_i$ . Überschüsse und Preise werden zu Vektoren zusammengefasst,  $\mathbf{d} = [d_1, \dots, d_n]'$  und  $\mathbf{p} = [p_1, \dots, p_n]'$ . Damit wird das Nationaleinkommen (Sraffa, Par. 12)  $Y = \mathbf{d}'\mathbf{p}$  berechnet und  $W = w \cdot Y$  ist der Gesamtlohn aller Arbeiter dieser Wirtschaft. Sraffa normiert aber die Gesamtarbeitszeit eines Jahres und setzt dabei  $L = L_1 + \dots + L_n = 1$ . In diesem Fall ist  $0 \leq L_i \leq 1$  der Anteil des Zweiges  $i$  an der Gesamtarbeitszeit. In diesem Aufsatz wird mit der Normierung  $L = 1$  der Arbeitszeit gerechnet. Sraffa betrachtet für alle Kapitalisten auch eine *konstante Profitrate*  $r$ . Es ist wesentlich



festzuhalten, dass Sraffa nicht Bankgeld als Zahlungsmittel verwendet, sondern ein *Standardgut* (*numéraire-Gut* oder kurz *numéraire*) wählt mit dem Löhne und Profite bezahlt werden. Der *numéraire* wird von der betrachteten Wirtschaft erzeugt. Damit ist der Preis des *numéraire* auf 1 normiert und die übrigen Preise sind relative Preise, die in Einheiten des *numéraire* ausgedrückt sind. Der totale Output  $q_i$  eines Zweiges  $i$  besteht aus der Summe der Warenmengen  $s_{ij}$  zusätzlich des Überschusses  $d_i$  dieses Zweiges. In Tabelle 1.1 sind Warenmengen  $s_{ij}$ , Überschüsse  $d_i$  und die totalen Outputs  $q_i$  zusammengestellt.

**Tabelle 1.1: Warenmengen  $s_{ij}$ , Überschüsse  $d_i$  und totaler Output  $q_i$**

Sektoren	Sektoren							Über- schuss	Arbeit	totaler Output
	$S_1$	$S_2$	$S_3$	...	$S_j$	...	$S_n$			
$S_1$	$s_{11}$	$s_{12}$	$s_{13}$		$s_{1j}$		$s_{1n}$	$d_1$	$L_1$	$q_1$
$S_2$	...	...	...		...		...	...	...	...
	...	...	...		...		...	...	...	...
$S_i$	$s_{i1}$	$s_{i2}$	$s_{i3}$		$s_{ij}$		$s_{in}$	$d_i$	$L_i$	$q_i$
	...	...	...		...		...	...	...	...
$S_n$	$s_{n1}$	$s_{n2}$	$s_{n3}$		$s_{nj}$		$s_{nn}$	$d_n$	$s_n$	$q_n$

Mit dem *Einsvektor*  $e = [1, 1, \dots, 1]'$  und den Matrizen und Vektoren

$$S = \begin{bmatrix} s_{11} & s_{12} & \dots & s_{1n} \\ s_{21} & s_{22} & \dots & s_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ s_{n1} & s_{n2} & \dots & s_{nn} \end{bmatrix}, \quad d = \begin{bmatrix} d_1 \\ d_2 \\ \dots \\ d_n \end{bmatrix}, \quad q = \begin{bmatrix} q_1 \\ q_2 \\ \dots \\ q_n \end{bmatrix} \quad (1)$$

wird der *totale Output* mittels der Matrixgleichung

$$q = Se + d \quad (2)$$

berechnet. Dann wird der *Diagonalisierungsoperator* für Vektoren eingeführt, um Diagonalmatrizen zu erzeugen. Er wird hier für einen  $(2 \times 2)$  Vektor dargestellt.

$$Diag(q) := \hat{q} = \begin{bmatrix} q_1 & 0 \\ 0 & q_2 \end{bmatrix}; \quad \hat{q}^{-1} = \begin{bmatrix} \frac{1}{q_1} & 0 \\ 0 & \frac{1}{q_2} \end{bmatrix} \quad (3)$$

Zur Illustration wählen wir Sraffa's Produktionsschema (1976, Par. 5), das mit der dazu erforderlichen von den Autoren frei gewählten Arbeit  $L_1 = \frac{22}{34}$  und  $L_2 = \frac{12}{34}$  ergänzt wurde.

Dieses Beispiel ist wie folgt zu verstehen: Um 575 *qr. Weizen* zu erzeugen braucht es als Input 280 *qr. Weizen*, 12 *t. Eisen* und  $\frac{22}{34}$  der *Gesamtarbeitszeit*. Um zusätzlich 20 *t. Eisen* zu erzeugen braucht es als Input 120 *qr. Weizen*, 8 *t. Eisen* und  $\frac{12}{34}$  der *Gesamtarbeitszeit*.

$$280 \text{ qr. Weizen} + 12 \text{ t. Eisen} + \frac{22}{34} \text{ Arbeit} \rightarrow 575 \text{ qr. Weizen} \quad (4.1)$$

$$120 \text{ qr. Weizen} + 8 \text{ t. Eisen} + \frac{12}{34} \text{ Arbeit} \rightarrow 20 \text{ t. Eisen} \quad (4.2)$$

Aus diesem Produktionsschema lesen wir die Matrizen und Vektoren ab,

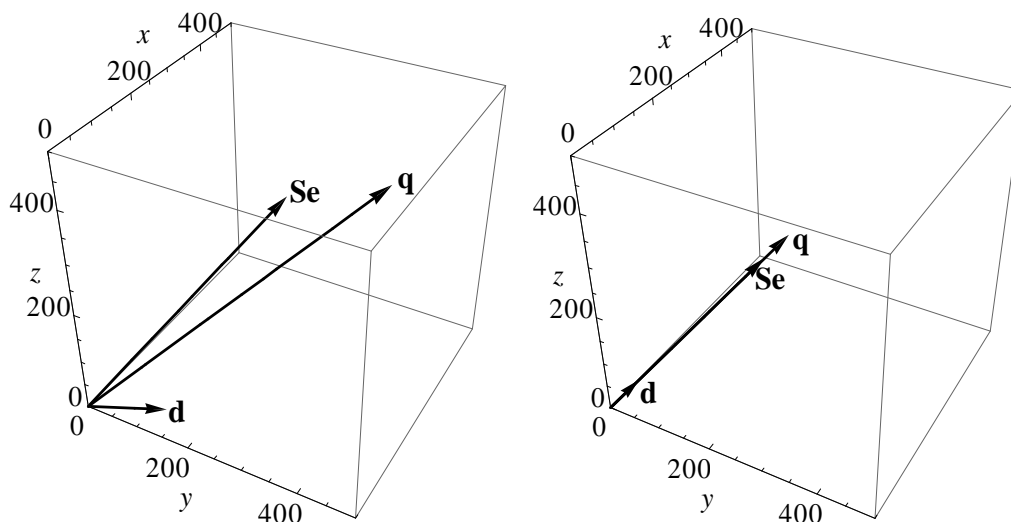
$$\mathbf{S} = \begin{bmatrix} 280 & 120 \\ 12 & 8 \end{bmatrix} ; \mathbf{d} = \begin{bmatrix} 175 \\ 0 \end{bmatrix} ; \mathbf{q} = \mathbf{S}\mathbf{e} + \mathbf{d} = \begin{bmatrix} 575 \\ 20 \end{bmatrix} ; \mathbf{L} = \begin{bmatrix} 22 \\ 34 \\ 12 \\ 34 \end{bmatrix}, \quad (5)$$

mit denen weitere Berechnungen mittels Matrizenrechnung durchgeführt werden können.

### 1.3 Der Begriff des Standardsystems und der Standardware

Sraffa's (1976, Par. 23) Absicht besteht darin, den Preis einer Ware in Größen einer anderen willkürlich zum Maßstab erhobenen Ware (*numéraire*) ausdrücken. Dies kompliziert aber das Studium der Preisbewegungen, die mit der Veränderung der Verteilung einhergehen. Stammen die Fluktuationen der Preisänderung von der Ware die zu messen ist, oder von jener des Vergleichsmaßstabs? Sraffa erkennt die Schwierigkeit, eine individuelle Ware zu finden, die als Vergleichsmaßstab dienen könnte, deren Preisfluktuation von jenen der zu messenden Waren unabhängig ist. Deshalb sucht Sraffa (1976, Par 24) nach einem Warenaggregat, das diesen Platz einnimmt.

**Abbildung 1.1: nicht Standardware (links) und Standardware (rechts)**



Dazu entwirft Sraffa den Begriff des Basisproduktes (Sraffa, Par. 6). „Als Kriterium gilt, ob eine Ware – sei es direkt oder indirekt – in die Produktion aller Waren (dieses Aggregates, Bemerkung der Autoren) eingeht oder nicht. Die erstere werden wir *Basisprodukt*, die letztere *Nicht-Basisprodukt* nennen.“ Ein *Zweig*, der *Basisprodukte* erzeugt heißt *Basiszweig*. Sraffa (1976, Par. 25) spaltet nun in einem *Produktionssystem* einen *Bruchteil* von Basiszweigen ab, die zusammengefasst ein vollständiges System im Kleinen ergeben, dass die

Eigenschaft besitze, dass die einzelnen Waren innerhalb jenes Produktionsaggregates in denselben Proportionen vertreten sind wie zwischen seinen Produkten. Diesen Bruchteil des Produktionssystems bezeichnet Sraffa (1976, Par. 26) als *Standardsystem*, das davon erzeugte Aggregat von Waren, bezeichnet er als *Standardware*.

Der Vektor  $\mathbf{Se}$  stellt die Produktionsmittel dar. Bei der *Standardware*, Fig. 1 rechts, ergibt sich aus den Proportioneigenschaften die Parallelität der Vektoren  $\mathbf{q}$ ,  $\mathbf{q} - \mathbf{d} = \mathbf{Se}$ ,  $\mathbf{d}$ ,

$$\mathbf{q} \parallel \mathbf{q} - \mathbf{d} = \mathbf{Se} \parallel \mathbf{d}. \quad (6)$$

Damit stellt sich die Frage nach der konkreten Konstruktion einer *Standardware*.

#### 1.4 Berechnung einer Standardware aus einer Nicht-Standardware

Zur besagten Konstruktion geht Sraffa aus von einem Produktionssystem, das eine *Nicht-Standardware* erzeugt, so dass die drei Vektoren  $\mathbf{q}$ ,  $\mathbf{Se}$ ,  $\mathbf{d}$  zueinander nicht parallel sind. Sraffa transformiert diese *Nicht-Standardware* dadurch in eine *Standardware*, dass er jede der  $n$  Zeilen  $i$  des Produktionsschemas mit einer Zahl  $g_i$   $i = 1, \dots, n$  multipliziert. Sraffa (1976, Par. 25) erklärt aber nicht, wie diese Multiplikatoren  $g_i$  berechnet werden, sondern gibt einfach ein Zahlenbeispiel an.

Wir haben diese Multiplikatoren zu einer Operation zusammengefasst und sie als eine *orthogonale Euler-Affinität* identifiziert. Ausgeübt auf die Objekte des zugrundeliegenden  $n$ -dimensionalen Vektorraumes ergeben sie Bildobjekte, die zu den ursprünglichen Objekten orthogonal-affin sind. Die Zahlen  $g_i$  sind je die Affinitätsfaktoren zur  $i$ -ten Achse.

Zur Illustration betrachte man das Beispiel (4) mit  $n = 2$  Produkten. Die Transformationsgleichung der *orthogonalen Euler-Affinität*, ausgeübt von der Diagonalmatrix  $\hat{\mathbf{g}}$  auf die Matrix  $\mathbf{S}'$  ( $\mathbf{S}$  transponiert) und den Vektoren  $\mathbf{d}$ ,  $\mathbf{q}$ ,  $\mathbf{L}$  von (5) lauten somit

$$\tilde{\mathbf{S}}' := \hat{\mathbf{g}}\mathbf{S}' = \begin{bmatrix} g_1 & 0 \\ 0 & g_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} s_{11} & s_{21} \\ s_{12} & s_{22} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} g_1 s_{11} & g_1 s_{21} \\ g_2 s_{12} & g_2 s_{22} \end{bmatrix}; \quad \tilde{\mathbf{d}} = \tilde{\mathbf{q}} - \tilde{\mathbf{S}}\mathbf{e} \quad (7.1)$$

$$\tilde{\mathbf{q}} := \hat{\mathbf{g}}\mathbf{q} = \begin{bmatrix} g_1 & 0 \\ 0 & g_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} q_1 \\ q_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} g_1 q_1 \\ g_2 q_2 \end{bmatrix}, \quad \tilde{\mathbf{L}} := \hat{\mathbf{g}}\mathbf{L} = \begin{bmatrix} g_1 & 0 \\ 0 & g_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} L_1 \\ L_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} g_1 L_1 \\ g_2 L_2 \end{bmatrix}. \quad (7.2)$$

Die Diagonalmatrix  $\hat{\mathbf{g}}$  ist so zu berechnen, dass die Vektoren  $\tilde{\mathbf{q}}$ ,  $\tilde{\mathbf{S}}\mathbf{e}$ ,  $\tilde{\mathbf{d}}$  zueinander parallel sind und es gilt

$$\tilde{\mathbf{q}} \parallel \tilde{\mathbf{q}} - \tilde{\mathbf{d}} = \tilde{\mathbf{S}}\mathbf{e} \parallel \tilde{\mathbf{d}}. \quad (8)$$

Wegen der Parallelität gibt es einen Proportionalitätsfaktor, der mit  $(1+R)$  bezeichnete werde, so dass gilt

$$\tilde{\mathbf{S}}\mathbf{e}(1+R) = \mathbf{S}\mathbf{g}(1+R) = \tilde{\mathbf{q}} = \hat{\mathbf{g}}\mathbf{q} = \hat{\mathbf{q}}\mathbf{g}. \quad (9)$$

Die Idee besteht nun darin, Gleichung (9) von links her mit der Diagonalmatrix  $\hat{\mathbf{q}}^{-1}$  an zu multiplizieren. Damit ergibt sich

$$\hat{\mathbf{q}}^{-1} (\mathbf{S}\mathbf{g})(1 + R) = (\hat{\mathbf{q}}^{-1} \mathbf{S})\mathbf{g}(1 + R) = (\hat{\mathbf{q}}^{-1})\hat{\mathbf{q}}\mathbf{g} = (\hat{\mathbf{q}}^{-1}\hat{\mathbf{q}})\mathbf{g} = \mathbf{g}. \quad (10)$$

Es entsteht dabei die Matrix  $\mathbf{D} = (\hat{\mathbf{q}}^{-1}\mathbf{S})$ , die als *Verteilungsmatrix* bezeichnet wird. Damit lesen wir aus der Gleichung (10) die Eigenwertgleichung

$$\mathbf{D}\mathbf{g}(1 + R) = \mathbf{g} \Rightarrow \mathbf{D}\mathbf{g} = \frac{1}{R+1}\mathbf{g} = \lambda\mathbf{g} \quad (11)$$

ab, und zwar mit dem zu bestimmenden Eigenwert  $\lambda = \frac{1}{1+R}$ . Die *Verteilungsmatrix*  $\mathbf{D} = (\hat{\mathbf{q}}^{-1}\mathbf{S})$  des Beispiels (4) ist somit

$$\mathbf{D} = \hat{\mathbf{q}}^{-1}\mathbf{S} = \begin{bmatrix} \frac{1}{575} & 0 \\ 0 & \frac{1}{20} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 280 & 120 \\ 12 & 8 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{56}{115} & \frac{24}{115} \\ \frac{3}{5} & \frac{2}{5} \end{bmatrix}. \quad (12)$$

Mit der Einheitsmatrix  $\mathbf{I}_2 = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$  berechnet man das charakteristische Polynom der Eigenwertgleichung (11).

$$P_2(\lambda) = \det(\mathbf{D} - \lambda\mathbf{I}_2) = \lambda^2 - \frac{102}{115}\lambda + \frac{8}{115}. \quad (13)$$

Da die Matrix  $\mathbf{D} = (\hat{\mathbf{q}}^{-1}\mathbf{S})$  (12) positiv und unzerlegbar ist, siehe Gantmacher (1986, p. 395), existiert nach dem Satz von Perron-Frobenius genau ein maximaler reeller Eigenwert. Dieser ist  $\lambda_1 = \frac{1}{1+R} = 0.8$ . Damit ergibt sich die von Sraffa als *maximale Profitrate* bezeichnet Grösse  $R = 0.25$ . Die zu  $\lambda_1 = 0.8$  gehörigen Eigenvektoren sind  $\mathbf{g} = \begin{bmatrix} 2 \\ 3 \\ k \end{bmatrix}$ . Mit  $k = 1$  ergibt sich der Eigenvektor  $\mathbf{g} = \begin{bmatrix} 2 \\ 3 \\ 1 \end{bmatrix}$  aus dem die Diagonalmatrix

$$\hat{\mathbf{g}} = \begin{bmatrix} g_1 & 0 \\ 0 & g_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{2}{3} & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (14)$$

gebildet wird. Dann berechnet man ausgehend von Sraffa's Beispiel (4) und den dazugehörigen Matrizen und Vektoren (5) die Matrix  $\tilde{\mathbf{S}}$  und die Vektoren  $\tilde{\mathbf{q}}, \tilde{\mathbf{d}}, \tilde{\mathbf{L}}$

$$\begin{aligned} \tilde{\mathbf{S}}' &= \hat{\mathbf{g}}\mathbf{S}' = \begin{bmatrix} \frac{2}{3} & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 280 & 12 \\ 120 & 8 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{560}{3} & 8 \\ 120 & 8 \end{bmatrix}; \quad \tilde{\mathbf{q}} = \hat{\mathbf{g}}\mathbf{q} = \begin{bmatrix} \frac{2}{3} & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 575 \\ 20 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{1150}{3} \\ 20 \end{bmatrix} \\ \tilde{\mathbf{d}} &= \tilde{\mathbf{q}} - \tilde{\mathbf{S}}\mathbf{e} = \begin{bmatrix} \frac{1150}{3} \\ 20 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} \frac{920}{3} \\ 16 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{230}{3} \\ 4 \end{bmatrix}; \quad \tilde{\mathbf{L}} = \hat{\mathbf{g}}\mathbf{L} = \begin{bmatrix} \frac{2}{3} & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \frac{22}{34} \\ \frac{12}{34} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{22}{51} \\ \frac{12}{34} \end{bmatrix}. \end{aligned} \quad (15)$$

Damit ergeben sich die Produktionsmittel der beiden Zweige als

$$\tilde{\mathbf{S}}\mathbf{e} = \begin{bmatrix} \frac{560}{3} & 120 \\ \frac{3}{8} & 8 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{920}{3} \\ 16 \end{bmatrix}. \quad (16)$$

Die drei folgenden Vektoren sind parallel und erfüllen die geforderte Bedingung (8)

$$\tilde{\mathbf{S}}\mathbf{e} = \begin{bmatrix} 920 \\ 3 \\ 16 \end{bmatrix} \quad || \quad \tilde{\mathbf{q}} = \begin{bmatrix} 1150 \\ 3 \\ 20 \end{bmatrix} \quad || \quad \tilde{\mathbf{d}} = \begin{bmatrix} 230 \\ 3 \\ 4 \end{bmatrix}. \quad (17)$$

Das neuentstandene Produktionssystem  $\tilde{\mathbf{S}}$ ,  $\tilde{\mathbf{q}}$ ,  $\tilde{\mathbf{d}}$ ,  $\tilde{\mathbf{L}}$  bildet also eine Standardware. Durch die Veränderung der je Zweig produzierten Output Mengen ist die Gesamtarbeitszeit nicht mehr normiert. Es ist tatsächlich  $\tilde{\mathbf{L}}'\mathbf{e} = \begin{bmatrix} 22 & 12 \\ 51 & 34 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix} = \frac{40}{51}$ . Die neue Normierung wird dadurch erreicht, dass das Produktionssystem  $\tilde{\mathbf{S}}$ ,  $\tilde{\mathbf{q}}$ ,  $\tilde{\mathbf{d}}$ ,  $\tilde{\mathbf{L}}$  einer *Dilatation* unterzogen wird, und zwar mit einem *Dilatationsfaktor*  $\gamma$ , um das weitere Produktionssystem  $\mathbf{S}_1$ ,  $\mathbf{q}_1$ ,  $\mathbf{d}_1$ ,  $\mathbf{L}_1$  zu erhalten.

$$\mathbf{L}_1 = \gamma\tilde{\mathbf{L}} = \gamma \begin{bmatrix} 22 \\ 51 \\ 12 \\ 34 \end{bmatrix}; \quad \mathbf{L}_1'\mathbf{e} = \gamma\tilde{\mathbf{L}}'\mathbf{e} = \gamma \begin{bmatrix} 22 & 12 \\ 51 & 34 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix} = \gamma \frac{40}{51} = 1. \quad (18)$$

Damit ergibt sich der *Dilatationsfaktor*  $\gamma = \frac{51}{40}$  und die Grössen  $\mathbf{S}_1$ ,  $\mathbf{q}_1$ ,  $\mathbf{d}_1$ ,  $\mathbf{L}_1$  aus dem dilatierten Produktionssystem  $\tilde{\mathbf{S}}$ ,  $\tilde{\mathbf{q}}$ ,  $\tilde{\mathbf{d}}$ ,  $\tilde{\mathbf{L}}$

$$\begin{aligned} \mathbf{S}_1 = \gamma\tilde{\mathbf{S}} &= \frac{51}{40} \begin{bmatrix} 560 & 120 \\ 3 & 8 \\ 8 & 8 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 238 & 153 \\ 51 & 51 \\ 5 & 5 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 238 & 153 \\ 10.2 & 10.2 \end{bmatrix} \mathbf{S}_1\mathbf{e} = \\ & \begin{bmatrix} 238 & 153 \\ 10.2 & 10.2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 391 \\ 20.4 \end{bmatrix} \\ \mathbf{q}_1 = \gamma\tilde{\mathbf{q}} &= \frac{51}{40} \begin{bmatrix} 1150 \\ 3 \\ 20 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1955 \\ 4 \\ 51 \\ 2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 488.75 \\ 25.5 \end{bmatrix} \end{aligned} \quad (19)$$

$$\mathbf{d}_1 = \mathbf{q}_1 - \mathbf{S}_1\mathbf{e} = \begin{bmatrix} 488.75 \\ 25.5 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} 391 \\ 20.4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 97.75 \\ 5.1 \end{bmatrix}; \quad \mathbf{L}_1 = \begin{bmatrix} 11 \\ 20 \\ 9 \\ 20 \end{bmatrix}.$$

Das Produktionssystem  $\mathbf{S}_1$ ,  $\mathbf{q}_1$ ,  $\mathbf{d}_1$ ,  $\mathbf{L}_1$  ist immer noch ein *Standardsystem*, da die Parallelität erhalten geblieben ist

$$\mathbf{S}_1\mathbf{e} = \begin{bmatrix} 391 \\ 20.4 \end{bmatrix} \quad || \quad \mathbf{d}_1 = \begin{bmatrix} 97.75 \\ 5.1 \end{bmatrix} \quad || \quad \mathbf{q}_1 = \begin{bmatrix} 488.75 \\ 25.5 \end{bmatrix}. \quad (20)$$

Mit den berechneten Matrizen (19) stellen wir das Produktionsschema zusammen und erhalten

$$238 \text{ qr. Weizen} + 10.2 \text{ t. Eisen} + \frac{11}{20} \text{ Arbeit} \rightarrow 488.75 \text{ qr. Weizen} \quad (21.1)$$

$$153 \text{ qr. Weizen} + 10.2 \text{ t. Eisen} + \frac{9}{20} \text{ Arbeit} \rightarrow 25.5 \text{ t. Eisen} \quad (21.2)$$

Damit sind wir bereit absolute und relative Preise zu berechnen.

## 1.5 Sraffa's Preismodell

Eines der Ziele von Sraffa's Arbeit besteht darin, zu jedem Zweig  $i$  den Preis  $p_i$  der produzierten Ware zu bestimmen. Dabei wird eine bestimmte Quantität einer der  $n$  Waren zum

Zahlungsmittel als *numéraire* erhoben. Dazu eignet sich etwa „*gr. Weizen*“. Die Preise werden in einen Vektor  $\mathbf{p} = [p_1, \dots, p_n]'$  zusammengefasst. Das Sraffa Preismodell eines Produktionssystems, das keine *Standardware* erzeugt, lautet wie folgt

$$\mathbf{S}'\mathbf{p}(1+r) + \mathbf{L}(w \cdot Y) = \hat{\mathbf{q}}\mathbf{p}. \quad (22)$$

Analog wie das Produktionsschema (4) wird Sraffa's Preismodell (22) für *Nicht-Standardwaren* nun in ein Preismodell für *Standardwaren* umgeformt. Dabei wird auf die Objekte des  $n$ -dimensionalen Vektorraumes wiederum die *orthogonale Euler-Affinität* mit der Diagonalmatrix  $\hat{\mathbf{g}}$  durchgeführt. Die Diagonalmatrix  $\hat{\mathbf{g}}$  wird von links an die Gleichung (22) an multipliziert,

$$\hat{\mathbf{g}}(\mathbf{S}'\mathbf{p})(1+r) + \hat{\mathbf{g}}(\mathbf{L}(w \cdot Y)) = \hat{\mathbf{g}}(\hat{\mathbf{q}}\mathbf{p}). \quad (23)$$

Um die Gesamtarbeitszeit zu normieren wird Gleichung (23) mit dem *Dilatationsfaktor*  $\gamma = \frac{51}{40}$  von links an multipliziert. Dies ergibt das gesuchte Preismodell

$$\gamma(\hat{\mathbf{g}}\mathbf{S}')\mathbf{p}(1+r) + \gamma(\hat{\mathbf{g}}\mathbf{L})(w \cdot Y) = \gamma(\hat{\mathbf{g}}\hat{\mathbf{q}})\mathbf{p}. \quad (24)$$

Damit ergeben sich die bekannten Matrizen und Vektoren (19):

$$\begin{aligned} \mathbf{S}'_1 &= \gamma\hat{\mathbf{g}}\mathbf{S}' = \frac{51}{40} \begin{bmatrix} \frac{2}{3} & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 280 & 12 \\ 120 & 8 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 238 & 10.2 \\ 153 & 10.2 \end{bmatrix}, \\ \hat{\mathbf{q}}_1 &= \gamma\hat{\mathbf{g}}\hat{\mathbf{q}} = \frac{51}{40} \begin{bmatrix} \frac{2}{3} & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 575 & 0 \\ 0 & 20 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{1955}{4} & 0 \\ 0 & \frac{51}{2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 488.75 & 0 \\ 0 & 25.5 \end{bmatrix}, \\ \mathbf{L}_1 &= \gamma\hat{\mathbf{g}}\mathbf{L} = \frac{51}{40} \begin{bmatrix} \frac{2}{3} & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \frac{22}{34} \\ \frac{12}{12} \\ \frac{11}{34} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{11}{20} \\ \frac{20}{9} \\ \frac{11}{20} \end{bmatrix}, \quad \mathbf{e}'\mathbf{L}_1 = [1, 1] \begin{bmatrix} \frac{11}{20} \\ \frac{20}{9} \\ \frac{11}{20} \end{bmatrix} = 1. \end{aligned} \quad (25)$$

Sraffa's Preismodell für *Standardwaren* (24) wird nun wie folgt kompakt geschrieben:

$$\mathbf{S}'_1\mathbf{p}(1+r) + \mathbf{L}_1(w \cdot Y) = \hat{\mathbf{q}}_1\mathbf{p}. \quad (26)$$

Nun geht es darum, das Preismodell zu lösen. Dazu müssen die Parameter bestimmt werden. Die maximale Profitrate  $R$  ergibt sich aus der Frobeniuszahl  $\lambda_1 = 0.8$  der positiven unzerlegbaren Verteilungsmatrix  $\mathbf{D} = (\hat{\mathbf{q}}^{-1}\mathbf{S})$  (12). Es ist  $R = \frac{1}{\lambda_1} - 1 = \frac{1}{0.8} - 1 = 0.25$ .

Sraffa (1976, Par. 30) bemerkt auch richtigerweise, dass für Standardwaren als Folge der verlangten Parallelität (8) die lineare Beziehung  $w = w(r) = 1 - \frac{r}{R}$  gilt,

$$\begin{aligned} 238 p_1 + 10.2 p_2(1+r) + \frac{11}{20}(w \cdot Y) &= 488.75 p_2 \\ 153 p_1 + 10.2 p_2(1+r) + \frac{9}{20}(w \cdot Y) &= 25.5 p_2 \\ p_i &= p_o \text{ oder } Y = Y_0 \\ r &= r_0 = 0.15 \end{aligned} \quad (27)$$

$$w = 1 - \frac{r}{R},$$

die damit zum Bestandteil des Preismodells für Standardwaren wird. Die effektive Profitrate  $r$  ist durch die Ungleichung  $0 \leq r \leq R$  begrenzt. Somit gilt:  $w(r = R) = 0$  und  $w(r = 0) = 1$ . Damit stellen wir fest, dass im Gleichungssystem (27) insgesamt  $n = 2$  Unbekannte  $p_1, p_2$  und drei Parameter  $Y$  oder  $p_0, r, w$  vorhanden sind, die vorher zu wählen sind. Sraffa (1976, Par 12) berechnet das Nationaleinkommen der Standardware  $Y = \mathbf{d}_1' \mathbf{p}$ , den Gesamtlohn  $W = w \cdot Y$ , den Gesamtprofit  $P = r \cdot \mathbf{e}' \mathbf{S}_1' \mathbf{p}$ , das Gesamtkapital  $K = \mathbf{e}' \mathbf{S}_1' \mathbf{p}$  und den totalen Output  $X = \mathbf{e}' \hat{\mathbf{q}}_1 \mathbf{p}$ .

Es wird nun das vervollständigte Preismodell (27) gelöst. Dabei geben wir hier exemplarisch drei Bestimmungen der Parameter  $Y$  oder  $p_0, r, w$  an:

- a) Das Nationaleinkommen ist normiert:  $Y = Y_0 = 1 \text{ GDP}$ , die Profitrate ist  $r = r_0 = 0.15$ , womit die Lohnrate  $w = 1 - \frac{0.15}{0.25} = 0.4$  berechnet wird. Damit berechnet man **absolute Preise**:  $p_1 = \frac{56}{9775} \frac{\text{GDP}}{\text{qr. Weizen}}$ ,  $p_2 = \frac{22}{255} \frac{\text{GDP}}{\text{t. Eisen}}$ , den Gesamtlohn  $W = w \cdot Y = 0.4 \cdot 1 = 0.4 \text{ GDP}$ , den Gesamtprofit

$$P = r \cdot \mathbf{e}' \mathbf{S}_1' \mathbf{p} = 0.15 \cdot [1, 1] \begin{bmatrix} 238 & 10.2 \\ 153 & 10.2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \frac{56}{9775} \\ \frac{22}{255} \end{bmatrix} = 0.6 \text{ GDP},$$

das Gesamtkapital

$$K = \mathbf{e}' \mathbf{S}_1' \mathbf{p} = [1, 1] \begin{bmatrix} 238 & 10.2 \\ 153 & 10.2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \frac{56}{9775} \\ \frac{22}{255} \end{bmatrix} = 4 \text{ GDP} \text{ und}$$

den Gesamtoutput

$$X = \mathbf{e}' \hat{\mathbf{q}}_1 \mathbf{p} = [1, 1] \begin{bmatrix} 488.75 & 0 \\ 0 & 25.5 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \frac{56}{9775} \\ \frac{22}{255} \end{bmatrix} = 5 \text{ GDP} = K + Y.$$

Man verifiziert noch das Nationaleinkommen mit dem Überschuss und den Preisen

$$Y = \mathbf{d}_1 \mathbf{p} = [97.75, 5.1] \begin{bmatrix} \frac{56}{9775} \\ \frac{22}{255} \end{bmatrix} = 0.56 + 0.44 = 1 \text{ GDP}.$$

- b) Als *numéraire-Gut* wird 1 *qr. Weizen* gewählt. Somit ist der Weizenpreis hier gleich  $p_0 = p_1 = 1 \frac{\text{qr. Weizen}}{\text{qr. Weizen}} = 1$ , einheitenlos. Die Profitrate ist  $r = r_0 = 0.15$ , womit die Lohnrate  $w = 1 - \frac{0.15}{0.25} = 0.4$  berechnet wird.

Damit berechnet man den **relativen Preis**  $p_2 = \frac{1265}{84} \frac{\text{qr. Weizen}}{\text{t. Eisen}} = 15.06 \frac{\text{qr. Weizen}}{\text{t. Eisen}}$

und das Nationaleinkommen mit dem Überschuss und den Preisen

$$Y = \mathbf{d}_1 \mathbf{p} = [97.75 \quad 5.1] \begin{bmatrix} 1 \\ \frac{1265}{84} \end{bmatrix} = 174.553 \text{ qr. Weizen.}$$

Man berechnet dann den *Gesamtlohn*

$$W = w \cdot Y = 0.4 \cdot 174.553 \text{ qr. Weizen} = 69.821 \text{ qr. Weizen,}$$

den Gesamtprofit

$$P = r \cdot \mathbf{e}' \mathbf{S}_1' \mathbf{p} = 0.15 \cdot [1, 1] \begin{bmatrix} 238 & 10.2 \\ 153 & 10.2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ \frac{1265}{84} \end{bmatrix} = 104.732 \text{ qr. Weizen,}$$

das Gesamtkapital

$$K = \mathbf{e}' \mathbf{S}_1' \mathbf{p} = [1, 1] \begin{bmatrix} 238 & 10.2 \\ 153 & 10.2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ \frac{1265}{84} \end{bmatrix} = 698.214 \text{ qr. Weizen und}$$

den Gesamtoutput

$$X = \mathbf{e}' \hat{\mathbf{q}}_1 \mathbf{p} = [1, 1] \begin{bmatrix} 488.75 & 0 \\ 0 & 25.5 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ \frac{1265}{84} \end{bmatrix} = 872.766 \text{ qr. Weizen} = K + Y.$$

- c) Als weitere Illustration der Ausschöpfung der Berechnungsmöglichkeiten ersetzt man das *numéraire-Gut* durch ein anderes willkürlich gewähltes natürliches *Zahlungsmittel*. Man setzt etwa: 1 qr. Weizen = 168 Äpfel. (Damit werden die Ergebnisse auch ganzzahlig ausgedrückt. Hier könnte auch eine beliebige Geldwährung eingesetzt werden, aber um bei Sraffa zu bleiben, wählen wir eine Ware.) Somit ist der Weizenpreis hier gleich:  $p_1 = 168 \frac{\text{Äpfel}}{\text{qr. Weizen}}$ . Die Profitrate ist  $r = r_0 = 0.15$ , womit die Lohnrate  $w = 1 - \frac{0.15}{0.25} = 0.4$  berechnet wird.

Damit berechnen man den zweiten *relativen Preis*  $p_2 = 2'530 \frac{\text{Äpfel}}{\text{t. Eisen}}$ .

Man berechnet das Nationaleinkommen mit dem Überschuss und den Preisen

$$Y = \mathbf{d}_1 \mathbf{p} = [97.75 \quad 5.1] \begin{bmatrix} 168 \\ 2'530 \end{bmatrix} = 29'325 \text{ Äpfel.}$$

Man berechnet den *Gesamtlohn*

$$W = w \cdot Y = 0.4 \cdot 29'325 \text{ Äpfel} = 11'730 \text{ Äpfel,}$$

den Gesamtprofit

$$P = r \cdot \mathbf{e}' \mathbf{S}_1' \mathbf{p} = 0.15 \cdot [1, 1] \begin{bmatrix} 238 & 10.2 \\ 153 & 10.2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 168 \\ 2'530 \end{bmatrix} = 17'595 \text{ Äpfel,}$$

das Gesamtkapital

$$K = \mathbf{e}' \mathbf{S}_1' \mathbf{p} = [1, 1] \begin{bmatrix} 238 & 10.2 \\ 153 & 10.2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 168 \\ 2'530 \end{bmatrix} = 117'300 \text{ Äpfel und}$$

den Gesamtoutput

$$X = \mathbf{e}' \hat{\mathbf{q}}_1 \mathbf{p} = [1, 1] \begin{bmatrix} 488.75 & 0 \\ 0 & 25.5 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 168 \\ 2'530 \end{bmatrix} = 146'625 \text{ Äpfel} = K + Y.$$



## 1.6 Fazit / Ausblick

Sraffa's Multiplikatoren zur Berechnung einer *Standardware* aus einer *Nicht-Standard-ware* bilden eine *orthogonale Euler-Affinität*. Die nachträgliche Normierung der Gesamtarbeitszeit der entstandenen Standardware wird durch eine *Dilatation* verwirklicht. In diesem Aufsatz wird gezeigt, wie die Bestimmung von Sraffa's Multiplikatoren als Eigenwertproblem der Verteilungsmatrix  $\mathbf{D} = (\hat{\mathbf{q}}^{-1}\mathbf{S})$  zu behandeln ist. Aus der entstandenen Eigenwertgleichung werden die Multiplikatoren berechnet. Dies wird anhand eines Produktionssystems von  $n = 2$  Zweigen illustriert. Das Verfahren ist aber verallgemeinerbar.

Sraffa's vollständiges Preismodell für *Standardwaren* impliziert zusätzlich die lineare Beziehung  $w = w(r) = 1 - \frac{r}{R}$  zwischen der Lohnrate  $w$  und der effektiven Profitrate  $r$ , die im Intervall  $0 \leq r \leq R$  liegen muss. Die maximale Profitrate  $R$  berechnet sich dabei aus der Frobeniuszahl der hier einfachheitshalber als positiv und zerlegbar vorausgesetzten Verteilungsmatrix  $\mathbf{D} = (\hat{\mathbf{q}}^{-1}\mathbf{S})$ , die aus dem vorliegenden Produktionsschema berechnet wird. Letztere Voraussetzung kann abgeschwächt werden. Um die unbekanntenen Preise zu berechnen müssen zuerst die Parameter des Preismodells identifiziert und festgelegt werden. Dabei unterscheidet man zwei Hauptfälle:

- A) Normiert man das Nationaleinkommen  $Y_0 = 1 \text{ GDP}$  und wählt man die effektive Profitrate  $r$ ,  $0 \leq r \leq R$ , so lassen sich die Lohnrate  $w$  und die  $n$  **absoluten Preise**  $p_1, \dots, p_n$  berechnen, die in  $\frac{\text{GDP}}{\text{Wareneinheit}}$  ausgedrückt werden.
- B) Wählt man eine Einheit des numéraire-Gutes  $i$  (etwa „qr. Weizen“), so wird der zugeordnete **relative Preis**  $p_i = 1$  einheitenlos. Man wählt wieder eine Profitrate  $r$ ,  $0 \leq r \leq R$ , womit die Lohnrate  $w$  berechnet wird. Dann berechnet man die  $n - 1$  **übrigen relativen Preise**  $p_k, k = 1, \dots, n, k \neq i$ , die in der gewählten Einheit des numéraire-Gutes ausgedrückt sind, beispielsweise  $\frac{\text{t. Eisen}}{\text{qr. Weizen}}$ .

Die Verteilungsmatrix  $\mathbf{D} = (\hat{\mathbf{q}}^{-1}\mathbf{S})$  liefert den Schlüssel des Algorithmus zur Berechnung einer Sraffa *Standardware* aus einer *Nicht-Standardware*. Die Sraffa Multiplikatoren sind die Komponenten des Eigenvektors der Verteilungsmatrix bei normierter Gesamtarbeitszeit des nach dem Satz von Perron-Frobenius einzigen existierenden reellen maximalen Eigenwertes. Danach wird bei vorheriger Festlegung der Systemparameter (Nationaleinkommen oder *numéraire*, Profit- und Lohnrate) das zugeordnete vervollständigte Sraffa Preismodell für Standardwaren gelöst.

## Zitierte Literatur

Sraffa, P. (1960): *Production of Commodities by Means of Commodities*, Cambridge University Press.

- 
- Sraffa, P. (1976): *Warenproduktion mittels Waren*, Edition Suhrkamp 780, Erste Auflage, Übersetzung von Sraffa (1960) mit einem Nachwort von Bertram Schefold.
- Gantmacher, Felix, R. (1986): *Matrizentheorie*, Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, New-York, Tokyo.
- Frobenius, G. (1912): *Über Matrizen aus nicht negativen Elementen*, Berliner Bericht, Seiten 456-477.

## 2 Die ökonomische Bedeutung des Verkehrssystems in Deutschland – Analyse und Prognose mit Hilfe der Input Output-Analyse

Hermann Keimel

### 2.1 Einleitung

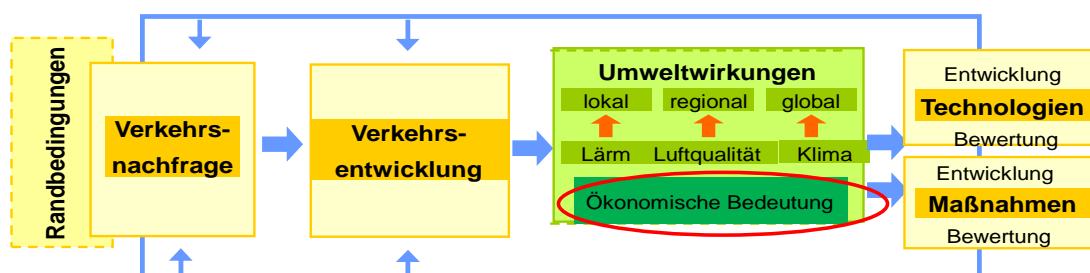
Die Arbeiten zur ökonomischen Bedeutung des Verkehrssystems in Deutschland sind im Rahmen des DLR-Forschungsprojekts „Verkehrsentwicklung und Umwelt“ entstanden. Das Projekt hat im Jahre 2013 einen vorläufigen Abschluss gefunden und wird gegenwärtig bis 2017 fortgesetzt.

Folgende Ziele hat sich das DLR in diesem Projekt gesetzt:

- Analyse und Bewertung der Auswirkungen von verkehrspolitischen Maßnahmen und technologischen Entwicklungen auf den Verkehrsbereich und den daraus folgenden Wirkungen auf Umwelt und Gesellschaft,
- Identifizierung der wesentlichen Trends im Verkehr unter Berücksichtigung der verkehrsrelevanten Rahmenbedingungen und Einflussfaktoren,
- Entwicklung eines modularen und integrierten Modellsystems zur Beschreibung von Verkehrsentwicklungen und zur Bewertung ihrer Wirkungen auf Klima, Luftqualität, Lärmbelastung und die ökonomische Bedeutung des Verkehrs,
- Identifizierung von fehlenden aber notwendigen Arbeitsschritten in der Untersuchung und Klärung, wie diese Lücken geschlossen werden können, und ob dieses DLR-intern oder nur mit Hilfe DLR-externen Sachverständs geschehen kann.

Abbildung 2.1 veranschaulicht diese Vorgehensweise grafisch.

**Abbildung 2.1: Schematische Darstellung des Projekts Verkehrsentwicklung und Umwelt**



Quelle: Eigene Darstellung

---

Die ökonomische Bedeutung des Verkehrssystems umfasst in der Analyse die Jahre 1995 bis 2007. Sie wird repräsentiert durch die Indikatoren Zahl der Erwerbstätigen, Bruttowertschöpfung, Arbeitnehmerentgelte im Inland und Bruttobetriebsüberschüsse. Neben den direkten Effekten werden die indirekten Effekte mit einem offenen statischen Leontief-Modell geschätzt. Als Datenbasen dienen die Input-Output-Tabellen des Statistischen Bundesamtes (Statistisches Bundesamt (1): Verschiedene Jahrgänge).

## 2.2 Abbildung des Verkehrssystems in den Input-Output-Tabellen

In den Input-Output-Tabellen der Jahre 1995 bis 2007 ist das Verkehrssystem durch folgende Produktionsbereiche in der Abgrenzung der Klassifikation der Wirtschaftszweige 2003 (Statistisches Bundesamt: 2003) abgebildet:

- Herstellung von Kraftwagen und Kraftwagenteilen (34),
- Herstellung von sonstigen Fahrzeugen (Wasser-, Schienen-, Luftfahrzeuge u.a.) (35),
- Handelsleistungen mit Kfz; Reparaturen an Kfz; Tankleistungen (50),
- Eisenbahndienstleistungen (60.1),
- Sonstige Landverkehrsleistungen, Transportleistungen in Rohrfernleistungen (60.2-60.3),
- Schifffahrtsleistungen (61)
- Luftfahrtleistungen (62),
- Dienstleistungen bezüglich Hilfs- und Nebentätigkeiten für den Verkehr (63).

Die Differenzierung des Verkehrssystems in den Input-Output-Tabellen ist für eine Untersuchung, die die ökonomische Bedeutung des Verkehrssystems in detaillierter Form untersuchen will, nicht fein genug. Dies sei am Beispiel des Produktionsbereichs „Sonstige Landverkehrsleistungen, Transportleistungen in Rohrfernleistungen“ erläutert. Dieser Produktionsbereich setzt sich nach der Klassifikation der Wirtschaftszweige 2003 aus folgenden Unterklassen zusammen:

### 60.2 Sonstiger Landverkehr

- 60.21 Personenbeförderung im Linienverkehr zu Land
  - o 60.21.1 Personenbeförderung im Omnibus-, Orts- und Nachbarortlinienverkehr
  - o 60.21.2 Personenbeförderung im Omnibus-Überlandlinienverkehr

- 60.21.3 Personenbeförderung mit Stadtschnellbahnen und Straßenbahnen
- 60.21.4 Berg- und Seilbahnen
- 60.22 Betrieb von Taxis und Mietwagen mit Fahrer
- 60.23 Sonstige Personenbeförderung im Landverkehr
  - 60.23.1 Personenbeförderung im Omnibus-Gelegenheitsverkehr
  - 60.23.2 Personenbeförderung im Landverkehr, anderweitig nicht genannt
- 60.24 Güterbeförderung im Straßenverkehr

### 60.3 Transport in Rohrfernleitungen

Diese Klassen und Unterklassen entwickelten sich zwischen den Jahren 1995 und 2007 mit unterschiedlichen Dynamiken und jeweils unterschiedliche Bestimmungsgründe lagen ihrem Wachstum zu Grunde. Es besteht also die Notwendigkeit die Input-Output-Tabellen zu differenzieren, so dass jedem Verkehrsmodus ein adäquater Produktionsbereich zugeordnet werden kann.

Mit den verkehrsbezogenen Produktionsbereichen ist zudem das nicht das ganze Verkehrssystem abgebildet. Auch in anderen Produktionsbereichen verbergen sich Aktivitäten, die dem Verkehrssystem zuzuordnen sind. Dies betrifft zum einen die Verkehrsinfrastruktur, die im Produktionsbereich 45.1-45.2 „Vorbereitende Baustellenarbeiten, Hoch- und Tiefbauarten“ enthalten sind, zum anderen die Post- und Kurierdienste als Teil des Produktionsbereichs 64 „Nachrichtenübermittlungsdienstleistungen“. Auch diese Bereiche müssen differenziert und in die Input-Output-Tabellen eingefügt werden, um die ökonomische Bedeutung des Baus und Unterhalts der Verkehrsinfrastruktur und des Post- und Kurierwesens abbilden zu können.

Ein weiterer Aspekt muss beachtet werden: Die ökonomischen Effekte der privaten Mobilität sind bei einer Betrachtung des Verkehrssystems durch die Aufkommenseite der Input-Output-Tabellen nicht voll erfasst. Dies betrifft ausschließlich die indirekten Effekte. Definitionsgemäß produzieren private Haushalte nicht. Sie sind somit nur auf der Verwendungsseite der Input-Output-Tabellen abgebildet. Deshalb sind Vorleistungen für Verkehrsaktivitäten privater Haushalte nicht in den Input-Output-Tabellen enthalten. Die Folge ist, dass ökonomische Wirkungen von Bereichen, die nicht dem Verkehrssystem zugeordnet werden können, aber durch Verkehrsaktivitäten der privaten Haushalte induziert werden, unmittelbar nicht darstellbar sind. Dies betrifft Teile der Ausgaben der privaten Haushalte für „Waren und Dienstleistungen für den Betrieb von Privatfahrzeugen“, z.B. deren Ausgaben für Kraftstoffe. Hingegen sind die ökonomischen Effekte der Ausgaben der privaten Haushalte für den „Kauf von Fahrzeugen“ und Verkehrsdienstleistungen“ vollständig als Teilgrößen der entsprechenden Produktionsbereiche erfasst. Diese Bereiche werden mit

---

Hilfe eines Satellitenkontos unter Verwendung der Konsumverflechtungstabellen der Input-Output-Tabellen zusätzlich geschätzt.

Eine Liste aller in der Untersuchung betrachteten verkehrsrelevanten Bereiche befindet sich im Anhang.

### **2.3 Differenzierung der Input-Output-Tabellen**

Ein besonderes Kennzeichen der Input-Output-Rechnung ist, dass die zwischen den Wirtschaftsbereichen fließenden Waren- und Dienstleistungsströme methodisch abgestimmt sind. Eine Input-Output-Tabelle ist ein geschlossenes Rechenschema, in dem bestimmte Bilanzgleichungen erfüllt sein müssen. So muss für jeden der betrachteten Produktionssektoren das gesamte Aufkommen genau der gesamten Verwendung des Sektors entsprechen.

Durch die Einbindung eines (neuen) Produktionsbereichs in den Definitionsrahmen einer Input-Output-Tabelle ist somit auch für den neuen Produktionsbereich die Konsistenz der Abbildung zu gewährleisten. Der Prozess der Einbindung eines neuen Produktionsbereichs erfordert somit eine Reihe von Abstimmungs- bzw. Berechnungsschritten, um den Bedingungen und Konzepten der Input-Output-Analyse gerecht zu werden.

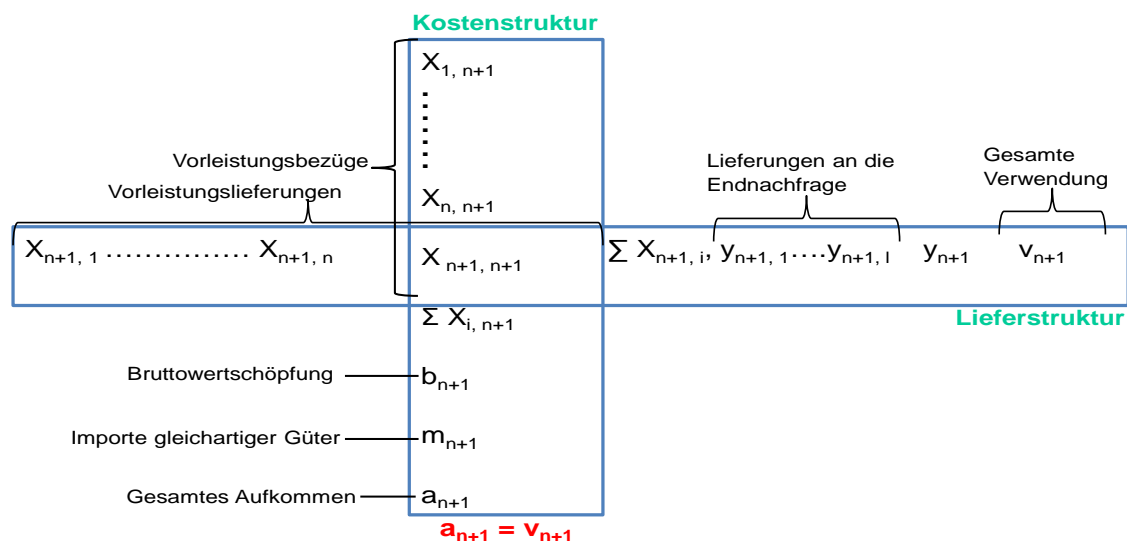
Im Rahmen einer Input-Output-Tabelle wird die Struktur einer neuen Branche auf der Kostenseite dadurch bestimmt, in welchem Umfang Vorleistungen von den übrigen Sektoren der deutschen Volkswirtschaft und aus dem Ausland in Anspruch genommen werden und in welchem Umfang in der Branche eigene Wertschöpfung generiert wird.

Formal werden diese Informationen durch eine neue, zusätzliche Spalte in der Input-Output-Tabelle repräsentiert, welche die Input- bzw. Kostenstruktur des neuen Sektors widerspiegelt.

Die Lieferungen des neuen Sektors werden in einer neuen, zusätzlichen Zeile abgebildet, die seine Output- bzw. Absatzstruktur beschreibt. In der Zeile wird verbucht, in welchem Umfang der neue Sektor Güter an die anderen Branchen der Volkswirtschaft bzw. an die Endnachfrage liefert. In der Endnachfrage werden die Güter verbucht, die entweder dem Privaten Verbrauch dienen oder als Investitionsgüter letzte Verwendung finden. Auch die Lieferungen ins Ausland (Exporte) werden gesondert in der Endnachfrage ausgewiesen. (Lehr, U., Lutz, C., Edler, D., O'Sullivan, M., Niehaus, K., Nitsch, J., Breitschopf, B., Bickel, P., Ottmüller, M.: 2011, S. 27-28).

Abbildung 2.2 verdeutlicht dies schematisch.

**Abbildung 2.2: Schematische Darstellung eines neuen Produktionsbereichs im Kontext einer Input-Output-Tabelle**



Quelle: Lehr, U., Lutz, C., Edler, D., O'Sullivan, M., Niehaus, K., Nitsch, J., Breitschopf, B., Bickel, P., Ottmüller, M.: 2011, S. 28

Zur Differenzierung der Input-Output-Tabellen werden verschiedene Jahrgänge weiterer Statistiken des Statistischen Bundesamtes benutzt. Im Einzelnen sind dies „Kostenstruktur der Unternehmen des Verarbeitenden Gewerbes sowie des Bergbaus und der Gewinnung von Steinen und Erden“ (Statistisches Bundesamt (2): Verschiedenen Jahrgänge), „Kostenstruktur der Unternehmen im Baugewerbe“ (Statistisches Bundesamt (3): Verschiedene Jahrgänge) und „Strukturerhebungen im Dienstleistungsbereich Verkehr und Nachrichtenübermittlung“ (Statistisches Bundesamt (4): Verschiedene Jahrgänge).

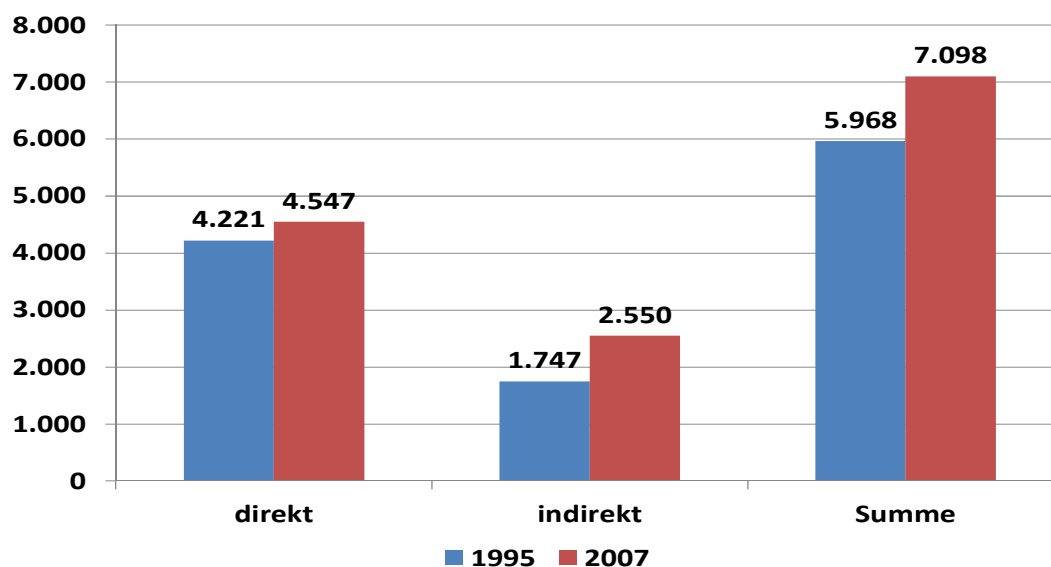
Diese Veröffentlichungen liefern Eckdaten wie Bruttowertschöpfung, Umsätze, Vorleistungen, Bruttowertschöpfung und Zahl der Erwerbstätigen. Diese Daten werden auf die entsprechenden Werte der Input-Output-Tabellen normiert. Die Vorleistungsbezüge werden in den differenzierten Produktionsbereichen in ihrer Struktur konstant zu denjenigen, die in den Input-Output-Tabellen abgebildet sind, berechnet. Analog wird die Verwendungsseite der differenzierten Input-Output-Tabellen konstruiert.

## 2.4 Die ökonomische Bedeutung des Verkehrssystems – Ergebnisse 1995 und 2007

Die, wie im vorherigen Abschnitt beschrieben, hergeleiteten differenzierten Input-Output-Tabellen dienen als Basis für die Schätzung der indirekten Wirkungen des deutschen Verkehrssystems mit Hilfe eines statischen offenen Leontief-Modells.

Abbildung 2.3 zeigt die Ergebnisse in einem Vergleich der Jahre 1995 und 2007 am Beispiel der Zahl der Erwerbstätigen. Die Zahl der Erwerbstätigen im deutschen Verkehrssystem nahm zwischen 1995 und 2007 um knapp 19% zu, während die Zahl der Erwerbstätigen in Deutschland insgesamt in diesem Zeitraum nur um 5,6% wuchs (Statistisches Bundesamt (1): Verschiedenen Jahrgänge). Waren 1995 15,8% der Erwerbstätigen direkt oder indirekt vom Verkehrssystem abhängig, erhöhte sich dieser Anteil bis zum Jahre 2007 auf 17,9%.

**Abbildung 2.3: Zahl der Erwerbstätigen (1.000) im deutschen Verkehrssystem 1995 und 2007**

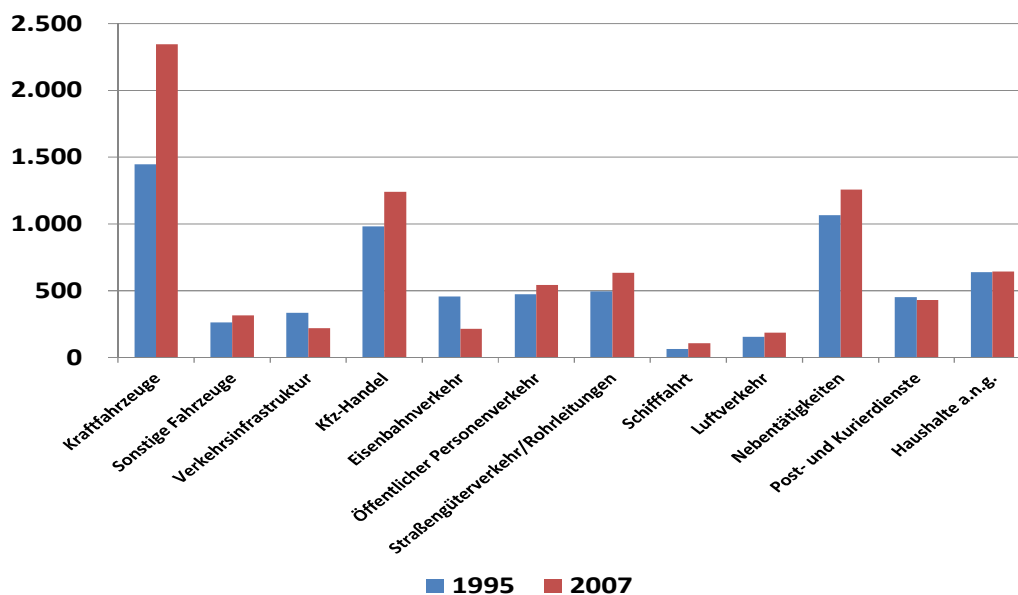


Quelle: Statistisches Bundesamt (1): Verschiedene Jahrgänge, eigene Berechnungen

Abbildung 2.4 und Tabelle 2.1 zeigen, dass die Entwicklung in den einzelnen Verkehrsbe-  
reichen nicht synchron verlief. Auffallend ist der Einbruch der Zahl der Erwerbstätigen im  
Eisenbahnverkehr. Zurückzuführen ist dies vermutlich auf die Privatisierung der Deutschen  
Bundesbahn im Jahre 1994. Dies hatte zur Folge, dass die Zahl der direkt Erwerbstätigen  
bei den Eisenbahndienstleistungen von 305.000 1995 bis zum Jahre 2001 auf 118.000 zu-  
rückging und anschließend bis 2007 (111.000) nahezu stagnierte.



**Abbildung 2.4: Zahl der Erwerbstätigen (1.000) im deutschen Verkehrssystem 1995 und 2007 – detaillierte Betrachtung**



Quelle: Statistisches Bundesamt (1): Verschiedene Jahrgänge, eigene Berechnungen

**Tabelle 2.1: Zahl der Erwerbstätigen (1.000) im deutschen Verkehrssystem 1995 und 2007 – detaillierte Betrachtung**

	1995	2007
<b>Kraftfahrzeuge</b>	1.447,96	2.345,18
<b>Sonstige Fahrzeuge</b>	260,67	316,90
<b>Verkehrsinfrastruktur</b>	335,36	218,92
<b>Kfz-Handel</b>	982,84	1.239,21
<b>Eisenbahnverkehr</b>	456,80	215,23
<b>Öffentlicher Personenverkehr</b>	475,25	543,18
<b>Straßengüterverkehr/Rohrleitungen</b>	495,68	635,62
<b>Schifffahrt</b>	64,64	105,66
<b>Luftverkehr</b>	156,08	183,82
<b>Nebentätigkeiten</b>	1.067,79	1.256,93
<b>Post- und Kurierdienste</b>	453,03	428,87
<b>Haushalte a.n.g.</b>	639,84	644,64

Quelle: Statistisches Bundesamt (1): Verschiedene Jahrgänge, eigene Berechnungen

Zu beachten ist, dass die Zahl der durch Verkehrsaktivitäten in Nichtverkehrsbereichen tätigen Erwerbstätigen im Verkehrssystem insgesamt nicht der Summe der indirekt Erwerbstätigen in den einzelnen Verkehrsbereichen entspricht. Um Doppelzählungen zu vermeiden, werden die ökonomischen Verflechtungen zwischen den einzelnen Verkehrsbereichen geschätzt und bei der Aufsummierung entsprechend berücksichtigt.

---

## 2.5 Abschätzung der künftigen Entwicklung der ökonomischen Bedeutung des Verkehrssystems

Im Rahmen des DLR-Forschungsprojekts „Verkehrsentwicklung und Umwelt“ sollten wesentliche Trends im Verkehr und seine Wirkungen auf Klima, Luftqualität, Lärmbelastungen und Ökonomie bis zum Jahre 2030 abgeschätzt werden.

### 2.5.1 Vorgehensweise

Als gemeinsame Basis für das gesamte Projekt wurde die „Regionalisierte Wirtschafts- und Außenhandelsprognose für die Verkehrsprognose 2025“ des Instituts für Wirtschaftsforschung Halle (Ludwig, U., Dreger, C., Zeddies, G.: 2006) gewählt.

Aus diesen Rahmendaten, die bis zum Jahre 2025 vorliegen und bis 2030 intern fortgeschrieben wurden, werden Input-Output-Tabellen für das Jahr 2030 konstruiert.

Da die Wirtschaftsprognosen des Instituts für Wirtschaftsforschung Halle für eine Abschätzung der künftigen Bedeutung des deutschen Verkehrssystems nicht detailliert genug sind, wurden Regressionen der Bruttowertschöpfung der einzelnen, in der Analyse definierten Verkehrsbereiche aus der Vergangenheit bis zum Jahre 2030 fortgeschrieben und auf die Rahmendaten des Instituts für Wirtschaftsforschung Halle normiert.

Die Zahl der Erwerbstätigen in allen Produktionsbereichen wurde auf Basis einer Fortschreibung der jeweiligen Arbeitsintensitäten prognostiziert und auf die Werte des Instituts für Wirtschaftsforschung Halle normiert.

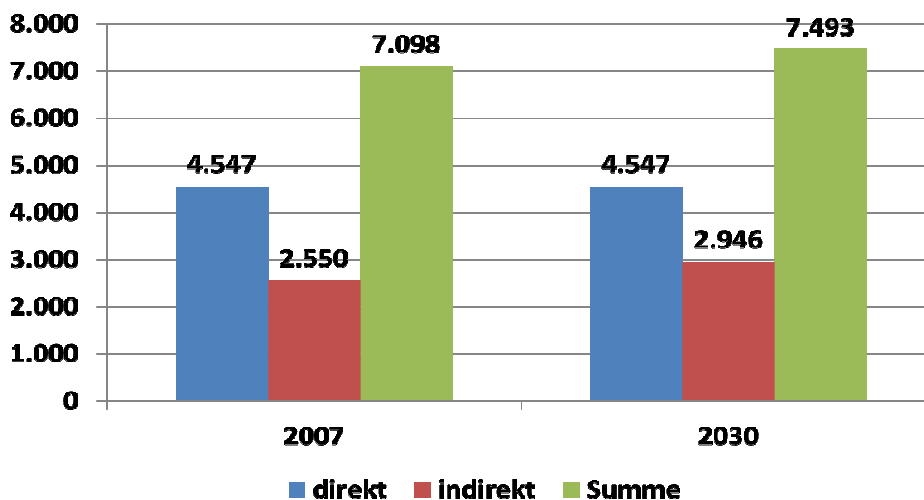
Die Vorleistungsstrukturen wurden als konstant angenommen.

Nach einigen Iterationsschritten können mit dieser Vorgehensweise konsistente Input-Output-Tabellen für das Jahr 2030 konstruiert und mit einem offenen statischen Leontief-Modell die indirekten Effekte geschätzt werden.

### 2.5.2 Ergebnisse

Abbildung 2.5 zeigt die Entwicklung der Zahl der Erwerbstätigen im deutschen Verkehrssystem zwischen 2007 und 2030. Die Zahl der Erwerbstätigen im deutschen Verkehrssystem nimmt nach diesen Berechnungen bis 2030 leicht zu. Da die Zahl der Erwerbstätigen in Deutschland insgesamt nach den Prognosen von 39,7 Mio. 2007 auf 37,2 Mio. 2030 fällt, steigt der Anteil der verkehrsunabhängigen Erwerbstätigen von 17,9% im Jahre 2007 auf 20,1% im Jahre 2030.

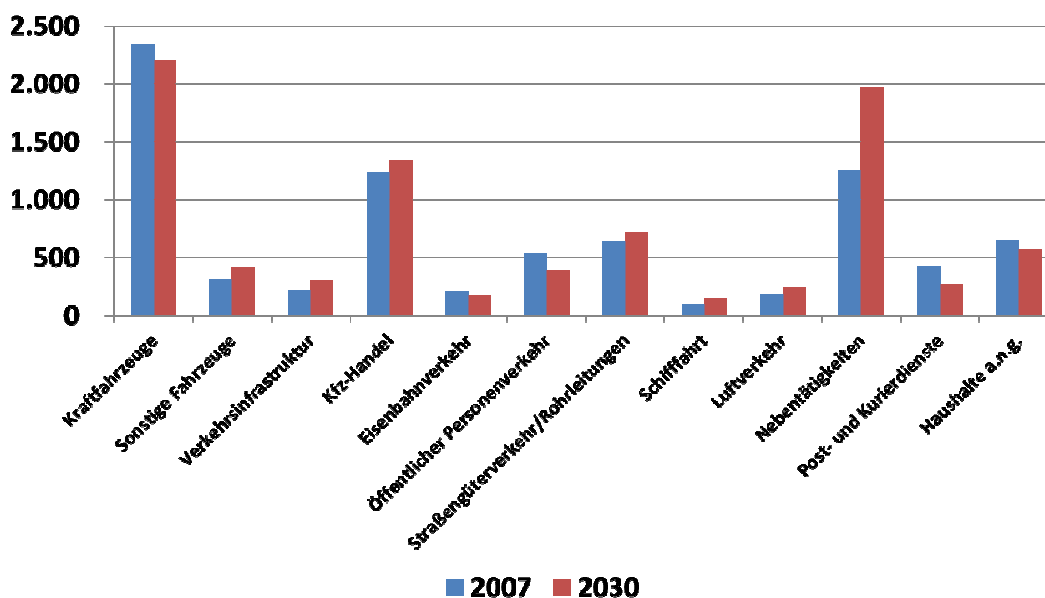
Abbildung 2.5: Zahl der Erwerbstätigen (1.000) im deutschen Verkehrssystem 2007 und 2030



Quelle: Statistisches Bundesamt (1): Verschiedene Jahrgänge, eigene Berechnungen

Innerhalb des Verkehrssystems sind allerdings Strukturveränderungen zu erwarten. Dies veranschaulichen Abbildung 2.6 und Tabelle 2.2.

Abbildung 2.6: Zahl der Erwerbstätigen (1.000) im deutschen Verkehrssystem 2007 und 2030 – detaillierte Betrachtung



Quelle: Statistisches Bundesamt (1): Verschiedene Jahrgänge, eigene Berechnungen

---

**Tabelle 2.2: Zahl der Erwerbstätigen (1.000) im deutschen Verkehrssystem 1995 und 2007 – detaillierte Betrachtung**

	<b>2007</b>	<b>2030</b>
<b>Kraftfahrzeuge</b>	2.345,18	2.201,45
<b>Sonstige Fahrzeuge</b>	316,90	413,10
<b>Verkehrsinfrastruktur</b>	218,92	301,00
<b>Kfz-Handel</b>	1.239,21	1.341,71
<b>Eisenbahnverkehr</b>	215,23	173,46
<b>Öffentlicher Personenverkehr</b>	543,18	392,99
<b>Straßengüterverkehr/Rohrleitungen</b>	635,62	713,97
<b>Schifffahrt</b>	105,66	146,78
<b>Luftverkehr</b>	183,82	248,96
<b>Nebentätigkeiten</b>	1.256,93	1972,04
<b>Post- und Kurierdienste</b>	428,87	263,40
<b>Haushalte a.n.g.</b>	644,64	572,26

*Quelle: Statistisches Bundesamt (1): Verschiedene Jahrgänge, eigene Berechnungen*

## **2.6 Fazit und Ausblick**

Die entwickelten Methoden ermöglichen es, die direkten und indirekten ökonomischen Effekte des Verkehrssystems für die Vergangenheit abzubilden und für zukünftige Entwicklungen zu schätzen.

Im deutschen Verkehrssystem wird es auch in Zukunft ein leichtes Wachstum der Erwerbstätigenzahlen geben, bei Abnahme der Erwerbstätigenzahlen in Deutschland insgesamt.

Hinter der zunehmenden Erwerbstätigenzahl des deutschen Verkehrssystems verbergen sich allerdings Strukturänderungen.

Nicht alle Verkehrsbereiche werden am Beschäftigungswachstum teilnehmen.

Bei der Ergebnisinterpretation der zukünftigen Entwicklung sind im Gegensatz zur Analyse allerdings einige wesentliche Einschränkungen zu beachten. Ohne ein Modell, das den Verkehr konsistent als Teil des ökonomischen Systems abbildet, kann die Entwicklung dessen ökonomischer Bedeutung nicht zufriedenstellend abgeschätzt werden. Mit den beschriebenen Methoden können die wechselseitigen Beziehungen innerhalb des Verkehrssystems und des Verkehrssystems mit der gesamten Wirtschaft nur rudimentär abgebildet werden. Restriktive Annahmen – wie die Konstanz der Vorleistungsverflechtungen über den Zeitablauf, des Konsumverhaltens etc. – müssen getroffen werden. Die Prognoseergebnisse dürfen daher nur als grober Trend interpretiert werden, der nur unter den getroffenen Annahmen Gültigkeit beanspruchen kann.

Insbesondere die Abschätzung der ökonomischen Effekte von alternativen Verkehrsszenarien ist ohne den Einsatz eines tief gegliederten umweltökonomischen Modells nicht durchführbar.

### Zitierte Literatur

- Lehr, U., Lutz, C., Edler, D., O'Sullivan, M., Niehaus, K., Nitsch, J., Breitschopf, B., Bickel, P., Ottmüller, M. (2011): Kurz- und langfristige Auswirkungen des Ausbaus der erneuerbaren Energien auf den deutschen Arbeitsmarkt. Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. Osnabrück, Berlin, Karlsruhe, Stuttgart.
- Ludwig, U., Dreger, C., Zeddies, G. (2006): Regionalisierte Wirtschafts- und Außenhandelsprognose für die Verkehrsprognose 2025 – Daten und Methoden. Schlussbericht. Halle.
- Statistisches Bundesamt (1) (Verschiedene Jahrgänge): Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen. Input-Output-Rechnung. Fachserie 18 Reihe 2. Wiesbaden.
- Statistisches Bundesamt (2) (Verschiedenen Jahrgänge): Produzierendes Gewerbe. Kostenstruktur der Unternehmen des Verarbeitenden Gewerbes sowie des Bergbaus und der Gewinnung von Steinen und Erden. Fachserie 4 Reihe 4.3. Wiesbaden.
- Statistisches Bundesamt (3) (Verschiedene Jahrgänge): Produzierendes Gewerbe. Kostenstruktur der Unternehmen des Baugewerbes. Fachserie 4 Reihe 5.3. Wiesbaden.
- Statistisches Bundesamt (4) (Verschiedene Jahrgänge): Dienstleistungen. Strukturhebung im Dienstleistungsbereich Verkehr und Nachrichtenübermittlung. Fachserie 9 Reihe 1. Wiesbaden.
- Statistisches Bundesamt (2003): Klassifikation der Wirtschaftszweige mit Erläuterungen. Ausgabe 2003. Wiesbaden.

---

## **Anhang: Liste der untersuchten Verkehrsbereiche**

- 34.1 Herstellung von Kraftwagen und Kraftwagenmotoren
- 34.2 Herstellung von Karosserien, Aufbauten und Anhängern
- 34.3 Herstellung von Teilen und Zubehör für Kraftwagen und Kraftwagenmotoren
- 35.1 Schiff- und Bootsbau
- 35.2 Bahnindustrie
- 35.3 Luft- und Raumfahrzeugbau
- 35.4 Herstellung von Krafträdern, Fahrrädern und Behindertenfahrzeugen
- 35.5 Fahrzeugbau, anderweitig nicht genannt
- 45.23.1 Bau von Straßen, Rollbahnen und Sportanlagen
- 45.23.2 Bau von Bahnverkehrsstrecken
- 45.24 Wasserbau
- 50 Kraftfahrzeughandel; Instandhaltung und Reparatur von Kraftfahrzeugen; Tankstellen
- 60.1 Eisenbahnverkehr
  - 60.21 Personenbeförderung im Linienverkehr zu Land
  - 60.22 Betrieb von Taxis und Mietwagen mit Fahrer
  - 60.23 Sonstige Personenbeförderung im Landverkehr
  - 60.24 Güterbeförderung im Straßenverkehr
- 60.3 Transport in Rohrfernleitungen
- 61.1 See- und Küstenschifffahrt
- 61.2 Binnenschifffahrt
- 62 Luftfahrt
  - 63.1 Frachtumschlag und Lagerei
    - 63.21 Sonstige Hilfs- und Nebentätigkeiten für den Landverkehr
    - 63.22 Sonstige Hilfs- und Nebentätigkeiten für die Schifffahrt
    - 63.23 Sonstige Hilfs- und Nebentätigkeiten für die Luftfahrt
  - 63.3 Reisebüros und Reiseveranstalter
  - 63.4 Spedition, sonstige Verkehrsvermittlung

## 64.12 Private Post- und Kurierdienste

---

## 3 Exportkrise und Frauenerwerbstätigkeit - eine Input-Output-Analyse

Udo Ludwig und Cornelia Lang

### 3.1 Problemstellung

Die Bedeutung des Exports für die deutsche Wirtschaft wird seit eh und je mit der Schaffung und Erhaltung einer Vielzahl von Arbeitsplätzen verbunden. Solche Berechnungen und Analysen erfolgen in der Regel geschlechterneutral.<sup>1</sup> Bezieht man die Geschlechterspezifität in die Betrachtung ein, so zeigen sich deutliche Unterschiede, welche Arbeitsplätze durch Männer und welche durch Frauen besetzt sind. Hier erweist sich in Deutschland die Herstellung von industriellen Exportwaren als eine Männerdomäne, während die Bereitstellung von Dienstleistungen für den Export hauptsächlich Frauen vorbehalten bleibt.

Die unterschiedliche Beschäftigungsintensität von Männern und Frauen rückte in das Interesse von Fachkreisen, als die Frage aufgeworfen wurde, welche Auswirkungen die vergangene Wirtschafts- und Finanzkrise auf den Arbeitsmarkt in Deutschland haben wird. Im Ergebnis einer Selektion der Wirtschaftszweige nach der Geschlechterdominanz kam beispielsweise Schambach zu dem Schluss, dass von den Beschäftigungsrückgängen überwiegend jene Branchen betroffen sind, die einen hohen Männeranteil aufweisen. Gänzlich anders verlaufe die Entwicklung der sozialversicherungspflichtigen Beschäftigung von Frauen. Hier zählte sie teilweise kräftige Zuwächse im Jahr 2009 aus. Dies deutet auf eine geringere Krisenanfälligkeit der Frauenbeschäftigung hin, auch wenn es zu kurz gegriffen wäre, die Frauen als Gewinnerinnen der Krise zu betrachten (Schambach 2010, S. 69). Mit dieser Arbeitsmarktentwicklung würde zugleich der Strukturwandel hin zu frauentypischen Bereichen, das heißt vor allem zum Dienstleistungssektor, verstärkt werden.

In der Tat blieben die Auswirkungen der massiven Produktionseinbrüche in der vergangenen Krise auf den gesamtwirtschaftlichen Beschäftigungsstand äußerst moderat (Bundesagentur für Arbeit 2010, S. 22f). Im Durchschnitt des Jahres 2009 verringerte sich die sozialversicherungspflichtige Beschäftigung wenig. Allerdings hat sie sich in den einzelnen Wirtschaftszwei-

---

<sup>1</sup> Für das Jahr 2005 ermittelte das Statistische Bundesamt 8,4 Millionen Erwerbstätige, die für den Export in Deutschland arbeiteten (Statistisches Bundesamt 2007, S. 15). Zu früheren Berechnungen und Veröffentlichungen verschiedener Autoren vgl. die Literaturliste am Ende des Aufsatzes.



gen recht unterschiedlich, zum Teil sogar gegenläufig entwickelt. Wir überprüfen die Hypothese von der geringeren Krisenanfälligkeit der Frauenbeschäftigung für den am stärksten von der Krise betroffenen Teil der deutschen Wirtschaft, den Exportsektor, und beziehen in die Analyse nicht nur die unmittelbaren Exporteure, sondern auch die Produktions- und Dienstleistungszweige ein, die über den Vorleistungsverbund vom Export abhängen.

## 3.2 Untersuchungsdesign

### 3.2.1 Methodische Grundlagen

Für die Überprüfung der Hypothese ist der Einsatz der erwerbstätigen Männer und Frauen vor und in der vergangenen Wirtschaftskrise im Exportgeschäft zu ermitteln. Da die Unternehmen in der Regel ihre Produkte sowohl auf den Inlands- als auch auf den Auslandsmärkten absetzen, würde die Aufbereitung von Mikrodaten "reiner" Exportbetriebe die empirische Basis der Untersuchung über Gebühr einschränken, und die Ergebnisse dürften kaum verallgemeinerungsfähig sein. Auf der Makroebene liegen demgegenüber die Gesamtangaben zum Export einer Volkswirtschaft vor, aber unabhängig von den konkreten Herstellern der Güter. Allerdings lässt sich der Anteil der verschiedenen Produzenten am Güterexport und der dabei eingesetzten Arbeitskräfte von den gesamtwirtschaftlichen Größen zu Produktion und Erwerbstätigkeit ableiten. Dazu wird in dieser Studie auf ein Zurechnungsverfahren zurückgegriffen, mit dem Produktion und Beschäftigung in jedem Wirtschaftszweig nach einer entsprechenden Umformung der Primärdaten anteilig dem Export zugeordnet werden. Ein solches Zurechnungsmodell<sup>2</sup> setzt im konkreten Fall die Kenntnis der Verteilung der Erwerbstätigen auf die Produktionszweige nach ihrem Geschlecht voraus.

Die meisten Unternehmen verkaufen ihre Produktion nicht nur nicht auf einem Markt im Inland oder im Ausland, sondern sie erzeugen auch nicht nur eine einzelne Produktart. Diese institutionellen Einheiten stellen in der Regel ein ganzes Spektrum von Gütern her und zeichnen sich durch heterogene Produktionsprofile aus. Die Exporte einer Volkswirtschaft bilden dagegen ein Aggregat, das sich aus vielen Gruppen homogener Güter zusammensetzt. Um den funktionalen Zusammenhang zwischen Export und Produktion sowie Beschäftigung hinreichend genau abzubilden, müssen die institutionellen Wirtschaftseinheiten datenmäßig nach homogenen Produktions- und Güterbereichen zerlegt und die so entstandenen Teile neu zu homogenen Gruppen zusammengefasst sein. Dies geschieht in Deutschland mit der Bildung von Güter- und Produktionsbereichen im Rahmen der amtlichen Erstellung von Input-Output-Tabellen. Sie eignen sich als Datenbasis für die Darstellung des funktionalen Zusammenhangs

---

<sup>2</sup> Allgemein zu Zurechnungsmodellen vgl. Holub & Schnabl 1994, S. 299ff.

---

zwischen Export, Produktion und Beschäftigung im offenen statischen Input-Output-Modell (vgl. Kasten).

Das Input-Output-Modell hat den Vorteil, dass mit ihm nicht nur die Produktionsfaktoren quantifiziert werden können, die unmittelbar in den einzelnen Produktionsbereichen zur Erzielung des Outputs eingesetzt werden, sondern auch jene, die sich aus den Zulieferbeziehungen zwischen den Produktionsbereichen ergeben. In diesem Modell werden alle direkten und indirekten Vorleistungsverflechtungen erfasst, die im Zusammenhang mit der Entstehung des Endprodukts der Volkswirtschaft insgesamt und darunter seines Exportanteils auftreten.<sup>3</sup>

Allerdings hängen die Ergebnisse der Modellrechnungen, die Angaben zur exportabhängigen Erwerbstätigkeit, auch von den Preisverhältnissen in den einzelnen Jahren ab. Die Export- und die Produktionsdaten werden für jedes Jahr als Wertgrößen zu den jeweils geltenden Güterpreisen erfasst. Die Beschäftigungsdaten liegen dagegen im Naturalausdruck als Anzahl der Personen oder der geleisteten Arbeitsstunden vor. Deren Zurechnung zum Export hängt von den jeweils geltenden Güterpreisen ab. Bei einmaligen Berechnungen der Beschäftigungsbindung an den Export für ein konkretes Jahr ist dies unproblematisch. Bei intertemporalen Vergleichen wie im vorliegenden Falle für ein Jahr vor und während der Wirtschaftskrise wirken sich aber auch Preisänderungen auf das Berechnungsergebnis aus. Um deren Einfluss aufzuzeigen, werden in dieser Studie die einschlägigen Wertgrößen auch deflationiert, und die Modellergebnisse für das Krisenjahr 2009 zusätzlich auf Basis der preisbereinigten Angaben präsentiert. Aus dem Vergleich der Ergebnisse zu jeweiligen Preisen (nominal) und zu Preisen des Vorjahres (real) können zugleich Schlüsse hinsichtlich der Robustheit des Ergebnisses gezogen werden.

### 3.2.2 Datenbasis

Weitere Vorarbeiten sind erforderlich, um für die Modellrechnung geeignete geschlechter-spezifische Angaben zur Erwerbstätigkeit zu generieren. Die Datenbasis des IO Modells, die jährlichen amtlichen IO Tabellen, enthält zwar Angaben zur fachlichen Gliederung der Beschäftigung nach Produktionsbereichen. Allerdings beschränken sie sich allgemein auf die Anzahl der Erwerbstätigen und der Arbeitnehmer im Jahresdurchschnitt, ohne nach weiteren Beschäftigungsmerkmalen zu differenzieren.

---

<sup>3</sup> Insbesondere gilt das für die Zurechnung der Zeitarbeit, die in der Fachstatistik im Dienstleistungssektor unter der Rubrik "Vermittlung und Überlassung von Arbeitskräften" und nicht nach Einsatzbereichen erfasst wird. Im IO Modell erfolgt die Zurechnung über die an den Einsatzbereich gezahlten Verleihungskosten. Sie erscheinen dort als Vorleistungsverbrauch.

Über die geschlechterspezifische Erwerbstätigkeit nach Wirtschaftszweigen informiert am umfassendsten der Mikrozensus, die jährliche repräsentative Haushaltsbefragung der amtlichen Statistik. Die Ergebnisse dieser Datenerhebung sind allerdings mit vielen Problemen behaftet, insbesondere weil sie auf der Selbsteinschätzung der Probanden zu ihrem Arbeitsplatz und den Arbeitsbedingungen beruhen, die nicht unbedingt mit den amtlichen Klassifikationen und Definitionen übereinstimmen. Diese Datenquelle wurde deshalb nur dort verwendet, wo keine anderen Fachstatistiken vorliegen, und zwar zur geschlechterspezifischen Zusammensetzung der Gruppe der Selbständigen und mithelfenden Familienangehörigen sowie der Beamten und Richter im öffentlichen Dienst. Darüber hinaus stehen geschlechterspezifische Angaben zur Erwerbstätigkeit für einzelne Statusgruppen, beispielsweise sozialversicherungspflichtige Arbeitnehmer und Arbeitnehmerinnen, und ausgewählte Wirtschaftszweige in anderen Fachstatistiken zur Verfügung. Sie werden in dieser Studie genutzt, um die jahresdurchschnittlichen Beschäftigungsangaben in den IO Tabellen nach Männern und Frauen sowie dem Beschäftigungsumfang (Vollzeit, Teilzeit, geringfügige Beschäftigung) zu desaggregieren. Dies geschieht durch die Hochrechnung der entsprechenden prozentualen Anteile aus den in Tabelle 3.1 genannten Datenquellen auf die Angaben in den IO Tabellen. Eine ausführliche Übersicht der verwendeten Datenquellen befindet sich am Ende des Aufsatzes.

**Tabelle 3.1: Datenquellen zur Ermittlung der Erwerbstätigkeit nach dem Geschlecht gemäß Schichtungsmethode**

	Gruppen und Merkmale	Quellen
	Sozialversicherungspflichtige Arbeitnehmer in Voll- und Teilzeit	Bundesagentur für Arbeit (BA); Statistisches Bundesamt
+	Geringfügig Beschäftigte	BA; Jobzentrale
+	Beamte und Richter	Statistisches Bundesamt
+	Wehr- und Zivildienstleistende	Bundesregierung
=	<b>Arbeitnehmer und Arbeitnehmerinnen</b>	
+	Selbständige und mithelfende Familienangehörige	Statistisches Bundesamt
=	<b>Erwerbstätige Männer und Frauen</b>	

Quelle: Eigene Darstellung.

### **Männer- und frauendominierte Produktionsbereiche**

Die Desaggregation der Beschäftigungsdaten nach Männern und Frauen offenbart die unterschiedliche Intensität des geschlechterspezifischen Faktoreinsatzes zwischen den Produktionsbereichen. Die Herstellung von Agrarprodukten sowie von Waren erfolgt vorwiegend durch Männer, die Erbringung von Dienstleistungen ist frauendominiert. Innerhalb dieser Sektoren gibt es allerdings Abweichungen von der Regel. Unter den Warenproduzenten wird die Männerdominanz bei der Herstellung von Nahrungsgütern und Bekleidung durchbrochen, unter den Dienstleistern die Frauendominanz im Bereich von Verkehr und Lagerei, Information

und Kommunikation sowie Öffentliche Verwaltung, Verteidigung und Sozialversicherung (Tabelle 3.2). In der zuletzt genannten Gruppe schlägt die Männerdominanz im militärischen Bereich durch. Ausschlaggebend für die jeweilige Vorrangstellung ist die Verteilung der Geschlechter unter der Arbeitnehmerschaft. Im Unterschied dazu dominieren in der viel kleineren Gruppe der Selbständigen in allen Produktionsbereichen die Männer, auch bei der Erbringung von Dienstleistungen. Ausnahmen zugunsten der Selbständigkeit von Frauen gibt es unter den Warenproduzenten nur bei der Herstellung von Bekleidung und unter den Dienstleistern nur im Bereich Erziehung und Unterricht sowie Gesundheits- und Sozialwesen.

**Tabelle 3.2: Männer- und frauendominierte Produktionsbereiche 2008 in Deutschland<sup>a</sup>**

Produktionssektor	Männer	Frauen	Insgesamt	Männer	Frauen
	Personen			Anteil in %	
Erzeuger von Agrarprodukten	420.881	231.119	652.000	<b>64,6</b>	35,4
Warenproduzenten	7.210.696	2.383.304	9.594.000	<b>75,2</b>	24,8
dar. Herst. von Lebensmitteln und Tabakerzeugnissen	375.007	444.993	820.000	45,7	<b>54,3</b>
Herst. von Textilien, Bekleidung, Lederwaren	70.225	103.775	174.000	40,4	<b>59,6</b>
Dienstleister	13.089.692	16.159.308	29.249.000	44,8	<b>55,2</b>
dar. Verkehr und Lagerei	1.425.459	544.541	1.970.000	<b>72,4</b>	27,6
Information und Kommunikation	826.915	498.085	1.325.000	<b>62,4</b>	37,6
Öffentl. Verwaltung, Verteidigung, Sozialversicherungen	1.439.676	1.280.324	2.720.000	<b>52,9</b>	47,1
Insgesamt	20.721.269	18.773.731	39.495.000	<b>52,5</b>	47,5

*a - ohne Hausangestellte*

*Quelle: Eigene Berechnungen.*

Die ungleiche Verteilung von Männern und Frauen auf die einzelnen Produktionsbereiche steht im Zusammenhang mit der beruflichen Segregation. Geschlechtsspezifische Unterschiede wirken sich auf die Berufswahl von Frauen und Männern aus und führen zu unterschiedlichen Platzierungen im Arbeitsmarkt (Mürner 2014). Obwohl sich im Zuge der Bildungsexpansion in den 1970er Jahren das Bildungsniveau von Frauen mit größerer Dynamik als das von Männern erhöhte, besteht die geschlechtsspezifische Berufssegregation bis heute fort. Auch der Arbeitsmarkt weist bis in die Gegenwart eine entsprechende Segregation auf, sowohl in horizontaler (Tätigkeitsfelder, Berufe, Branchen) als auch in vertikaler Hinsicht (Hierarchieebenen, Karrierepfade, Einkommen). Betrachtet man die Frauenanteile in den 30 Berufen, die am häufigsten gewählt werden, so zeigt sich beispielsweise für das Jahr 2005, dass die Frauenanteile am größten sind bei den Schreibkräften (fast 100%), in der Kinderbetreuung und Krankenpflege (mehr als 80%), bei Reinigungskräften, Sozialarbeitern und Sozialpädagogen. Versicherungsfachleute sind etwa zur Hälfte weiblich. Frauen sind deutlich unterrepräsentiert bei EDV-Fachkräften, Geschäftsführern, Ingenieuren und Technikern; die Frauenanteile liegen zwischen 10% und 20%. Elektro- und Maschinenbau-

ingenieure, Maschinen- und Betriebsschlosser hingegen sind nahezu komplette Männerdomänen; der Frauenanteil erreicht nicht einmal 10% (Beblo et al. 2008, S. 184ff). Eine Rolle spielt hier auch die Aufweichung bzw. Ergänzung des Alleinverdienermodells. Wenn Frauen einen Zuverdienst realisieren wollen, gehen sie oft in jene Berufsbereiche, die hausnahe Fähigkeiten und Fertigkeiten verlangen. Das sind Berufe, die geringe Investitionen in Humankapital voraussetzen, in denen zeitlich flexibel gearbeitet werden kann und bei denen die Kosten für Erwerbsunterbrechungen aus familiären Gründen eher niedrig sind.

### 3.3 Ergebnisse der Input-Output-Analyse zur geschlechterspezifischen Beschäftigungsintensität in der deutschen Exportproduktion

#### 3.3.1 Vorleistungsverbund macht den deutschen Export weiblicher

Im Jahr 2008 gingen in Deutschland fast so viele Frauen wie Männer einer Erwerbstätigkeit als Arbeitnehmer nach. Unter den Selbständigen überwogen dagegen die Männer, so dass insgesamt mehr Männer als Frauen beschäftigt waren. Von ihnen waren 11,1 Millionen Personen direkt oder indirekt an der Produktion der Exportgüter beteiligt, das heißt fast jeder vierte Erwerbstätige (genauer jeder 3,6te bei Einbeziehung der Hausangestellten in die Gesamtzahl der Beschäftigten). Davon waren 61,5% Männer und 38,5% Frauen. Somit gehörte der Exportsektor einschließlich seines Vorleistungsverbundes zu den männerintensivsten Beschäftigungsfeldern. Jeder dritte erwerbstätige Mann arbeitete letztlich für den Export. Der Männeranteil war lediglich im Bausektor höher (Tabelle 3.3). Die frauenintensiven Beschäftigungsfelder standen dagegen in einer engeren Beziehung zur Konsumgüterproduktion. Die geschlechterspezifischen Intensitätsunterschiede der Beschäftigung beruhen auch bei dieser Betrachtungsweise letztlich auf der beruflichen Segregation.

**Tabelle 3.3: Erwerbstätigeneinsatz nach Nachfrageaggregaten des deutschen Bruttoinlandsprodukts im Jahr 2008<sup>a</sup>**

Aggregat	Männer Frauen in Personen	Insgesamt	Männer Frauen Anteile in %
Konsum	10.600.008 12.938.886	23.538.894	45,0 55,0
davon privat Haushalte	6.968.079 7.040.201	14.008.280	49,7 50,3
Staat und Org. o. E.	3.631.929 5.898.685	9.530.614	38,1 61,9
Bruttoinvestitionen	3.271.633 1.548.053	4.819.685	67,9 32,1
darunter Ausrüstungen	1.042.712 659.753	1.702.465	61,2 38,8
Bauten	2.235.661 881.761	3.117.422	71,7 28,3
Export	6.849.629 4.286.791	11.136.420	61,5 38,5
Endverwendung	20.721.269 18.773.731	39.495.000	52,5 47,5

*a - ohne Hausangestellte.*

Quellen: Input-Output-Tabelle 2008; eigene Berechnungen

Für die hohe Männerintensität der Exportgüterproduktion ist der hohe Anteil von Waren an den deutschen Ausfuhren ausschlaggebend. Je nach Messkonzept des Exports<sup>4</sup> beträgt er zwischen 80 und 90 Prozent. Dienstleistungen nehmen dagegen nur 10 bis 20 Prozent im unmittelbaren Export ein. Mit reichlich einem Drittel ist der Anteil der Frauenerwerbstätigkeit an der unmittelbaren Herstellung der Exportgüter in Deutschland entsprechend niedrig. Er ist jedoch höher, wenn die Beschäftigung von Frauen in den Zulieferketten der Exportproduktion mit in Betracht gezogen wird (Tabelle 3.4). Dann nimmt der Anteil der exportabhängigen Dienstleistungen gegenüber den unmittelbaren Exporten um zwölf Prozentpunkte zu, und der Frauenanteil an der Herstellung von Exportgütern einschließlich des Vorleistungsverbunds nähert sich der 40-Prozent-Marke. Hier schlägt die höhere Frauenintensität der Dienstleistungen über den enge Verbund mit der Industrieproduktion zu Buche (Ludwig et al. 2011, S. 648ff).

**Tabelle 3.4: Geschlechterspezifische Verteilung der im Jahr 2008 direkt und indirekt an der Exportgüterproduktion beteiligten Erwerbstätigen in Prozent**

Güterart	Exportgüterproduzenten		Exportsektor einschl. Vorleistungsverbund	
	Männer	Frauen	Männer	Frauen
Waren	73,4	26,6	74,4	25,6
Dienstleistungen	51,6	48,4	51,4	48,6
Insgesamt	64,2	35,8	61,5	38,5

Quellen: Input-Output-Tabelle des Statistischen Bundesamtes für 2008; Eigene Berechnungen.

**Tabelle 3.5: Multiplikatoren der Männer- und Frauenerwerbstätigkeit der Exportproduktion in Deutschland 2008**

Sektor	Produktion			Erwerbstätigkeit		
	Exporte	Vorleistungen	Output insg.	Männer	Frauen	Durchschnitt
Warenproduzenten	1,00	0,65	1,65	1,69	1,61	1,67
Dienstleister	1,00	2,04	3,04	2,88	2,90	2,89
Insgesamt	1,00	0,94	1,94	2,10	2,35	2,19

Quellen: Input-Output-Tabelle des Statistischen Bundesamtes für 2008; Eigene Berechnungen.

<sup>4</sup> Ausfuhren und Einfuhren werden in der Statistik des Außenhandels und in den Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen (VGR) unterschiedlich abgegrenzt und unterscheiden sich der Größe nach. Da die IO Tabellen Bestandteil der VGR sind, geben in dieser Studie deren Definitionen den Ausschlag. Allerdings bestehen auch hier Unterschiede zwischen der Erfassung im Rahmen der Berechnung des Bruttoinlandsprodukts und den IO Tabellen. Sie ergeben sich aus dem verwendeten Preiskonzept der IO Tabellen (Herstellungspreise) und der durchgängigen Abbildung der Gütertransaktionen nach dem Inlandskonzept. Insbesondere wird durch die Darstellung der Gütertransaktionen zu Herstellungspreisen die Zusammensetzung des Exports und des Imports zugunsten von Dienstleistungen verschoben.

Die Verschiebung zugunsten der Frauenbeschäftigung lässt sich auch an der Größe des Beschäftigungsmultiplikators ablesen, der die Relation der exportabhängigen Beschäftigung insgesamt zu ihrem unmittelbaren Einsatz in der Exportgüterproduktion anzeigt. Der Multiplikator der Frauenbeschäftigung erhöht sich überproportional auf 2,35 (Tabelle 3.5). Der Abstand vom Multiplikator der Männererwerbstätigkeit fällt nicht größer aus, da auch die Männerintensität der Beschäftigung unter Einbezug der Vorleistungsverflechtungen steigt. Die Zulieferketten für den Dienstleistungsanteil am Export sind warenintensiv und damit männerdominiert.

### 3.3.2 Exportkrise – ein Einbruch in die Männerdomäne?

Die deutschen Exporte sind im Krisenjahr kräftig eingebrochen. Das betrifft in erster Linie die im Inland hergestellten Exportgüter und darunter die Warenexporte.<sup>5</sup> Die Tabelle 3.6 zeigt, dass im Jahr 2009 knapp 264 tausend weniger Personen direkt für den Export tätig waren als 2008. Bringt man den Exporteinbruch preisbereinigt in Ansatz, betraf der Rückgang infolge des Preisverfalls im Krisenjahr nur rund 185 tausend Personen. In der Gesamtwirtschaft strahlte der Exporteinbruch über die Vorleistungsverflechtungen auf eine größere Beschäftigtenanzahl aus, und zwar auf knapp 738 tausend Personen in nominaler Rechnung bzw. auf 588 tausend Personen in realer Rechnung.<sup>6</sup> Der Rückgang belief sich auf 6,6% bzw. 5,3% des exportabhängigen Beschäftigungsstandes im Jahr 2008.

Die exportabhängige Beschäftigung hat jedoch nicht gleichmäßig für Männer und Frauen abgenommen. Mit 6,9% ist die Frauenbeschäftigung im Krisenjahr sowohl unter den unmittelbaren Exportgüterproduzenten als auch im Bereich des Vorleistungsverbundes ähnlich stark, aber **überproportional** gesunken. Die Männerbeschäftigung wurde stärker im Vorleistungsbereich als im unmittelbaren Exportsektor vom Rückgang getroffen. Die Gründe dafür liegen in der engen Verflechtung mit männerdominierten Warenproduzenten. Trotzdem bleibt auch hier der Rückgang der Frauenbeschäftigung überproportional groß.<sup>7</sup>

---

<sup>5</sup> Der Export umfasst außerdem die Wiederausfuhren. Da sie im Inland nicht beschäftigungswirksam sind, wird hier diese Größe nicht weiter untersucht.

<sup>6</sup> Die Preisbereinigung erfolgte sowohl für die Exportwerte als auch für die Produktionswerte im Jahr 2009. Die Berechnung der exportabhängigen Beschäftigungswirkungen auf die Gesamtwirtschaft im Jahr 2009 erfolgte sowohl unter Ansatz der Leontief-Inversen für das Jahr 2008 als auch für das Jahr 2009. Die Unterschiede im Gesamtergebnis waren mit rund 1,5% marginal. Das spricht für einen hohen Grad an Stabilität der Struktur der Verflechtungsbeziehungen im Krisenjahr 2009.

<sup>7</sup> Die unterschiedliche Wirkung auf die Beschäftigungsverhältnisse nach dem Geschlecht wird bei der Berechnung auf Basis deflationierter Produktionswerte vor allem infolge der stark divergierenden Preisentwicklung beim männerdominierten Gütertransport im Inland und im Ausland weitgehend ausgeglichen.

Bei unveränderter Arbeitsproduktivität hätte allerdings auch die exportabhängige Beschäftigung allein infolge des Nachfrageausfalls an in Deutschland gefertigten Exportgütern um 18,3% bzw. 15,8% sinken müssen. Dies geschah vor allem deshalb nicht, weil die deutsche Bundesregierung und die Unternehmen Maßnahmen zur Stabilisierung der Konjunktur ergriffen hatten, mit denen der Produktionsrückgang oder dessen Wirkung auf die Beschäftigung abmildert wurde.<sup>8</sup>

**Tabelle 3.6: Deutscher Export und exportabhängige Beschäftigung in den Jahren 2008 und 2009**

Jahr	Produzierte Exportgüter Mio. Euro	Exportabhängige Beschäftigung					
		Exportgüterproduzenten			Exportsektor einschl. Vorleistungsverbund		
		Männer	Frauen	Insgesamt	Männer	Frauen	Insgesamt
2008n	973.521	3.275.392	1.816.743	5.092.134	6.869.085	4.267.335	11.136.420
2009n	795.451	3.136.495	1.691.660	4.828.155	6.424.075	3.974.506	10.398.580
2009r	819.688	3.184.850	1.722.551	4.907.401	6.502.530	4.045.969	10.548.498
Veränderung gegenüber dem Vorjahr in Absolutgrößen							
2009n	-178.070	-138.896	-125.083	-263.979	-445.010	-292.830	-737.840
2009r	-153.833	-90.542	-94.192	-184.733	-366.555	-221.366	-587.922
Veränderung gegenüber dem Vorjahr in %							
2009n	-18,3	-4,2	-6,9	-5,2	-6,5	-6,9	-6,6
2009r	-15,8	-2,8	-5,2	-3,6	-5,3	-5,2	-5,3

*n* - Basis der Berechnungen sind die Wertangaben zu Preisen des jeweiligen Jahres, *r* - Basis der Berechnungen sind die Wertangaben zu Preisen des Jahres 2008.

*Quellen:* Input-Output-Tabellen des Statistischen Bundesamtes für 2008 und 2009; Eigene Berechnungen.

Diese Politikinstrumente waren zwar in einigen Fällen branchenbezogen konzipiert, wirkten aber generell auf alle Wirtschaftsbereiche durch. Im Verarbeitenden Gewerbe wurden nach

<sup>8</sup> Die Konjunkturpakete der Bundesregierung vom November 2008 und Januar 2009 umfassten ein breites Spektrum an Maßnahmen: Steuererleichterungen für Haushalte und Unternehmen, Investitionsprogramme, Förderprogramme für Innovationen, Ausweitung arbeitsmarktpolitischer Maßnahmen, Maßnahmen einer nachhaltigen Finanzpolitik. Hervorzuheben sind die Programme zur Förderung von Wirtschaft und Arbeitnehmern, zu denen die Einführung einer Umweltprämie („Abwrackprämie“) gehört, mit denen die Pkw-Nachfrage gestärkt werden sollte, und die neue Ausgestaltung der Kurzarbeit. Insgesamt wurden rund 78 Mrd. Euro zur Verfügung gestellt. Viele der Mittel flossen in die Baubranche, vor allem in die energetische Sanierung von Gebäuden, und in den Ausbau der Verkehrswege. Hinzu kamen 115 Mrd. Euro für das bis Ende 2010 geltende Kredit- und Bürgschaftsprogramm des Wirtschaftsfonds Deutschland. Ein wichtiger Bestandteil der Hilfsmaßnahmen war die Verlängerung des Kurzarbeitergeldes. Da zum damaligen Zeitpunkt der Fachkräftemangel bereits im Fokus der öffentlichen und wissenschaftlichen Debatte stand, zeigten die Unternehmen ein großes Interesse an diesem Instrument. Sie wollten – wie intendiert – Entlassungen und Schließungen vermeiden, um nach der Krise ohne aufwendige Personalsuche und den damit verbundenen Kosten durchstarten zu können.



Befunden des Instituts für Arbeitsmarkt und Berufsforschung (IAB) vor allem jene Bereiche von der Krise getroffen, die auch im Exportsektor ganz vorn stehen. Knapp 70% der Betriebe im Bereich Metall und Metallerzeugnisse gaben an, von der Krise betroffen zu sein (20% sogar existentiell), gefolgt vom Bereich Chemie, Kunststoff, Glas, Baustoffe mit 61% (10% existentiell). Im Bereich Handel, Gastgewerbe, Verkehr und Nachrichtenübermittlung gab jeder zweite Betrieb an, die Krise zu spüren. Demgegenüber war die Betroffenheit in anderen Dienstleistungsbereichen deutlich geringer.

Gemäß einer IAB-Umfrage haben rund 17% der von der Krise betroffenen Betriebe das Instrument Kurzarbeit genutzt. In diesen Betrieben waren 11% aller sozialversicherungspflichtig Beschäftigten tätig. Die IAB-Ergebnisse zeigen, dass Kurzarbeit am häufigsten in den Bereichen Metall und Metallerzeugnisse sowie Maschinenbau, Elektrotechnik, Fahrzeugbau eingesetzt wurde. Größere Betriebe nutzen die Kurzarbeit häufiger als Kleinstbetriebe (Heckmann et al. 2009, S.6). Aber die Betriebe haben auch noch andere Maßnahmen ergriffen, um auf die Krise zu reagieren: Einstellungsstopp, Arbeitszeit- und Lohnkürzungen, Umstrukturierungen, Erschließung neuer Märkte. Entlassungen und Betriebschließungen waren nach den Umfragedaten eher die Ausnahme. Somit trugen die Maßnahmen aus den Konjunkturpaketen maßgeblich zur Erhaltung eines hohen Personalbestandes in der Volkswirtschaft im Krisenjahr 2009 insgesamt bei. Ihr Einsatz bei stark schrumpfender Produktion hatte jedoch auch - zumindest rein rechnerisch - einen Rückgang der Arbeitsproduktivität je Beschäftigten zur Folge oder, anders ausgedrückt, der Einsatz an beschäftigten Personen je Einheit Produktion (Beschäftigungsintensität) stieg.<sup>9</sup>

---

<sup>9</sup> In der Änderung der Beschäftigungsintensität kommt auch der Wandel im subjektiven Angebotsverhalten der privaten Haushalte am Arbeitsmarkt zum Ausdruck, deren Entscheidung über den Verbleib oder Rückzug in Krisensituationen.

**Tabelle 3.7: Komponenten der exportabhängigen Beschäftigung in Deutschland in den Jahren 2008 und 2009**

Jahr	Exportgüterproduktion Mio. Euro	Geschlechterspezifische Beschäftigungsintensität					
		Exportgüterproduzenten			Exportsektor einschl. Vorleistungsverbund		
		Männer	Frauen	Insgesamt	Männer	Frauen	Insgesamt
Personen je 1 Million Euro							
2008n	973.521	3,364	1,866	5,231	4,285	3,864	8,149
2009n	795.451	3,943	2,127	6,070	4,582	4,236	8,818
2009r	819.688	3,885	2,101	5,987	4,534	4,192	8,725
Veränderung gegenüber dem Vorjahr in %							
2009n	-18,3	17,2	14,0	16,0	6,9	9,6	8,2
2009r	-15,8	15,5	12,6	14,5	5,8	8,5	7,1

*n* - Basis der Berechnungen sind die Wertangaben zu Preisen des jeweiligen Jahres, *r* - Basis der Berechnungen sind die Wertangaben zu Preisen des Jahres 2008.

Quellen: Input-Output-Tabellen des Statistischen Bundesamtes für 2008 und 2009; Eigene Berechnungen.

Allerdings hat sich der Beschäftigteneinsatz je Einheit Produktion nicht einheitlich für Männer und Frauen erhöht. Während die Beschäftigungsintensität der Frauen bei den Exportgüterproduzenten um 14% bzw. 13% und damit schwächer als die der Männer stieg, hat sie im Exportsektor einschließlich des Vorleistungsverbunds mit 9,6% bzw. 8,5% stärker als die der Männer zugenommen (Tabelle 3.7). Hier schlägt zu Buche, dass der frauendominierte Dienstleistungsanteil am unmittelbaren Export zwar gering ist, aber über den Vorleistungsverbund steigt. Die Beschäftigungsintensität der Frauen ist hier sogar doppelt so hoch wie in der unmittelbaren Exportproduktion.

Will man den Einfluss des Exportrückgangs auf der einen Seite und der Zunahme der Beschäftigungsintensität auf der anderen Seite auf die Verringerung der exportabhängigen Beschäftigtenzahl feststellen, bietet sich dessen rechnerische Zerlegung auf die beiden Komponenten an. Hier wird im Standard-Modell untersucht, wie groß die Änderung der Beschäftigtenzahl gewesen wäre, wenn sich jeweils nur eine der Komponenten bei Konstanz der anderen Komponente verändert hätte. Da sich die Komponenten im gegebenen Fall gegenläufig entwickelten, weisen auch die Einflüsse umgekehrte Vorzeichen auf (Tabelle 3.8).

**Tabelle 3.8: Komponentenzerlegung des exportabhängigen Beschäftigungsrückgangs 2009 in Personen**

	Export-einfluss	Einfluss der Beschäftigungsintensität					
		Exportgüterproduzenten			Exportsektor einschl. Vorleistungsverbund		
		Männer	Frauen	Insgesamt	Männer	Frauen	Insgesamt
2009n	-931.419	563.241	253.613	816.854	993.086	596.905	1.589.991
2009r	-804.645	507.168	229.084	736.252	853.792	537.952	1.391.744

*n* - Basis der Berechnungen sind die Wertangaben zu Preisen des jeweiligen Jahres, *r* - Basis der Berechnungen sind die Wertangaben zu Preisen des Jahres 2008.

Quellen: Input-Output-Tabellen des Statistischen Bundesamtes für 2008 und 2009; Eigene Berechnungen.

Bei dieser Art der Komponentenerlegung bleibt, methodisch begründet, ein zahlenmäßiger Restfaktor, der den Einfluss auf den Beschäftigungsrückgang bei gleichzeitiger Änderung der beiden Einflussgrößen kennzeichnet. Er verschwindet rechnerisch, wenn er einer der beiden Komponenten vollständig zugerechnet oder nach einem wohlbegründeten Verfahren aufgeteilt wird. Dabei würde sich jedoch die für unsere Analyse relevante anteilmäßige Zusammensetzung der Beschäftigung nach Männern und Frauen nicht ändern, so dass hier darauf verzichtet werden kann.

In der unmittelbaren Exportgüterproduktion übertraf der Männeranteil an der Erhöhung der Beschäftigungsintensität im Krisenjahr 2009 mit vier Prozentpunkten seinen direkt gemessenen Stand deutlich, während er sich unter Einbezug des Vorleistungsverbundes nur um knapp einen Prozentpunkt höher bzw. in realer Rechnung geringfügig kleiner war. Die Beschäftigungsposition der Frauen bewegte sich jeweils in der entgegengesetzten Richtung (Tabelle 3.9). Dies spricht einmal mehr für die relative Besserstellung der Beschäftigung von Männern in den unmittelbar von der Krise betroffenen Produktionsbereichen. Unter Einbezug der Vorleistungsverflechtungen halten sich die Verschiebungen allerdings generell in engen Grenzen.

**Tabelle 3.9: Anteile der exportabhängigen Beschäftigung in den Jahren 2008 und 2009 nach dem Geschlecht**

Jahr	Exportabhängige Beschäftigung					
	Exportgüterproduzenten			Exportsektor einschl. Vorleistungsverbund		
	Männer	Frauen	Insgesamt	Männer	Frauen	Insgesamt
	Absolutgrößen in Personen					
2008n	3.275.392	1.816.743	5.092.134	6.869.085	4.267.335	11.136.420
2009n	3.136.495	1.691.660	4.828.155	6.424.075	3.974.506	10.398.580
2009r	3.184.850	1.722.551	4.907.401	6.502.530	4.045.969	10.548.498
	Anteile in %					
2008n	64,3	35,7	100	61,7	38,3	100
2009n	65,0	35,0	100	61,8	38,2	100
2009r	64,9	35,1	100	61,6	38,4	100
	Zuwachs der Beschäftigungsintensität in Personen					
2009n	563.241	253.613	816.854	993.086	596.905	1.589.991
2009r	507.168	229.084	736.252	853.792	537.952	1.391.744
	Anteile in %					
2009n	69,0	31,0	100	62,5	37,5	100
2009r	68,9	31,1	100	61,3	38,7	100

*n* - Basis der Berechnungen sind die Wertangaben zu Preisen des jeweiligen Jahres, *r* - Basis der Berechnungen sind die Wertangaben zu Preisen des Jahres 2008.

---

*Quellen: Input-Output-Tabellen des Statistischen Bundesamtes für 2008 und 2009; Eigene Berechnungen.*

### **3.4 Fazit**

In Deutschland waren die einzelnen Nachfragebereiche nicht in gleichem Maße der vergangenen Wirtschaftskrise ausgesetzt. Während der Export und die inländische Nachfrage nach industriellen Investitionsgütern stark einbrachen, blieb die Konsumnachfrage auf hohem Niveau stabil. Entsprechend unterschiedlich reagierten Produktion und Beschäftigung in den einzelnen Wirtschaftszweigen. Im Durchschnitt des Jahres ging zwar die Produktion kräftig zurück, die Beschäftigung verharrte jedoch auf hohem Niveau.

In dem von der Krise am stärksten betroffenen Teil der deutschen Wirtschaft, dem Exportsektor, ist dagegen die Beschäftigung gesunken, und darunter die der Frauen kräftiger als die der Männer. Der Beschäftigungsrückgang fiel allerdings deutlich geringer aus als das im Zusammenhang mit dem Produktionseinbruch zu erwarten gewesen war. Dazu trugen vor allem die zur Konjunkturstabilisierung eingesetzten Instrumente bei. Sie kamen jedoch im exportabhängigen Teil der deutschen Wirtschaft eher der Beschäftigung von Männern als der von Frauen zugute. Pauschale Behauptungen einer geringeren Anfälligkeit der Erwerbstätigkeit von Frauen in der Krise ließen sich für dieses Segment der deutschen Wirtschaft nicht bestätigen. Die Beobachtung der Beschäftigungsdaten rein nach Wirtschaftszweigen ist damit irreführend, da der kausale Zusammenhang mit den Krisenbereichen von anderen Einflüssen überlagert wird.

**Kasten: Untersuchungsmethode**

Im Standard-Modell der Input-Output-Analyse lässt sich der direkte Erwerbstätigeneinsatz in der Exportgüterproduktion  $B(\text{ex})^{\text{dir}}$  wie folgt formelmäßig zurechnen:

$$B(\text{ex})^{\text{dir}} = b^{\text{D}} * \text{ex}^{\text{D}} \quad (1)$$

Hier bezeichnet  $b^{\text{D}}$  eine Diagonalmatrix mit den sektoralen Arbeitskoeffizienten (Anzahl der Erwerbstätigen pro Einheit Output) und  $\text{ex}^{\text{D}}$  den Exportvektor als Diagonalmatrix. Bei Differenzierung des Erwerbstätigeneinsatzes nach einzelnen Merkmalen, wie hier nach Männern und Frauen (sowie Arbeitszeitgruppen) wird  $b^{\text{D}}$  für jedes Merkmal gesondert bestimmt und der Gesamteinsatz je Merkmal nach Formel (1) berechnet.

Für Männer (M) ergibt sich dann:  $M(\text{ex})^{\text{dir}} = m^{\text{D}} * \text{ex}^{\text{D}}$ ,  
(1a)

und für Frauen (F):  $F(\text{ex})^{\text{dir}} = f^{\text{D}} * \text{ex}^{\text{D}}$   
(1b)

Hier bezeichnen die sektoralen Arbeitskoeffizienten  $m$  bzw.  $f$  die Anzahl der Männer bzw. Frauen je Einheit Output  $X$  ( $m=M/X$  bzw.  $f=F/X$ ).

Dann gilt:  $B(\text{ex})^{\text{dir}} = M(\text{ex})^{\text{dir}} + F(\text{ex})^{\text{dir}}$

Die folgende Tabelle gibt einen Überblick zum anteiligen Einsatz von erwerbstätigen Männern und Frauen in der unmittelbaren Produktion von Waren und Dienstleistungen für den deutschen Export im Vorkrisenjahr 2008.

**Tabelle 3.10: Anteile der im Jahr 2008 in Deutschland direkt an der Herstellung von Waren und Dienstleistungen für den Export beteiligten erwerbstätigen Männer und Frauen in %**

Güterart	Alle Personen	Männer	Frauen	Exportgüterproduzenten	Männer	Frauen
Warenproduzenten	57,5	65,8	42,6	100	73,4	26,6
Dienstleister	42,5	34,2	57,4	100	51,6	48,4
Exportgüterproduzenten insg.	100	100	100	100	64,2	35,8

Quelle: Input-Output-Tabellen des Statistischen Bundesamtes für 2008; Eigene Berechnungen.

Im Jahr 2008 wurden die deutschen Exportgüter zu 64% von erwerbstätigen Männern und zu 36% von erwerbstätigen Frauen hergestellt. Die Männer verteilten sich zu 66% auf Warenproduzenten und zu 34% auf Dienstleister, die Frauen zu 43% auf Warenproduzenten und zu 57% auf Dienstleister. Die Männerdomäne unter den Produzenten ist mit 73% noch deutlich stärker bei der Produktion von Exportwaren ausgeprägt. An der unmittelbaren Hervorbringung von Dienstleistungsexporten waren dagegen mit 49% nur geringfügig weniger erwerbstätige Frauen als Männer beteiligt.

Die Angaben in der Tabelle enthalten lediglich den Einsatz an Erwerbstätigen bei der direkten Produktion von Exportgütern. Bezieht man die in den Zulieferbereichen und deren Zulieferern in der Produktion eingesetzten Erwerbstätigen ein und berechnet den direkten und indirekten Erwerbstätigeninput ( $B(ex)^{tot}$ ), so verschieben sich die Relationen. Die Formel dazu lautet:

$$B(ex)^{tot} = b^D \cdot (I-A)^{-1} \cdot ex^D. \quad (2)$$

Die Matrix A entspricht der Technologiematrix, enthält aber nur die direkten Inputs an Vorleistungen aus inländischer Produktion zur Herstellung einer Einheit Output je Produktions- bzw. Dienstleistungsbereich. Auch hier gilt, dass für den Fall einer Differenzierung des Arbeitsinputs nach Merkmalen  $b^D$  für jedes Merkmal gesondert bestimmt und der Gesamteinsatz je Merkmal nach Formel (2) berechnet wird.

$$M(ex)^{tot} = m^D \cdot (I-A)^{-1} \cdot ex^D \quad (2a)$$

$$F(ex)^{tot} = f^D \cdot (I-A)^{-1} \cdot ex^D. \quad (2b)$$

Auch hier gilt:  $B(ex)^{tot} = M(ex)^{tot} + F(ex)^{tot}$

**Tabelle 3.11: Anteile der im Jahr 2008 in Deutschland direkt und indirekt an der Herstellung von Waren und Dienstleistungen für den Export beteiligten erwerbstätigen Männer und Frauen in %**

Güterart	Alle Personen	Männer	Frauen	Exportabhängige erwerbstätigkeit	Männer	Frauen
Warenproduzenten	43,9	53,1	29,2	100	74,4	25,6
Dienstleister	56,1	46,9	70,8	100	51,4	48,6
Exportabhängige Erwerbstätigkeit	100	100	100	100	61,5	38,5

Quelle: Input-Output-Tabellen des Statistischen Bundesamtes für 2008; Eigene Berechnungen.

Unter den zahlenmäßigen Verhältnissen des Jahres 2008 verschieben sich bei Einbezug der Vorleistungsverflechtung der Exportgüterproduktion die Anteile von Männern und Frauen um knapp drei Prozentpunkte zugunsten der dienstleistenden erwerbstätigen Frauen. Deutlich größer sind die Verschiebungen zwischen den Warenproduzenten und den Dienstleistern. Jetzt verteilen sich die Männer nur noch zu 53% auf Warenproduzenten, aber zu 47% auf Dienstleister. Das entspricht einer Verschiebung um rund 13 Prozentpunkte und hängt damit zusammen, dass im Vorleistungsverbund der Dienstleister männerdominante Warenproduzenten stark vertreten sind. Dagegen sinkt der Anteil der Frauen an den Warenproduzenten in gleichem Maße und steigt bei den Dienstleistern.

## Zitierte Literatur

- Beblo, M., Heinze, A., Wolf, E. (2008): Entwicklung der beruflichen Segregation von Männern und Frauen, in: Zeitschrift für ArbeitsmarktForschung, Nürnberg Heft 2 und 3.
- Heckmann, M., Kettner, A., Pausch, S., Szameitat, J., Vogler-Ludwig, K. (2009): Wie Betriebe in der Krise Beschäftigung stützen, in: IAB-Kurzbericht 18, Nürnberg.
- Dienstleistungsverbund stärkt Bedeutung der Industrie, in: Wirtschaftsdienst, 91. Jg., H. 9, S. 648ff.
- (2014): Geschlechtsspezifische Berufssegregation, <http://homepage.swissonline.ch/bmuerner/berufswahl/pdfs/segregation.pdf>, abgerufen am 20.05.2014
- Schambach, G. (2010): Gender in der Finanz- und Wirtschaftskrise. Beschäftigungsrelevante Aspekte in den Konjunkturpaketen der Bundesregierung für Frauen und Männer, Abschlussbericht einer Expertise für die Hans-Böckler-Stiftung.
- Statistisches Bundesamt (2007): Verflechtung der deutschen Wirtschaft mit dem Ausland. Ergebnisse der Input-Output-Rechnung als Instrument zur Politikberatung, Wiesbaden. Statistisches in Frankfurt/Main, Wiesbaden.

---

## Datenquellen

Bundesagentur für Arbeit: Arbeitsmarkt in Zahlen - Beschäftigungsstatistik. Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte nach Wirtschaftszweigen, Nürnberg 2009 und 2010.

Deutsche Rentenversicherung Knappschaft-Bahn-See/Minijobzentrale (Hrsg.): Aktuelle Entwicklungen im Bereich der geringfügigen Beschäftigung, Essen 2013.

Deutscher Bundestag - 16. Wahlperiode: Umsetzung der Wehrpflicht im Jahr 2008 (Drucksache 12522), Berlin 16.3.2009.

Statistisches Bundesamt: Land- und Forstwirtschaft, Fischerei. Arbeitskräfte, Landwirtschaftszählung/Agrarstrukturerhebung, Fachserie 3, Reihe 2.1.8, Wiesbaden 2010. Statistisches Bundesamt: Stichprobenerhebung über die Bevölkerung und den Arbeitsmarkt. Mikrozensus 2008 und 2009, Wiesbaden 2009 und 2010.

Statistisches Bundesamt: Bevölkerung und Erwerbstätigkeit, Fachserie 1, Reihe 4.1.1, Wiesbaden 2013.

Statistisches Bundesamt: Personal des öffentlichen Dienstes, Fachserie 14, Reihe 6, Wiesbaden 2010

Statistisches Bundesamt: Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen: Input-Output-Rechnung für 2008 und 2009, Fachserie 18, Reihe 2, Wiesbaden 2012 und 2013.

Statistisches Bundesamt: Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen. Inlandsproduktsberechnung. Detaillierte Jahresergebnisse, Fachserie 18, Reihe 1.4, Wiesbaden 2012.



## 4 IO Tabellen in der Bewertung von Green Jobs – Fallstudie Tunesien

Ulrike Lehr

### 4.1 Einleitung

Spätestens seit den Beschlüssen der Brundlandt Kommission ist klar geworden, dass es nicht mit den Zielen einer zukunftsgerichteten Wirtschaftsweise vereinbar ist, die uns umgebende Welt zu zerstören beziehungsweise an den Rand ihrer Tragfähigkeit zu bringen. Das Konzept der nachhaltigen Entwicklung, bei welcher ökologische Aspekte mit sozialen und ökonomischen in Balance gebracht werden und nicht mehr länger als konfligierend oder sogar einander ausschließend wahrgenommen werden, setzt sich seitdem in vielen Bereichen politischer und wirtschaftlicher Entscheidungsfindung durch. Gerade in Schwellen- und Entwicklungsländern mit ihrem Aufholbedarf beim wirtschaftlichen Wachstum kann nachhaltiges Wachstum und der Übergang zu einer „Green Economy“ zur Sicherung von zusätzlichen, zukunftsfähigen und sicheren Arbeitsplätzen führen.

Tunesien steht seit dem Dezember 2010 vor erheblichen sozialen, wirtschaftlichen und politischen Veränderungen. Ein zentrales Anliegen aller Regierungen seit dem Rücktritt von Präsident Ben Ali im Jahr 2011 ist die Senkung der hohen Jugendarbeitslosigkeit indem attraktive, zukunftssichere Jobs geschaffen werden. Besonders sogenannte Green Jobs möchte die Tunesische Regierung ausbauen. Um eine sinnvolle Unterstützung von Wirtschaftssektoren leisten zu können, die einen hohen Anteil an Green Jobs aufweisen, oder die sogar als komplett grüne Sektoren identifiziert werden können, ist es notwendig ein Messkonzept zu entwickeln, mit dessen Hilfe sich auf den verfügbaren Statistiken die derzeit bestehenden Green Jobs identifizieren und in die Zukunft fortschreiben lassen.

Der nachfolgende Beitrag beruht auf Forschungsarbeiten im Rahmen einer Untersuchung für die ILO, die unter dem Titel „Evaluation of the potential of green and decent employment creation in Tunisia (GWS, ALCOR, EcoSer 2014)“ erschienen ist. Ich bedanke mich bei meinen Kollegen Rafik Missaoui und Sami Marrouki, sowie meiner Kollegin Anke Mönnig, dass sie mich Teile ihrer Ergebnisse verwenden lassen.

Dieser Einleitung folgt in Kapitel zwei eine Übersicht über die beiden Eckpfeiler der Untersuchung: das Konzept von Green Jobs und die Wirtschafts- und Bevölkerungsstruktur von Tunesien. In Kapitel drei wird als Messkonzept für Green Jobs die Erweiterung der Tunesischen Input-Output-Tabelle vorgeschlagen und Ergebnisse ihrer Anwendung vorgestellt. Kapitel 4 schließt.

---

## 4.2 Tunesien – ein Land im Umbruch

Als sich am 17. Dezember 2010 ein junger tunesischer Mann selbst verbrannte, war nicht abzusehen, wie sehr Teile der arabischen Welt verändert wurden durch die anschließenden Proteste, Rücktritte und Umbrüche. Im Dezember 2014 hat die tunesische Bevölkerung einen neuen Präsidenten und ein neues Parlament gewählt und kann sich nach vier turbulenten Jahren auf die wirtschaftliche Entwicklung konzentrieren.

Das tunesische Bruttosozialprodukt beläuft sich im Jahr 2013 auf 77,1 Mrd. Tunesische Dinar (ca. 38,9 Mrd. Euro) (GTAI 2014). Fünf Jahre vor den Umbrüchen wuchs die tunesische Wirtschaft mit 5,7% (2006) und 6,3% (2007), war jedoch dann auch infolge der weltweiten Finanzkrise auf 3,1% (2009) und 2,6% (2010) zurückgefallen. 2011 war geprägt durch die Umwälzungen in Tunesien und der Region, die Wirtschaft schrumpfte um 1,9%; im folgenden Jahr lag das Wachstum durch den Aufholeffekt wieder bei 3,7%. Rückgänge beim Tourismus konnten durch erhebliche Zuwächse bei den Übernachtungen der libyschen Nachbarn in Tunesien nahezu kompensiert werden. Derzeit leben nach Schätzungen zwischen 1,5 und 1,9 Millionen Libyer in Tunesien unter den unterschiedlichsten Bedingungen.

Laut Einschätzung des Auswärtigen Amtes (2014) hat Tunesien „eine moderne Wirtschaftsstruktur auf marktwirtschaftlicher Basis. Den größten Anteil am Bruttoinlandsprodukt erwirtschaftet der Dienstleistungssektor (2012: 61,42 Prozent), gefolgt von der Industrie (32 Prozent) und der Landwirtschaft (8-10 Prozent). Das Land hat sich durch die Förderung des privaten Sektors und die Integration in die Weltwirtschaft eine gute Position in der Region erarbeitet.“ Die Inflationsrate stieg in den letzten Jahren erheblich und die Regierung ist bemüht, die Auswirkungen auf die Bevölkerung zu begrenzen, zum Teil durch die Subventionierung von Lebensmitteln und Energie.

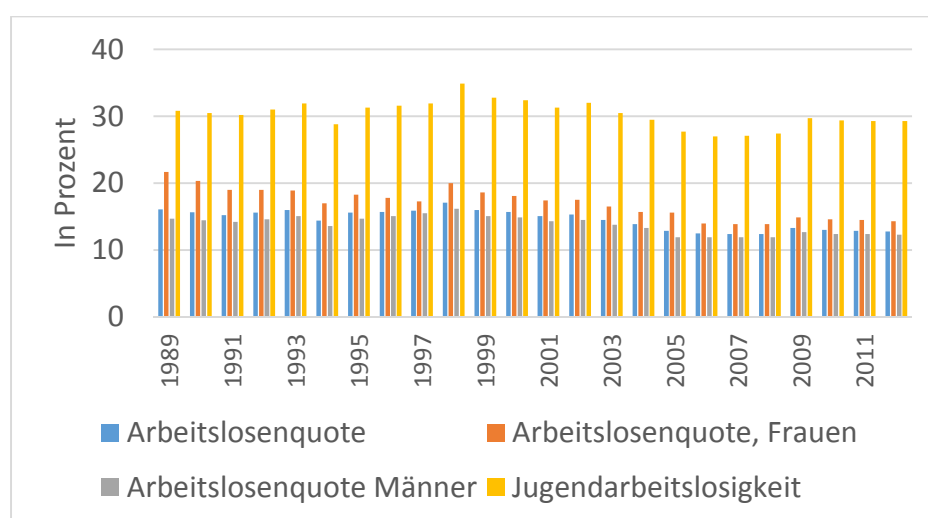
Tunesien hat noch die eher typische Struktur eines Entwicklungslands, die größten Sektoren sind der öffentliche Sektor und die Landwirtschaft. Während letztere jedoch in den Jahren vor den Umbrüchen konstant blieb, wuchsen der öffentliche Sektor und die Bauwirtschaft ganz erheblich, was als ein Kennzeichen der alten Regierung gesehen werden kann.

Weitere wichtige Wirtschaftszweige sind die Textilindustrie, der Tourismus, der Maschinenbau und die Elektroindustrie, sowie der Handel und die Dienstleistungen.

Die tunesische Bevölkerung beläuft sich 2014 auf 11,1 Millionen Menschen und ist jung. 23,2% sind jünger als 15 Jahre, nur 7,2% der Bevölkerung sind älter als 65. Das bedeutet, dass der Teil der Bevölkerung, die arbeitsfähig sind, nämlich diejenigen zwischen 15 und 65 Jahren, nahezu 70% ausmachen. Insbesondere unter der jungen Bevölkerung ist die Arbeitslosigkeit jedoch sehr hoch, sie bewegt sich seit Jahren um die 30% (Boughzala, Mongi 2013). Die Arbeitslosigkeit unter allen Arbeitnehmern liegt in den letzten Jahren zwischen zehn und 15%, wobei die Frauenarbeitslosigkeit leicht höher ausfällt.

Die Arbeitslosendaten werden überlagert von dem hohen Anteil informeller Arbeitsverhältnisse, der während und nach den Umbrüchen der letzten Jahre stark gestiegen ist (ILO 2013 a und b). Aufsehen hat eine Studie im Auftrag von UTICA, der tunesischen Union für Industrie, Handel und Handwerk, erregt. Sie wurde durch den peruanischen Ökonomen Hernando de Soto durchgeführt und weist aus, dass mehr als 80% aller Unternehmen dem informellen Sektor zuzuordnen sind und dieser mit Umsätzen von mehr als 100 Milliarden Dollar im Jahr 2012 signifikant zur tunesischen Wirtschaft beigetragen hat. Wenngleich diese Zahlen hoch sind und von der Bewertung der im informellen Sektor anzusiedelnden Aktivitäten abhängt, bleibt festzuhalten, dass der informelle Sektor in der gesamten Maghreb und MENA Region groß ist. Kinderarbeit ist in Tunesien gesetzlich verboten.

**Abbildung 4.1: Arbeitslosenquoten für verschiedene Bevölkerungsgruppen im Vergleich.**



Quelle: Globaldata (2014)

Unter anderem ist es der hohe Anteil von Beschäftigten im informellen Sektor eines Landes, den ein wichtiger Aspekt der Definition von sogenannten Green Jobs anspricht. Green Jobs tragen nicht nur zur Verbesserung der Umweltqualität und Gesundheit bei, sondern auch zur Lebensqualität, durch den Aspekt guter Arbeit.

### 4.3 Green Jobs – Definitionen und Ansätze

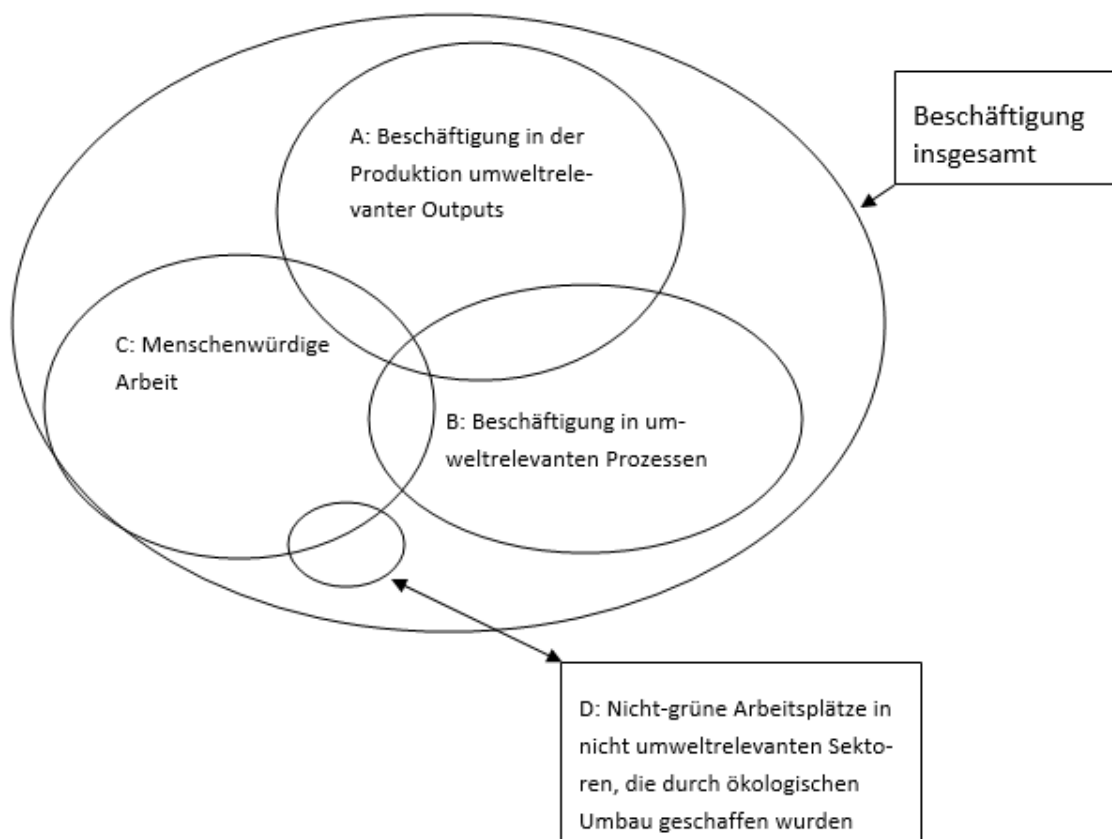
Green Jobs sind in einer ersten Arbeitsdefinition von der ILO und den Vereinten Nationen (ILO/UN 2008) in einem gemeinsamen Arbeitspapier folgendermaßen festgelegt worden: Green Jobs helfen, negative Umweltwirkungen zu reduzieren und führen somit langfristig zu umweltfreundlichen, wirtschaftlich und sozial nachhaltigen Unternehmen und Ökonomien. Etwas präziser formuliert sind Green Jobs menschenwürdige Tätigkeiten, die

- die Material und Energieeffizienz verbessern,
- Treibhausgasemissionen verringern,

- 
- Abfall und Umweltverschmutzung minimieren,
  - Ökosysteme schützen und wiederaufbauen sowie
  - die Anpassung an den Klimawandel unterstützen.

Für ein besseres Verständnis der Auswirkungen einer grüneren Wirtschaft auf die Arbeitsmärkte und um „die Wirksamkeit grundsatzpolitischer Maßnahmen bewerten zu können, ist eine konkretere Definition erforderlich, die eine konsistente Datenerhebung und Messung ermöglicht. (...) Für die Messung grüner Arbeitsplätze ist es erforderlich, die Beschäftigung in den grünen Wirtschaftssektoren und Industriezweigen unter der Perspektive der Produktionsleistung (Output) und die umweltorientierten Berufsfelder und Tätigkeitsbereiche in allen Sektoren unter der Perspektive der Produktionsprozesse zu betrachten. Diese beiden Konzepte ergänzen einander und beleuchten verschiedene Wege für den ökologischen Umbau von Unternehmen und Wirtschaften, die unterschiedliche Ansatzpunkte für politisches Handeln bieten“ (ILO 2013d).

Abbildung 4.2 zeigt eine Illustration dieser Definition. Green Jobs befinden sich in der Schnittmenge zwischen A und C sowie B und C. Die durch den Übergang zur Green Economy ausgelöste zusätzliche Beschäftigung kann hingegen auch außerhalb der Schnittmenge mit dem äußerst wichtigen Kriterium C liegen oder außerhalb der umweltrelevanten und grünen Sektoren. Ein Beispiel für Letzteres wäre die Zunahme an Küchenhilfen in Restaurant, da durch den Übergang zur Green Economy mehr Einkommen zur Verfügung steht, welches unter anderem für Restaurantessen verwendet wird.

**Abbildung 4.2: Beschäftigung, Green Jobs und menschenwürdige Arbeit**

Quelle: Eigene Darstellung nach ILO (2013c)

#### 4.4 Die Erweiterung der IO Tabelle

Um die Green Jobs in der Ökonomie zu messen und die Auswirkungen von politischen Maßnahmen auf das Entstehen neuer, zusätzlicher Green Jobs evaluieren zu können, bedarf es eines Konzepts, das nicht nur die direkte Beschäftigung misst. Vielmehr gilt es auch zu berücksichtigen, dass zusätzlicher Output in einem Wirtschaftszweig zu zusätzlicher Nachfrage nach wichtigen Inputs führt und somit zu Beschäftigung in den vorgelagerten Industrien entlang der Wertschöpfungskette führt. So lässt sich auch die Empfehlung des Inter-agency Workshop on Employment and Social Inclusion in a Green Economy (ILO 2013c) verstehen:

*„Input-Output tables can be used to estimate the effects on employment resulting from the increase in final demand for the product or service in a given green industry by estimating direct, indirect and induced jobs. Thus, the model can be used to answer questions such as ‘How many jobs may result from a given program of investment in sustainable economic areas?’ or ‘For a given level of investment, which sector or sectors would yield the greatest number of jobs?’“*

Input-Output-Tabellen (IOT) stehen somit als Instrument zur Messung der Beschäftigung beim Übergang in eine Green Economy und zur Identifikation von Green Jobs bereit. Hierfür müssen allerdings die Input-Output-Tabellen so ertüchtigt und ergänzt werden, dass die grünen Sektoren und ihre Aktivitäten auch abgebildet werden können. In diesem Abschnitt werden die Schritte, die hierzu an den tunesischen IOT durchgeführt worden sind, im Detail nachvollzogen.

Für Tunesien stellt das Institut Nationale de la Statistique (INS) ab dem Jahr 2004 IOT bereit. Ab 2006 liegen die Daten in einer Abgrenzung von 23 Sektoren vor, die beiden Jahre zuvor unterschieden sich bei der sektoralen Abgrenzung. Von 2004 bis 2006 liegen Daten für die Tabakindustrie zusammen mit der Lebensmittelverarbeitung vor, Verkehr und Telekommunikation bildeten einen Sektor und der Gassektor war gemeinsam mit der Ölindustrie abgebildet. Nun ist Gas Teil der Elektrizitätswirtschaft, Transport und Telekommunikation sind getrennt und es wurde aus allen Wirtschaftszweigen der Bereich Reparatur und Betrieb zu einem eigenen Wirtschaftszweig zusammengefasst (ähnlich der WZ08 Umstellung). Tabelle 4.1 zeigt die 23 Sektoren.

Als nächster Schritt muss nun eine Systematik entwickelt werden, die es erlaubt, in den einzelnen Sektoren konsistent zur IO Systematik grüne Anteile zu identifizieren. Dabei gilt es zu beachten, dass der Output eines Sektors insgesamt durch die Identifikation grüner Anteile natürlich nicht verändert werden darf. Wenn daher die Hälfte der Landwirtschaft zum Beispiel mit Ökolandbau befasst ist und diese Beschäftigungsverhältnisse auch dem Anspruch aus Abbildung 4.2 an die Qualität der Arbeit genügt, so muss der Output der nicht-grünen Landwirtschaft entsprechend angepasst werden.

**Tabelle 4.1: Wirtschaftszweiggliederung Tunesien**

Landwirtschaft	Lebensmittel-industrie	Tabakindustrie	Textilindustrie	Andere Indust- riezweige	Raffinerien und Öl
Chemische In- dustrie	Baumaterialien	Maschinenbau und Elektri- sche Geräte	Förderung von Öl und Gas	Elektrizität und Gas	Wasserwirt- schaft
Bauwirtschaft	Reparaturen	Handel	Hotel und Gaststätten	Verkehr	Post und Tele- kommunika- tion
Finanzdienst- leistungen	Andere Markt- dienstleistun- gen	Öffentliche Verwaltung	Andere Dienst- leistungen		

Grundsätzlich ist für jeden Sektor zu beantworten, ob er zu hundert Prozent oder teilweise mit der Produktion umweltrelevanter Outputs befasst ist, ob er zu hundert Prozent oder teilweise umweltrelevante Prozesse einsetzt, und zu welchem Anteil die in diesem Sektor angebotenen Jobs menschenwürdig („decent“) sind. In einem mehrstufigen Diskussionsprozess mit Stakeholdern in Tunesien wurde die Einordnung der Sektoren festgelegt. Die Wasserwirtschaft und die Abfallwirtschaft werden dabei als komplett grün eingeordnet. Die meisten Sektoren sind anteilig grün, entweder nach ihrem Produkt oder nach den eingesetzten Prozessen. Tabak, Raffinerien und die Gasförderung werden als zu 100% konventionell eingeordnet. Der Aspekt der menschenwürdigen Arbeitsumgebung ist in Tunesien bei vielen Beschäftigungsverhältnissen zumindest gesetzlich gegeben. Zwischen 2005 und 2010 gibt es beispielsweise offiziell keine Kinderarbeit, denn Sammler und Recycler gehorchen den Regeln und Anforderungen der durch die nationale Agentur für Abfallfragen festgelegten ECOLEF-Strategie. Selbst informelle Beschäftigungsverhältnisse werden durch diese Regulierung nahezu unmöglich, vor allem solange die Sammelpunkte gut organisiert sind. Die Agentur für Abfallfragen betreibt diese Recycling- und Sammelpunkte und gibt den Sammlern feste Verträge und Zahlungen nach festgelegten Tarifen. Daher wurden von den tunesischen Stakeholdern die im Rahmen von Kleinstunternehmen geschaffenen Arbeitsplätze als nachhaltig und menschenwürdig eingeordnet.

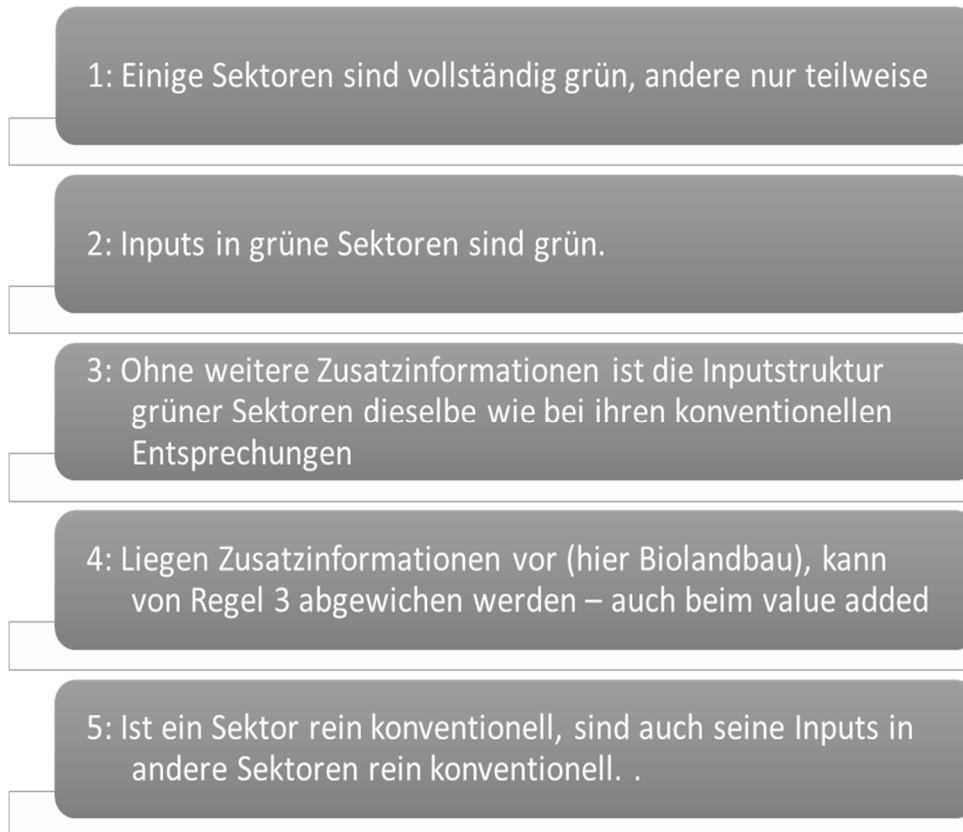
Seit den Umbrüchen sind die Strukturen aufgeweicht worden, und es ist ein wachsender Anteil informeller Beschäftigungsverhältnisse zu beobachten. Da sich alle Stakeholder sicher sind, dass diese Verhältnisse temporär und unerwünscht sind, wurde die Abfallwirtschaft im Folgenden zu 100% den Green Jobs zugeordnet.

Neben der Zuordnung der Sektoren an sich, ihres Outputs oder der mit der Produktion verbundenen Prozesse, muss überlegt werden, ob sich die Vorleistungsstruktur zwischen den grünen Anteilen eines Sektors und den nicht-grünen unterscheidet. Grundsätzlich kann das immer der Fall sein. Allerdings muss man beachten, dass sich zum einen die Vorleistungsstrukturen in den verschiedenen zu einem Sektor zusammengefassten Produktionen immer ein wenig unterscheiden und es sich somit ohnehin um zusammengefasste Daten handelt, und zum anderen Daten in dieser Detailtiefe oftmals nicht vorliegen. Daher wird hier einem pragmatischen Ansatz gefolgt und die Vorleistungsstruktur nur angepasst, wenn wirklich Indizien vorliegen, dass sich die grüne Produktion oder der grüne Prozess komplett von der ursprünglichen Struktur bezüglich des Arbeitsaufwands oder der Materialien unterscheiden. Der Biolandbau ist ein gutes Beispiel für einen Sektor, in dem diese Anpassungen geboten waren. Die meisten Biosiegel verbieten die Verwendung von mineralischem Dünger, sodass diese veränderte Inputstruktur gerade charakteristisch für die Definition des grünen Anteils der Landwirtschaft ist. Dies muss natürlich in der Struktur des Material-

---

einsatzes berücksichtigt werden. Abbildung 4.3 gibt einen Überblick über die Konstruktionsregeln für eine IOT, bei welcher jeder Sektor in seine grünen und nicht-grünen Zeilen und Spalten aufgespaltet wurde.

**Abbildung 4.3: Auf Annahmen basierte Konstruktionsregeln**



Die Inputstruktur wurde in der ersten explorativen Entwicklung der erweiterten IOT für den Biolandbau angepasst. Alle weiteren Sektoren haben dieselbe Inputstruktur. Im Biolandbau wurde zum einen der Dünger vom mineralischen Bezug auf den Vorleistungsbezug aus dem eigenen grünen Sektor verschoben. Darüber hinaus wurden Literaturwerten Rechnung getragen, die darauf hinweisen, dass Biolandbau typischerweise auf kleineren Höfen stattfindet. Ex post und derzeit trifft diese Beobachtung zu, langfristig werden sich mit zunehmendem Biolandbau auch große Betriebe in diese Richtung entwickeln.

Die komplette Matrix mit ihren 46 Sektoren würde diese Darstellung sprengen. Daher zeigt Tabelle 2 eine zusammengefasste IOT, bei der die relevanten Sektoren sichtbar, etliche Sektoren jedoch aggregiert sind.



**Tabelle 4.2: Eine aggregierte grüne IOT für Tunesien**

	Landwirtschaft und Fischerei	Nahrungsmittelindustrie	Tabak, Minen, Chemie	Restliches Verarbeitendes Gewerbe	Wasserwirtschaft und Abfallindustrie	Handel und Dienstleistungen	Kontrollvariable: vorher = nachher	
Landwirtschaft und Fischerei	278	4.316	90	180		549	5.569	
Nahrungsmittelindustrie	9	44	75	37	8	1.321	3.059	
Tabak, Minen, Chemie	26	13	5.550	2.470	2	2.756	3.059	
Restliches Verarbeitendes Gewerbe	399	6	556	5.550	2.470	2.756	11.738	
Wasserwirtschaft und Abfallindustrie	70	788	611	13.827	35	5.625	22.536	
Handel und Dienstleistungen	3	8		576		993	22.536	
Kontrollvariable	8	0	12	0	29	19	1	136
	37	368	933	1.576		58	10	136
	1	4			66	8	1.225	11.160
								11.160

Quelle: GWS, ALCOR, EcoSer (2014)

Die veränderte Struktur bei der Landwirtschaft ist deutlich zu erkennen, im nicht-grünen Teil machen die Vorleistungsprodukte aus der chemischen Industrie einen deutlich höheren Anteil aus. Während die grüne Landwirtschaft aus diesem Bereich etwas mehr als ein Prozent ihrer Vorleistungen bezieht, ist dies im nicht-grünen Teil der Landwirtschaft knapp 5%.

Die Nahrungsmittelverarbeitung bezieht den zweitgrößten Teil der grünen landwirtschaftlichen Produkte. Hierbei handelt es sich zu einem großen Teil um Olivenöl, denn das gepresste Öl ist ein Output der Nahrungsmittelindustrie. Der weitaus größte Teil der Ökoprodukte geht heute schon direkt in den Handel.

Insgesamt sind die grünen Sektoren anteilig noch eher klein. Eine Befragung, die im Jahr 2005 zu den bestehenden Green Jobs in Tunesien durchgeführt worden ist, wies gut 96 Tausend Green Jobs in allen Sektoren zusammen aus. Der größte Teil entfällt auf die Landwirtschaft, gefolgt von der Wasserwirtschaft und der öffentlichen Verwaltung. Eine Anwendung der IOT für 2010 zeigt einen geringfügigen Anstieg auf knapp 110 Tausend Green Jobs. Insbesondere der Ausbau erneuerbarer Energien seit 2005 und die zusätzlichen Anstrengungen zur Energieeffizienz haben für diesen Anstieg gesorgt.

#### 4.5 Ausblick

In diesem Beitrag wurde anhand der Ergänzung der IOT für Tunesien um die grüne Dimension auch deutlich, mit welchen Schwierigkeiten diese Erweiterungen in Entwicklungslän-

---

dern verbunden sind. Zum einen liegen Daten und Informationen in einer Fülle von Einzeluntersuchungen vor und müssen durch Befragungen und Stakeholderdiskussionen ergänzt werden. Zum anderen ist die Sicherheit und Qualität der Arbeitsplätze in Schwellen- und Entwicklungsländern oft mitbestimmt von anderen Faktoren, wie den Umbrüchen in Tunesien.

Nichtsdestotrotz zeigen die Ergebnisse, dass bereits jetzt mehr als 100.000 Menschen Teil der Green Economy sind und mit ihrer Tätigkeit zur nachhaltigen Entwicklung des Landes beitragen.

Baut man die ergänzten Tabellen etwa in ein Makromodell der tunesischen Wirtschaft ein, so lassen sich auch Aussagen über die Auswirkungen verschiedener Szenarien und Politikmaßnahmen auf die Entwicklung der Green Jobs in Tunesien treffen.

Die Recherchen zur Entwicklung der grünen IOT und die Diskussionen mit den Stakeholdern haben darüber hinaus gezeigt, dass sich einige grüne Sektoren durch höhere Wertschöpfungsanteile und höhere Arbeitsintensität auszeichnen, teilweise bedingt durch unterschiedliche Produktionsprozesse und teilweise durch kleinere Produktionseinheiten und einen höheren Anteil von kleinen und mittleren Unternehmen.

Zur Weiterentwicklung und zur Konsolidierung der Ergebnisse müssten mehr Daten erhoben oder bereitgestellt werden. Insbesondere der Umfang des informellen Arbeitsmarkts ist statistisch nur unzureichend abgebildet.

## Zitierte Literatur

- Auswärtiges Amt (2014) Länderinformationen. Stand November 2014. [http://www.auswaertiges-amt.de/DE/Aussenpolitik/Laender/Laenderinfos/Tunesien/Wirtschaft\\_node.html](http://www.auswaertiges-amt.de/DE/Aussenpolitik/Laender/Laenderinfos/Tunesien/Wirtschaft_node.html). Zugriff im Dezember 2014.
- Boughzala, Mongi (2013) Youth employment and economic transition in Tunisia. Global Economy and Development at Brookings. Working Paper 57. January 2013.
- Boughzala, Mongi; Kouki, Mokhtar (2003) Unemployment Persistence and The Informal Sector. ERF Working Paper Series No. 0326. Economic Research Forum for the Arab Countries.
- Globaldata (2014) Tunisia Economic Indicators. [http://www.theglobaleconomy.com/Tunisia/Unemployment\\_rate/](http://www.theglobaleconomy.com/Tunisia/Unemployment_rate/). Zugriff Dezember 2014.
- GTAI (2014) Wirtschaftsdaten kompakt: Tunesien. Germany Trade and Invest. Stand: Mai 2014.
- GWS, ALCOR, EcoSer (2014) Evaluation of the potential of green and decent employment creation in Tunisia. Study commissioned by ILO. Geneva.
- ILO (2000) Resolution concerning statistics of employment in the informal sector, adopted by the Fifteenth International Conference of Labor Statisticians (January 1993). in:

Current International Recommendations on Labor Statistics. 2000 Edition. International Labor Office. Geneva.

ILO (2013a) Measuring informality: A statistical manual on the informal sector and informal employment. International Labor Organisation. Geneva.

ILO (2013b) Decent work and the informal economy. International Labor Organisation. Geneva.

ILO (2013c) Growth strategies and quality employment generation. International Labor Organisation. Geneva.

ILO (2013d) What is a green job? [http://www.ilo.org/global/topics/green-jobs/news/WCMS\\_220248/lang--en/index.htm](http://www.ilo.org/global/topics/green-jobs/news/WCMS_220248/lang--en/index.htm).

ILO, UN (2008) Green Jobs: Towards decent work in a sustainable, low-carbon world.



## 5 Direkte und indirekte CO<sub>2</sub>-Emissionen in Deutschland 2000, 2005 und 2010

Helmut Mayer

### 5.1 Einleitung

Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>)-Emissionen können sowohl entstehungs-, als auch verbrauchsseitig nachgewiesen werden. Im Rahmen der internationalen Berichterstattung der Treibhausgase werden die CO<sub>2</sub>-Emissionen – entstehungsseitig – für ein bestimmtes Territorium nach Emittentengruppen nachgewiesen<sup>10</sup>. Bei einer verbrauchsseitigen Betrachtung werden die Emissionen güterbezogen ermittelt und den Verbrauchern – den Konsumenten, Investoren und der „übrigen Welt“ als Empfänger der Exportgüter – entsprechend der Höhe ihres Verbrauchs zugerechnet. Dabei werden neben den Emissionen im Inland auch die Emissionen bei der Herstellung der Importe nach Deutschland berücksichtigt. Beim Verbrauch wird grundsätzlich zwischen dem Inlandsverbrauch und den Exporten unterschieden. Der Inlandsverbrauch von Gütern (Konsum, Investitionen) verursacht Emissionen im In- und Ausland, die den inländischen Verbrauchern zugerechnet werden. Die Exporte verursachen ebenfalls Emissionen im In- und Ausland, die der übrigen Welt zuzurechnen sind<sup>11</sup>.

Die Berechnungen basieren auf einem erweiterten hybriden Input-Output Analysemodell mit einer Regionalisierung der Importströme<sup>12</sup>.

### 5.2 CO<sub>2</sub>-Emissionen nach verschiedenen Konzepten

In Deutschland entstanden im Jahr 2010 – in der Abgrenzung der Umweltökonomischen Gesamtrechnungen- UGR<sup>13</sup> - CO<sub>2</sub>-Emissionen in Höhe von 973 Mill. Tonnen. Im Jahr 2000

---

<sup>10</sup> Siehe Treibhausinventare im Rahmen der Kyoto-Berichterstattung lt. UN Klimakonvention (UNFCCC).

<sup>11</sup> Siehe: Mayer, H.: „Umweltökonomische „Aspekte der Globalisierung“ in: Wirtschaft und Statistik, Nr. 12/2007, S. 1261-1269.

<sup>12</sup> Eine ausführliche Beschreibung des erweiterten Input-Output-Modell siehe Statistisches Bundesamt (2011).

<https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/UmweltoekonomischeGesamtrechnungen/EnergieRohstoffe/FachbeitraegeEnergie.html>

Ein kurzer methodischer Überblick ist im Internet in dem Fachbeitrag: „CO<sub>2</sub>-Gehalt von deutschen Import- und Exportgütern 2000 bis 2010“ (Mayer, 2014) enthalten.

[https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/UmweltoekonomischeGesamtrechnungen/ImExErgebnissePDF5850017.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/UmweltoekonomischeGesamtrechnungen/ImExErgebnissePDF5850017.pdf?__blob=publicationFile)

<sup>13</sup> Einschließlich Emissionen aus Biomasse und von Bunkerungen von Gebietsansässigen in der internationalen Schifffahrt und Luftfahrt und von Auslandsbetankungen Gebietsansässiger, jedoch ohne entsprechende Bunkerungen Gebietsfremder auf dem nationalen Territorium.

---

lagen die Emissionen noch bei 954 Mill. Tonnen. Ursache für den Anstieg der CO<sub>2</sub>-Emissionen im Inland war insbesondere ein erhöhter Energieverbrauch von Biomasse mit entsprechenden CO<sub>2</sub>-Emissionen. Die Emissionen aus der Verbrennung von Biomasse haben sich zwischen 2000 und 2010 fast verdreifacht (2000: 37 Mill. Tonnen, 2010: 106 Mill. Tonnen).

Die Emissionen in der Abgrenzung der UGR enthalten zusätzlich zu den Emissionen in der Abgrenzung des IPCC<sup>14</sup> auch die Emissionen aus der internationalen Schifffahrt und Luftfahrt – allerdings nur die der gebietsansässigen Einheiten<sup>15</sup>. Außerdem werden in dieser Abgrenzung auch die CO<sub>2</sub>-Emissionen einbezogen, die bei den Auslandsbetankungen im Straßenverkehr durch Gebietsansässige entstehen.

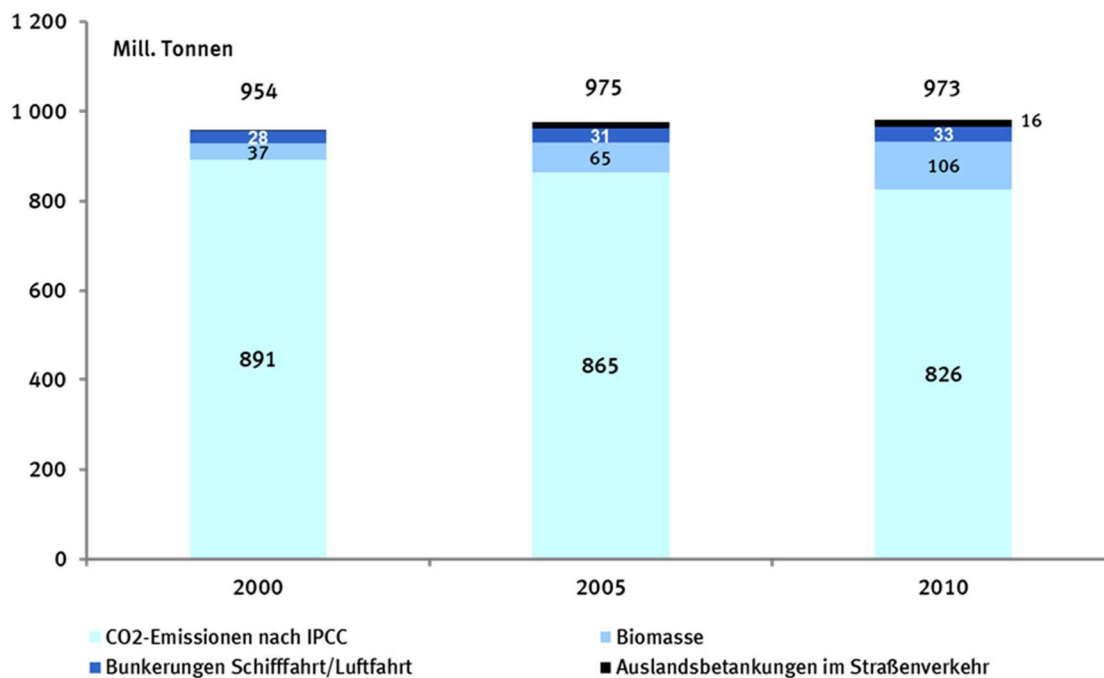
Ohne die Emissionen aus Biomasse und Auslandsbetankungen und ohne die Emissionen aus der internationalen Schifffahrt und Luftfahrt sind die inländischen Emissionen – entsprechend der Abgrenzung des IPCC – um 7,3 % von 891 Mill. Tonnen (2000) auf 826 Mill. Tonnen (2010) gesunken (siehe Abbildung 4.1).

---

<sup>14</sup> IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change. Emissionen ohne die Position "Land use, land use change, forestry" (LULUCF).

<sup>15</sup> In der internationalen Berichterstattung der Treibhausgase werden die gesamten Emissionen aus den Bunkerungen der internationalen Schifffahrt und Luftfahrt im Inland als „nachrichtlicher Wert“ ausgewiesen. Die Höhe dieser Emissionen ist im standardisierten Ergebnisausweis nicht enthalten.

**Abbildung 4.1: CO<sub>2</sub>-Emissionen in Deutschland 2000, 2005 und 2010 nach dem Konzept der UGR und des IPCC**



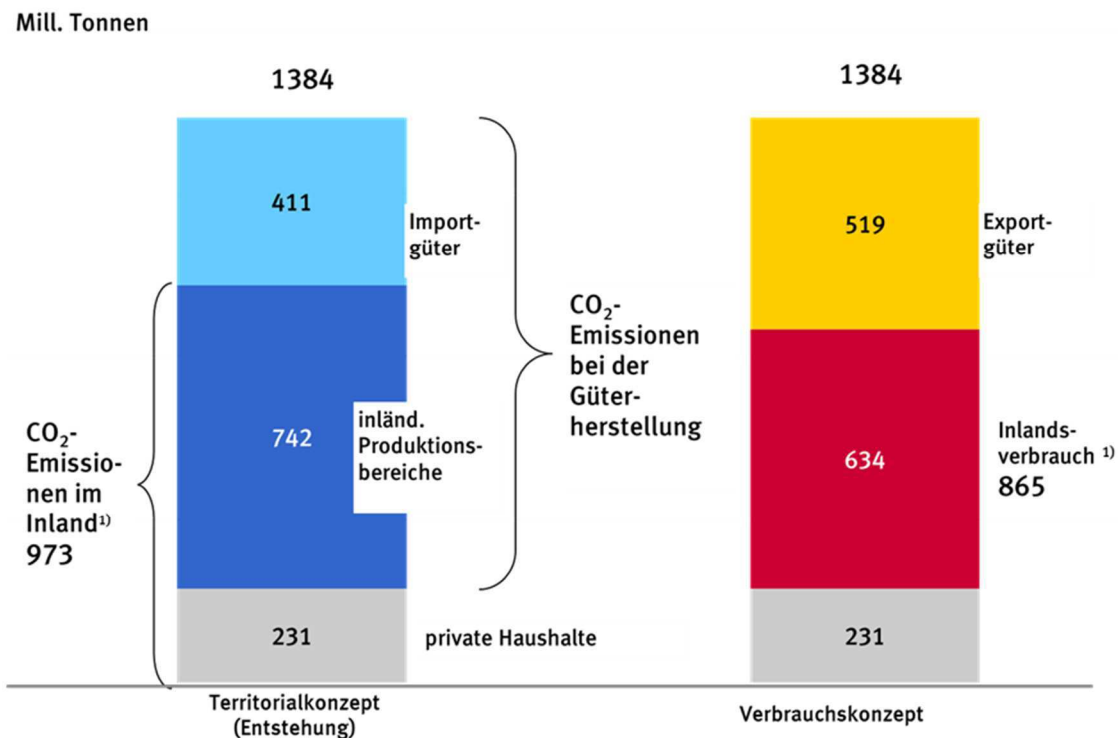
Quelle: Umweltökonomische Gesamtrechnungen 2014.

Von den inländischen Emissionen im Jahr 2010 von insgesamt 973 Mill. Tonnen entfielen auf die inländischen Produktionsbereiche 742 Mill. Tonnen, auf die privaten Haushalte 231 Mill. Tonnen (siehe Abbildung 4.2: linke Säule).

Bei der Herstellung der Importgüter sind 2010 weitere CO<sub>2</sub>-Emissionen in Höhe von 411 Mill. Tonnen angefallen. Das ist mehr als die Hälfte (55,4 %) der Emissionen der inländischen Produktionsbereiche. Zusammen mit den direkten Emissionen der privaten Haushalte ergeben sich für das Jahr 2010 kumulierte Emissionen von 1 384 Mill. Tonnen. Dieses Aufkommen ergibt sich aus der entstehungsseitigen Messung der Emissionen.

Auf Basis dieser Ergebnisse können die CO<sub>2</sub>-Emissionen mit Hilfe der Input-Output Analyse auch verbrauchsseitig (Verbrauchskonzept) nachgewiesen werden (siehe Abbildung 4.2: rechte Säule). Dabei werden die dem Inlandsverbrauch zuzurechnenden Emissionen und die Emissionen bei der Herstellung von Exportgütern unterschieden.

**Abbildung 4.2: Direkte und indirekte CO<sub>2</sub>-Emissionen in Deutschland 2010**



Quelle: Umweltökonomische Gesamtrechnungen 2014.

Die auf den Inlandsverbrauch entfallenden Emissionen können mit den inländischen Emissionen aus der entstehungsseitigen Betrachtung verglichen werden. Nach Abzug des CO<sub>2</sub>-Gehalts der Exporte (519 Mill. Tonnen) vom gesamten Aufkommen ergibt sich für den gesamten Inlandsverbrauch von Gütern im Jahr 2010 ein CO<sub>2</sub>-Gehalt von 865 Mill. Tonnen. Dieser Wert liegt um 108 Mill. Tonnen unter den auf dem Territorium entstandenen CO<sub>2</sub>-Emissionen. Ursache für den geringeren CO<sub>2</sub>-Wert des Inlandsverbrauchs im Vergleich zu den territorial abgegrenzten Inlandsemissionen ist der im Vergleich zu den Importgütern sehr viel höhere Emissionsgehalt der Exportgüter.

### 5.3 Aufkommen an CO<sub>2</sub>-Emissionen nach Verbrauchsbereichen

Die direkten CO<sub>2</sub>-Emissionen aus der Verbrennung von Energieträgern sind zwischen 2000 und 2010 um 1,9 % von 954 Mill. Tonnen auf 973 Mill. Tonnen gestiegen. Davon wurden im Jahr 2010 231 Mill. Tonnen von den privaten Haushalten und 742 Mill. Tonnen von den Produktionsbereichen emittiert. Die direkten Emissionen machten 70,3 % des gesamten Aufkommens an Emissionen aus.



Tabelle 4.1: Direkte und indirekte CO<sub>2</sub>-Emissionen in Deutschland 2000 – 2010 \*

		2000	2005	2010	10/00
		Mill. Tonnen			%
<b>1</b>	<b>Direkte Emissionen im Inland</b>	<b>954</b>	<b>975</b>	<b>973</b>	1,9
2	Private Haushalte	232	228	231	-0,7
3	Produktionsbereiche	722	747	742	2,8
<b>4</b>	<b>Importe</b>	<b>379</b>	<b>387</b>	<b>411</b>	8,3
<b>5</b>	<b>Aufkommen im Inland (1+4)</b>	<b>1.333</b>	<b>1.362</b>	<b>1.383</b>	3,7
6	Private Haushalte	232	228	231	-0,7
7	Exporte	412	488	519	25,9
<b>8</b>	<b>Güter der Inlandsnachfrage</b>	<b>689</b>	<b>646</b>	<b>634</b>	-8,0
9	Güter des privaten Konsums	424	413	416	-1,9
10	Staatskonsum, Investitionen	265	234	218	-17,7
<b>11</b>	<b>Verwendung</b>	<b>1.333</b>	<b>1.362</b>	<b>1.383</b>	3,7
		in % von Aufkommen / Verwendung			%-Pkt.
12	Direkte Emissionen im Inland	71,6	71,6	70,3	-1,2
13	Private Haushalte	17,4	16,7	16,7	-0,8
14	Produktionsbereiche	54,1	54,9	53,6	-0,5
15	Importe	28,4	28,4	29,7	1,2
<b>16</b>	<b>Aufkommen / Verwendung</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	
17	Private Haushalte	17,4	16,7	16,7	-0,8
18	Exporte	30,9	35,8	37,5	6,6
<b>19</b>	<b>Güter der Inlandsnachfrage</b>	<b>51,7</b>	<b>47,5</b>	<b>45,8</b>	-5,8
20	Güter des privaten Konsums	31,8	30,3	30,1	-1,7
21	Staatskonsum, Investitionen	19,8	17,1	15,7	-4,1

\*) In der Abgrenzung der Umweltökonomischen Gesamtrechnungen (Inländerkonzept, einschl. Emissionen aus der Verbrennung von Biomasse).

Quelle: Umweltökonomische Gesamtrechnungen 2014.

Neben diesen direkten Emissionen im Inland sind bei der Emissionsmessung aus der Verbrauchersicht auch die Emissionen im Ausland zu berücksichtigen, die bei der Herstellung der deutschen Importgüter entstehen. Diese (indirekten) Emissionen sind um 8,3 % von 379 Mill. Tonnen (2000) auf 411 Mill. Tonnen (2010) gestiegen. Der Anteil dieser Emissionen am gesamten Aufkommen hat sich von 28,4 % (2000) auf 29,7 % (2010) erhöht.

Verbrauchsseitig verursachen die Exportgüter die höchsten Emissionen: Ihr Anteil an den gesamten direkten und indirekten Emissionen ist stark angestiegen - von 30,9 % (2000) auf 37,5 % (2010). Im Jahr 2000 verursachten die Güter des privaten Konsums mit 31,8 % noch die höchsten Emissionen. Diese Emissionen gingen im Zeitraum 2000 bis 2010 absolut und anteilig zurück. Die direkten Emissionen der privaten Haushalte und die der Konsumgüter bilden jedoch zusammen mit 46,8 % aller Emissionen (2010) immer noch die größte Emissionsquelle.

---

## 5.4 Direkte CO<sub>2</sub>-Emissionen der privaten Haushalte und CO<sub>2</sub>-Gehalt der Konsumgüter

Die direkten CO<sub>2</sub>-Emissionen der privaten Haushalte fallen bei der Verbrennung der Kraftstoffe im Straßenverkehr und der Brennstoffe im Wohnbereich der Haushalte an. Die direkten Emissionen sind insgesamt von 424 Mill. Tonnen (2000) auf 416 Mill. Tonnen (2010) leicht gesunken (siehe Tabelle 4.2). Die Emissionen aus dem Verbrauch der Kraftstoffe sind um 6,3 % gesunken. Für die Brennstoffe ergibt sich wegen des temperaturbedingt hohen Verbrauchs für Heizzwecke im Jahr 2010 ein leichter Anstieg der Emissionen<sup>16</sup>.

Die direkten Emissionen haben einen Anteil von 35,7 % (2010) an den gesamten Emissionen, die den privaten Haushalten konsumbedingt zugerechnet werden können. Die indirekten Emissionen – 416 Mill. Tonnen im Jahr 2010 - fallen zu ungefähr gleichen Teilen bei der Nachfrage nach Energieträgern, Waren und Dienstleistungen an. Die Emissionen bei der Nachfrage nach Energiegütern entstehen überwiegend im Kraftwerkssektor. Zwar sind dort die CO<sub>2</sub>-Emissionskoeffizienten (Emissionen je produzierter kWh) von 2000 bis 2010 um 6 % gesunken, gleichzeitig ist der Stromverbrauch der privaten Haushalte in diesem Zeitraum jedoch um 8,6 % gestiegen. Der Verbrauch von Fernwärme ist seit 2000 – auch temperaturbedingt durch das relativ „kalte“ Bezugsjahr 2010 – mit einem Anstieg von 44 % sehr stark gestiegen und hat im Bereich der Heizwerke zu einem entsprechenden Anstieg der Emissionen geführt.

---

<sup>16</sup> Das Jahr 2010 war ein vergleichsweise kaltes Jahr mit einem überdurchschnittlichen Bedarf an Heizenergie. Temperaturbereinigt ergibt sich zwischen 2000 und 2010 dagegen ein Rückgang der Emissionen um 15,8 %. Siehe Statistisches Bundesamt (2013), Tabellen zu den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen, Teil 2 Energie, Tabelle 3.3.6.5.

[https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/UmweltoekonomischeGesamtrechnungen/Querschnitt/UmweltnutzungundWirtschaftTabelle5850007137006Teil\\_2.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/UmweltoekonomischeGesamtrechnungen/Querschnitt/UmweltnutzungundWirtschaftTabelle5850007137006Teil_2.pdf?__blob=publicationFile)

**Tabelle 4.2: Direkte CO<sub>2</sub>-Emissionen der privaten Haushalte und CO<sub>2</sub>-Gehalt der Konsumgüter**

	2000	2005	2010	10 / 00
	<b>Mill. Tonnen</b>			<b>%</b>
<b>Direkte Emissionen</b>	<b>232</b>	<b>228</b>	<b>231</b>	<b>-0,7</b>
Kraftstoffe	101	100	95	-6,3
Brennstoffe	131	127	136	3,6
<b>CO<sub>2</sub>-Gehalt Konsumgüter</b>	<b>424</b>	<b>413</b>	<b>416</b>	<b>-1,9</b>
davon				
Energiegüter	119	122	126	5,6
Waren	152	138	141	-7,2
Dienstleistungen <sup>1)</sup>	153	153	149	-2,6
<b>Emissionen insgesamt</b>	<b>657</b>	<b>641</b>	<b>647</b>	<b>-1,5</b>
	<b>Anteile an Emissionen insgesamt in %</b>			
<b>Direkte Emissionen</b>	<b>35,4</b>	<b>35,6</b>	<b>35,7</b>	
<b>CO<sub>2</sub>-Gehalt Konsumgüter</b>	<b>64,6</b>	<b>64,4</b>	<b>64,3</b>	
Energiegüter	18,1	19,0	19,4	
Waren	23,2	21,5	21,8	
Dienstleistungen <sup>1)</sup>	23,4	23,9	23,1	
	<b>Tonnen pro-Kopf</b>			
<b>Emissionen insgesamt</b>	<b>7,991</b>	<b>7,771</b>	<b>7,913</b>	<b>-1,0</b>

1) Einschl. Handels- und Verkehrsleistungen.

Quelle: Umweltökonomische Gesamtrechnungen 2014.

In den Emissionen der Dienstleistungen sind bei dieser Darstellung auch die Emissionen der Handels- und Transportbereiche enthalten, die bei der Warenverteilung Leistungen für die privaten Haushalte erbringen. Die Emissionen der Dienstleistungsbereiche sind insgesamt um 2,6 % gesunken. Die Emissionen haben sich allerdings innerhalb der Dienstleistungen sehr unterschiedlich verändert. So sind beispielsweise die Emissionen der Transportbereiche, insbesondere wegen der stark gestiegenen Emissionen der Luftfahrt, in diesem Zeitraum um 6,3 % gestiegen.

Rund 68 % der Emissionen der Konsumgüter – 282 Mill. Tonnen – fielen 2010 im Inland, 32 % bzw. 134 Mill. Tonnen im Ausland an (siehe Tabelle 4.3). Die Emissionen im Ausland teilen sich zu ungefähr gleichen Teilen auf die Emissionen für Vorleistungsgüter und die von fertigen Konsumgütern auf. Bei den Emissionen der Vorleistungsgüter handelt es sich um die anteiligen Emissionen für importierte Vorleistungen, die im Inland bei der Herstellung der Konsumgüter verwendet werden.

Die Käufe von importierten Konsumgütern an den gesamten Käufen der privaten Haushalte (im Inland) sind zwischen 2000 und 2010 absolut stärker gestiegen, als die Käufe von im Inland produzierten Gütern. Ihr Anteil an den gesamten Käufen hat sich daher von 10,3 % auf 11,4 % erhöht. Betrachtet man nur die Waren, dann fällt der Importanteil allerdings bedeutend höher aus: im Jahr 2010 betrug dieser bei den Waren (ohne Energie) 35,5 %.

**Tabelle 4.3: Käufe der privaten Haushalte und CO<sub>2</sub>-Gehalt der Konsumgüter**

Jahr	Käufe im Inland preis - ber. <sup>2)</sup>	Käufe <sup>1)</sup>					CO <sub>2</sub> -Gehalt				
		Güter aus inld. Herstellung und Importe	Importe		im Inland		im Inland	im Ausland z.H. von			Insgesamt
			insgesamt	dar.: Waren <sup>3)</sup>	insgesamt	dar.: Waren (oh. En.)		Vorleist. für Konsum im Inland	Fertigerz..	Summe	
	2000=100	Mrd. €					Mill. Tonnen				
2000	100,0	1024	106	92	919	198	284	73	67	140	424
2005	101,4	1121	120	102	1002	186	278	68	67	134	413
2010	105,1	1212	138	117	1074	213	282	69	66	134	416
		Veränderung in %					Veränderung in %				
2010 zu 2000	5,1	18,3	30,1	27,0	16,9	7,7	-0,8	-5,6	-2,6	-4,2	-1,9
		% von insgesamt	% von Waren				% von insgesamt				
2000		100,0	10,3	31,8	89,7	68,2	67,0	17,1	15,9	33,0	100
2005		100,0	10,7	35,5	89,3	64,5	67,4	16,4	16,1	32,6	100
2010		100,0	11,4	35,5	88,6	64,5	67,7	16,5	15,8	32,3	100

1) Zu Herstellungspreisen ohne Nettogütersteuern (nominal); Angaben aus den Input-Output Tabellen.

2) Käufe der privaten Haushalte im Inland, preisbereinigt, Kettenindex.

3) Warenkäufe ohne Energie.

Quelle: Umweltökonomische Gesamtrechnungen 2014.

Vergleicht man die Emissionsentwicklung mit der Veränderung der preisbereinigten Käufe dann zeigt sich, dass trotz um 5,1 % gestiegener Käufe die Emissionen – sowohl im Inland, als auch im Ausland – gesunken sind (- 1,9 %). Diese Veränderung wurde durch verschiedene Faktoren beeinflusst. Zum einen haben reduzierte Emissionskoeffizienten der Produzenten im In- und Ausland zu einem Rückgang beitragen. Andererseits beeinflusst auch eine veränderte Zusammensetzung der Käufe nach Gütergruppen und der Importe nach Bezugsländern die Emissionsentwicklung<sup>17</sup>.

Beispielsweise sind die Käufe von Dienstleistungen preisbereinigt mit einem Zuwachs von 11,6 % mehr als doppelt so stark angestiegen wie die Käufe insgesamt<sup>18</sup>. Die Käufe von Verbrauchsgütern sind dagegen um 4,3 % gesunken. Da die Herstellung von Waren in der Regel einen höheren Energieeinsatz erfordert und damit höhere CO<sub>2</sub>-Emissionen entstehen, kann eine Verschiebung der Käufe hin zu Dienstleistungen zu einer Minderung der Gesamtemissionen beitragen. Allerdings weisen bestimmte Dienstleistungsaktivitäten, wie beispielsweise Transportaktivitäten, ebenfalls hohe spezifische Emissionen auf. Auch

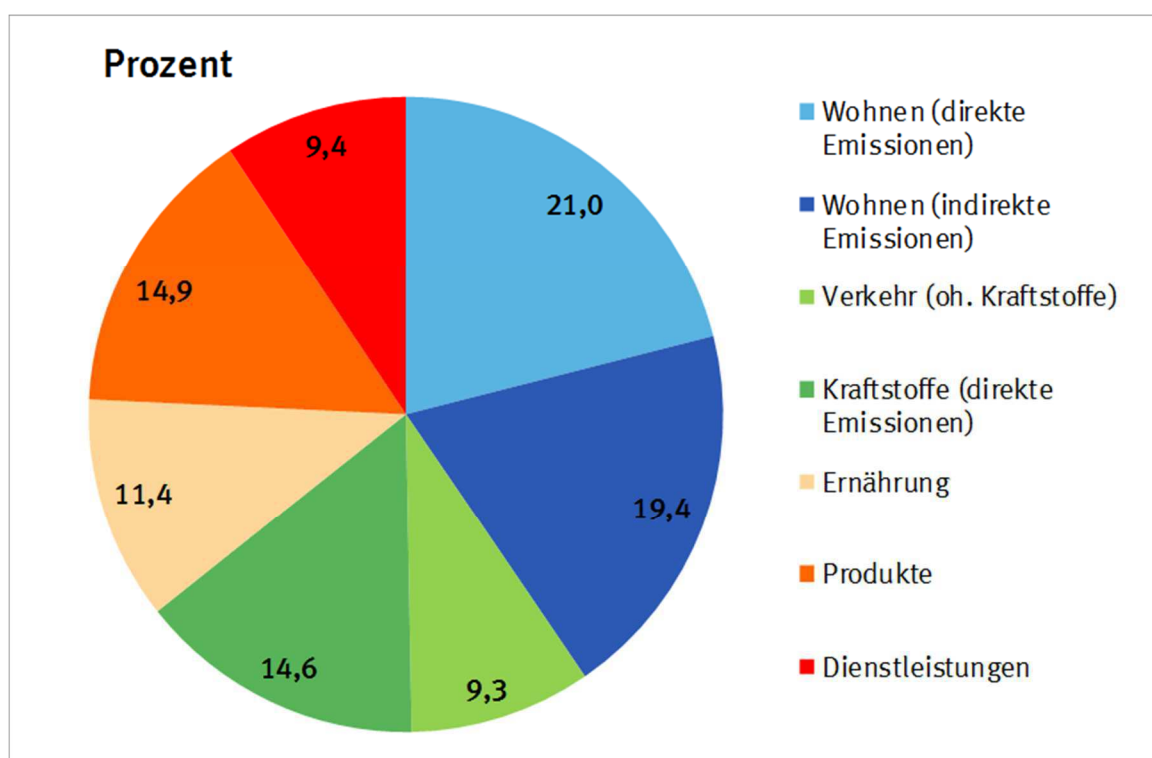
<sup>17</sup> Eine ausführliche Analyse der Einflussfaktoren auf die Emissionsentwicklung mit Hilfe der strukturellen Dekompositionsanalyse wurde für eine Anzahl entwickelter Länder von Duarte et al (2013) durchgeführt.

<sup>18</sup> Siehe Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen, Fachserie 18 Reihe 1.4, 2012, Tabelle 3.3.4.

Dienstleistungen der Telekommunikation verursachen unter Einbeziehung der Vorketten – hier der Elektrizitätserzeugung – hohe Emissionen.

Die direkten und indirekten Emissionen können nach „Bedarfsfeldern“ gruppiert werden<sup>19</sup>. Mehr als 40 % der Emissionen entfallen auf den Bereich „Wohnen“, weitere 24 % auf den „Verkehr“. Diese beiden Bereiche machen damit bereits fast zwei Drittel der gesamten Emissionen aus. Ein weiteres bedeutendes Bedarfsfeld ist der Bereich „Ernährung“ mit einem Anteil von 11,4 %. Die übrigen Emissionen entfallen zu 14,9 % auf die sonstigen Produkte und zu 9,4 % auf übrige Dienstleistungen (ohne Transportleistungen).

**Abbildung 4.3: Direkte CO<sub>2</sub>-Emissionen der privaten Haushalte und CO<sub>2</sub>-Emissionen der Konsumgüter nach Bedarfsfeldern 2010**



Quelle: Umweltökonomische Gesamtrechnungen 2014.

Die meisten Importe von Waren kamen im Jahr 2010 mit 77,3 Mrd. EUR aus China (siehe Tabelle 4.4). Es folgen die Niederlande und Frankreich mit Importen von 67,0 Mrd. EUR bzw. 60,1 Mrd. EUR. Bei den Käufen der privaten Haushalte ergibt sich bei den drei wichtigsten Bezugsländern für Importgüter die gleiche Reihenfolge. Mit Käufen von 12,9 Mrd. EUR ist China hier ebenfalls an erster Stelle der Importländer.

<sup>19</sup> Bei diesem Nachweis werden die Emissionen der Handelsbereiche bei den gekauften Waren nachgewiesen.

**Tabelle 4.4: CO<sub>2</sub>-Emissionen und Importe nach Herkunftsländern 2010**

Land	CO <sub>2</sub>					Importe					
	Insgesamt			davon		Waren insgesamt <sup>1)</sup>			Konsumgüter <sup>2)</sup>		
				Endnachfrage	imp. Vorl.						
	Mill t	%	Rang	Mill. t		Mill.€	%	Rang	Mill.€	%	Rang
<b>Insgesamt</b>	<b>134,3</b>	<b>100,0</b>		<b>65,7</b>	<b>68,6</b>	<b>795.091</b>	<b>100,0</b>		<b>126.609</b>	<b>100,0</b>	
<b>CN</b>	11,2	8,3	2	7,1	4,1	77.270	9,7	1	12.936	10,2	1
<b>NL</b>	14,2	10,6	1	7,1	7,1	67.049	8,4	2	10.544	8,3	2
<b>FR</b>	8,2	6,1	3	3,9	4,3	60.055	7,6	3	10.520	8,3	3
<b>US</b>	7,6	5,6	4	3,7	3,8	45.241	5,7	4	7.950	6,3	5
<b>IT</b>	6,9	5,1	6	3,6	3,3	41.977	5,3	5	9.291	7,3	4
<b>UK</b>	6,7	5,0	7	3,2	3,5	37.923	4,8	6	6.425	5,1	8
<b>BE</b>	5,8	4,3	10	2,6	3,2	33.304	4,2	7	5.382	4,3	9
<b>AT</b>	5,8	4,3	9	2,8	3,0	32.646	4,1	8	6.830	5,4	7
<b>RS</b>	6,6	4,9	8	1,1	5,5	31.840	4,0	9	541	0,4	15
<b>PO</b>	7,4	5,5	5	4,0	3,4	27.627	3,5	10	7.039	5,6	6
<b>JP</b>	2,5	1,8	12	1,2	1,3	22.475	2,8	11	2.620	2,1	11
<b>ES</b>	3,8	2,8	11	2,0	1,8	21.955	2,8	12	4.917	3,9	10
<b>NO</b>	1,7	1,3	13	0,5	1,2	17.167	2,2	13	682	0,5	14
<b>SE</b>	1,6	1,2	15	0,6	1,0	12.776	1,6	14	1.784	1,4	13
<b>BR</b>	1,7	1,3	14	0,8	0,9	9.445	1,2	15	1.995	1,6	12
<b>Summe</b>	<b>91,6</b>	<b>68,2</b>		<b>44,4</b>	<b>47,2</b>	<b>538.750</b>	<b>67,8</b>		<b>89.455</b>	<b>70,7</b>	
<b>Rest</b>	42,7	31,8		21,3	21,4	256.341	32,2		37.154	29,3	

1) Quelle: Außenhandelsstatistik.

2) Waren (ohne Energie) und Dienstleistungen - Fertigerzeugnisse ohne Vorleistungen. Die Importe (cif) für den privaten Konsum einschl. Energie betragen 137,6 Mrd. EUR.

Quelle: Umweltökonomische Gesamtrechnungen 2014.

Die CO<sub>2</sub>-Emissionen im Ausland entstehen nicht nur bei der Herstellung der nach Deutschland importierten Fertigerzeugnisse, sondern auch bei der Herstellung der nach Deutschland importierten Vorleistungen für die inländische Produktion von Konsumgütern. Bei den CO<sub>2</sub>-Emissionen sind die Niederlande mit Emissionen von 14,2 Mill. Tonnen das Bezugsland mit den höchsten Emissionen bei den Konsumgütern<sup>20</sup>. Das entspricht einem Anteil von 10,6 % der gesamten CO<sub>2</sub>-Emissionen durch Importe von Konsumgütern (einschl. importierte Vorleistungsgüter). Es folgen China und Frankreich mit Anteilen von 8,3 % bzw. 6,1 %. Bei den Niederlanden sind die Emissionen der importierten Vorleistungen am höchsten von allen Ländern. Grund dafür sind insbesondere die Importe von landwirtschaftlichen und chemischen Erzeugnissen, bei deren Herstellung relativ hohe CO<sub>2</sub>-Emissionen entstehen.

<sup>20</sup> Bei dem hier verwendeten Input-Output Modell kann das tatsächliche Land in dem die Emissionen entstehen nicht exakt bestimmt werden. Bei den Berechnungen wird hier angenommen, dass die Importgüter vollständig in dem Herkunftsland der Importgüter hergestellt werden. Für eine exakte Bestimmung der tatsächlichen regionalen Emittenten wäre eine umfangreiche Analyse der regionalen Lieferketten (supply-chains) mit Hilfe eines multi-regionalen Input-Output Modells erforderlich.

China und Frankreich exportieren dagegen sehr viel weniger Vorleistungsgüter mit hohen CO<sub>2</sub>-Emissionen nach Deutschland. In Russland entstehen hohe CO<sub>2</sub>-Emissionen beim Transport von Erdgas und Erdöl nach Deutschland, die in Deutschland direkt oder als Vorleistungen verwendet werden.

## 5.5 CO<sub>2</sub>-Emissionen der Exporte

Die gesamten CO<sub>2</sub>-Emissionen der Exportgüter sind zwischen 2000 und 2010 – um 25,9 % – von 412 Mill. Tonnen auf 519 Mill. Tonnen gestiegen (siehe Tabelle 4.5). Davon entfielen im Jahr 2010 auf die inländische Herstellung 326 Mill. Tonnen bzw. 63 % der Emissionen. Die übrigen Emissionen – 192 Mill. Tonnen – sind im Ausland bei der Herstellung der importierten Rohstoffe und Vorprodukte entstanden, die bei der Exportgüterproduktion im Inland eingesetzt werden. Diese Emissionen sind sowohl absolut, als auch anteilig stark gestiegen. Im Jahr 2000 machten diese Emissionen 34,1 % der gesamten Emissionen der Exporte aus, 2010 stieg dieser Importanteil auf 37,1 %.

Trotz des gestiegenen Importanteils ist die inländische Fertigung der Exportgüter der bedeutendste Faktor für die Entstehung der CO<sub>2</sub>-Emissionen im Inland. 44 % der gesamten CO<sub>2</sub>-Emissionen der inländischen Produktionsbereiche entstanden im Jahr 2010 allein bei der Herstellung von Exportgütern. Im Jahr 2000 waren es erst knapp 38 %. Im Jahr 2000 entstanden bei der inländischen Herstellung der Konsumgüter noch leicht höhere Emissionen als bei den Exporten. Im Jahr 2010 sank dieser Anteil auf 36 %.

**Tabelle 4.5: CO<sub>2</sub> Emissionen der Exporte und Außenhandelssaldo 2000 – 2010**

	2000	2005	2010	10/00
	Mill. Tonnen			%
<b>Exporte</b>	<b>412,0</b>	<b>487,8</b>	<b>518,5</b>	<b>25,9</b>
inländische Produktion	271,4	320,3	326,4	20,2
importierte Vorleistungen	140,6	167,5	192,2	36,7
Importe	379,3	387,1	410,6	8,3
<b>Exporte - Importe</b>	<b>32,7</b>	<b>100,7</b>	<b>107,9</b>	<b>17,6</b>
Inländische Produktion	721,6	747,2	741,9	4,8
	in % von inländ. Produktion			%-Pkt.
Exporte aus inländischer Produktion	37,6	42,9	44,0	6,4

Quelle: Umweltökonomische Gesamtrechnungen 2014.

Der hohe Anstieg der inländischen und ausländischen CO<sub>2</sub>-Emissionen bei den Exporten ist mit dem hohen monetären Exportwachstum zwischen 2000 und 2010 zu erklären (siehe Tabelle 4.6). Die Exporte (ohne Re-Exporte) haben sich zwischen 2000 und 2010 nominal

um 63,1% erhöht. Die fünf bedeutendsten Gütergruppen weisen nominale Steigerungen zwischen 28% und 88 % auf.

**Tabelle 4.6: Exporte von Gütern und Importanteile für Vorleistungen 2000 - 2010**

	2000	2005	2010	10/00
	Mrd. EUR			%
<b>Exporte insgesamt (fob<sup>1</sup>)</b>	<b>667,3</b>	<b>898,7</b>	<b>1165,5</b>	<b>74,7</b>
Re-Exporte	94,0	140,4	230,5	145,2
<b>Exporte oh. Re-Exporte</b>	<b>573,3</b>	<b>758,2</b>	<b>935,0</b>	<b>63,1</b>
darunter:				
Kraftwagen und Kraftwagenteile	107,9	145,6	162,7	50,7
Maschinen	92,6	126,6	147,0	58,8
Chemische Erzeugnisse	58,6	73,0	94,6	61,5
DV-geräte, elektronische u. optische Erz.	67,0	83,6	85,6	27,9
Metalle	29,4	40,9	55,2	87,7
<b>Vorleistungen:</b>		%		%-Pkt.
<b>Importierte Vorleistungen an Vorleistungen insgesamt</b>	<b>18,6</b>	<b>19,7</b>	<b>19,8</b>	<b>1,3</b>
darunter:				
H. v. Kraftwagen und Kraftwagenteile	21,9	24,3	24,5	<b>2,5</b>
H. v. Maschinen	25,1	25,2	27,1	<b>2,0</b>
H. v. chemischen Erzeugnissen	24,5	22,1	24,5	<b>-0,1</b>

1) fob: free on board

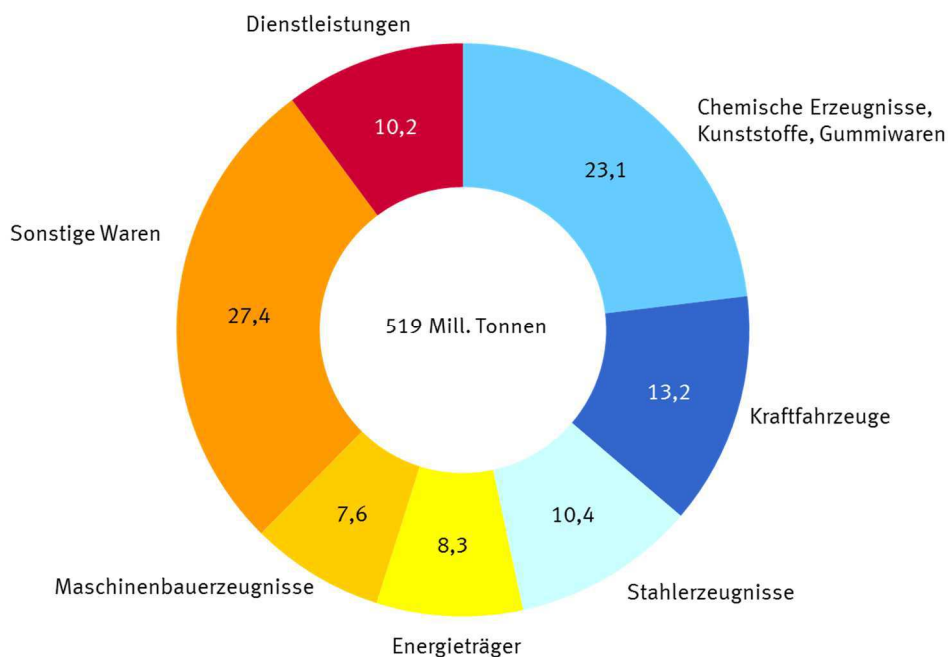
Quelle: VGR des Bundes, Input-Output-Rechnung, Fachserie 18 Reihe 2.

Neben dem Anstieg der Exporte haben die inländischen Produktionsbereiche in diesem Zeitraum den Anteil der importierten Vorleistungen an den gesamten Vorleistungen von 18,6 % (2000) auf 19,8 % (2010) erhöht, was den besonders hohen Zuwachs beim Emissionsgehalt der importierten Vorleistungsgüter erklärt. Im Bereich der Herstellung von Kraftwagen und Kfz-Teilen ist der Anteil der Vorleistungen besonders stark gestiegen – von 21,9 % (2000) auf 24,5 % (2010). Auch der Maschinenbau weist einen signifikanten Anstieg des Importanteils um 2 %-Punkte auf.

Bei den Exporten entstehen die meisten Emissionen bei der Herstellung von chemischen Erzeugnissen und Kunststoffen (23,1 %) und von Kraftfahrzeugen (13,2 %). Auch der Export von Stahl, Stahlerzeugnissen und NE-Metallen hat einen hohen Anteil (10,4 %) an den gesamten Emissionen.



**Abbildung 4.4: CO<sub>2</sub>-Gehalt der Exporte 2010 nach Gütern**

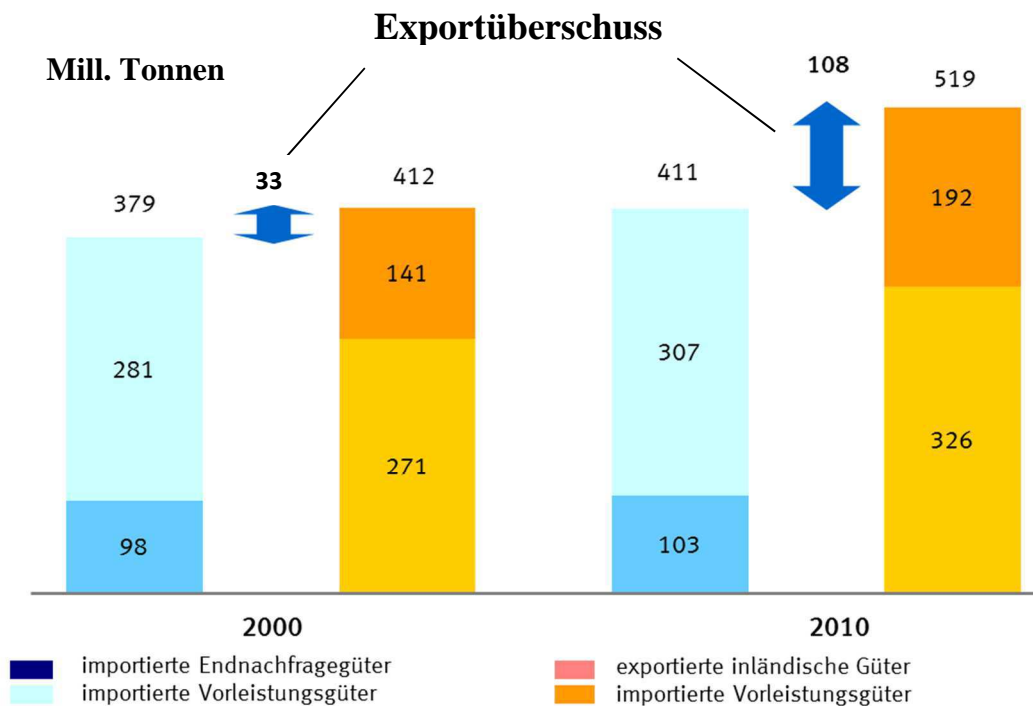


Quelle: Umweltökonomische Gesamtrechnungen 2014.

### 5.6 CO<sub>2</sub>-Emissionen der Importe und Außenhandelsaldo

Die gesamten CO<sub>2</sub>-Emissionen der Importe sind um 9,3 % von 379 Mill. Tonnen im Jahr 2000 auf 411 Mill. Tonnen im Jahr 2010 gestiegen (siehe Abbildung 4.5). Noch stärker als die CO<sub>2</sub>-Emissionen der Importe haben sich allerdings die CO<sub>2</sub>-Emissionen der Exporte erhöht. Das führte dazu, dass der Überschuss der Emissionen der Exporte über die Importe, der im Jahr 2000 auf 33 Mill. Tonnen lag, auf 108 Mill. Tonnen im Jahr 2010 anstieg.

**Abbildung 4.5: CO<sub>2</sub>-Emissionen bei der Herstellung von Import- und Exportgütern 2010**



Quelle: Umweltökonomische Gesamtrechnungen 2014.

Der weitaus größere Teil der CO<sub>2</sub>-Emissionen der Importe im Jahr 2010 – 307 Mill. Tonnen (2010) bzw. knapp 75 % der gesamten Emissionen der Importe – entfällt auf Vorleistungsgüter. Bei der Herstellung von Fertigerzeugnissen (Konsum- und Investitionsgüter) fielen 103 Mill. Tonnen CO<sub>2</sub> an.

Auch bei den Importen spielen die CO<sub>2</sub>-Emissionen in Verbindung mit den (deutschen) Exporten die größte Rolle. Bei der Herstellung der Vorleistungsgüter für die deutsche Exportgüterproduktion entstanden in den Lieferländern im Jahr 2010 192 Mill. Tonnen CO<sub>2</sub>. Das sind 47 % aller auf Importgüter entfallenden CO<sub>2</sub>-Emissionen. Der hohe Anstieg dieser Emissionen ist – wie oben beschrieben - durch das dynamische Wachstum der Exporte und den erhöhten Bezug von importierten Vorleistungen zu erklären (siehe Tabelle 4.5). Bei der Herstellung der importierten Konsumgüter und der Vorleistungsgüter für die Herstellung von Konsumgütern in Deutschland fielen im Jahr 2010 vergleichsweise weitaus weniger CO<sub>2</sub>-Emissionen an: 134 Mill. Tonnen, das sind 30 % der gesamten CO<sub>2</sub>-Emissionen der Importe. Diese Emissionen sind seit dem Jahr 2000 sogar leicht gesunken.

Die mit Abstand höchsten Emissionen durch deutsche Importe wurden 2010 in der Niederlande hervorgerufen: 38,3 Mill. Tonnen CO<sub>2</sub> (siehe Tabelle 4.7). Es folgen China (34,4 Mill. Tonnen) und Frankreich (27,4 Mill. Tonnen).

Der hohe CO<sub>2</sub>-Gehalt der Importe aus den Niederlanden ist mit vergleichsweise hohen Emissionskoeffizienten bei den wichtigsten Importgütern zu erklären: Die Niederlande haben bei den Importen von landwirtschaftlichen Erzeugnissen und bei Nahrungsmitteln die höchsten Importanteile. Bei diesen Industrien hat sie unter den europäischen Ländern die höchsten direkten Emissionskoeffizienten. Auch bei der Stromerzeugung – dies ist der Produktionsbereich mit den am Abstand höchsten Emissionen – haben die Niederlande im europäischen Vergleich vergleichsweise hohe Emissionskoeffizienten. Frankreich ist hier zwar in Bezug auf den Energiegehalt Spitzenreiter, hat aber wegen der weitgehend CO<sub>2</sub>-freien Stromerzeugung weitaus niedrigere CO<sub>2</sub>-Emissionen als die Niederlande. China ist bei den Warenimporten an erster Stelle, bei den CO<sub>2</sub>-Emissionen der zweitgrößte Emittent. Dies liegt hauptsächlich an der energie- und CO<sub>2</sub>-intensiven Warenproduktion durch den Einsatz von Kohle bei der Herstellung von Strom.

**Tabelle 4.7: Warenimporte und CO<sub>2</sub>-Emissionen der Importe 2010 nach Herkunfts-ländern**

Land	CO <sub>2</sub>					Importe insgesamt		
	Insgesamt			davon		Waren <sup>1</sup>		
				Endnachfrage	imp. Vorl.			
Mill. t	%	Rang	Mill. t	Mill. EUR	%	Rang		
<b>Insgesamt</b>	<b>410,6</b>	<b>100,0</b>		<b>103,2</b>	<b>307,5</b>	<b>795.091</b>	<b>100,0</b>	
CN	34,4	8,4	2	14,8	19,6	77.270	9,7	1
NL	38,3	9,3	1	9,0	29,3	67.049	8,4	2
FR	27,4	6,7	3	6,8	20,6	60.055	7,6	3
US	25,2	6,1	4	8,1	17,1	45.241	5,7	4
IT	21,4	5,2	7	5,7	15,7	41.977	5,3	5
UK	21,3	5,2	8	5,4	15,9	37.923	4,8	6
BE	19,9	4,8	10	3,5	16,4	33.304	4,2	7
AT	20,0	4,9	9	4,6	15,4	32.646	4,1	8
RU	22,9	5,6	5	2,1	20,9	31.840	4,0	9
PO	22,4	5,4	6	6,2	16,2	27.627	3,5	10
JP	9,8	2,4	12	3,3	6,5	22.475	2,8	11
ES	10,1	2,5	11	3,1	7,0	21.955	2,8	12
NO	5,3	1,3	14	1,4	3,9	17.167	2,2	13
SE	5,9	1,4	13	1,2	4,7	12.776	1,6	14
BR	4,0	1,0	15	1,0	3,1	9.445	1,2	15
<b>Summe</b>	<b>288,3</b>	<b>70,2</b>		<b>76,1</b>	<b>212,1</b>	<b>538.750</b>	<b>67,8</b>	
Rest	122,4	29,8		27,0	95,3	256.341	32,2	

1) Aussenhandelsstatistik.

Quelle: Aussenhandelsstatistik, Umweltökonomische Gesamtrechnungen 2014.

---

## 5.7 Fazit

Mit dem erweiterten, regionalisierten Input-Output Modell für Energie und CO<sub>2</sub>-Emissionen verfügen die Umweltökonomischen Gesamtrechnungen des Statistischen Bundesamts über ein zuverlässiges und belastbares Instrument zur Analyse der CO<sub>2</sub>-Emissionen nach dem Verbrauchsansatz. Zwar werden mit diesem Modell die Umweltbelastungen aus dem Import von Gütern nach Deutschland vereinfacht berechnet. So werden die Lieferketten zwischen den Herkunftsländern der Importgüter hier nicht - wie in den multi-regionalen Modellen (MIOT) – explizit berücksichtigt. Allerdings wird die Zuverlässigkeit des Ergebnissenachweises durch die Verwendung eines vergleichsweise stärker disaggregierten und eines hybriden Ansatzes im Vergleich zu den (rein monetären) MIOT-Modellen erheblich verbessert<sup>21</sup>.

## Zitierte Literatur

- Arto, I., Roca, J., Serrano, M. (2010): Accounting for embodied emissions in international trade: physical vs monetary trade flows, S. 2224-2232, *Ecological Economics* 69 (11), Juli 2010.
- Duarte, R., Mainar, A., Sánchez-Chóliz, J. (2013): The role of consumption patterns, demand and technological factors on the recent evolution of CO<sub>2</sub> emissions in a group of advanced economies. *Ecological Economics*, 96 (2013), S. 1-13
- Mayer, H. (2007): Umweltökonomische Aspekte der Globalisierung, S. 1261-1269, *Wirtschaft und Statistik*, Nr. 12/2007.
- Mayer, H. (2011): Embodied CO<sub>2</sub> emissions of German imports – How do technology assumptions affect the results?, Aufsatz für die 19. Input-Output Konferenz in Alexandria VA (USA), Juni 2011.
- Mayer, H. (2014): CO<sub>2</sub>-Gehalt von deutschen Import- und Exportgütern, Statistisches Bundesamt (Hrsg.), Wiesbaden.
- Statistisches Bundesamt (2011): Erweitertes Input-Output Modell für Treibhausgase - Methoden und Ergebnisse, Wiesbaden.  
<https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/UmweltoekonomisheGesamtrechnungen/InputOutputTreibhausgase.pdf?blob=publicationFile>
- Statistisches Bundesamt (2012): Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen, Fachserie 18 Reihe 1.4, Inlandsproduktsberechnung 2012, Wiesbaden.

---

<sup>21</sup> Die Effekte der Verwendung eines hybriden Ansatzes (die Verwendung von „gemischten“ Input-Output Tabellen mit physischen Angaben zu den Energieströmen) und die Aggregations-/Disaggregationseffekte wurden von Mayer (2011) in einem Aufsatz für die 19. Input-Output Konferenz in Alexandria beschrieben. Eine ähnliche, vergleichende Untersuchung eines „physischen Ansatzes“ mit dem „monetären Ansatz“ wurde von Arto et al. (2010) in Bezug auf die mit dem Handel verbundenen Treibhausgase für Spanien durchgeführt. Beide Untersuchungen kommen zu dem Ergebnis, dass für auf einzelne Länder bezogene Analysen der physische Ansatz der geeignetere Ansatz ist.

Statistisches Bundesamt (2013): Umweltnutzung und Wirtschaft, Tabellen zu den Umwelt-ökonomischen Gesamtrechnungen, Teil 2 Energie, Wiesbaden 2013.

[https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/UGR/Querschnitt/UmweltnutzungundWirtschaftTabelle5850007137006Teil\\_2.pdf?blob=publicationFile](https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/UGR/Querschnitt/UmweltnutzungundWirtschaftTabelle5850007137006Teil_2.pdf?blob=publicationFile)

Statistisches Bundesamt: VGR des Bundes, Input-Output-Rechnung, Fachserie 18 Reihe 2, verschiedene Jahrgänge, Wiesbaden.

<https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/VolkswirtschaftlicheGesamtrechnungen/InputOutputRechnung/VGRInputOutputRechnung.html>

Statistisches Bundesamt: Außenhandelsstatistik, Zusammenfassende Übersichten für den Außenhandel, Fachserie 7 Reihe 1, 2012, Wiesbaden.

---

## 6 Constructing Multi-regional Input-Output Tables on the Subnational Level: Experiences from Germany's federal states.

Johannes Többen

### 6.1 Introduction

In recent years multi-regional input-output (MRIO) tables and models on the international level have received growing interest, due to an improved availability of economic accounts and trade data. The publication of international input-output databases such as EORA, EXIOPOL or WIOD (see the Special Issue in *Economic Systems Research* 25:1) has improved the opportunities to study international trade and supply chains in various fields of application at a high level of regional and sectoral disaggregation. In the light of global phenomena such as climate change and globalization multi-regional input-output models have become an important methodological framework for consumption-based accounting, for example of greenhouse gas emissions (see (Wiedmann 2009) for a comprehensive review), water use (Daniels, Lenzen and Kenway 2011) or loss of biodiversity (Lenzen et al. 2012).

Compared to recent developments of MRIOs on the international level, however, number of up-to-date subnational MRIO tables and applications falls short. Examples of subnational MRIO tables and applications fields such as (transport) infrastructure planning, regional development, environmental accounting or energy use include inter alia the Netherlands (Eding et al. 1999; Oosterhaven 1981; Oosterhaven and Knaap 2003), Indonesia (Hulu and Hewings 1993), China (Liang, Fan and Wei 2007), Japan (Yi et al. 2007), Australia (Gallego and Lenzen 2009) and the US (Gordon et al. 2007; Polenske 1980; Polenske and Levy 1975). But whereas for international MRIOs national input-output tables as well as information on trade flows between country pairs are available for most countries, such information is often not available on the sub-national level. The consequences data scarcity on the sub-national level for input-output modelling has been twofold:

First, it caused the development of various nonsurvey methods that opt to bypass data shortages especially for regional technology and interregional trade. Such methods range from simple ad hoc methods such as location-quotients (Bonfiglio and Chelli 2008; Flegg and Tohmo 2011; Schaffer and Chu 1969; Tohmo 2004) or commodity-balance methods (Kronenberg 2009; Többen and Kronenberg 2014) to more complex models of spatial interaction, such as gravity or entropy-maximising approaches (Isard et al. 1998; Jensen-Butler and Madsen 1996; Leontief 1963; Wilson 1970). The justification of the use of such

methods is the concept of holistic accuracy (Jensen 1980), which states that a reasonable accuracy of the results can be achieved, if at least most important intra- and interregional transactions can be estimated with high certainty. For the improvement of the nonsurvey table additional superior data can be used, e.g. the use of regional transportation data (Ahuja, Magnanti and Orlin 1993; Gallego and Lenzen 2009; Louhela 2006) or survey information on region-specific sales or purchases of companies, i.e. of the wholesale sector (Eding et al. 1999; Piispala 1999). Such a hybrid approach (see Lahr (1993 for a review) can be seen as a pragmatic compromise between costly and time-consuming survey-based and pure non-survey tables, whose reliability is at least questionable.

Second, the compilation of sub-national MRIO most often remains to be a one-off-project. As table compilers cannot rely on regularly published data from official sources on the sub-national level to an extent as on the international level, it is relatively more costly and time consuming to keep MRIOs up-to-date and to ensure a high level of reliability at the same time.

Drawing on these observations the construction of the German MRIO is based on a hybrid approach: An initial estimate is constructed based on nonsurvey methods and further improved with information from household budget and industrial cost structure surveys as well as regional transportation data. In order to integrate superior data and to enable a timely and cost-saving updating, the compilation of the final MRIO is based on the Automated Integration System for Harmonized Accounts (AISHA) (Geschke et al. 2011). AISHA was developed for the compilation of EORA and offers a high degree of standardization and automation to the user and at the same time provides on data reliability (Lenzen et al. 2013).

The remainder of this paper is organized as follows: Section 2 introduces the MRIO structure and the compilation methodology. The estimation of the ingredients for the compilation with AISHA, namely the initial estimate, raw data constraints and information on data reliability are respectively explained in sections 3, 4 and 5. Section 6 presents results of the compilation and section 7 concludes and provides an outlook on further developments of the German MRIO database.

## 6.2 Methodology

This section discusses, first, the structure of the German MRIO, which has the format of a use-regionalized supply-use table. Afterwards its representation in terms of an 8-tiered hierarchy, the so-called tree structure, is introduced with which single elements or blocks of elements can be addressed in AISHA. Lastly, it is shown how MRIO compilation is carried out as a problem of constraint optimization

---

### 6.2.1 Structure of the German MRIO

In the construction of single and many-region input-output tables symmetric tables of domestic flows have been predominant formats for a long time<sup>22</sup>. In recent years, however, a growing interest in compiling rectangular supply-use tables for a single or many regions from national ones can be observed. Symmetric Input-Output tables are either of the industry-by-industry or product-by-product type, whereas the Supply-Use framework incorporates both dimensions. For the purpose of input-output analysis supply-use tables are usually transformed into industry-by-industry and product-by-product tables imposing assumptions on either production technology or market-shares<sup>23</sup>, which depict technological or inter-industry interdependencies respectively (Eurostat/European Commission 2008). However, Rueda-Cantuche (2011 and Lenzen and Rueda-Cantuche (2012 show that supply-use tables are the theoretically and practically superior format for input-output analysis. Symmetric formats require trade-offs whenever input-output analysis relates product and industry dimensions, e.g. employment (industry dimension) effects of changes in final demand of a single product. This trade-off is particularly problematic in the MRIO construction: Data on trade flows, consumption and production data are classified by products, whereas data about regional value added or wages are classified by industry (Bouwmeester and Oosterhaven 2008; Madsen and Jensen-Butler 1999). As supply-use tables incorporate both dimensions, products and industries, it is argued that more accurate results could be achieved, since data can be used directly in contrast to the regionalization of square tables, which often require a re-classification of data (Madsen and Jensen-Butler 1999; Oosterhaven 1984). As the purpose of the German MRIO is to provide a database for various types of applications, Supply-Use frameworks offer a lot more flexibility than symmetric frameworks.

Early attempts to extend the supply-use framework to multi- and interregional cases, analogue to symmetric models such as those developed by Chenery and Moses ((1953) and (1955)) or Isard(1951), were given by Hoffman and Kent (1974) and, in greater detail, by Oosterhaven (1984) and Jackson and Schwarm (2011). The German MRIO is a supply-use accounting framework in which regional (total) use-tables are disaggregated according to

---

<sup>22</sup>e.g. Miller and Blair's (2009) comprehensive textbook only deals with single- and multiregional symmetric tables

<sup>23</sup>The transformation of commodity-by-industry input-output tables to symmetric product-by-product or industry-by-industry tables has been subject to an extensive debate, which is beyond the scope of this paper. See (Almon 2000; De Mesnard 2004; Eurostat/European Commission 2008; Jansen and Raa 1990; Miller and Blair 2009; Rueda-Cantuche and Raa 2009; Ten Raa and Rueda-Cantuche 2003; United Nations et al. 2009; van Rijckeghem 1967; Viet 1994) for advantages and shortcomings of the different transformation models.



the regional origin of purchases and refers to what Oosterhaven calls “purchase-only” and Jackson and Schwarm call “use-regionalized” table. The structure of the German MRIO is shown in Table 5.1 for the two region case.

**Table 5.1: Use-regionalized MRIO table**

		Region r			Region s			Exports (row)	Total
		Industry	Product	Final Demand	Industry	Product	Final Demand		
Region r	Industry	$V^r$							$g^r$
	Product	$U^{rr}$		$d^{rr}$	$U^{rs}$		$d^{rs}$	$e^r$	$p^r$
	Value Added	$w^r$							
Region s	Industry				$V^s$			$e^s$	$g^s$
	Product	$U^{sr}$		$d^{sr}$	$U^{ss}$		$d^{ss}$		$p^s$
	Value Added				$w^s$				
Imports (row)		$U^{row r}$		$d^{row r}$	$U^{row s}$		$d^{row s}$		
Output		$g^r$	$p^r$		$g^s$	$p$			

Source: Oosterhaven (1984), Jackson and Schwarm (2011)

In this accounting framework following elements can be distinguished:

- $[u_{ji}^{rr}] = U^{rr}$ : Generic element of the regional use matrix  $U^{rr}$  denotes the monetary value of product  $j$  produced in region  $r$  used by industry  $i$  in region  $r$  as an intermediate input.
- $[u_{ji}^{row r}] = U^{row r}$ : Generic element of the import use matrix  $U^{row r}$  denotes the monetary value of imported product  $j$  used by industry  $i$  in region  $r$  as an intermediate input.
- $[d_{jk}^{rr}] = d^{rr}$ : Generic element of the domestic final demand vector  $d^{rr}$  denotes monetary value of product  $j$  produced in region  $r$  and used in region  $r$  by final demand sector  $k$ .
- $[d_{jk}^{row r}] = d^{row r}$ : Generic element of the import final demand vector  $d^{row r}$  denotes monetary value of imported product  $j$  used in region  $r$  by final demand sector  $k$ .
- $[v_{ij}^r] = V^r$ : Generic element of the regional supply matrix  $V^r$  denotes the monetary value of product  $j$  produced by industry  $i$  in region  $r$ .
- $[w_{li}^r] = w^r$ : Generic element of the value added vector  $w^r$  denotes value-added category  $l$  of industry  $i$  in region  $r$ .
- $[e_j^r] = e^r$ : Generic element of the the export vector  $e^r$  denotes the monetary value of exports of product  $j$  produced in region  $r$  to the rest of the world.

- $[p_j^r] = p^r$ : Generic element of the output by product vector  $p^r$  denotes the monetary value of output of product  $j$  in region  $r$ .
- $[g_i^r] = g^r$ : Generic element of total use of industry output vector  $g^r$  denotes the monetary value of output of industry  $i$  in region  $r$ .

It has to be noted that purchases are valued at basic prices, which is different from practices of many statistical agencies, who publish their use tables at purchaser prices.

## 6.2.2 The Tree Structure

In order to generalize and facilitate the import of the initial estimate and additional data, as well as the formulation of constraints, an 8-tiered hierarchy, the so-called tree-structure of the table, is used to address single or sets of elements. The tree structure of the German MRIO is shown in Table 5.2.

**Table 5.2: Tree-structure of the German MRIO**

Tier	Description	Number of Elements	Description
1	Year	1	2007
2	Valuation	1	Basic prices
3	Region of origin	17	16 German federal states + the Rest of the World (RoW)
4	Entity of origin	3	Industry, Commodity, Value-Added
5	Sector of origin	41, 63, 5	41 Industries, 63 Commodities, 4 Value-Added components + Net taxes on products
6	Region of destination	17	16 German federal states + the Rest of the World (RoW)
7	Entity of destination	3	Industry, Commodity, Final Demand
8	Sector of destination	41, 63, 10	41 Industries, 63 Commodities, 10 Final Demand Sectors (incl. 6 Sectors of private consumption)

The first two tiers describe the accounting year and the valuation of the table, which in this case only consist of one element each (2007 and basic prices). The following three tiers identify the origin of transactions reported in the table by specifying region, entity and sector of origin, whereas the remaining three tiers specify region, entity and sector of destination. The German MRSUT incorporates 17 regions (16 federal states + row) which serve as origin or destination. Regions of origin and regions of destination consist of three types of entities each, namely: industries, commodities, value-added (origin only) and final demand

(destination only). The sector classifications are mostly aligned to those of the WIOD supply-use tables, but are partially more disaggregated. This is most obvious in the case of final demand, where private consumption of households is disaggregated into six sectors according to their source of income, such as wages, profits or public transfers etc. Detailed tables of regions and sectors can be found in the appendix.

### 6.2.3 MRIO compilation as a problem of constrained optimization

For the formulation of the actual optimization problem initial and final MRIO as well as raw data constraints are vectorised.  $\mathbf{P}_0$  and  $\mathbf{P}$  denote the initial and the (previously unknown) final MRIO vectorised into  $N \times 1$  column vectors, where  $N \approx 9.2 * 10^5$  denotes the number of MRIO elements. Similar to the MRIO raw data used as constraints for  $\mathbf{P}$  can be arranged as a  $M \times 1$  vector  $\mathbf{c}$ , where  $M \approx 1.65 * 10^4$  denotes the number of raw data points constraining the MRIO. The constraints of raw data on the MRIO can then be expressed as a system of linear equations  $\mathbf{GP} = \mathbf{c}$  and of a set of boundaries  $\mathbf{l} \leq \mathbf{P} \leq \mathbf{u}$ , where  $\mathbf{G}$  is a  $M \times N$  matrix of coefficients mapping MRIO elements on raw data points and  $\mathbf{l}$  and  $\mathbf{u}$  are lower and upper boundaries, which allow to pose restriction on the sign of elements. The vast majority is required to be non-negative ( $\mathbf{l} = 0$  and  $\mathbf{u} = +\infty$ ), such as output, intermediate- or final consumption. Only few elements are allowed to become negative, these are changes in inventories, net taxes on products and production and net operating surplus. The coefficient matrix  $\mathbf{G}$  is used to connect elements of the MRIO to raw data points and can be used to impose of arbitrary shape, such as constraints on single elements or ratios between elements. A balancing constraint for example is represent by a zero element in the right hand side vector  $\mathbf{c}$  and entries of 1 and  $-1$  in the respective row of  $\mathbf{G}$ . Generally, the problem of finding a final MRIO  $\mathbf{P}$  consistent with constraints from raw data and boundaries can expressed as:

$$\min_{\mathbf{P}} f(\mathbf{P}_0, \mathbf{P}) \text{ s.t. } \mathbf{GP} = \mathbf{c}, \mathbf{l} \leq \mathbf{P} \leq \mathbf{u}. \quad (1)$$

As this problem is underdetermined ( $N \ll M$ ) it needs to be solved by a method such as RAS that can deal with under-determination, but such large-scale problems are very likely to be RAS-infeasible due to conflicts in raw data. For this reason, AISHA offers optimizers that can solve conflicts by finding compromise values for  $\mathbf{c}$  on the basis of reliability of raw data points. For the compilation of the German MRIO the KRAS optimizer was used (Lenzen, Gallego and Wood 2009). As a matter of fact constraints will be violated, but this violation is transparent and based on data reliability. Introducing reliability information into (1) the optimization problem may be restated as:

$$\min_{\mathbf{P}} f(\mathbf{P}_0, \mathbf{P}, \sigma_{\mathbf{P}_0}, \sigma_{\mathbf{c}}) \text{ s.t. } \mathbf{GP} = \mathbf{c}, \mathbf{l} \leq \mathbf{P} \leq \mathbf{u}, \quad (2)$$

---

where  $\sigma_{p_0}$  denotes the relative standard error of initial estimate MRIO elements and  $\sigma_c$  denotes the relative standard error raw data points. In cases where raw data is more/less aggregated as in the MRIO or have different classifications, operations of aggregation, disaggregation and reclassification are conducted automatically by making use of binary concordance matrices (Geschke et al. 2011; Lenzen et al. 2013).

For the operation of AISHA the data processing language A-Lang is used to read and locate sections of the initial estimate and to pose constraints in terms of raw data on them. Each AISHA-run requires at least three types of command files: First, the tree-structure file contains the structure of the MRIO in terms of the 8-dim representation, i.e. it defines regions, entities and sectors. The second file contains A-Lang commands that read the initial estimate and identify the positions of individual sections in the MRIO accounting framework. Finally, the constraint-file consists of A-Lang commands that steer the insertion and processing of raw data and formulates their relation to the MRIO in terms of constraints (Geschke et al. 2011).

From the optimization problem it becomes clear which items are required for the compilation of the German MRIO with AISHA, namely: an initial estimate MRIO, constraints from raw data sources and information about data reliability. The compilation and processing of these items are subject of the following section.

### 6.3 The Initial Estimate

The estimation of the non-survey version of the German MRIO is performed in two broad steps: At first, 16 individual single regional supply-use tables for each federal state are constructed. Table 5.3 shows such a single-regional supply-use table, which depicts total use of products irrespective of their regional origin. Afterwards a multi-regional supply-use table compiled from these individual tables by splitting regional intermediate and final use, i.e. the total from domestic production and imports, into purchases from specific regions and the rest of the world. These individual tables are estimated by regionalizing the national supply-use table for 2007 from the WIOD database. The WIOD database is used instead of the official tables, because WIOD also delivers use tables at basic prices as well as margin tables. As mentioned above industries, commodities, value-added and final demand are partially more disaggregated as the standard WIOD Tables. The disaggregation is of industries, commodities and value-added is conducted prior regionalization by making use of information from the official supply-use tables.

The estimation of the single regional tables is based on the data sources shown in Table 5.7 in the appendix and can be distinguished into three major parts according to data sources and methods used: Firstly, the estimation of regional supply tables, value-added and the

intermediate part of the use-tables is mostly based on partial information about regional employment, value-added and output. Secondly, as in contrast to the national table the household sector is separated into six income groups, estimation of final demand of these household sectors is based on the income and expenditure survey on households. Finally, for the estimation of a region's gross trade flows with the rest of the country and the rest of the world a modified version of CHARM (Kronenberg 2009; Többen and Kronenberg 2014) approach is developed and applied.

**Table 5.3: Supply-Use table for a single region**

	Industry	Product	Final demand	Exports RoW	Exports RoC	Total
Industry	$V^r$					$g^r$
Product			$U^r$	$d^r$	$e^r$	$t^{roc}$
Value Added	$w^r$					
Output	$g^r$	$p^r$				
Imports RoW		$m^r$				
Imports RoC		$t^{roc}$				
Total	$s$					

### 6.3.1 Supply, intermediate use and value-added

The estimation of supply, intermediate use and value-added is carried out in three subsequent steps.

*Step 1:* At first data of value-added and wages need to be extended to the level of disaggregation of national SUTs in cases where only NACE sections are delivered. The disaggregation is carried out by generating prior estimates from the national value-added assuming that value-added of an industry is proportional to employment:

$$w_i^r = w_i^n * (empl_i^r / empl_i^n) \quad (3)$$

, where  $w_i^r$  and  $w_i^n$  denote value-added of industry  $i$  in region  $r$  or in the nation  $n$ ,  $empl_i^r$  and  $empl_i^n$  denote employment of that industry on a regional or national level and  $\cdot$  indicates summation over the respective index. These prior estimates are then adjusted to known national 2-digit and regional section aggregates using RAS. The same procedure is adopted for regional wages. The results are value-added and wage data that are consistent with national WIOD totals as well as with regional totals for NACE Rev. 1.1 Sections.

*Step 2:* The estimation of regional output by industry is carried out similarly to step 1. First missing output data for Mecklenburg-Vorpommern and Thüringen is estimated by allocating the difference between national WIOD totals and the sum of output of the other states according to their share of value-added for each section. Prior estimates for the disaggregation to 2-digit industries are generated by assuming that output by industry in a region is proportional to regional value-added of that industry:

$$g_i^r = g_i^n * (w_i^r / w_i^n), \quad (4)$$

where  $g_i^r$  and  $g_i^n$  denote industry output on the regional and national level respectively. As in step 1 first approximation is adjusted to national WIOD and to regional totals of a NACE section via RAS.

*Step 3:* After the first two steps value-added, wages and output are available for all region and for the appropriate level of disaggregation, so that this information can be used to estimate remaining value-added components (non-wages), as well as output structures and intermediate use. Net operating surplus, depreciation and net taxes on production are estimated by assuming the regional shares of these components in other value-added by industry to be equal to the national shares taken from the official use table<sup>24</sup>:

$$w_{il,(l \neq 1)}^r = w_{il,(l \neq 1)}^n * (w_i^r - w_{i1}^r) / (w_i^n - w_{i1}^n), \quad (5)$$

For the estimation of regional production structures of industries for the supply table it was assumed that the composition of products in industry output is equal to that of the national level:

$$v_{ij}^r = v_{ij}^n (g_i^r / g_i^n). \quad (6)$$

Given the estimates for regional output and value-added by industry it is possible to calculate intermediate consumption at purchaser prices as  $u_{i p.p.}^r = g_i^r - w_i^r$ . For the estimation of total intermediate consumption at basic prices it is necessary to deduce net taxes on products by assuming that tax payments by industry are proportional to total intermediate consumption at purchaser prices, so that  $tax_i^r = tax_i^n (u_{i p.p.}^r / u_{i p.p.}^n)$ . Total intermediate consumption at basic prices is then calculated as  $u_{i b.p.}^r = u_{i p.p.}^r - tax_i^r$ . The structure of intermediate consumption is estimated by stating the assumption that each industry has the same composition of purchases on the regional and national level, so that:

$$u_{ji}^r = u_{ji}^n (u_{i b.p.}^r / u_{i b.p.}^n). \quad (7)$$

<sup>24</sup> WIOD use tables only report wages and other value-added.

It is preferable to use regional shares of total intermediate consumption instead of shares in regional output or value-added, as it better reflects regional differences in productivity, which are known as fabrication effects (Round 1978).

### 6.3.2 Final use

Domestic final demand is subdivided into consumption of households, non-profit organizations serving households (NPISH), and government, as well as gross capital formation. For the estimation of the consumption of regional governments and gross capital formation regional totals are available from regional accounts at purchaser prices. After deducting net taxes on products by applying national shares given by the WIOD use table purchase of individual products are estimated analogue to intermediate consumption by assuming that regional structures are equal to those of the national use-table:

$$d_{kj}^r = d_{kj}^n (d_{k.b.p.}^r / d_{k.b.p.}^n). \quad (8)$$

For consumption of non-profit organizations serving households regional shares in national population are used instead of total consumption, as there is no information available.

Due to the crucial role of consumption of households and the later application of the German MRSUT to distributional effects of the German energy policy on disposable income and consumption of different income groups, consumption structures are estimated from the income and expenditure survey (EVS for Einkommens- und Verbrauchsstichprobe) for 2008. The EVS is conducted every five years and based on a sample of approx. 60,000 households. Participants allocate their gross income on six types namely wage income, profit income, rental income, returns from monetary assets, public and non-public transfers, whereas consumption expenditures are allocated on 133 types of intended use COICOP categories. In the regional supply-use tables final demand categories  $k = 1, \dots, 6$  represent those income-groups. The estimation is carried out in three broad steps, which include, first, the estimation of consumption by product of regional households, second, the disaggregation of expenditures according to six types of income and, finally, the conversion of expenditures at purchaser prices into basic prices.

*Step 1:* Expenditures of each household by COICOP categories are first weighted by an expansion factor, which indicates the number of households represented by a household participating in the survey. Thereafter consumption expenditures are aggregated according to regions. Because expenditure surveys are often affected incorrectly filled questionnaires (Lehmann 2004), national aggregates calculated from EVS data are adjusted to expenditures from national accounts. It is assumed that the degree deviation within each COICOP category on the national level applies to regions as well. In order to integrate the consump-

---

tion data into the regional use tables, it is necessary to convert the data from COICOP categories into CPA products. This is carried out by making use of via a consumption interdependence table, which was published for 2006 by the federal statistical office (Kronenberg and Többen 2011) and delivers preliminary estimates of consumption expenditures for 2008 valued at purchaser prices. For the deflation to 2007 and for the correction of deviations due to the use of the 2006 consumption interdependence table preliminary estimates are adjusted to the 2007 national consumption vector of households taken from the WIOD use table at purchaser prices and to regional totals of consumption of households taken from regional account data via RAS.

*Step 2:* As many households have several types of income, consumption expenditures for COICOP categories of each household are divided according to the shares of each income type in household's total income. Hence, it is implicitly assumed that consumption decisions of households are only based on the total amount of income. Expenditures are aggregated with respect to the type of income and the region location and converted into CPA, which allows to calculate the share of an income source (e.g. wages) in private consumption expenditures for a product (e.g. food) in a region. These shares are then used to disaggregate consumption of households from step 1 into six types of income.

*Step 3:* At last it is necessary to conduct a revaluation from purchaser to basic prices assuming that shares of net taxes and trade margins in consumption of a product at purchaser prices is equal among all regions and types of income. Information on net taxes and trade margins embodied in consumption expenditures of households by product are delivered by the WIOD valuation matrices. Net taxes on products are deduced first and, thereafter, trade margins are deduced from each type of product consumed and re-allocated on the corresponding type of trade service. After this step single regional use-tables can be populated with final consumption of households disaggregated into six types of income, so that only interregional and foreign trade remains to be estimated.

### 6.3.3 International and interregional trade

The estimation of international and interregional gross trade is carried out with a modified version of the Cross-Hauling Adjusted Regionalization Method (CHARM), which addresses three shortcomings of the original CHARM formula (Kronenberg 2009):

1. Accounting practices employed by statistical agencies in the compilation of national trade data are transferred onto CHARM estimates (e.g. re-exports).
2. CHARM may deliver inconsistent estimates in the sense that  $p_j^r < e_j^r$  and  $u_j^r + d_j^r < m_j^r$ .



3. It is necessary to estimate international and interregional trade separately, otherwise CHARM will not estimate cross-hauling in interregional trade but re-allocate cross-hauling in national foreign trade onto regions.

For a detailed discussion of the modified version see Többen and Kronenberg (2014]. Addressing these shortcomings the first step of the estimation procedure consists of eliminating re-exports from the national WIOD foreign trade vectors by making use of information contained in the official import table. Furthermore, Többen and Kronenberg (2014] suggest to import and export data valued at the same price concept (*cif* or *fob*). This, however, is not possible for Germany due to data scarcity.

As a second step regional foreign trade is estimated by allocating national imports and exports onto regions according to their export and import potential, i.e. gross output  $p_j^r$  and total domestic use  $u_j^r + d_j^r$ :

$$e_j^r = e_j^n \frac{p_j^r}{p_j^n} \quad (9)$$

$$m_j^r = m_j^n \frac{u_j^r + d_j^r}{u_j^n + d_j^n} \quad (10)$$

Thus, it is assumed that regional foreign exports are proportional to regional supply and imports are proportional to regional demand.

Regional gross imports and exports are estimated with the modified CHARM procedure. Cross-hauling is defined as the sum of exports and imports that occur simultaneously:

$$q_j \equiv \text{vol}_j - |b_j| \equiv (e_j + m_j) - |e_j - m_j|, \quad (11)$$

where  $\text{vol}_j \equiv (e_j + m_j)$  denotes the trade volume and  $b_j \equiv e_j - m_j \equiv p_j - u_j - d_j$  denotes the commodity-balance. For the refinement it is important to note, that there is an upper limit for each regionally produced product, to which cross-hauling of the region at hand with the rest of the country is possible. It is therefore necessary to take output ( $p_j^{roc}$ ), domestic use ( $u_j^{roc} + d_j^{roc}$ ) as well as foreign trade ( $e_j^{roc}$  and  $m_j^{roc}$ ) of the rest of the country *roc* into account. These values can be generated by subtracting respective values for the region at hand from corresponding national ones. The maximum potential for cross-hauling in trade between the region at hand and the rest of the country can be expressed as the minimum of both regions supply and demand after having foreign trade subtracted:

$$\max[q_j^r/2] = \min(p_j^r - e_j^r; u_j^r + d_j^r - m_j^r; p_j^{roc} - e_j^{roc}; u_j^{roc} + d_j^{roc} - m_j^{roc}) \quad (12)$$

As in the original version of CHARM the degree  $h_j$  to which the cross-hauling potential is realized is calculated from the national supply-use table as:

$$h_j^n = \frac{q_j^n}{2 \min(p_j^n; u_j^n + d_j^n)}. \quad (13)$$

The rationale behind this procedure is the finding that cross-hauling depends on product heterogeneity and brand-preferences, as it would otherwise make no sense to import and export products of the same CPA group simultaneously if these products were perfectly homogeneous (see Leigh (1970, Isserman (1980, Norcliffe (1983 and Harris and Liu (1998 for studies in cross-hauling on the subnational level). As it is difficult to measure product heterogeneity directly  $h_j$  is used as a proxy. Arguing that product heterogeneity is characteristic to a specific product rather than a to a specific region  $h_j^n = h_j^r$ , such that regional cross-hauling can be estimated as:

$$q_j^r = 2 h_j^r \min(p_j^r - e_j^r; u_j^r + d_j^r - m_j^r; p_j^{roc} - e_j^{roc}; u_j^{roc} + d_j^{roc} - m_j^{roc}). \quad (14)$$

With regional cross-hauling given imports from and exports to the rest of the country can be estimated as:

$$t_j^{r\text{ roc}} = \frac{q_j^r + |b_j^r| + b_j^r}{2} \quad (15a)$$

$$t_j^{roc\text{ r}} = \frac{q_j^r + |b_j^r| - b_j^r}{2}. \quad (15b)$$

With the estimation of interregional gross trade the construction of the single regional tables for the German is finished, such that the multi-regional accounting framework can be compiled from them next.

### 6.3.4 From 16 single regional IOs to one MRIO

The prior steps of the construction of the initial estimate were aiming at the estimation of 16 individual SUTs, one for each German state. The two final steps of the construction process consist of (1.) linking the 16 single-regional SUTs with respect to the interregional trade flows among the states and (2.) the distribution on domestically produced and imported products on industries and final demand sectors.

*Step 1:* For the further allocation of regional gross exports to their regional destination and of gross imports to their regional origin CHARM delivers row and column sums of an origin-destination (OD) matrix, whose diagonal elements are zero, so that the task of the first step is to estimate the off-diagonal elements. Such an OD matrix is presented in Table 5.4 Note that, an important property of CHARM  $\sum_r t_j^{r\text{ roc}} = \sum_r t_j^{roc\text{ r}} \forall j$  is ensured so that no further adjustment of OD row and column sums is necessary. The estimation of the off-diagonal elements can be carried out with spatial interaction models, e.g. a gravity model. Isard et al. (1998, Sargento (2009 and Sargento, Ramos and Hewings (2012 give an overview of several methods suited for such a situation. As a spatial interaction model is already applied to freight flow data for the generation of constraints, it is decided to allocate imports from

the rest of the country to the regions of origin according to their market share in total interregional exports (except exports of the importing region):

$$t_j^{sr} = \frac{t_j^{s\,roc}}{\sum_r t_j^{r\,roc} - t_j^{r\,roc}} \quad (16)$$

With this approach interregional exports can be seen as a contribution of the regions to a pool of commodities available for interregional purchases.

**Table 5.4: Origin-Destination Matrix with CHARM-estimated row- and column sums**

	Region 1	Region 2	...	Region r	Total
Region 1	0	$\tilde{t}_j^{12}$	...	$\tilde{t}_j^{1r}$	$e_j^{1\,roc}$
Region 2	$\tilde{t}_j^{21}$	0	...	$\tilde{t}_j^{2r}$	$e_j^{2\,roc}$
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
Region r	$\tilde{t}_j^{r1}$	$\tilde{t}_j^{r2}$	...	0	$e_j^{r\,roc}$
Total	$m_j^{roc\,1}$	$m_j^{roc\,2}$	...	$m_j^{roc\,r}$	$\sum_r e_j^{r\,roc} = \sum_r m_j^{roc\,r}$

*Step 2:* In final step of the construction procedure of the initial estimate total purchases of industries  $u_{ji}^r$  and domestic final demand sectors  $d_{jk}^r$  are split according to their geographical origin. For this purpose regional purchase coefficients are calculated for intraregional purchases, purchases from other states and from the rest of the world. Due to the estimation procedure of regional with the rest of the country and the rest of the world, the existence of re-exports can be ruled out, so that according to Lahr (2001 for region  $r \neq s$ :

$$rpc_j^{rr} = \frac{(p_j^r - t_j^r)}{(p_j^r + t_j^r + m_j^r - t_j^r - e_j^r)} \quad (17a)$$

$$rpc_j^{sr} = \frac{t_j^{sr}}{(p_j^r + t_j^r + m_j^r - t_j^r - e_j^r)} \quad (17b)$$

$$rpc_j^{row\,r} = \frac{m_j^r}{(p_j^r + t_j^r + m_j^r - t_j^r - e_j^r)} \quad (17c).$$

As there is no further information about the propensity to consume imported products of individual industries or final demand sectors, it is assumed that for each product  $j$  in region  $r$  industries and domestic final demand sector have the same average import propensity. Due to this assumption it is possible to apply the regional purchase coefficients to total use of product  $j$  in region  $r$  by industry  $i$  or final demand sector  $k$ . For intraregional purchases  $u_{ji}^{rr} = rpc_j^{rr} u_{ji}^r$  and  $d_{jk}^{rr} = rpc_j^{rr} d_{jk}^r$ , for interregional purchases ( $r \neq s$ )  $u_{ji}^{sr} = rpc_j^{sr} u_{ji}^r$  and  $d_{jk}^{sr} = rpc_j^{sr} d_{jk}^r$  as well as for purchases from foreign countries  $u_{ji}^{row r} = rpc_j^{row r} u_{ji}^r$  and  $d_{jk}^{row r} = rpc_j^{row r} d_{jk}^r$ . The consequences of this assumption for the reliability of results has been evaluated by (Oosterhaven, Stelder and Inomata (2008; Oosterhaven et al. (2007) concluding that the impact of such an assumption is small.

## 6.4 Constraints and raw data

The non-survey initial estimate of the MRIO is not balanced so far, as regional product-output is not equal to total use of products. Furthermore, the non-survey table –despite consumption of households- is only based on very basic data from national and regional accounts. Also, the spatial dimension is still absent from the table, as regional trade relationships are not affected by the distance between two trading regions. For this reason the quality of the table should be improved by adjusting it to information given by superior data sources on the one hand. On the other hand the resulting table must fulfil the fundamental accounting balances of the use-regionalized framework and be consistent with data used for the non-survey procedure. An overview about the constraints used for the German MRIO is given in Table 5.8 in the appendix. Many data sources have already been used for the compilation of the initial estimate, such as the national supply-use table or regional accounts data. The additional use of them as constraints ensures that the final table remains consistent with them.

### 6.4.1 Freight transport data and interregional trade

Transportation data are available as origin destination matrices for shipments in tons via trucks, rail and inland navigation following the NSTR product classification for transportation data. OD matrices for rail and inland navigation are complete and available for 58 product groups, so that these OD matrices only have to be transformed from tons into monetary units. However, for shipments via road OD-matrices are only available for 10 types of products, whereby there is only one complete OD-matrix for manufactured products. OD-matrices for other products contain many censored entries. The approach to deal with this problem is twofold: For commodities other than manufactured products censored entries need to be estimated in order to complete the OD matrices. The OD matrix for manufactured products, however, has to be disaggregated into the subgroups transport equipment,

fabricated metal and machinery, glass, textiles and wearing apparel, and other manufactured products, since these products are highly important for the German economy. The results of these two procedures are 15 OD-matrices in total for which information about total regional inflows and outflows is available. The structure of such OD-matrices is presented in Table 5.5.

**Table 5.5: Origin-Destination matrix of freight flows (measured in tons)**

	Region 1	Region 2	...	Region r	Total
Region 1	$t_j^{11}$	$t_j^{12}$	...	$t_j^{1r}$	$T_j^{1\cdot}$
Region 2	$t_j^{21}$	$t_j^{22}$	...	$t_j^{2r}$	$T_j^{2\cdot}$
...	$\vdots$	$\vdots$	$\ddots$	$\vdots$	$\vdots$
Region r	$t_j^{r1}$	$t_j^{r2}$	...	$t_j^{rr}$	$T_j^{r\cdot}$
Total	$T_j^{\cdot 1}$	$T_j^{\cdot 2}$	...	$T_j^{\cdot r}$	$\sum_r T_j^{r\cdot} = \sum_r T_j^{\cdot r}$

The estimation of OD matrices is based on the concept of entropy maximization in the context of spatial interaction, which was developed by Wilson (1967) and is based on the concepts of micro and macro states of a spatial interaction system. The macro state of such a system is represented by the OD-matrix in Table 5.5, which counts the number of transactions (in our case freight flows) between each possible pair of regions. The micro level of a spatial interaction system however consists of a description of the movement of each individual ton of freight from one region to another, so that each macro state is a representation of individual movements on the micro level.

Given a number of total number tons  $T = \sum_r T_j^{r\cdot} = \sum_r T_j^{\cdot r}$  transported in the system, each micro state consistent with  $T$  is equally likely. From that follows that the probability of a specific macro state (i.e. of the OD matrix) is proportional to the number of possible micro states that can reproduce that specific macro state in terms of aggregation. (Sargento 2009;

Snickars and Weibull 1977). In general the number of micro states consistent with a macro state  $E(\mathbf{T})$  is given as:

$$E(\mathbf{T}) = \frac{T!}{\prod_r \prod_s t^{rs}}. \quad (18)$$

The basic idea of the entropy maximizing approach is now to find the macro state (OD-matrix) that is compatible with the maximum number of micro states and therefore the most probable distribution of interregional shipments (Wilson 1970). Applying logarithmic transformation and making use of Stirling's approximation<sup>25</sup> the objective function for the entropy maximizing model for product  $j$  appears as:

$$\max_{t_j^{rs}} \ln E(\mathbf{T}) = -\sum_r \sum_s [t_j^{rs} \ln(t_j^{rs}) - t_j^{rs}]. \quad (19)$$

The unconstrained maximization of (19) yields an even distribution of shipments, so that additional information should be used to constrain the solution. In this case the distribution of shipments must be such that given row and column sums are met, i.e.  $\sum_r t_j^{rs} = T_j^{r\cdot}$  and  $\sum_s t_j^{rs} = T_j^{\cdot s}$ . In this case the entropy maximizing model is called double constraint (Wilson 1971).

For the application of entropy maximizing models it is furthermore useful to make use of some sort of transportation cost for shipments between the pairs of regions by product as well as total costs of shipments by product. As transport margins are reported neither in the official German SUTs nor in the WIOD database, it is assumed that costs are proportional to the average transportation distance between regions  $r$  and  $s$   $dist^{rs}$ . In addition to tons inflows and outflows are also available in terms of ton kilometers  $TK_j^{\cdot s}$  and  $TK_j^{r\cdot}$  by product, which is the product of tons entering or leaving a region and the transport distance. From this data two transport cost constraints for each region and product can be constructed:

$$\sum_r t_j^{rs} * dist^{rs} = TK_j^{\cdot s} \quad (20a)$$

$$\sum_s t_j^{rs} * dist^{rs} = TK_j^{r\cdot} \quad (20b)$$

Following Nitsch (2000) distances are estimated as weighted distances from great circle distances between the capitals of more than 400 counties and from population data as weighting factors. This approach was originally used by Helliwell and Verdier (2001) and further refined by Nitsch for the estimation of intranational trading distances for empirical studies on the border effect. Intrastate trading distances are estimated as:

$$dist^{rr} = \frac{\sum_n (\sqrt{\pi}^{-1} \sqrt{area_n} pop_n^2) + \sum_{n \neq m} (pop_n pop_m dist^{nm})}{\sum_{nm} pop_n pop_m}, \quad (21)$$

<sup>25</sup> $\ln x! = x(\ln x - 1)$ , see Wilson (1967).

where  $n$  and  $m$  are counties belonging to state  $r$ ,  $pop_n$  denotes the population in county  $n$  and  $area_n$  the area of county  $n$ . The first term of the numerator approximates the average intracounty trading distance as a function of land area multiplied by  $\sqrt{\pi}^{-1}$ , which comes from the approximation of county's shape as a circle. The second term is the inter-county distance weighted by their population.

The average trading distance between pairs of German states is estimated as follows, whereby  $n$  and  $m$  denote counties belonging the states  $r$  and  $s$  respectively:

$$dist^{rs} = \frac{\sum_{nm} (pop_n \cdot pop_m \cdot dist^{nm})}{\sum_{nm} pop_n \cdot pop_m} \quad (22).$$

Given these data for shipments and tons, ton\*kilometers and distances the entropy maximization problem for the estimation of censored of the OD-matrices for product  $j$  can be stated as:

$$\max_{t_j^{rs}} E = - \sum_r \sum_s (t_j^{rs} \ln(t_j^{rs}) - t_j^{rs}) \quad (23a)$$

s.t.

$$\sum_r t_j^{rs} = T_j^s \quad (23b)$$

$$\sum_s t_j^{rs} = T_j^r \quad (23c)$$

$$\sum_r t_j^{rs} * dist^{rs} = TK_j^s \quad (23d)$$

$$\sum_s t_j^{rs} * dist^{rs} = TK_j^r \quad (23e)$$

The constraints (23b) and (23c) ensure that shipments from region  $r$  to region  $s$  are consistent with  $T_j^s$  total inflows of region  $s$  and with total outflows of region  $T_j^r$ .

In the case of manufactured products the elements of existing OD-matrix  $t_j^{rs}$  can be interpreted as capacity of arcs of a network connecting region  $r$  with region  $s$  (Ahuja, Magnanti and Orlin 1993). For each product subgroup a positive parameter  $\alpha_p^{rs}$  is defined, which denotes the share of capacity  $t_j^{rs}$  consumed by product subgroup  $p$ . The entropy maximizing problem may then be stated as:

$$\max_{\alpha_p^{rs}} E = - \sum_p \sum_r \sum_s [\alpha_p^{rs} t_j^{rs} \ln(\alpha_p^{rs} t_j^{rs}) - \alpha_p^{rs} t_j^{rs}] \quad (24a)$$

s.t.

$$\sum_r \alpha_p^{rs} t_j^{rs} = T_p^s \quad (24b)$$

$$\sum_s \alpha_p^{rs} t_j^{rs} = T_p^r \quad (24c)$$

$$\sum_r \alpha_p^{rs} t_j^{rs} * dist^{rs} = TK_p^s \quad (24d)$$

$$\sum_s \alpha_p^{rs} t_j^{rs} * dist^{rs} = TK_p^r \quad (24e)$$

$$\sum_p \alpha_p^{rs} t_j^{rs} = t_j^{rs} \quad (24f)$$

---

The additional bundle constraint (24f) ensures consistency of subgroup-flows with prior information of the OD-matrix for manufactured products.

#### **6.4.2 Transformation into monetary values**

The final step of the estimation of constraints for interregional trade consists of the transformation of shipments from tons to monetary values. According to Llano et al. (2010) value to ton ratios can be calculated from regional export data, which are in Germany available at a 4-digit EWG classification, and applied to all outflows of the respective state. It is, thus, assumed that there are no differences in value to ton ratios with respect to modes of transportation and regions of destination. More precisely, as each product-group consists of many different types and qualities of products, it is implicitly assumed that the composition of each product group in interregional trade is the same as in foreign trade.

Despite of requiring strong assumptions about the internal composition of product groups this approach, furthermore, ignores some important relationships between the average prices per ton of products, the physical weight and the distance of transport-flows. With respect to distance, Baldwin and Harrigan (2011) observe that flows over long distances are associated with high prices per ton in f.o.b. unit-values of US exports showing this observation to be inconsistent with standard models of international trade. The same relationship between prices per ton and distance is reported by Helble and Okubo (2006) and Kneller and Yu (2008) for data on Chinese exports. Baldwin and Harrigan introduce product quality into the heterogeneous firms Melitz (2003) model and show that expensive high quality products are more competitive on distant markets and more likely to overcome distance related trade barriers. Johnson (2012) interprets this as Alchian-Allen Effect, since in the case of two substitute goods (high and low quality) fixed per ton transport costs decrease relative prices of high quality products making them more competitive. The relationship between the amounts of tons ship and unit-values also reflects the composition of individual products within a product group in relation to origin and destination of a flow observed. As high ton flows take place within a region or between two neighboring regions, they most likely consist of a higher share of intermediate products (with low unit-values compared to finished goods of that product group) due to the existence of regional clusters and vertical integration of industries. Furthermore, transport economics suggest that products with low unit-values such as building materials or cereals are transported over shorter distances than those with high unit values like machines or cars. The share of transport costs in purchaser prices is higher for products with low unit-values, which makes them less competitive compared to locally produced commodities.

The relationship between the monetary values of shipments, its physical weight and distance can be expressed as follows:



$$\hat{t}_j^{rq} = \alpha t_j^{rq\beta_1} dist^{rq\beta_2} \quad (25),$$

where  $\hat{t}_j^{rq}$  denotes the monetary value of exports of product  $j$  from state  $r$  to country  $q$ ,  $t_j^{rq}$  denotes the physical weight of these exports,  $dist^{rq}$  denotes the distance between a region/country pair and  $\alpha$ ,  $\beta_1$  and  $\beta_2$  are coefficients. Dividing (25) by  $t_j^{rq}$  yields the relationship between unit-values  $p_j^{rq}$ , ton-flows and distance:

$$\hat{t}_j^{rq} / t_j^{rq} = p_j^{rq} = \alpha t_j^{rq\beta_1-1} dist^{rq\beta_2} \quad (26)$$

For  $\beta_1 < 1$  larger ton flows yield lower average prices per ton than smaller flows, whereas shipments over long distances are associated with higher unit-values compared to shipments over short distances.

In sake for exploring and quantifying these relationships data on exports of the German federal states to 41 European countries for 30 product-groups (GP03 Classification) are used. These 30 products are then further aggregated to match with product classification of transport statistics as well as with the supply-use tables. Hence, for monetary values as well as for physical weight the sample consists of 656 individual flows per product. Distances between German states and European countries were calculated via Google maps, whereby the program calculates the distances between geographical centers. The relationship between monetary values, physical weight and distance as expressed in equation (26) is then estimated in its logarithmic form:

$$\ln \hat{t}_j^{rq} = \alpha + \beta_1 \ln t_j^{rq} + \beta_2 \ln dist^{rq} + \varepsilon_j, \quad (27)$$

where  $\varepsilon_j$  is an i.i.d error term. (51) was estimated in terms of stepwise regression.

The results of the most successful specifications for each type of product are shown in Table 5.6. For each type of products  $\beta_1$  and  $\beta_2$  are significant on the 1% level, except the effect of distance on the monetary value of ore exports. The intercept  $\alpha$  however is only significant for five product groups (machines and transport equipment). The estimation result for  $\beta_1$  shows that  $0 < \beta_1 < 1$ , which is consistent with expectation that large ton flows are associated with lower unit-values. Furthermore,  $\beta_1$  is smaller for commodities with low unit values compared to those products with high prices per ton, which indicates that these products are transported over rather small distances. In the case of basic and fabricated metals for example the effect of tons transported on average prices of flows is stronger for basic metals than for fabricated ones. The same can be observed comparing agricultural with products such as machines or motor vehicles.

With respect to the effect of distance on the monetary value of exports, all coefficients (with an exception for ore) are  $0 < \beta_2 < 1$ , indicating that unit-values of shipments over long distances are higher than those for small distances for the same product group. This result is in line with results from international trade literature and the interpretation that

unit-values of exports are subject to an Alchian-Allen Effect, as suggested by Johnson (2012). Only for crude oil/natural gas and coal distance has no effect on unit-values.

**Table 5.6: Estimation results for the relationship of weight, value and distance**

Product	Coefficients			p-value			Adj. R <sup>2</sup>	VIF
	$\alpha$	$\beta_1$	$\beta_2$	$\alpha$	$\beta_1$	$\beta_2$		
<b>Agriculture/Forestry</b>	-	0.7597	0.2475	-	0.0000	0.0000	0.8513	1.1077
<b>Coal</b>	-	0.7632	-	-	0.0000	-	0.9583	1.1826
<b>Crude Oil</b>	-	0.8948	-	-	0.0000	-	0.9941	1.0308
<b>Ore</b>	2.1383	0.8343	-0.2963	0.0877	0.0000	0.0991	0.8259	1.0009
<b>Other mining</b>	-	0.7203	0.0358	-	0.0000	0.0026	0.8991	1.1472
<b>Food/Tobacco</b>	-	0.8593	0.6326	-	0.0000	0.0000	0.2982	1.0855
<b>Textile Products</b>	0.9560	0.8947	0.2479	0.0927	0.0000	0.0012	0.8858	1.0947
<b>Refined Petroleum</b>	-	0.8413	0.1837	-	0.0000	0.0000	0.9731	1.1167
<b>Chemical Products</b>	-	0.8838	0.2856	-	0.0000	0.0000	0.9080	1.0916
<b>Glass/Building Mt.</b>	-	0.7600	0.2635	-	0.0000	0.0000	0.8912	1.1753
<b>Basic Metals</b>	-	0.8477	0.2912	-	0.0000	0.0000	0.9265	1.1111
<b>Fabricated Metals</b>	1.2004	0.9031	0.1629	0.0058	0.0000	0.0045	0.9397	1.1298
<b>Machinery</b>	2.6309	0.9133	0.1050	0.0000	0.0000	0.0426	0.9388	1.0777
<b>Motor Vehicles</b>	1.5019	0.9975	0.0999	0.0006	0.0000	0.0809	0.9375	1.0794
<b>Other Manufact.</b>	-	0.8942	0.2213	-	0.0000	0.0000	0.9373	1.1342

As distance between two trading partners can also be expected to have explanatory power for the amount of tons shipped from one region to the other, variance inflation factors (VIF) were estimated, in order to analyze the degree of potential multicollinearity. The variance inflation factors are calculated as:

$$VIF_j = \frac{1}{(1-\hat{R}_j^2)} \quad (28)$$

In formula (80)  $\hat{R}_j^2$  denotes the coefficient of determination of an auxiliary regression of distance on shipments in tons:  $\ln t_j^{r^q} = \alpha + \beta_1 \ln dist^{r^q} + \varepsilon_j$ . VIFs as reported in Table 5.6 are far away from critical values, indicating serious problems with multicollinearity (see

O'Brien (2007). Surprisingly, distance is of only little explanatory power for the amount of tons shipped between region/country pairs for all products, suggesting that a large share of deviations in monetary trade flows is caused by the effect of distance on unit-values rather than on physical weight.

For the estimation of interregional trade the interregional transport flows are transformed from tons into monetary units by applying (26) on interregional ton flows and distances. As there are large deviations between total outflows and inflows from regional output and regional consumption, it was decided to use the interregional trade-flows in monetary units as column ratio constraints.

### **6.4.3 Industrial cost-structures**

The construction of constraints on regional cost and output structures by industry is based on survey information collected from establishments and enterprises of mining and manufacturing sectors. Survey information consists of two data sets namely cost structure surveys on enterprises and annual reports of enterprises. Unfortunately, it is not possible to make use of the whole detail, so that finally four types of value-added (wages, depreciation, net operating surplus and net taxes on production) and five types of intermediate consumption (material inputs, energy, renting of buildings and equipment, insurance services and other services) can be used as constraints for the regional use tables. In addition the survey allows to distinguish three types of turnover (commodities, trade services and other services), which can be used to constrain regional supply tables. Note, that for the calculation of output, commodities purchased for re-sale need to be subtracted from turnover generated by trade activities, as output of trade services only consists of the trade margin (Reich, Stäglin and Stahmer 1995).

The major problem in the processing of these data is that many enterprises consist of several establishments that are located in different regions, i.e. multi-regional enterprises. Simple aggregation of data for industries and regions would, therefore, deliver biased results. Thus, the regional allocation of cost is achieved with help of the annual report, as the identification of establishments belonging to an enterprise is possible due to the enterprise IDs. For enterprises all types costs are allocated on establishments according to establishment's share in turnover of the respective enterprise. Afterwards, costs allocated to establishments are aggregated with respect to the regional location and the belonging to a 2-digit NACE Rev. 1.1 industry of the enterprise.

The use of survey information requires the conversion of purchaser into basic prices, which is carried out analogue to the conversion of final consumption of households. It is assumed that industry specific net tax rates and trade margins as reported in the WIOD valuation

---

matrices also apply to respective industries on the regional level. The sum of net taxes deduced by industry are then used as constraints on net product taxes, whereas the sum trade margins deduced is used as a constraint on intermediate consumption of trade services.

Finally, the resulting information about primary and intermediate consumption (at basic prices) as well as turnover structures is used for ratio constraints, as the survey are only conducted on enterprises with more than 20 employees. Due to the use as ratio constraint it is implicitly assumed that small business firms have the same (regional) average cost and turnover structure as enterprises, who participated in the survey.

#### 6.4.4 Data reliability

A crucial requirement for using KRAS for balancing the German MRIO is the availability of information about data uncertainty. Apart from being required for finding compromise solutions in the case of conflicting data, uncertainty information also play an important role for the assessment of reliability of results from applications. For the estimation of data uncertainties the methodology of Wiedmann et al. (2008) was adopted, which relies on the assumption of log-normally distributed data values. Then, the “order-of-magnitude errors” of a data value  $x$  can be approximated as:

$$\Delta \log_{10}(x) \approx \log_{10}(1 + r_x), \quad (29)$$

where  $r_x = \Delta x/x$  is the relative standard error. The estimation of data uncertainty is based on the observation that large data values are generally more certain than smaller ones, as they usually consist of many small observation points such that errors are cancelled out during accumulation. For this reason following equation is estimated using ordinary least squares:

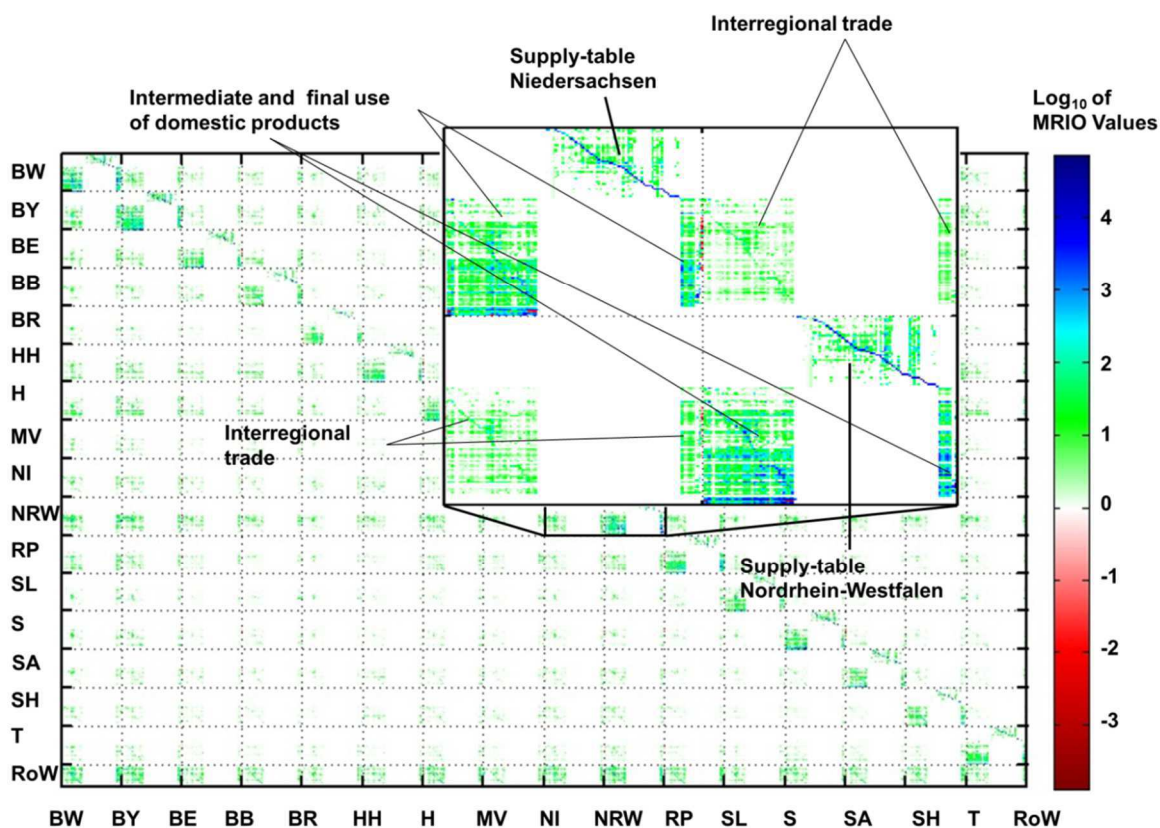
$$\log_{10}(1 + r_x) = \alpha + \beta * \ln(|x|) + \varepsilon, \quad (30)$$

where  $\alpha$  and  $\beta$  are regression coefficients to be estimated and  $\varepsilon$  is an error term. As no published information from which relative standard error can be constructed for the regression, differences between the values of different data sources are used as a proxy. For uncertainty inherent in the national supply-use tables the differences of the elements between the WIOD SUT and the official one are used as a proxy. Whereas for regional foreign trade and the cost structure survey data points were aggregated to national values and compared with information from the official supply-use table. Since for interregional trade none of such benchmark data exist minimum, maximum and average standard errors are set manually to values exceeding those for other constraint. This approach at least assures that interregional trade information is indicated as the most uncertain data item.

## 6.5 Results

The result of the final table can be visualized in various ways. Figure 5.1 shows a so-called heat-map, which gives an overview over the structure and values of the MRIO. The scale ranges from dark blue for strongly positive to red for negative elements. Diagonal blocks represent regional supply-and intraregional use tables, whereas off-diagonal blocks represent interregional trade transactions according to the use-regionalized framework.

**Figure 5.1: Heatmap-representation of the German economy**



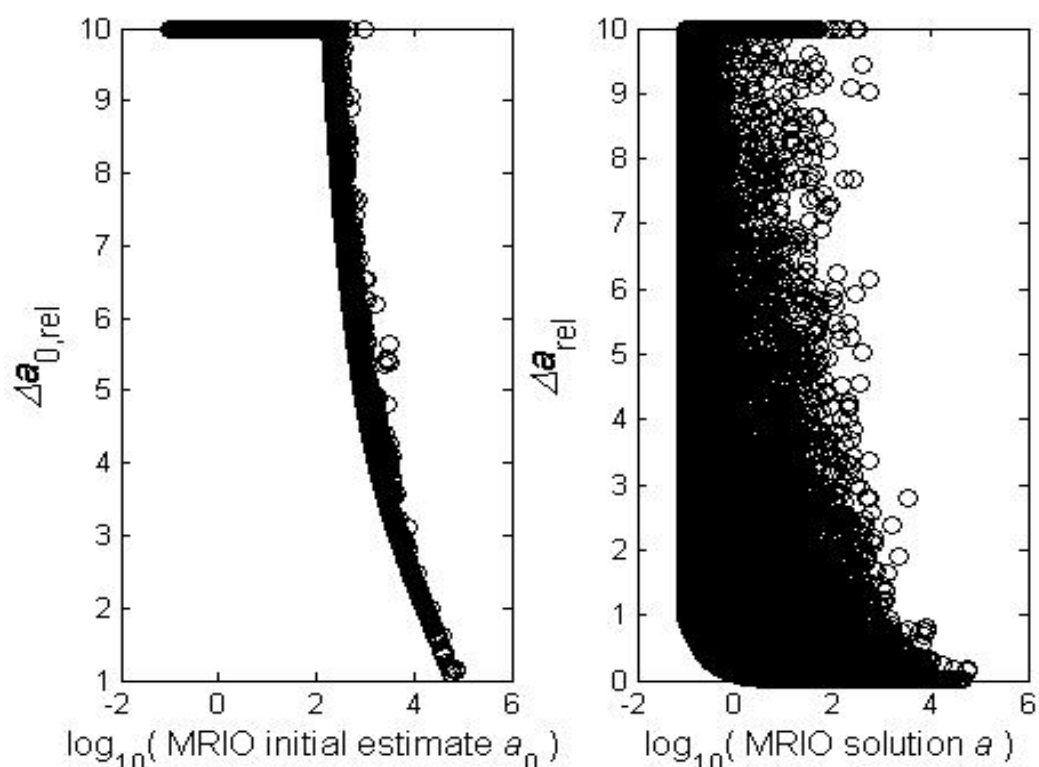
Source: own calculations

It can be seen even on the regional level, where trade-borders are absent, intraregional transaction are still more important compared to interregional trade in most cases. An exception are especially the city states (Berlin, Hamburg and Bremen), which have a very low level local industrial production and have a very high dependency from surrounding regions.

Another important aspect is the visualization of data uncertainty, i.e. the adherences of MRIO values from raw data constraints. The comparison of relative adherences is shown in Figure 5.2. The y-axis displays the relative violation of constraints and the x-axis the logarithm of MRIO elements. It can be seen from the left diagram that the elements of the initial estimate with low values violate raw data constraints much more strongly than elements with high values. Overall, there is a strong relationship between relative adherences

and the size of elements. The left diagram however shows the adherences from raw data of the final MRSUT and gives a good impression on how KRAS works: elements at the bottom are those, which are adequately supported by raw data with low uncertainty. It can also be seen that elements with high values have much lower uncertainty (bottom right), i.e. for elements with a magnitude of more than four relative violations of raw data are close to zero. Cases in which elements of relatively high magnitude (top) strongly violate raw data are seldom, which indicates that the vast majority of these elements are adequately supported by data. Overall, total adherences of the final table are significantly minimized compared to the initial values. This result encourages concluding that the final table is accurate in terms of holistic accuracy.

**Figure 5.2: relative adherences of initial and final MRIO elements from constraints**



*Source: own calculations*

## 6.6 Conclusion

The focus of this paper has been the construction procedure of German MRIO. It was demonstrated how the integration of initial estimate and excessive amounts of superior data can be simplified and enhanced, due to standardisation and automation coming along with the AISHA software package. Thereby, a crucial aspect of the construction is the transparent handling and reporting of data uncertainty, which allows the critical evaluation of

results gained from analysis. The MRIO in its current form is well equipped for the analysis of effect of energy policy on regional structural change and spatial as well as social distribution of gains and burdens. Apart from that it is planned to extend the German MRIO database in several directions:

First, it is planned to use the German MRIO as a starting point for the development of a time series, which will be into the world MRIO database EORA, in order to become a mixed interregional/international database. This extension would greatly enlarge the range of analysis, as it allows analysing effects of global developments (in certain countries) on regional energy supply in Germany or the shift of production to foreign countries due to national policies. A further step is a combination with a time series of Chinese MRIO tables, which was already combined with EORA. Such an extended database would allow studying subnational relationships in an international context of the world's two largest trading nations.

A second possible extension is the further disaggregation of certain important sectors and the introduction of data about energy use in physical units and greenhouse gas emissions. In this way, macroeconomic consequences of efficiency improvements in certain sectors, e.g. steel production can be studied and the possibilities of connecting input-output to technology oriented models are increased. The combination of both directions offers additional potential applications such as calculating regional carbon footprints or hybrid LCA, which consists of connecting standard life cycle to input-output analysis.

## References

- Ahuja, R. K., T. L. Magnanti & J. B. Orlin. 1993. "Network flows: theory, algorithms, and applications".
- Almon, C. 2000. "Product-to-product tables via product-technology with no negative flows". *Economic Systems Research*, 12(1): 27-43.
- Baldwin, R. & J. Harrigan. 2011. "Zeros, Quality, and Space: Trade Theory and Trade Evidence". *American Economic Journal: Microeconomics*, 3(2): 60-88.
- Bonfiglio, A. & F. Chelli. 2008. "Assessing the behaviour of non-survey methods for constructing regional input-output tables through a Monte Carlo simulation". *Economic Systems Research*, 20(3): 243-258.
- Bouwmeester, M. C. & J. Oosterhaven (2008) *Methodology for the construction of an international supply-use table*. International Input-Output Meeting on Managing the Environment.
- Chenery, H. B. 1953. *Regional Analysis*. In Chenery, H. B. (Ed.) *The Structure and Growth of the Italian Economy*. Rome: J. S. Mutual Security Agency
- Daniels, P. L., M. Lenzen & S. J. Kenway. 2011. "THE INS AND OUTS OF WATER USE – A REVIEW OF MULTI-REGION INPUT-OUTPUT ANALYSIS AND WATER FOOTPRINTS FOR REGIONAL SUSTAINABILITY ANALYSIS AND POLICY". *Economic Systems Research*, 23(4): 353-370. 10.1080/09535314.2011.633500.
- De Mesnard, L. 2004. "Understanding the shortcomings of commodity-based technology in input-output models: an economic-circuit approach". *Journal of Regional Science* 44(1): 125-141.

- 
- Eding, G., J. Oosterhaven, B. De Vet & H. Nijmeijer. 1999. *Constructing Regional Supply and Use Tables: Dutch Experiences*. In Hewings, Geoffrey, Michael Sonis, Moss Madden & Yoshio Kimura (Eds.) *Understanding and interpreting economic structure*. 237, Berlin Heidelberg New York: Springer
- Eurostat/European Commission. 2008. *Eurostat Manual of Supply, Use and Input-Output Tables*. Office for Official Publications of the European Communities. Luxembourg.  
[http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY\\_OFFPUB/KS-RA-07-013/EN/KS-RA-07-013-EN.PDF](http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY_OFFPUB/KS-RA-07-013/EN/KS-RA-07-013-EN.PDF).
- Flegg, A. T. & T. Tohmo. 2011. "Regional Input-Output Tables and the FLQ Formula: A Case Study of Finland". *Regional Studies*, 47(5): 703-721. 10.1080/00343404.2011.592138.
- Gallego, B. & M. Lenzen. 2009. *Estimating Generalised Regional Input-Output Systems: A Case Study of Australia*. In Ruth, Matthias & Brynhildur Davidsdottier (Eds.) *The dynamics of regions and networks in industrial ecosystems*. 55-82, Cheltenham: Edward Elgar Publishing
- Geschke, A., M. Lenzen, K. Kanemoto & D. Moran (2011) *AISHA: A tool to construct a series of contingency tables*. 19th IIOA Conference, Alexandria, US.
- Gordon, P., J. E. Moore, J. Y. Park & H. W. Richardson. 2007. "The economic impacts of a terrorist attack on the US commercial aviation system". *Risk Analysis*, 27(3): 505-512.
- Harris, R. I. & A. Liu. 1998. "Input-output modelling of the urban and regional economy: the importance of external trade". *Regional Studies*, 32(9): 851-862.
- Helble, M. & T. Okubo. 2006. "Heterogeneous quality and trade costs". *Unpublished, Graduate Institute of International Studies*.
- Helliwell, J. F. & G. Verdier. 2001. "Measuring internal trade distances: a new method applied to estimate provincial border effects in Canada". *Canadian Journal of Economics*: 1024-1041.
- Hoffman, R. B. K., J.N. 1974. *Design for Commodity-by-Industry Interregional Input-Output Models*. Cambridge: Ballinger
- Hulu, E. & G. J. Hewings. 1993. "THE DEVELOPMENT AND USE OF INTERREGIONAL INPUT-OUTPUT MODELS FOR INDONESIA UNDER CONDITIONS OF LIMITED INFORMATION\*". *Review of Urban & Regional Development Studies*, 5(2): 135-153.
- Isard, W. 1951. "Interregional and regional input-output analysis: a model of a space-economy". *The review of Economics and Statistics*, 33(4): 318-328.
- Isard, W., I. J. Azis, M. P. Drennan, R. E. Miller, S. Saltzman & E. Thorbecke. 1998. *Methods of interregional and regional analysis* Ashgate Aldershot
- Isserman, A. M. 1980. "Estimating export activity in a regional economy: A theoretical and empirical analysis of alternative methods". *International Regional Science Review*, 5(2): 155-184.
- Jackson, R. W. & W. R. Schwarm. 2011. "Accounting foundations for interregional commodity-by-industry input-output models". *Letters in Spatial and Resource Sciences*, 4(3): 187-196.
- Jansen, P. K. & T. T. Raa. 1990. "The choice of model in the construction of input-output coefficients matrices". *International Economic Review*: 213-227.
- Jensen-Butler, C. & B. Madsen. 1996. "Modelling the regional economic effects of the Danish Great Belt link". *Papers in Regional Science*, 75(1): 1-21.
- Jensen, R. C. 1980. "The concept of accuracy in regional input-output models". *International Regional Science Review*, 5(2): 139-154.
- Johnson, R. C. 2012. "Trade and prices with heterogeneous firms". *Journal of International Economics*, 86(1): 43-56. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jinteco.2011.09.004>.
- Kneller, R. & Z. Yu. 2008. "Quality selection, Chinese exports and theories of heterogeneous firm trade". *University of Nottingham, GEP Research Paper*, 44.
- Kronenberg, T. 2009. "Construction of Regional Input-Output Tables Using Nonsurvey Methods The Role of Cross-Hauling". *International Regional Science Review*, 32(1): 40-64.



- Kronenberg, T. & J. Többen. 2011. "Regional input-output modelling in Germany: The case of North Rhine-Westphalia".
- Lahr, M. L. 1993. "A review of the literature supporting the hybrid approach to constructing regional input-output models". *Economic Systems Research*, 5(3): 277-293.
- \_\_\_\_\_. 2001. "Reconciling domestication techniques, the notion of re-exports and some comments on regional accounting". *Economic Systems Research*, 13(2): 165-179.
- Lehmann, H. 2004. *Die Modellierung der Konsumausgaben privater Haushalte: auf der Grundlage repräsentativer Einkommens- und Verbrauchsstatistiken* Nomos Verlag-Ges.
- Leigh, R. 1970. "The use of location quotients in urban economic base studies". *Land Economics*, 46(2): 202-205.
- Lenzen, M., B. Gallego & R. Wood. 2009. "Matrix balancing under conflicting information". *Economic Systems Research*, 21(1): 23-44.
- Lenzen, M., D. Moran, K. Kanemoto, B. Foran, L. Lobefaro & A. Geschke. 2012. "International trade drives biodiversity threats in developing nations". *Nature*, 486(7401): 109-112. <http://www.nature.com/nature/journal/v486/n7401/abs/nature11145.html#supplementary-information>. 10.1038/nature11145
- Lenzen, M., D. Moran, K. Kanemoto & A. Geschke. 2013. "Building EORA: A Global Multi-Region Input-Output Database at High Country and Sector Resolution". *Economic Systems Research*, 25(1): 20-49.
- Lenzen, M. & J. M. Rueda-Cantucho. 2012. "A note on the use of supply-use tables in impact analyses". *SORT*. 2012, vol. 36, núm. 2.
- Leontief, W. S., A. 1963. *Multi-regional Input-Output Analysis*. New York: St. Martin's Press
- Liang, Q.-M., Y. Fan & Y.-M. Wei. 2007. "Multi-regional input-output model for regional energy requirements and CO<sub>2</sub> emissions in China". *Energy Policy*, 35(3): 1685-1700.
- Llano, C., A. Esteban, J. Pérez & A. Pulido. 2010. "Opening the Interregional Trade "Black Box": The C-Intereg Database for the Spanish Economy (1995—2005)". *International Regional Science Review*, 33(3): 302-337.
- Louhela, T. (2006) *Estimation of interregional trade for Finnish regions in 1996 and 2002—freight flow and gravity approaches*. 46th Congress of the European Regional Science Association, Volos, Greece.
- Madsen, B. & C. Jensen-Butler. 1999. "Make and use approaches to regional and interregional accounts and models". *Economic Systems Research*, 11(3): 277-300.
- Melitz, M. J. 2003. "The impact of trade on intra-industry reallocations and aggregate industry productivity". *Econometrica*, 71(6): 1695-1725.
- Miller, R. E. & P. D. Blair. 2009. *Input-output analysis: foundations and extensions* Cambridge University Press
- Moses, L. N. 1955. "The stability of interregional trading patterns and input-output analysis". *The American Economic Review*, 45(5): 803-826.
- Nitsch, V. 2000. "It's not right, but it's okay: On the measurement of intra-and international trade distances". *Manuscript, Bankgesellschaft Berlin*.
- Norcliffe, G. 1983. "Using location quotients to estimate the economic base and trade flows". *Regional Studies*, 17(3): 161-168.
- O'Brien, R. 2007. "A Caution Regarding Rules of Thumb for Variance Inflation Factors". *Quality & Quantity*, 41(5): 673-690. 10.1007/s11135-006-9018-6.
- Oosterhaven, J. 1981. *Interregional input-output analysis and Dutch regional policy problems*. Aldershot: Gower Publishing Company Limited
- Oosterhaven, J. 1984. "A family of square and rectangular interregional input-output tables and models". *Regional Science and Urban Economics*, 14(4): 565-582.
- Oosterhaven, J. & T. Knaap. 2003. *Spatial economic impacts of transport infrastructure investments*. In Pearman, A., P. Mackie, J. Nellthorp & L. Giorgi (Eds.) *Transport Projects, Programmes and Policies: Evaluation Needs and Capabilities*. Aldershot: Ashgate

- 
- Oosterhaven, J., D. Stelder & S. Inomata. 2008. "Estimating international interindustry linkages: non-survey simulations of the Asian-Pacific economy". *Economic Systems Research*, 20(4): 395-414.
- Oosterhaven, J., D. Stelder, S. Inomata & 猪俣哲史. 2007. "Evaluation of Non-Survey International IO Construction Methods with the Asian-Pacific Input-Output Table".
- Piispala, J. 1999. "Constructing Regional Supply and Use Tables in Finland". *Statistics*.
- Polenske, K. R. 1980. "US multiregional input-output accounts and model".
- Polenske, K. R. & P. F. Levy. 1975. *Multiregional Economic Impacts of Energy and Transportation Policies*.
- Reich, U.-P., R. Stäglin & C. Stahmer. 1995. *Ein System von Input-Output-Tabellen für die Bundesrepublik Deutschland: Konzeption, Erstellung, Auswertung* Duncker & Humblot
- Round, J. I. 1978. "An Interregional Input-Output Approach to the Evaluation of Nonsurvey Methods". *Journal of Regional Science*, 18(2): 179-194.
- Rueda-Cantucho, J. M. 2011. "The choice of type of input-output table revisited: moving towards the use of supply-use tables in impact analysis". *SORT*. 2011, vol. 35, núm. 1.
- Rueda-Cantucho, J. M. & T. T. Raa. 2009. "The choice of model in the construction of industry coefficients matrices". *Economic Systems Research*, 21(4): 363-376.
- Sargento, A. L., P. N. Ramos & G. J. Hewings. 2012. "Inter-regional trade flow estimation through non-survey models: An empirical assessment". *Economic Systems Research*, 24(2): 173-193.
- Sargento, A. L. M. 2009. *Regional input-output tables and models: interregional trade estimation and input-output modelling based on total use rectangular tables*. Faculdade de Economia, Universidade de Coimbra.
- Schaffer, W. A. & K. Chu. 1969. "Nonsurvey techniques for constructing regional interindustry models". *Papers in Regional Science*, 23(1): 83-104.
- Snickars, F. & J. W. Weibull. 1977. "A minimum information principle: theory and practice". *Regional Science and Urban Economics*, 7(1): 137-168.
- Ten Raa, T. & J. M. Rueda-Cantucho. 2003. "The construction of input-output coefficients matrices in an axiomatic context: some further considerations". *Economic Systems Research*, 15(4): 439-455.
- Többen, J. & T. Kronenberg. 2014. "The Application of CHARM to multiregional Input-Output Tables". *International Regional Science Review*, conditionally accepted (revision).
- Tohmo, T. 2004. "New developments in the use of location quotients to estimate regional input-output coefficients and multipliers". *Regional Studies*, 38(1): 43-54.
- United Nations, European Communities, International Monetary Fund, Organisation for Economic Co-Operation and Development & W. Bank. 2009. *System of National Accounts, 2008*. New York:
- Van Rijckeghem, W. 1967. "An exact method for determining the technology matrix in a situation with secondary products". *Review of Economics and Statistics*, 49.
- Viet, V. Q. 1994. "Practices in input-output table compilation". *Regional science and urban economics*, 24(1): 27-54.
- Wiedmann, T. 2009. "A review of recent multi-region input-output models used for consumption-based emission and resource accounting". *Ecological Economics*, 69(2): 211-222. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolecon.2009.08.026>.
- Wiedmann, T., R. Wood, J. Minx, M. Lenzen & R. Harris (2008) *Emissions embedded in UK trade—UK-MRIO model results and error estimates*. International Input-Output Meeting on Managing the Environment.
- Wilson, A. G. 1967. "A statistical theory of spatial distribution models". *Transportation research*, 1(3): 253-269.
-

- Wilson, A. G. 1970. "Inter-regional Commodity Flows: Entropy Maximizing Approaches". *Geographical analysis*, 2(3): 255-282.
- Wilson, A. G. 1971. "A family of spatial interaction models, and associated developments". *Environment and Planning*, 3(1): 1-32.
- Yi, I., N. Itsubo, A. Inaba & K. Matsumoto. 2007. "Development of the interregional I/O based LCA method considering region-specifics of indirect effects in regional evaluation". *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 12(6): 353-364. 10.1065/lca2007.06.339.

## Appendix

**Table 5.7: Data sources for the compilation of the initial estimate**

Data item	Source(s)	Classification(s)	Regional Coverage	Year
National Supply-Use Tables	World Input-Output Database (WIOD)	Nace Rev 1.1, CPA 2002; (varying level of disaggregation)	Nation	2007
	Federal Statistical Office (Destatis)		Nation	2007
Regional employment	Federal Labour Office	3-diggit NACE Rev. 1.1	All federal states	2007
Regional value-added	State statistical offices; working group for regional accounts of the states (vgrdl for Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung der Länder)	Nace Rev. 1.1; (varying from section to 2-diggit)	All federal states	2007
Regional wages			All federal states	2007
Regional output		Nace Rev. 1.1 Sections	Federal states (except MV and T)	2007
Total regional final demand		regional Totals (at purchaser prices)	All federal states	2007
Income and Expenditure Survey	Federal Statistical Office (Destatis)	COICOP	All federal states	2008
Consumption interdependency table	Federal Statistical Office (Destatis)	CPA 2002, COICOP	Nation	2006

**Table 5.8: Types of constraints and raw data**

<b>Constraint</b>	<b>Raw data</b>	<b>Data processing</b>	<b>Con- straint type</b>
National supply-use table	WIOD	none	value
Regional value-added	Regional accounts	none	value
Regional wages	Regional accounts	none	value
Regional output	Regional accounts	none	value
Regional foreign trade	Regional accounts	Reclassification	ratio
Interregional trade	Freight flow data in tons	Spatial interaction model, conversion into monetary value with regression model	ratio
Regional cost structure	Industrial cost-structure survey and annual report survey	Regional allocation for multi-regional enterprises. Aggregation and revaluation from purchaser into basic prices.	ratio
Regional turnover structure			ratio





[www.gws-os.com](http://www.gws-os.com)