

Ulrich, Philip

Working Paper

Strukturelle Betrachtung des Energieverbrauchs der Industrie in den Bundesländern - Eine Analyse für Niedersachsen und Möglichkeiten einer Projektion der Industrie in den Bundesländern
Strukturelle Betrachtung des Energieverbrauchs der Industrie in den Bundesländern

GWS Discussion Paper, No. 2012/2

Provided in Cooperation with:

GWS - Institute of Economic Structures Research, Osnabrück

Suggested Citation: Ulrich, Philip (2012) : Strukturelle Betrachtung des Energieverbrauchs der Industrie in den Bundesländern - Eine Analyse für Niedersachsen und Möglichkeiten einer Projektion der Industrie in den Bundesländern Strukturelle Betrachtung des Energieverbrauchs der Industrie in den Bundesländern, GWS Discussion Paper, No. 2012/2, Gesellschaft für Wirtschaftliche Strukturforchung (GWS), Osnabrück

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/94405>

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.

**Strukturelle Betrachtung des Energieverbrauchs
der Industrie in den Bundesländern**

—

**Eine Analyse für Niedersachsen und
Möglichkeiten einer Projektion**

Philip Ulrich

—



Gesellschaft für Wirtschaftliche Strukturforschung mbH

Heinrichstr. 30

D - 49080 Osnabrück

Philip Ulrich ([ulrich @ gws-os.com](mailto:ulrich@gws-os.com))

Tel.: +49 (541) 40933-200

Fax: +49 (541) 40933-110

Internet: www.gws-os.com

Osnabrück, im März 2012

INHALTSVERZEICHNIS

INHALTSVERZEICHNIS	III
1 EINLEITUNG	1
2 DATENGRUNDLAGEN UND REGIONALE BETRACHTUNGEN FÜR DEUTSCHLAND..	2
2.1 DATENGRUNDLAGEN	2
2.2 REGIONALE UNTERSCHIEDE DER ENERGIEINTENSITÄT	3
2.3 DIE STRUKTUR DES ENERGIEVERBRAUCHS AM BEISPIEL NIEDERSACHSEN	5
2.4 ENTWICKLUNGEN IN NIEDERSACHSEN	8
3 MÖGLICHKEITEN EINER PROJEKTION DES REGIONALEN ENERGIE-	
VERBRAUCHS.....	11
3.1 PROJEKTION DES ENERGIEVERBRAUCHS IN EINEM UMWELTÖKONOMISCHEN MODELL.....	11
3.2 LÄNDER	12
3.3 PROJEKTIONEN DES ENERGIEVERBRAUCHS VON BUNDESLÄNDERN.....	12
4 FAZIT UND AUSBLICK	14
LITERATUR	16

1 EINLEITUNG

Seit mehreren Jahren nimmt die Debatte über die Zukunft der Energieversorgung unter Berücksichtigung von Energieeinsparungen und CO₂-Minderungen im politischen Umfeld einen großen Raum ein. Diese große öffentliche Aufmerksamkeit zeigt sich auch in der Landespolitik bis hin zu kommunalen Debatten. Gerade die Landesregierungen müssen sich gegenüber der Bundespolitik positionieren und Strategien entwickeln, um die Energiewende in ihrem Bundesland umzusetzen. Eine tragende Säule dieser Energiewende ist die Steigerung der Energieeffizienz um 20% bis 2020. Je nach Verbrauchssektor – Haushalte, Verkehr, Wirtschaft – impliziert dieses Ziel sehr unterschiedliche Herausforderungen.

Während die Erschließung von Effizienzpotenzialen beispielsweise im Gebäudebereich in Form von konkreten rechtlichen Beschlüssen und Verordnungen in Deutschland Eingang in politische Konzepte gefunden hat, bestehen für die Industrie weniger Zielvorgaben und rechtliche Verpflichtungen. Auch im Energiekonzept Niedersachsen werden überwiegend Kommunikationsmaßnahmen vorgeschlagen (vgl. z.B. MU Nds 2012). Die Angst vor der Erzeugung bzw. Forcierung von Wettbewerbsnachteilen gegenüber anderen Staaten bzw. Regionen hemmt diese Debatte. Die Regierungskommission Klimaschutz kommt in Niedersachsen wiederum zu der Einschätzung, dass aus Sicht der CO₂-Reduktionsziele die Steigerung der Energieproduktivität für die Sektoren „Industrie“ und „Gewerbe, Handel und Dienstleistungen“ pro Jahr etwa 2% betragen muss (Regierungskommission Klimaschutz 2012). Auch innerhalb der Wirtschaft gibt es Unterstützung für konkrete Zielvorgaben, wie sie in den Vorschlägen der EU-Kommission für eine Energieeffizienzrichtlinie enthalten sind (DENEFF 2011).

Innerhalb Deutschlands haben viele Bundesländer ein eigenes Energiekonzept entwickelt, um im wichtigen Themenfeld Energie- und Klimapolitik Ziele auszuarbeiten und geplante Maßnahmen vorzustellen (vgl. Dieckmann et al. 2010; Distelkamp et al. 2011). In Zukunft wird es immer wichtiger werden auf Grundlage neuer sich wandelnder politischer, gesellschaftlicher und wirtschaftlicher Rahmenbedingungen regionale Konzepte im Themenfeld Energie und Klimaschutz zu entwickeln (Kanning et al. 2009).

Auf Bundesebene entfallen etwa 28% des gesamten Endenergieverbrauchs auf die Wirtschaftsbereiche „Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden, Verarbeitendes Gewerbe“ sowie ca. 16% auf den Sektor Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (AG Energiebilanzen 2011). Auch in den Bundesländern nehmen die Industrie und der Bergbau in der Mehrzahl einen Anteil von über 24% ein (vgl. Bieritz 2012). Dabei nimmt in Deutschland der Anteil der Industrie am Endenergieverbrauch seit dem Jahr 2000 tendenziell zu. Die Auseinandersetzung mit den Chancen und Herausforderungen einer stärkeren Energieeinsparung in der Industrie ist auch ein Thema auf regionaler Ebene. Die Struktur des Energieverbrauchs kann sehr unterschiedlich sein. Damit können auch die Chancen und Risiken von Energieeffizienzmaßnahmen in der Industrie einzelner Bundesländer und Regionen sehr unterschiedlich ausfallen. Erst das Wissen hierüber bringt Erkenntnisse wie Energie in Zukunft nachhaltig und sicher zur Verfügung gestellt werden kann und wo Einsparpotenziale liegen.

Auf Ebene der Bundesländer sind differenzierte Analysen und Projektionen des Energieverbrauchs der Industrie selten. Umfangreichere Studien befassen sich vor allem mit der zukünftigen Energieversorgung in unterschiedlichen Bundesländern und gehen dabei auf die zu erwartende Entwicklung der Nachfrage aus struktureller Sicht kaum ein (Wilms 2007, Eikmeier et al. 2007, Nitsch et al. 2002). Nachfrageseitige Betrachtungen richten sich selten auf den Bereich der Wirtschaft wie etwa bei Schrader et al. (2010). In Zukunft wird es immer wichtiger werden diese Fragestellungen auch im regionalen Kontext zu untersuchen, um Einsparpotenziale zu finden sowie Zielvorgaben zu ermöglichen. Das Ziel dieser Abhandlung ist es, die regionale Dimension unterschiedlicher Energieverbrauchsstrukturen und -entwicklungen im Bereich der Industrie zu beschreiben und dabei die verfügbaren Datengrundlagen zu benennen. Nach einem allgemeinen Überblick für die Bundesländer Deutschlands wird das Land Niedersachsen beispielhaft gewählt, um Entwicklungen und deren strukturelle Dimension zu beleuchten. Anschließend werden Möglichkeiten einer (regionalen) Projektion des Energieverbrauchs beschrieben. In einem Fazit soll deutlich werden, welche Möglichkeiten zur differenzierten Analyse vergangener und zukünftiger Entwicklungen bestehen.

2 DATENGRUNDLAGEN UND REGIONALE BETRACHTUNGEN FÜR DEUTSCHLAND

2.1 DATENGRUNDLAGEN

Seitens der amtlichen Statistik liegen in Deutschland nur wenige Datenquellen vor, welche über den Energieverbrauch der Industrie im regionalen Kontext berichten und dabei auf die Struktur innerhalb der Wirtschaft eingehen. Im Folgenden werden die Energiebilanzen der Bundesländer und die Datensätze der Umweltökonomischen Gesamtrechnungen der Länder kurz dargestellt.

Die Energiebilanzen der Bundesländer führen die wichtigsten Daten und Informationen zum Energieaufkommen und Energieverbrauch zusammen. Für den Endenergieverbrauch wird dabei nach den Sektoren „Verarbeitendes Gewerbe, Bergbau, Gewinnung von Steinen und Erden“ (IBG), „Verkehr“ sowie „Haushalte, Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und übrige Verbraucher“ unterschieden. Grundlage für die detaillierte Herleitung des Energieverbrauchs für IBG sind dabei unter anderem die Ergebnisse der Jahreserhebung über die Energieverwendung im Bergbau und Verarbeitenden Gewerbe (AGEB 2010). Seit 1995 koordiniert der Länderarbeitskreis Energiebilanzen die Erstellung von Energiebilanzen für die Bundesländer. Inzwischen veröffentlichen alle Bundesländer – meist über die für Energie zuständigen Landesministerien – jährlich eine Energiebilanz, wobei die zeitliche Verzögerung bis zu zwei Jahre beträgt. Der Länderarbeitskreis gewährleistet jedoch nicht die Abstimmung der Länderergebnisse untereinander oder mit den nationalen Energiebilanzen. Faktisch sind 16 Bilanzen veröffentlicht, welche sich in ihrer Gliederungssystematik und -tiefe stark unterscheiden können. Die Summe der einzelnen Positionen – oder auch der Randsummen – der Länderbilanzen ergibt nicht den nationalen Wert. Dennoch haben sich die Energiebilanzen als wichtiges Monitoring-Instrument für die Landespolitik etabliert (z.B. MU NDS 2012, S.2). Die Kontinuität sowie Detailgenauigkeit der Ergebnis-

se haben sich über die Jahre verbessert. „Die Energiebilanzen der Länder können als derzeit umfassendste und beste Quelle zur Gewinnung verlässlicher Energiedaten angesehen werden.“ (UGRdL 2010, S.5).

Die Arbeitsgruppe Umweltökonomische Gesamtrechnungen der Länder (UGRdL) veröffentlicht in regelmäßigen Abständen Ergebnisse zum Energieverbrauch in den Bundesländern. Der Energieverbrauch wird dabei nach bis zu 16 Wirtschaftsbereichen innerhalb des Bergbaus und der Industrie unterschieden. Auch die Dienstleistungsbereiche werden in die Analyse integriert (UGRdL 2007a, 2011). Die Energiebilanzen sind wiederum eine wichtige Grundlage für diese Sekundärstatistik (UGRdL 2007b). Des Weiteren werden einige Indikatoren der Energieproduktivität in den Bundesländern berechnet. Zuletzt wurden in einem Bericht von 2007 Analysen zur regionalen Verteilung des Energieverbrauchs und der Energieproduktivität durchgeführt (UGRdL 2007b). Ein großer Vorteil der UGRdL ist, dass die Vergleichbarkeit zwischen den Bundesländern weitestgehend hergestellt wird.

Da für die Nutzung primärer Statistiken im Bereich Energie viel Fachwissen notwendig ist, stellen die Energiebilanzen der Bundesländer und die Daten der UGRdL eine sehr wichtige Datenquelle dar, deren Potenzial bisher wenig genutzt wird. Dennoch sind technische Hintergründe und Abgrenzungsfragen bei der regionalen Analyse weiterhin von großer Bedeutung.

Der Fokus dieser Untersuchung liegt auf der Nachfrageseite und der Bedeutung von Strukturen und Energieeffizienzen innerhalb der Wirtschaft und der Industrie im Besonderen. Die Daten der UGRdL bieten zwar detaillierte Daten für die Jahre 2002, 2004 und 2006. Die Energiebilanzdaten beinhalten jedoch eine längere Zeitreihe für Niedersachsen und besitzen eine höhere Aktualität. Zudem bieten die Energiebilanzen für viele Bundesländer eine stärkere Untergliederung in den energieintensiven Industrien, was für die Strukturbetrachtung entscheidend ist. Es wird daher im Folgenden überwiegend der Endenergieverbrauch auf Basis der Energiebilanzen betrachtet.

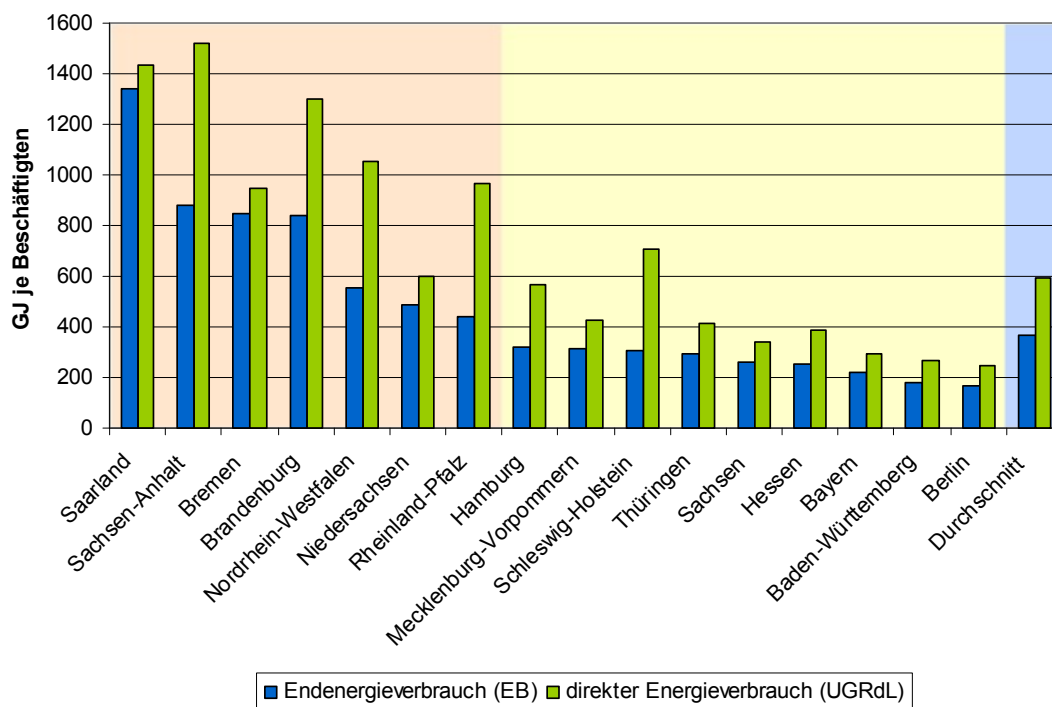
2.2 REGIONALE UNTERSCHIEDE DER ENERGIEINTENSITÄT

Die Betrachtung des absoluten Energieverbrauchs gibt gerade bei regionalen Vergleichen keinen Hinweis auf wesentliche Unterschiede im Verbrauch von Energie. Die Energieintensität beschreibt die Höhe des Energieverbrauchs im Verhältnis zu Größen, welche die wirtschaftliche Aktivität repräsentieren. Der Kehrwert der Intensität ist die Energieproduktivität. Der direkte Energieverbrauch, welcher sich aus der Energieflussrechnung der UGRdL ergibt, kann in Verhältnis zur Bruttowertschöpfung oder zur Anzahl der Erwerbstätigen gesetzt werden. Die Energieintensitäten der Bundesländer sind beispielsweise für das Verarbeitende Gewerbe sehr unterschiedlich. Der direkte Energieverbrauch je preisbereinigter Bruttowertschöpfung schwankte im Jahr 2006 zwischen 32,6 GJ in Brandenburg und 3,4 GJ in Berlin (UGRdL 2011a). Im Durchschnitt beträgt die Energieintensität bezogen auf den Primärenergieverbrauch des Verarbeitenden Gewerbes 9,6 GJ je Bruttowertschöpfung bzw. 633 GJ je Erwerbstätigen. Der direkte Energieverbrauch wird errechnet, indem dem Endenergieverbrauch der einzelnen Verbraucher der Energieverbrauch zur Bereitstellung von Sekundärenergieträgern zugeordnet wird. Ebenso wird nicht-energetischer Verbrauch und Energieverbrauch durch eigene Verkehrsleistung zugerechnet. Entscheidend ist die Integration der Kokereien und Raffinerien in die um-

weltökonomische Betrachtung. Letztlich wird der gesamte Primärenergieverbrauch den Verbrauchssektoren zugeordnet (UGRdL 2007b).

Energiebilanzen unterscheiden nach Aufkommen, Umwandlung und Verwendung von Energie. Der Primärenergieverbrauch beschreibt das durch Ausfuhr und Bestandsveränderungen bereinigte Aufkommen von Energie während der Endenergieverbrauch die Verwendung von Energie beschreibt. Den Wirtschaftsbereichen wird in der Energiebilanz nur der Endenergieverbrauch zugeordnet, in dem nicht der Verbrauch enthalten ist, welcher bereits in der Umwandlungsbilanz verbucht worden ist. Es handelt sich entsprechend um den prozessbedingten Anteil des Energieverbrauchs. Bei der Verwendung von Werten zum Endenergieverbrauch muss daher beachtet werden, dass ein Teil der wirtschaftlichen Aktivitäten nicht enthalten ist. Bei der Berechnung der Intensität müssen der Bergbau auf Energieträger sowie Kokereien und Raffinerien aus der Bezugsgröße herausgerechnet werden. Auf Ebene der Bundesländer sind Größen wie Erwerbstätige und Bruttowertschöpfung nicht für Wirtschaftszweige innerhalb des Verarbeitenden Gewerbes und Bergbaus verfügbar. Daher wird im Folgenden bei der strukturellen Betrachtung des Endenergieverbrauchs (EEV) die Bezugsgröße sozialversicherungspflichtig Beschäftigte gewählt, welche detailliert für Wirtschaftszweige vorliegen.

Abbildung 1: Energieintensität der Beschäftigten für den Bereich IBG im Jahr 2006



Quelle: Länderarbeitskreis Energiebilanzen, 2011; UGRdL 2011a, BA Statistik

Abbildung 1 stellt die regionale Verteilung der Energieintensität je Beschäftigten auf Bundesländerebene dar und verwendet dabei die Abgrenzung der Energiebilanzen mit dem Bereich „Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden, Verarbeitendes Gewerbe“ (IBG). Sortiert ist dabei nach den Werten (EEV) nach Energiebilanz. Im Durchschnitt beträgt die Endenergieintensität 370 GJ je Beschäftigten; dieser Wert teilt das Diagramm in überdurchschnittliche (orangene Fläche) und unterdurchschnittliche (gelbe Fläche) Werte ein. Der direkte Energieverbrauch je Beschäftigten beträgt für den Bereich IBG im

Jahr 2006 etwa 592 GJ je Beschäftigten. Somit unterscheidet sich die Intensität des Endenergieverbrauchs deutlich von jener des direkten Energieverbrauchs nach Energieflussrechnung.

Für einige Bundesländer sind die Unterschiede zwischen dem Endenergieverbrauch und dem direkten Energieverbrauch besonders deutlich. Ein wichtiger Hintergrund dafür ist die Art der Energiebereitstellung im jeweiligen Bundesland. Die Bedeutung von industriellen Tätigkeiten, welche in der Umwandlungsbilanz erfasst werden, sowie der Energieträgermix sind ausschlaggebend. So sind fast alle Bundesländer, in denen der direkte Energieverbrauch deutlich höher ist, Standorte von Raffinerien. In den Bundesländern Saarland und Bremen, in denen der Unterschied am geringsten ist, wird ein hoher Anteil der Prozessenergie in der Industrie primär aus Steinkohle gewonnen, wodurch der Umwandlungseinsatz für Strom relativ gesehen gering ausfällt. Indes ist die räumliche Verteilung der Energieintensität im Vergleich zwischen den beiden Quellen nicht grundlegend anders. Niedersachsen befindet sich jeweils im Mittelfeld und weist eher durchschnittliche Werte auf.

2.3 DIE STRUKTUR DES ENERGIEVERBRAUCHS AM BEISPIEL NIEDERSACHSEN

In Niedersachsen entfallen 30% des Endenergieverbrauchs (EEV) auf den Sektor „Verarbeitendes Gewerbe, Bergbau, Gew. von Steinen und Erden“ (IBG), 25% werden dem Verkehrssektor zugeordnet, der Rest dem Sektor „Haushalte, Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und übrige Verbraucher“ (LSKN 2011). Die korrespondierenden Anteile in Deutschland sind 28%, 28% und 44%. Der Anteil des direkten Energieverbrauchs der Industrie und des Bergbaus bezogen auf den Primärenergieverbrauch beträgt ebenfalls etwa 30%. Tabelle 1 stellt die Struktur des Energieverbrauchs innerhalb des Bereichs Bergbau und Verarbeitendes Gewerbe dar. Die erste Spalte ordnet die Unterbereiche den Zeilen der nationalen Energiebilanz zu. Wie bereits erwähnt wird in der Energiebilanz der Verbrauch für den Bereich „Kokereien, Mineralölverarbeitung, H.v. Brutstoffen“ sowie für den Bergbau auf Energieträger in der Umwandlungsbilanz und nicht beim EEV verbucht. Für eine vollständige Betrachtung sind sie in Tabelle 1 eingegliedert. Im Jahr 2006 entspricht der Umwandlungseinsatz für Kokereien und Raffinerien etwa dem direkten Energieverbrauch, welcher in der UGRdL berechnet wird. Ansonsten unterscheidet sich die Struktur des EEV nicht grundlegend von jener des direkten Energieverbrauchs. Knapp 30% des EEV entfällt auf die Metallherstellung, etwa 19% auf die Grundstoffchemieindustrie. Gemeinsam mit der Ernährungsindustrie entfallen über 60% des Endenergieverbrauchs auf diese Wirtschaftszweige. Dem gegenüber vereinen die drei beschäftigungsstärksten Bereiche (Fahrzeugbau, Ernährungsgewerbe und sonstige Wirtschaftszweige) über 56% der Beschäftigten auf sich, verbrauchen jedoch nur rund 22% der Endenergie.

Tabelle 1: Struktur des Energieverbrauchs in Niedersachsen

Zeilen der EB Wirtschaftsbereich		Endenergieverbrauch 2008 (PJ)	Endenergieverbrauch 2006 (PJ)	Direkter Energieverbr. 2006 (PJ)	Soz.vers.pfl. Beschäftigte 2008 (Tsd)
-	Bergbau auf Energieträger ^a			10,4	2,4
46	Gew. v. Steinen u. Erden, sonst. Bergbau	1,1	1,6	5,1 ^b	4,2
47	Ernährung und Tabak	33,3	33,2	44,2	81,8
48	Papiergewerbe	26,3	26,5	36,3 ^b	15,5
-	Kokerei, Mineralölverarb., H.v.Brutstoffen ^a			68,0	1,7
49	Grundstoffchemie	53,4	51,3	67,2	13,4
50	Sonstige chemische Industrie	5,3	5,1		14,0
51	Gummi- u. Kunststoffwaren	10,5	10,7	12,0	41,5
52	Glas u. Keramik	12,8	12,2	28,4	8,6
53	Verarbeitung v. Steine u. Erden	13,3	12,7		10,5
54	Metallerzeugung	81,8	84,8	114,2	9,1
55	NE-Metalle, -gießereien	7,7	8,0		9,2
56	Metallbearbeitung	5,2	4,5		56,5
57	Maschinenbau	3,8	4,1	7,0	57,7
58	Fahrzeugbau	17,8	17,8	20,7	138,9
59	Sonstige Wirtschaftszweige	12,9 ^b	13,6 ^b	19,0 ^c	97,3
	Summe	285,2	286,0	432,5	562,5

a Keine Zuweisung des EEV in der Energiebilanz

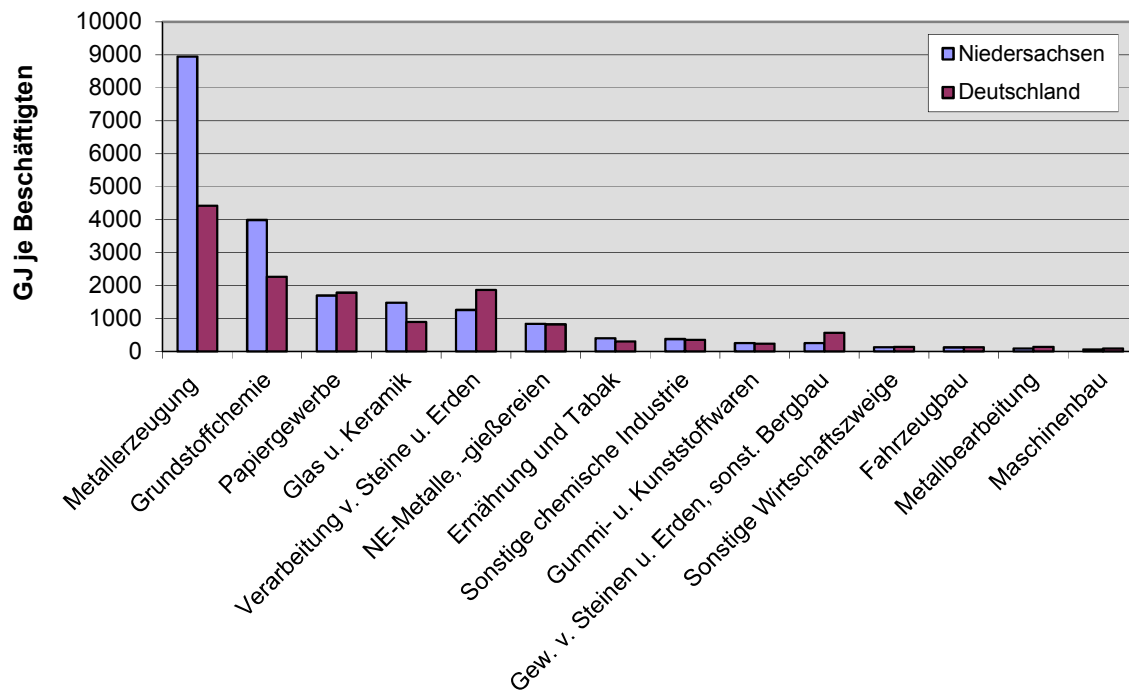
b enthält Druckereigewerbe

c ohne Druckereigewerbe

Quelle: LSKN 2011, UGRdL 2011, BA Statistik

Der Blick in die Spalten der Energiebilanz zeigt, dass insgesamt etwa 59% der Endenergie aus Sekundärenergieträgern gewonnen wurden. Gerade der Anteil des Stroms unterscheidet sich im Jahr 2008 stark. Im Fahrzeugbau und in der Gummi- und Kunststoffindustrie liegt der Anteil bei über 60%. In den Bereichen Metallerzeugung und Verarbeitung von Steinen/Erden beträgt der Stromanteil nur etwa 13%. Insgesamt beträgt der EEV je Beschäftigten ca. 500 GJ, in Deutschland insgesamt ca. 400 GJ. Dieser Effizienzunterschied geht insbesondere auf die beiden größten Energieverbraucher zurück, wie Abbildung 2 zeigt. Von den energieintensiven Industrien zeigen nur das Papiergewerbe und die Verarbeitung von Steinen und Erden eine unterdurchschnittliche Energieintensität. Es wird deutlich, dass der Energieverbrauch der niedersächsischen Industrie stark von zwei Schlüsselindustrien abhängt, der Metallerzeugung und der Grundstoffchemie.

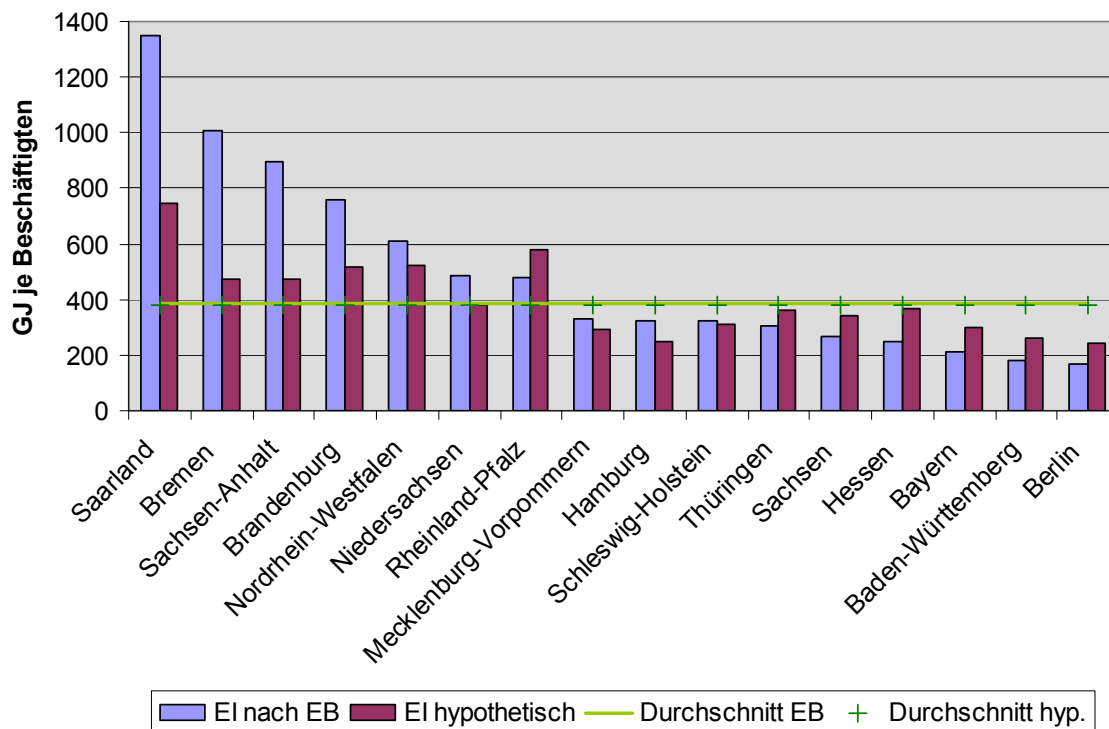
Abbildung 2: Energieintensität der 14 Wirtschaftsbereiche in Niedersachsen



Quelle: LSKN 2011, BA Statistik

Welchen Erklärungsgehalt hat der Struktureffekt wiederum insgesamt? Und wo liegen die Gründe für die unterschiedliche Energieintensität der Bundesländer? Anhand der Daten der Energiebilanzen der Länder kann untersucht werden, inwiefern die Wirtschaftsstruktur den Energieverbrauch der Bundesländer beeinflusst. Abbildung 3 zeigt, welche Energieintensität sich ergeben würde, wenn man für 14 Wirtschaftsbereiche die sektoralen Intensitäten im Jahr 2008 in Deutschland unterstellt. Dabei wurden Daten zu den sozialversicherungspflichtig Beschäftigten der Bundesagentur für Arbeit (BA) verwendet. Der daraus abgeleitete hypothetische Endenergieverbrauch wird wiederum zur Anzahl der Beschäftigten in den Wirtschaftsbereichen des Verarbeitenden Gewerbes und des Bergbaus (ohne Energieträger; Bergbau und Raffinerien) ins Verhältnis gesetzt. Es wird deutlich, dass die Wirtschaftsstruktur zu einem großen Teil die unterschiedlichen Gesamtintensitäten erklärt. Der Erklärungsgehalt scheint für jene Bundesländer mit durchschnittlichen Energieintensitäten des IBG groß zu sein, während für Bundesländer mit sehr hohen bzw. mit eher geringen Werten weitere Einflussgrößen identifiziert werden müssen. Die leicht überdurchschnittliche Energieintensität Niedersachsens kann demnach nicht allein aus der regionalen Wirtschaftsstruktur abgeleitet werden.

Abbildung 3: Energieintensität der Beschäftigten im regionalen Vergleich



Quelle: Länderarbeitskreis Energiebilanzen 2011, BA Statistik, eigene Berechnungen

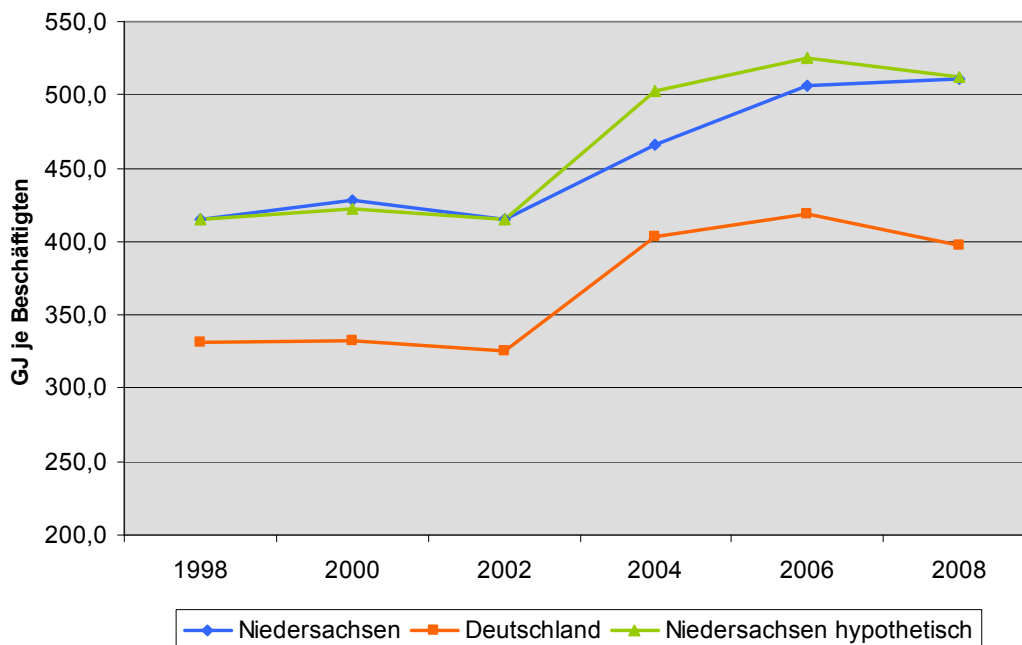
2.4 ENTWICKLUNGEN IN NIEDERSACHSEN

Die Entwicklung der Energieintensität wird häufig im Verhältnis zur Produktion oder Bruttowertschöpfung definiert. Dabei werden die monetären Angaben durch Preisentwicklungen bereinigt. Eine solche Analyse ist auf regionaler Ebene nur sehr eingeschränkt möglich. Die Bruttowertschöpfung liegt nur jeweils für das Verarbeitende Gewerbe und den Bergbau insgesamt vor. Daher können die Wertschöpfung der Raffinerien und des Energieträgerbergbaus nicht herausgerechnet werden, um die Bruttowertschöpfung mit Werten aus der Energiebilanz zu vergleichen. Nach der Energieflussrechnung der VGRdL hat die Energieproduktivität der Bruttowertschöpfung zwischen 1996 und 2006 in Deutschland bzw. Niedersachsen um 20% bzw. 17% zugenommen. Gerade in Niedersachsen ist jedoch kein kontinuierlicher Anstieg zu beobachten. Auch mit Blick auf den Endenergieverbrauch ist seit Mitte der 90er-Jahre eine deutliche Produktivitätssteigerung zu erkennen, es bleiben jedoch Unsicherheiten für die Bezugsgröße.

Aufgrund der rückläufigen Beschäftigtenzahlen im Verarbeitenden Gewerbe ist die Energieintensität der Beschäftigten ein mit Bedacht zu interpretierender Indikator, um Steigerungen der Energieeffizienz zu messen. Für den regionalen Vergleich gibt sie jedoch, unter Zugrundelegung ähnlich verlaufender Arbeitsproduktivitäten, einen Hinweis auf Unterschiede in den Entwicklungen. Seit 2004 stagniert die Energieintensität der Beschäftigten im Verarbeitenden Gewerbe in Deutschland. Zuvor ist sie nur im Zeitraum zwischen 2002 und 2004 gestiegen. In Niedersachsen stieg die Energieintensität bis 2006 noch deutlich und bleibt seitdem etwa konstant. Auch bei der Betrachtung des direkten Energieverbrauchs sind zwischen 2002 und 2006 keine eindeutigen Tendenzen zu erkennen.

Welchen Erklärungsgehalt hat der Struktureffekt im zeitlichen Verlauf? Legt man auf sektoraler Ebene bei 10 Wirtschaftszweigen die Intensitäten Niedersachsens im Jahr 1996 zugrunde und unterstellt eine Entwicklung wie auf Bundesebene, so kann eine hypothetische Gesamtentwicklung abgeleitet werden. Dazu wird die Entwicklung der Beschäftigten für die 10 Wirtschaftszweige der Statistik entnommen. Der Trend der Energieintensitäten kann durch dieses Vorgehen sehr gut abgebildet werden. Jedoch wird deutlich, dass nicht nur das Niveau sondern auch die genaue Entwicklung der Energieintensität in Niedersachsen nur eingeschränkt durch die Wirtschaftsstruktur erklärt werden kann. Eine detaillierte Untergliederung der Wirtschaftszweige, welche erst seit 2008 aus der Energiebilanz ableitbar ist, oder ein Ausschluss von energieintensiven Wirtschaftszweigen, welche Sonderentwicklungen durchlaufen, würde den Erklärungsgehalt vermutlich erhöhen. Jedoch wird es immer regionalspezifische Entwicklungen geben, welche für unterschiedliche Wirtschaftsbereiche getrennt auf ihre Hintergründe untersucht werden können.

Abbildung 4: Entwicklung der Energieintensität je Beschäftigten (Endenergieverbrauch) für den IBG-Bereich

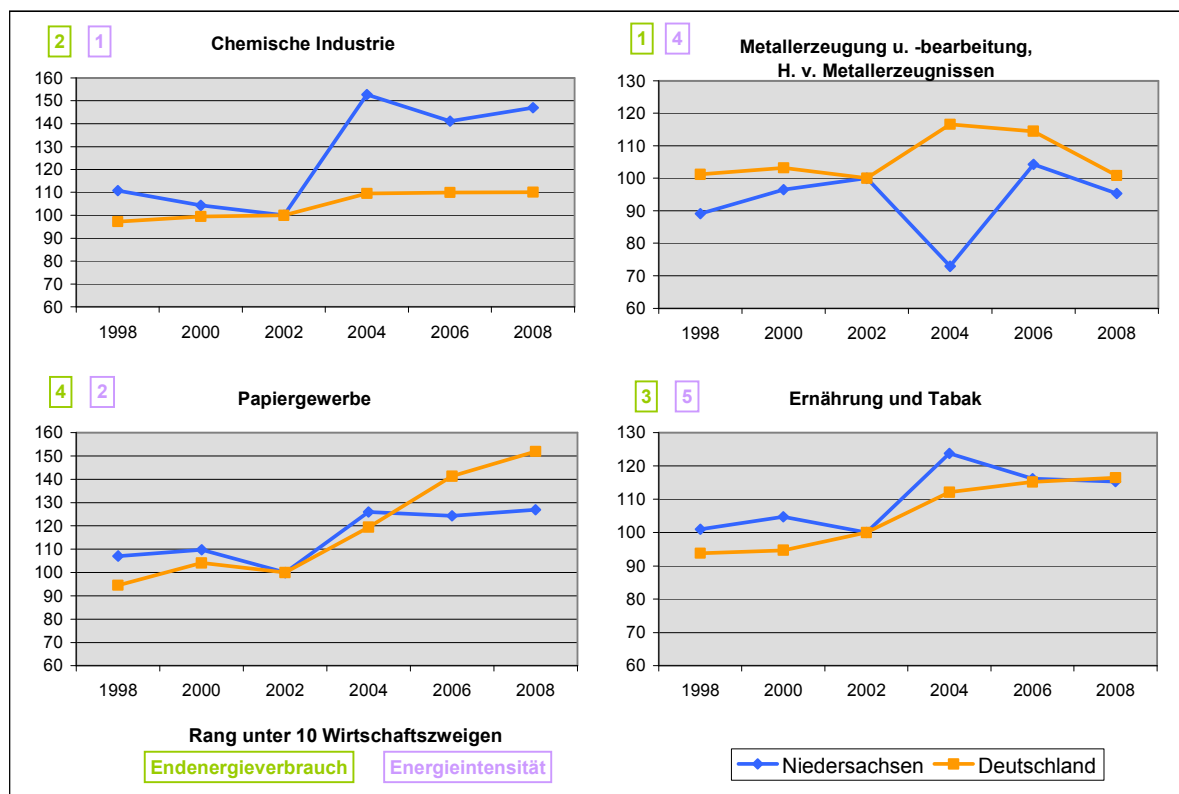


Quelle: Eigene Berechnungen auf Grundlage LSKN 2011, AGEb, BA Statistik

Insgesamt ist eine Zeitreihenanalyse für Niedersachsen nur eingeschränkt möglich, da die Energiebilanz bis 2008, respektive die Werte der UGRdL allgemein, nur alle zwei Jahre vorliegen. Anhand der vier – aus Sicht des Endenergieverbrauchs – wichtigsten Wirtschaftsbereiche werden im Folgenden die entsprechenden Entwicklungen analysiert (vgl. Abbildung 5). Sie vereinen knapp dreiviertel des industriellen Endenergieverbrauchs Niedersachsens auf sich. Gleichzeitig zählen sie zu den energieintensivsten Wirtschaftsbereichen. Nimmt man die Zusammenfassung auf zehn Wirtschaftsbereiche vor, so hat die **Chemieindustrie** (Zeile 49 bis 50) die höchste Energieintensität je Beschäftigten. Der Wert ist im Zeitraum 2002 bis 2004 deutlich gestiegen und nahm dann wieder leicht ab. Die Energieintensität lag im Jahr 2008 mehr als 40% über dem Wert von 2002 und liegt im Niveau etwa doppelt so hoch wie in Deutschland. Die Energieintensität der **Metallindustrie** (Zeile 54 bis 56) hat sich ähnlich entwickelt wie im Bund. Nach einem Strukturbruch

im Jahr 2004 liegt die Energieintensität im Jahr 2008 leicht unter dem Wert von 2000. Weiterhin ist die Intensität bezogen auf die Beschäftigten etwa 80% höher als in Deutschland. Das **Papiergewerbe** (Zeile 48) verbraucht zwar im Jahr 2008 pro Beschäftigten deutlich mehr als noch 2002 (+26%). Doch auch wenn die Entwicklung ähnlich ist, so fällt die Zunahme seit 2002 im Vergleich zur Bundesentwicklung deutlich geringer aus. Das **Ernährungsgewerbe** (Zeile 47) gehört zwar nicht zu den energieintensiven Industrien, aufgrund der großen wirtschaftlichen Bedeutung in Niedersachsen zählt dieser Wirtschaftsbereich jedoch mit Rang drei zu den vier Hauptverbrauchern. Die Entwicklung in diesem Bereich korrespondiert stark mit der Bundesentwicklung. Im Jahr 2008 liegt die Intensität etwa 30% über dem Bundeswert.

Abbildung 5: Entwicklung der Energieintensität der Beschäftigten (2002 = 100) zwischen 1998 und 2008 für vier Wirtschaftsbereiche



Quelle: Eigene Berechnungen auf Grundlage LSKN 2011, AGE, BA Statistik

Keiner der zehn Wirtschaftsbereiche zeigt in Niedersachsen im gewählten Zeitraum eindeutig einen Rückgang der Energieintensität der Beschäftigten. Seit 2002 kann meist keine eindeutige Tendenz mehr beobachtet werden. Abgesehen vom Papiergewerbe, dem Glas- und Steinverarbeitungsgewerbe sowie „sonstigen Wirtschaftsbereichen“, wo die Intensität seit 2002 tendenziell zunimmt, stagniert sie.

Es kann demnach festgehalten werden, dass die Struktur der Industrie und des Bergbaus (ohne Energieträergewinnung) in Niedersachsen so angelegt ist, dass das Bundesland nicht überdurchschnittlich viel Energie verbraucht. Es wird deutlich, dass es nicht allein der große Anteil an Beschäftigten in energieintensiven Wirtschaftszweigen ist, welcher den etwas höheren Energieverbrauch erklärt. Vielmehr liegt die Energieintensität der Schlüsselbranchen häufig deutlich über jener in Deutschland. Dieser Zusammenhang ist jedoch nur auf Ebene von 14 Wirtschaftszweigen ableitbar. Eine deutlich genauere Unterteilung

der energieintensiven Branchen würde möglicherweise offenbaren, dass Unternehmen, beispielsweise der Metallerzeugung, in ihrem Segment relativ energieeffizient arbeiten. Die Energieintensität der Beschäftigten hat in Niedersachsen zwischen 2002 und 2008 pro Jahr um ca. 3,5% zugenommen. Diese Entwicklung entspricht der Bundesentwicklung. Während die Energieintensität bezogen auf den Endenergieverbrauch in Deutschland seit 2004 stagniert, nimmt sie nach einem im Vergleich zu Deutschland geringeren Anstieg in Niedersachsen (mit abnehmender Tendenz) weiter zu. In fast allen Wirtschaftszweigen ist dieser Trend in Niedersachsen zu beobachten, ein Einfluss der Bundesentwicklung ist jedoch nachweisbar. Sie beinhaltet vor allem allgemeine konjunkturelle Entwicklungen.

3 MÖGLICHKEITEN EINER PROJEKTION DES REGIONALEN ENERGIEVERBRAUCHS

Abschnitt 2 zeigt, dass inzwischen Datensätze vorliegen, welche detaillierte Analysen der Energienachfrage in den Bundesländern ermöglichen. Welche Möglichkeiten einer Vorausschau auf zukünftige Entwicklungen gibt es auf Grundlage dieser und anderer Datensätze sowie modellgestützter Analysen? Grundsätzlich sind unterschiedliche Inputs für eine Projektion der Energieverbrauchsentwicklung notwendig: Eine Vorausschätzung für die Entwicklung der Energieproduktivität in der Industrie und eine Projektion der wirtschaftlichen Entwicklung in den Bundesländern. Beide Dimensionen – Energie und Wirtschaft – sind nicht alleine durch die Analyse der Regionen ausreichend abzubilden. Es ist notwendig übergeordnete Entwicklungen in Deutschland und globale Aspekte umfassend in die Betrachtung einzubeziehen. Dieser ganzheitliche Ansatz wird im umweltökonomischen Modell PANTA RHEI verfolgt. Der ökonomische Kern des Modells besteht aus dem Modell INFORGE, welches als makroökonomisches Strukturmodell die wirtschaftliche Entwicklung Deutschlands umfassend abbildet. Für eine regionale Betrachtung ist es wiederum notwendig die wirtschaftliche Entwicklung regionalspezifisch abzubilden. Das Modell LÄNDER schreibt den Strukturwandel in den 16 Bundesländern fort und bietet die Möglichkeit die zukünftige Entwicklung der wichtigsten ökonomischen Größen (u.a. BIP, Bruttowertschöpfung, Arbeitsmarktgrößen und Investitionen) konsistent abzuleiten. Gemeinsam mit den regionalen Energiedatensätzen liegen somit die Grundlagen für eine modellgestützte Analyse der zukünftigen Energieverbrauchsentwicklung der Industrie vor. Die Modellgrundlagen werden im Folgenden kurz vorgestellt.

3.1 PROJEKTION DES ENERGIEVERBRAUCHS IN EINEM UMWELTÖKONOMISCHEN MODELL

PANTA RHEI ist ein zur Analyse umweltökonomischer Fragestellungen entwickeltes Simulations- und Projektionsmodell für die Bundesrepublik Deutschland. Das Modell erfasst den langfristigen Strukturwandel in der wirtschaftlichen Entwicklung sowie in den umweltökonomischen Interdependenzen in den Bereichen Energie, Emissionen, Rohstoffe und Fläche (vgl. Distelkamp et al. 2004). Einen Überblick über Anwendungen im Energie- und Klimabereich geben Lutz und Meyer (2008). Im Kontext der nationalen Klimaschutzinitiative standen Effizienzmaßnahmen in den unterschiedlichen Sektoren gerade in jüngeren Studien mit im Fokus (Pehnt et al. 2009, Ifeu et al. 2011). In PANTA RHEI wird

der Energieverbrauch der Industrie, des Handels und der Dienstleistungen sowie des Verkehrs und der privaten Haushalte modelliert. Als Datengrundlage dienen dabei u.a. die Energiebilanzen Deutschlands seit 1991 und eine detaillierte Betrachtung der Energiepreise. Der Endenergieverbrauch der Industrie wird im Modell auf Ebene der Wirtschaftsbereiche abgebildet. Die entscheidenden Einflussgrößen für den zeitlichen Verlauf des Energieverbrauchs eines Wirtschaftsbereichs sind die Produktionsentwicklung und die Entwicklung der Preise für Energie. Je höher der preisbereinigte Produktionswert desto höher fällt der Energieverbrauch aus. Mit steigenden Preisen, wobei der Preis für Energie immer relativ zur Preisentwicklung im jeweiligen Wirtschaftsbereich zu definieren ist, sinkt der Energieverbrauch. Daneben spielen aber auch teils autonome Steigerungen der Energieeffizienz eine Rolle.

3.2 LÄNDER

Das Modell LÄNDER ist eine Erweiterung des Modells INFORGE und findet Anwendung in der Analyse und Prognose von Wirtschaftswachstum und Strukturwandel in den Bundesländern Deutschlands. Das Modell LÄNDER ist im Rahmen der Forschungsarbeiten zur Vorausschätzung des längerfristigen Arbeitskräftebedarfs im Auftrag des IAB entstanden und wurde in unregelmäßigen Abständen aktualisiert und weiterentwickelt (vgl. Distelkamp et al. 2003). Im Verbund mit REGIO ist das Modell LÄNDER seit 2006 mehrfach für Projektions- und Simulationsstudien im Themenfeld Siedlungsentwicklung zum Einsatz gekommen (vgl. Distelkamp et al. 2009, Distelkamp et al. 2011). Das Modell LÄNDER ist darauf ausgerichtet die Wirkung gesamtwirtschaftlicher Entwicklungen, welche im Modell INFORGE abgebildet werden, im regionalen Kontext umzusetzen. Dabei werden regionalspezifische Merkmale, wie z.B. Branchenschwerpunkte, demographische Entwicklungen und weitere Standortfaktoren explizit berücksichtigt. Des Weiteren werden wirtschaftliche Kreisläufe innerhalb der Bundesländer modelliert, welche häufig über die regionale Einkommensentstehung zustande kommen. Das Modell ist empirisch fundiert und kann aus methodischer Sicht als regressionsanalytisches Analogon zur klassischen Shift-Share-Analyse eingeordnet werden. Die Datengrundlagen bestehen aus den Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen der Länder und Bevölkerungszahlen, etwa der 12. koordinierten Bevölkerungsvorausberechnung des Statistischen Bundesamtes. LÄNDER unterscheidet 15 Wirtschaftsbereiche für die Kennzahlen Bruttowertschöpfung, Arbeitnehmer, Erwerbstätige und Arbeitnehmerentgelte. Im Bereich Investitionen werden 7 Wirtschaftsbereiche betrachtet. Es verfolgt demnach auf sektoraler Ebene einen bottom-up Ansatz, ist im Bezug auf die Bundesentwicklung jedoch als top-down Ansatz konzipiert.

3.3 PROJEKTIONEN DES ENERGIEVERBRAUCHS VON BUNDESLÄNDERN

Für die Energieeffizienz der Industrie und des Bergbaus liegen beispielsweise im Gegensatz zum Gebäudebereich derzeit keine verbindlichen politischen Vorgaben vor. Eine solche Zielvorgabe gäbe einen Entwicklungspfad bis zu einem gewissen Zeitpunkt vor. Daher ist der Energieverbrauch der Wirtschaftsbereiche vor allem ökonomisch zu betrachten, um einen Ausblick auf zukünftige Entwicklungen vorzunehmen. Mit dem Modell PANTA RHEI liegen Referenzentwicklungen zur Entwicklung des Endenergieverbrauchs

und der Produktionswerte bis 2030 vor. Damit kann für Deutschland eine Entwicklung der Energieintensität abgeleitet werden. Das Modell LÄNDER wiederum erfasst die regionalwirtschaftliche Entwicklung z.B. Niedersachsens in einer Weise, dass wichtige intraregionale Systemzusammenhänge berücksichtigt werden und eine Konsistenz zur nationalen Entwicklung hergestellt wird. Die Herausforderungen bei der Verknüpfung dieser Modellebene im Energieumfeld sind vielfältig. Die verwendeten Energiedaten müssen inhaltlich eine Verknüpfung mit PANTA RHEI ermöglichen. Die Bezugsgrößen (Produktion, Beschäftigte) müssen so gewählt sein, dass eine gute Abdeckung innerhalb der amtlichen Statistik erreicht werden kann. Produktionswerte liegen in den Bundesländern nur begrenzt vor. Die Anforderung an den Detailgrad bezüglich der sektoralen Gliederung macht häufig umfangreiche Datenarbeiten erforderlich. Hinzu kommt, dass die Bezugsgrößen im regionalen Modell integriert werden müssen.

Für einen Ausblick auf die kurzfristige Entwicklung des Endenergieverbrauchs der Industrie in Niedersachsen liegen bereits wichtige Indikatoren vor (vgl. Tabelle 2). Die Entwicklung des Energieverbrauchs wird bis 2010 maßgeblich durch den Einfluss der weltweiten Wirtschafts- und Finanzkrise geprägt. In Deutschland ist zwischen 2008 und 2009 der EEV um über 8% zurückgegangen, um anschließend wieder um über 10% zu wachsen. Damit ist im Jahr 2010 wieder das Niveau von 2008 erreicht. Eine ähnliche Entwicklung ist für das Bundesland Niedersachsen zu erwarten. Mit Blick auf die Entwicklung der Umsätze (als Indikator für die Produktion) wird jedoch die Industrie den Einbruch bis zum Jahr 2010 noch nicht wieder aufgeholt haben. Die energieintensiven Industrien vollziehen eine ähnliche Entwicklung wie die anderen Wirtschaftszweige des Verarbeitenden Gewerbes. Über zwei Jahre verschiebt sich der Anteil der beiden wichtigsten Wirtschaftszweige nur geringfügig, so dass die Wirkung eines Struktureffektes nicht stark ist. Die Aussagekraft der Dynamik der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten kann für diese kurzfristige Analyse angezweifelt werden. Auf der anderen Seite sind bei den Umsätzen keine Preisentwicklungen berücksichtigt, was gerade in Zeiten eines Umbruchs von großer Bedeutung sein kann. Diese einfache Rechnung ist für einen kurzfristigen Ausblick geeignet, kann jedoch modellbasierte Analysen nicht ersetzen, in denen ökonomische und technologische Entwicklungen langfristig im globalen, nationalen und regionalen Kontext ausgearbeitet werden.

Tabelle 2: Indikatoren für die kurzfristige Entwicklung des EEV in Niedersachsen

	2008-2009	2009-2010
Deutschland: Endenergieverbrauch		
<i>IBG</i>	-8,8%	10,2%
Niedersachsen: Umsatz		
<i>Verarbeitendes Gewerbe¹</i>	-18,6%	11,4%
<i>Grundstoffchemie</i>	-20,2%	23,9%
<i>Metallerzeugung</i>	-42,0%	42,1%
Niedersachsen: Beschäftigte		
<i>Verarbeitendes Gewerbe¹</i>	-2,1%	-1,1%
<i>Grundstoffchemie</i>	-2,8%	2,6%
<i>Metallerzeugung</i>	-1,4%	-1,1%

¹ ohne Raffinerien

Quelle: AGE 2012, LSKN 2012, BA Statistik 2012

Für die Projektion des Energieverbrauchs ist vor allem die Wirtschaftsentwicklung zu betrachten. Es ist jedoch zu beachten, dass kurzfristig auch Lagerbestandsentwicklung und Temperatureinfluss eine große Rolle spielen. Für langfristige Analysen ist eine Anbindung von regionalen Datensätzen an eine nationale Projektion wie die Energieszenarien (vgl. Prognos et al. 2011) in einer Strukturmodellierung möglich.

4 FAZIT UND AUSBLICK

Die bestehenden und noch kommenden Herausforderungen, vor denen Deutschland und seine Regionen in Bezug auf die „Energiewende“ stehen, erfordern eine detaillierte und differenzierte Sicht auf die Energienachfrage. Mit den Energiebilanzen der Bundesländer und der UGRdL sind Datenquellen entstanden, welche eine tiefgehende Analyse der unterschiedlichen Nachfragesektoren ermöglicht. Die Beurteilung von Entwicklungen der Energieproduktivität in den Bundesländern ist aufgrund von Datenrestriktionen weiterhin schwierig. Im Bereich Industrie und Bergbau bestehen große Unterschiede im Energieverbrauch der Bundesländer. Dies betrifft die Energieintensität aber auch die Energiebereitstellung. Eine strukturelle Analyse bietet entscheidende Erklärungszusammenhänge für unterschiedlich hohe Energieverbrauchszahlen in den Bundesländern.

Der Blick auf die Energieintensität in Niedersachsen hat offengelegt, dass die Industrie in diesem Bundesland nicht per se weniger energieeffizient ist als in anderen Bundesländern. Vielmehr sind nur wenige, wenn nicht sogar ein Wirtschaftszweig – die Metallerzeugung – von entscheidender Bedeutung für Niveau und Dynamik des gesamten Endenergieverbrauchs. Nur etwa 70 der über 3.700 Betriebe im Verarbeitenden Gewerbe sind in Niedersachsen der Metallerzeugung und –bearbeitung zugeordnet. Dieses Beispiel zeigt, dass Effizienzmaßnahmen in nur wenigen Unternehmen durchschlagende Kraft haben können. Des Weiteren konnte gezeigt werden, dass sich die Entwicklung in Niedersachsen im Kontext nationaler Entwicklungen analysieren lässt. Diese Zusammenhänge bieten die Möglichkeit die Analyse zu vertiefen und den regionalen Energieverbrauch auch modell-

gestützt zu projizieren bzw. Szenariorechnungen durchzuführen. Eine Verknüpfung eines nationalen umweltökonomischen Modells, welches gesamtwirtschaftliche und politische Szenarien berechnen kann, mit einem regionalen Modell hat dabei großes Potenzial. Die Fragestellungen sind vielfältig. Sie reichen von Fragen zum zukünftigen Energieverbrauch der Bundesländer bis hin zu Fragen der regionalen Verteilungswirkung von CO₂-Zertifikaten und der EEG-Umlage in der Zukunft.

Die beschriebenen Möglichkeiten blieben auf den Bereich Endenergieverbrauch der Industrie und des Bergbaus beschränkt. Im Sinne einer vollständigen Erklärung von Entwicklungen des Energieverbrauchs in Regionen müssen auch die anderen Verbrauchssektoren betrachtet werden. Auch hier bestehen vielfältige Möglichkeiten Daten aus den Bereichen Haushalte, Dienstleistungen und Verkehr in einer Analyse- und Modellumgebung zu integrieren.

LITERATUR

- AGEB (2010): Vorwort zu den Energiebilanzen für die Bundesrepublik Deutschland. Arbeitskreis Energiebilanzen e.V., August 2010.
- Bieritz, L. (2012): Die Energiewirtschaft – Energieerzeugung und –verbrauch einer Branche im Umbruch. GWS Themenreport 12/1 , Osnabrück.
- DENEFF (2011): Faktensammlung, Die Energieeffizienzrichtlinie als Chance für intelligente Anreizsysteme. Deutsche Unternehmensinitiative Energieeffizienz, http://www.deneff.org/cms/index.php/politik.html?file=tl_files/Infomaterial/Energieeffizienz-Politik/20111017%20DENEFF%20Faktensammlung%20zu%20Energieeffizienz-anreizsystemen%20%28EU%20Energieeffizienzrichtlinie%20Artikel%206%29.pdf.
- Eikmeier, B., Jahn, K. Bode, S. & Groscurth, H-M. (2007): Entwicklung der Energieversorgung in Norddeutschland – Analyse ausgewählter Aspekte. Studie für den Zukunftsrat Hamburg. Bremen, Hamburg.
- Ifeu, Fraunhofer ISI, Prognos, GWS (2011): Energieeffizienz: Potenziale, volkswirtschaftliche Effekte und innovative Handlungs- und Förderfelder für die Nationale Klimaschutzinitiative. Endbericht des Projektes „Wissenschaftliche Begleitforschung zu übergreifenden technischen, ökologischen, ökonomischen und strategischen Aspekten des nationalen Teils der Klimaschutzinitiative“, Heidelberg, Karlsruhe, Berlin, Osnabrück, Freiburg.
- Kanning, H., Buhr, N. & Steinkraus, K. (2009): Erneuerbare Energien – Räumliche Dimensionen, neue Akteurslandschaften und planerische (Mit)Gestaltungspotenziale am Beispiel des Biogaspfades. Raumforschung und Raumordnung 2/2009, 142-156.
- LSKN (2011): Niedersächsische Energie- und CO₂-Bilanzen 2008. Landesbetrieb für Statistik und Kommunikationstechnologie im Auftrag des Niedersächsischen Ministeriums für Umwelt und Klimaschutz, Hannover.
- MU NDS (Niedersächsisches Ministerium für Umwelt und Klimaschutz) (2012): Das Energiekonzept des Landes Niedersachsen.
- Nitsch, J., Klann, U., Nast, M. (DLR), Bradke, H., Jochem, E., Mannsbart, W. (ISI), Staiß, F., Mantel, E. & Steinborn, F. (ZSW) (2002): Struktur und Entwicklung der zukünftigen Stromversorgung Baden-Württembergs, Eine Untersuchung im Auftrag des Wirtschaftsministeriums Baden-Württemberg. Stuttgart, Karlsruhe.
- Pehnt, M., Lutz C., Seefeldt, F., Schломann, B., Wünsch, M., Lehr, U., Lambrecht, U. & Fleiter, T. (2009): Klimaschutz, Energieeffizienz und Beschäftigung - Potenziale und volkswirtschaftliche Effekte einer ambitionierten Energieeffizienzstrategie für Deutschland. Bericht im Rahmen des Forschungsvorhabens "Wissenschaftliche Begleitforschung zu übergreifenden technischen, ökologischen, ökonomischen und strategischen Aspekten des nationalen Teils der Klimaschutzinitiative", Berlin.

- Prognos, EWI & GWS (2011): Energieszenarien 2011. Studie im Auftrag des BMWi, Basel, Köln, Osnabrück
- Regierungskommission Klimaschutz (2012): Empfehlungen für eine niedersächsische Klimaschutzstrategie, herausgegeben von der Regierungskommission Klimaschutz des Niedersächsischen Ministeriums für Umwelt und Klimaschutz.
- Schrader, K. et al. (BET), Gabriel, J. et al. (Bremer Energie Institut) & Irrek, W. et al. (Wuppertal Institut für Klima, Umwelt und Energie) (2010): Energie- und Klimaschutzszenarien für das Land Bremen, Studie im Auftrag des Senators für Umwelt, Bau, Verkehr und Europa der Freien Hansestadt Bremen. Aachen, Wuppertal und Bremen.
- UGRdL (2007a): Umweltökonomische Gesamtrechnungen der Länder 2007 – Energieverbrauch und Treibhausgasemissionen – Tabellen. Arbeitskreis UGRdL der Statistischen Ämter der Länder, Nordrhein-Westfalen.
- UGRdL (2007b): Umweltökonomische Gesamtrechnungen der Länder 2007 – Energieverbrauch und Treibhausgasemissionen – Analysen und Ergebnisse. Arbeitskreis UGRdL der Statistischen Ämter der Länder, Nordrhein-Westfalen.
- UGRdL (2010): Energiefluss- und Emissionsberechnung – Energieverbrauch und Kohlendioxidemissionen. Methodendokumentation der Umweltökonomischen Gesamtrechnungen der Länder, Stand Februar 2010, abgerufen unter: http://www.ugrdl.de/pdf/m_energie_1.pdf.
- UGRdL (2011): Umweltökonomische Gesamtrechnungen der Länder 2011 – Energieverbrauch und Treibhausgasemissionen – Tabellen. Arbeitskreis UGRdL der Statistischen Ämter der Länder, Nordrhein-Westfalen.
- Wilms, V. (2007): Grünes Energieszenario – Energieszenario für Niedersachsen bis 2020 und 2050. Untersuchung im Auftrag von Bündnis 90/Die Grünen in Niedersachsen. Wedel.

