

Endbericht

zum

Teilvorhaben

Regionalökonomische Auswirkungen des Offshore Ausbaus der Windenergie in der deutschen Nordsee auf die Region Westküste

im Rahmen des Forschungsvorhabens

Zukunft Küste - Coastal Futures

Prof. Dr. Olav Hohmeyer

Professur für Energie- und Ressourcenwirtschaft

Internationales Institut für Management

Universität Flensburg

Flensburg, im August 2006

Gliederung des Gutachtens

1. PROBLEMSTELLUNG.....	3
2. ZIELSETZUNG	3
3. METHODISCHE VORGEHENSWEISE.....	3
4. ERGEBNISSE	9
5. SCHLUSSFOLGERUNGEN UND EMPFEHLUNGEN.....	25
6. LITERATURLISTE	26
ANHANG 1: METHODISCHE VORGEHENSWEISE	28

1. Problemstellung

Auf der Basis der seit 1990 gemachten Erfahrungen mit den positiven ökonomischen Wirkungen des Ausbaus der Windenergie, kann angenommen werden, dass die Region Westküste bei entsprechender wirtschafts- und energiepolitischer Weichenstellung erblich vom Offshore Ausbau der Windenergie im Bereich der deutschen Nordsee profitieren kann. Die Untersuchung der möglichen Auswirkungen einer solchen Entwicklung ist daher notwendiger Gegenstand des Forschungsvorhabens ‚Zukunft Küste – Coastal Futures‘.

2. Zielsetzung

Es ist Ziel des Teilvorhabens ‚Regionalökonomische Auswirkungen des Windenergieausbaus in der deutschen Nordsee‘ die möglichen regionalen Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte verschiedener Szenarien des Offshore Ausbaus der Windenergie in der deutschen Nordsee in der Region Westküste zu analysieren.

3. Methodische Vorgehensweise

3.1 Ausbauszenarien

Die regionalökonomischen Wirkungen des Offshore Ausbaus der Windenergie werden auf der Basis der im Forschungsvorhaben festgelegten Ausbauszenarien der Windenergie in der deutschen Nordsee untersucht. Diese haben einen Zeithorizont der Investitionen bis zum Jahr 2030 und des mit diesen Anlagen verbundenen Betriebs bis 2050. Es wird unterstellt, dass es im besten Fall gelingen kann, ein Drittel des gesamten Ausbauvolumens über Schleswig-Holstein abzuwickeln. Für den Gesamtausbau der Windenergie in der Nordsee werden drei Szenarien unterschieden. Im Szenario ‚Wenig‘ werden nur gut 2 GW Leistung bis zum Jahr 2030 realisiert. Im Szenario ‚Mittel‘ werden 15 GW und im Szenario ‚Viel‘ werden 25 GW bis zum Jahr 2030 installiert.

Für die in der Region verbleibende Wertschöpfung ist es wichtig, von der gesamten Produktion und Wartung der Windenergieanlagen einen möglichst großen Teil der Wertschöpfungsketten in der Region zu realisieren. Um den Einfluss dieses

Wertschöpfungsanteils analysierbar zu machen, werden vier weitere Unterszenarien aufgestellt:

- Szenario A: Maximaler Anteil an der Wertschöpfungskette (zusätzliche Produktion von Rotorblättern und Türmen in der Region)
- Szenario B: Mittlerer Anteil an der Wertschöpfung (Vormontage und Gondelmontage wie bisher für kleinere Anlagen)
- Szenario C: Geringer Anteil an der Wertschöpfung (Abwanderung des Anlagenbaus, trotzdem Wartung und Betrieb in der Region verbleibend)
- Szenario D: Minimaler Anteil an der Wertschöpfung (kein Anlagenbau, keine Wartung oder Betrieb, nur indirekte Effekte).

Tabelle 1: Untersuchte Szenarien des Windenergieausbaus in der deutschen Nordsee bis 2030

Kumulierte Leistung in MW	Deutschland (Nordsee)			Anteil Schleswig-Holstein		
	2010	2030	2055	2010	2030	2055
Szenario ‚Wenig‘	926	2.329	15.000	309	776	5.000
Szenario ‚Mittel‘	2.329	15.000	55.000	776	5.000	18.333
Szenario ‚Viel‘	2.329	25.000	90.000	776	8.333	30.000
Teilszenarien: A – Maximaler Anteil an der Windenergieindustrie B – Anteil wie heute (keine Turm- oder Rotorblattproduktion) C – Abwanderung der Fertigung und Aufstellung D – Kein Betrieb oder Wartung von SH ausgehend						

3.2 Input-Output- und Multiplikatoranalyse

Zur Analyse der direkten und indirekten regionalökonomischen Wirkungen wurden zunächst die verschiedenen Nachfragegrößen und die relevanten speziellen Produktionsstrukturen durch Unternehmensbefragungen und Auswertung der relevanten Literatur bestimmt. Auf der Basis eines erweiterten komparativ-statischen Input-Output-Modells wurden sowohl die direkten und indirekten Produktions- und Wertschöpfungseffekte als auch die Beschäftigungswirkungen der verschiedenen Szenarien ermittelt.

An die Input-Output-Analyse schließt sich eine Multiplikatoranalyse der zusätzlich entstehenden Einkommen an, um die Auswirkungen der Verwendung dieser Einkommen zu erfassen. So weit die Einkommen in der Region entstehen, kann davon ausgegangen werden, dass ein nicht unerheblicher Teil in der Region zu zusätzlichen ökonomischen Effekten führt, die über die Multiplikatoranalyse erfasst werden können.

Auf der Basis von Unternehmensbefragungen und der vorliegenden Untersuchungen von DEWI und Fichtner (2001), Croll und Trittin (2002), Dibbern (2003), Niedersächsische Energieagentur et al. (2001), DEWI (1999), DEWI (2001) und DEWI (2002) wurden die Produktions- und Vorleistungsstrukturen der Investitionen in neue Offshore Windparks sowie des Betriebs und der Wartung von Offshore-Windparks analysiert. Insgesamt wurden ca. 20 intensive Unternehmensbefragungen durchgeführt, um einen möglichst aktuellen Stand der relevanten Produktionsstrukturen zu ermitteln. Bei der Befragung wurde ermittelt, welche Kosten auf die verschiedenen Vorleistungsgüter (wie z. B. Getriebe oder Generatoren) und welche Kosten auf die direkt in die Produktion eingebrachten primären Inputs (Arbeit, Kapital etc.) entfallen. Aus den Angaben verschiedener Hersteller werden nach der Befragung Durchschnittswerte für die Produktion der Branche bestimmt, um eine möglichst tragfähige Grundlage für die weitere Analyse zu erhalten. Die Ergebnisse der Befragungen werden zwar für die weitere Analyse verwendet, sie können aber im Gutachten nicht veröffentlicht werden, da diese Angaben Rückschlüsse auf die Kostenstrukturen einzelner Wettbewerber zulassen könnten.

Auf der Basis der Befragungsergebnisse und der ermittelten technischen Produktionsstrukturen wurden die ökonomischen Produktionsfunktionen entsprechend der Systematik der deutschen Input-Output-Tabellen (Statistisches Bundesamt 2002) berechnet und als Produktionsfunktionen spezialisierter Branchen in die Grundstruktur der Input-

Output-Tabellen für Deutschland integriert. Hierbei werden die Kostenangaben für die einzelnen Anlagenkomponenten, die als Vorleistungen bezogen werden, systematisch den verschiedenen Branchen der Volkswirtschaft nach der Systematik der Input-Output-Tabellen zugeordnet. Das Ergebnis ist eine direkt in die Systematik der Input-Output-Rechnung integrierbare spezifische Produktionsfunktion für das jeweils analysierte Produkt. Eine Vorgehensweise, die bereits vielfach für die spezielle Analyse der ökonomischen Wirkungen genau spezifizierbarer Nachfragestrukturen eingesetzt worden ist (vgl. z.B. Petersen, 1976, Hohmeyer und Rahner 1980, Hohmeyer 1989). Die so berechneten speziellen Produktionsfunktionen erlauben eine sehr genaue Analyse der direkten und auch der indirekten ökonomischen Wirkungen der neuen Produktion. Einschließlich getrennter Produktionsfunktionen für die Turm- und die Rotorblattfertigung wurden für das Gutachten eine Reihe neuer Produktionsfunktionen bestimmt und in die Struktur der amtlichen Input-Output-Tabelle von 2000 integriert, welche die deutsche Volkswirtschaft in 59 Branchen unterteilt. Das erweiterte Modell enthält daher zur Zeit insgesamt 76 Branchen oder Produktionsfunktionen.

Bei dem der Analyse zu Grunde liegenden analytischen Ansatz der Input-Output-Analyse wird besonders die detaillierte Verflechtungsstruktur der deutschen Volkswirtschaft auf der Basis von ca. 60 verschiedenen Branchen in den Blick genommen. Für jede Branche werden die Vorleistungen aus allen anderen Branchen und die direkt in die Produktion eingehenden primären Inputs wie Arbeit und Kapital erfasst (Input). Außerdem werden auch die Lieferverflechtungen aller Branchen abgebildet (Output). Da die so abgebildete Produktionsstruktur einer Branche als konstant angesehen wird, spricht man von einem statischen Ansatz. In der Regel werden die Wirkungen verschiedener Szenarien verglichen (konventionelle Stromversorgung im Vergleich zu Offshore Windenergie), diese Vorgehensweise bezeichnet man als komparativ-statische Analyse. Durch die Erfassung aller Inputs einer Branche bildet man gleichzeitig die Produktionsfunktion der Branche ab. Durch die Einführung zusätzlicher produktspezifischer Produktionsfunktionen wie z. B. der Windenergieanlagenproduktion lässt sich das Input-Output-Modell relativ einfach erweitern und als sehr spezifisches Analyseinstrument der direkten und indirekten ökonomischen Auswirkungen zusätzlicher Wirtschaftsaktivitäten einsetzen. Die methodische Vorgehensweise ist im Anhang näher erläutert. Der verwendete Ansatz zeichnet sich dadurch besonders aus, dass er mit Hilfe der Koeffizienten der Leontiefmatrix in der Lage ist, nicht

nur die direkten, sondern auch alle auf sämtlichen Vorleistungsebenen angestoßenen Produktionseffekte zu berechnen.

Der gewählte analytische Ansatz erlaubt es zunächst für die Bundesrepublik insgesamt die ausgelösten direkten und indirekten Produktionseffekte der verschiedenen Szenarien zu berechnen. Hieraus abgeleitet können die Auswirkungen auf die Bruttowertschöpfung, sowie die verschiedenen Komponenten der Wertschöpfung wie Arbeitnehmerentgelte, Abschreibungen, Nettoüberschüsse der Unternehmen und Gütersteuern und Produktionsabgaben berechnet werden. Außerdem kann bestimmt werden, welcher Anteil der Nachfrage über Importe aus der deutschen Volkswirtschaft abfließt. Auf der Basis der berechneten Produktionseffekte können darüber hinaus die induzierten Beschäftigungswirkungen berechnet werden.

Eine Zurechnung der Effekte auf die Region Westküste erfolgt in Analogie zur Verteilung der Produktion in Deutschland, so weit nicht im Bereich der Windenergie detailliertere Informationen vorliegen. Auf der Ebene der Landkreise (Nordfriesland und Dithmarschen) stoßen diese Zurechnungen allerdings relativ schnell an die Grenzen der zugänglichen amtlichen Statistik und müssen durch Schätzungen ergänzt werden.

3.3 Analyisierte Brutto- und Nettonachfragen

Um die letztendlich in der Volkswirtschaft verbleibenden positiven oder negativen ökonomischen Auswirkungen der Realisierung unterschiedlicher Energieversorgungsszenarien zu erfassen, müssen verschiedene positive Nachfragen im Bereich des Ausbaus der neuen Technologie (hier Offshore Windenergie) mit den verdrängten (negativen) Nachfragen nach konventioneller Stromerzeugung verglichen werden. Führt die neue Technologie insgesamt zu höheren Energiekosten, so wird hierdurch Nachfrage für allgemeinen Konsum entzogen, was zu negativen ökonomischen Effekten führt. Da in der Regel ein Teil der jeweils höheren Kosten vom Verbraucher durch eine Senkung seiner Sparneigung ausgeglichen wird, muss bei den Berechnungen der ausfallenden Konsumnachfrage noch der partielle Ausgleich durch verringertes Sparen mit berücksichtigt werden. Tabelle 2 zeigt die auf ihre ökonomischen Wirkungen hin analysierten unterschiedlichen Nachfragen der verschiedenen Szenarien für Deutschland und die Region Westküste.

Tabelle 2: Untersuchte Nachfragen der verschiedenen Szenarien in Deutschland (D) und der Region Westküste (WK) für die Szenariovariante A in Millionen Euro (2000)

Untersuchte Einzelnachfragen	Szenario ‚Wenig‘		Szenario ‚Mittel‘		Szenario ‚Viel‘	
	D	WK	D	WK	D	WK
	A	A	A	A	A	A
Investitionen Offshore	5.546	1.977	30.261	10.527	48.102	16.601
Betrieb Offshore	4.694	1.631	23.371	8.684	37.665	13.695
Einkommensmultiplikator Offshore	5.178	434	27.100	2.308	43.336	3.641
Summe Nachfrage Wind	15.419	4.042	80.732	21.519	129.091	33.937
Ersetzte konventionelle Stromnachfrage	-6.644	-13	-33.081	-70	-53.297	-111
Einkommensmultiplikator konventionelle Stromnachfrage	-3.865	-6	-19.245	-34	-31.005	-55
Verdrängter Konsum minus Sparquote und minus Kohlesubventionen	-1.375	-4	-9.240	-18	-14.297	-23
Einkommensmultiplikator verdrängter Konsum	-933	-1	-6.269	-6	-9.700	-10
Summe negativer Nachfragen	-12.818	-24	-67.835	-128	-108.300	-197
Nachfragesaldo	2.601	4.018	12.897	21.392	20.791	33.741
Im konventionellen Strom enthaltene Subventionen (zum Vergleich)	2.027		10.337		16.655	

Da es sich bei dem durch Windenergie substituierten konventionellen Strom in erheblichem Maße um Strom aus hochsubventionierter deutscher Steinkohle handelt, verbergen sich hinter den scheinbar niedrigen Kosten für konventionellen Strom erhebliche Subventionsbeträge, die im Fall einer Produktion des Stroms durch Windenergie nicht mehr anfallen. Diese Subventionen werden daher berücksichtigt, bevor berechnet wird, in welcher Höhe die durch die Windenergie erhöhten Stromkosten zu Ausfällen im Bereich des Konsums führen. Zusätzlich wird eine Sparquote von 9,53% berücksichtigt, die der durchschnittlichen Sparneigung deutscher Haushalte in den letzten Jahren entspricht. Der Saldo der untersuchten Nachfragen geht entsprechend nicht zu Null auf, sondern ist für die Bundesrepublik nicht unerheblich positiv.

Für die Region Westküste fällt auf, dass hier zwar die positiven Nachfragen im Bereich der Windenergie anfallen, aber kaum in Schleswig-Holstein produzierter (Mittellast-)Strom verdrängt wird. Zusätzlich fällt ins Gewicht, dass die Mehrkosten durch erhöhte Strompreise (EEG-Umlage), die letztendlich auf den privaten Konsum wirken, bundesweit verteilt werden, der Nutzen aber in erheblichen Teilen in Form der Windenergienachfragen in Schleswig-Holstein anfallen kann.

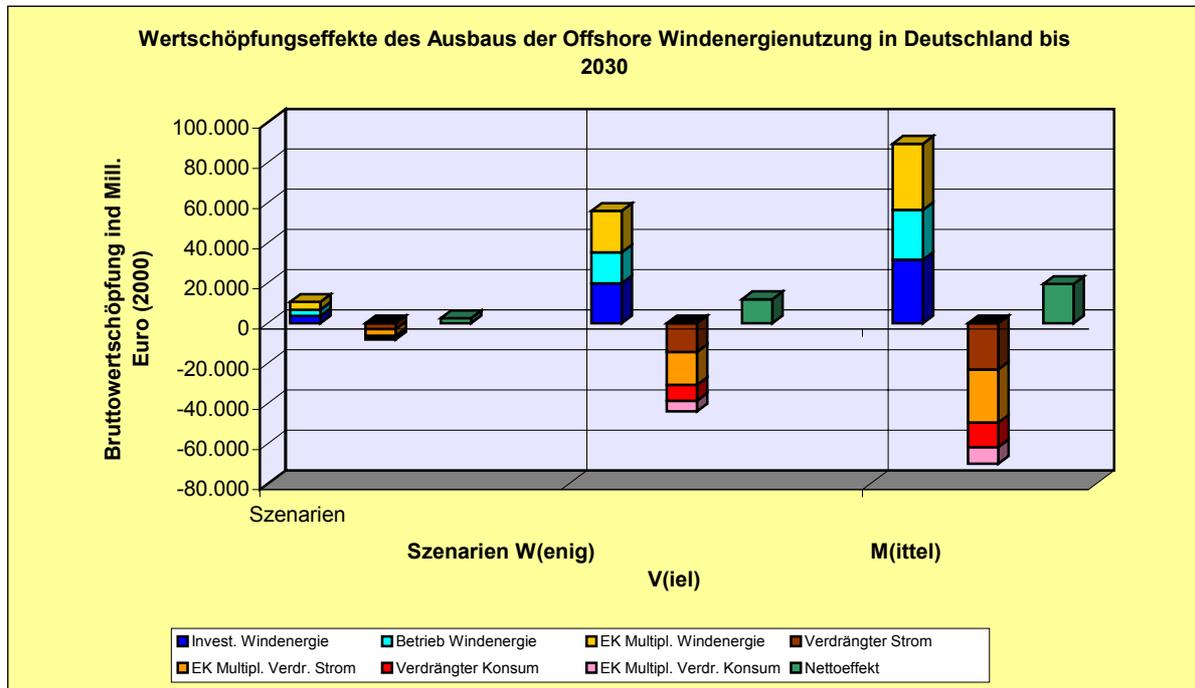
4. Ergebnisse

4.1 Auswirkungen auf die Wertschöpfung der Region

4.1.1 Vergleich der Szenarien

Analysiert man nun zunächst einmal die Auswirkungen der verschiedenen Szenarien auf die Bruttowertschöpfung in der Bundesrepublik, so muss man feststellen, dass hier zwar jeweils relativ große Bruttowertschöpfungseffekte durch die Nachfrage nach Investitionen in und dem Betrieb von Windenergieanlagen in der deutschen Nordsee ausgelöst werden, die zwischen 10,6 (Szenario W) und 89,4 Milliarden Euro (Szenario V) liegen, doch diesen stehen fast gleich große Ausfälle an Bruttowertschöpfung auf der Seite der konventionellen Stromerzeugung und des verdrängten Konsums gegenüber. Nach der Saldierung der Effekte bleiben hiervon nur 0,7 (W) und 4,4 Milliarden Euro (V) als positiver Nettoeffekt im Bereich der Bruttowertschöpfung. Abbildung 1 zeigt die Verhältnisse zwischen den Brutto- und Nettoeffekten recht deutlich. Sie zeigt gleichzeitig auch die Anteile der durch die verschiedenen Nachfragen ausgelösten Effekte.

Abbildung 1: Kumulierte Wertschöpfungseffekte des Offshore Windenergieausbaus in der deutschen Nordsee bis 2030 (Berücksichtigt sind alle Investitionen bis 2030 und der zugehörige Anlagenbetrieb bis 2050)



Vergleicht man die Nettoeffekte auf die Bruttowertschöpfung in ganz Deutschland mit den Effekten in der Region Westküste, so stellt sich heraus, dass die regionalen Nettoeffekte in jedem Szenario im besten Fall (Unterszenario A) mehr als die Hälfte der positiven Effekte im Bund ausmachen. Gelingt es also der Region, einen erheblichen Teil der positiven Wertschöpfungseffekte der Windenergie in die Region zu ziehen, so kann die Region aufgrund der geringen negativen regionalen Wertschöpfungseffekte extrem von der Windenergie profitieren, wie Abbildung 2 zeigt.

Abbildung 2: Vergleich der Nettoeffekte im Bereich Bruttowertschöpfung zwischen der Region Westküste und der Bundesrepublik über alle Szenarien (Berücksichtigt sind alle Investitionen bis 2030 und der zugehörige Anlagenbetrieb bis 2050)

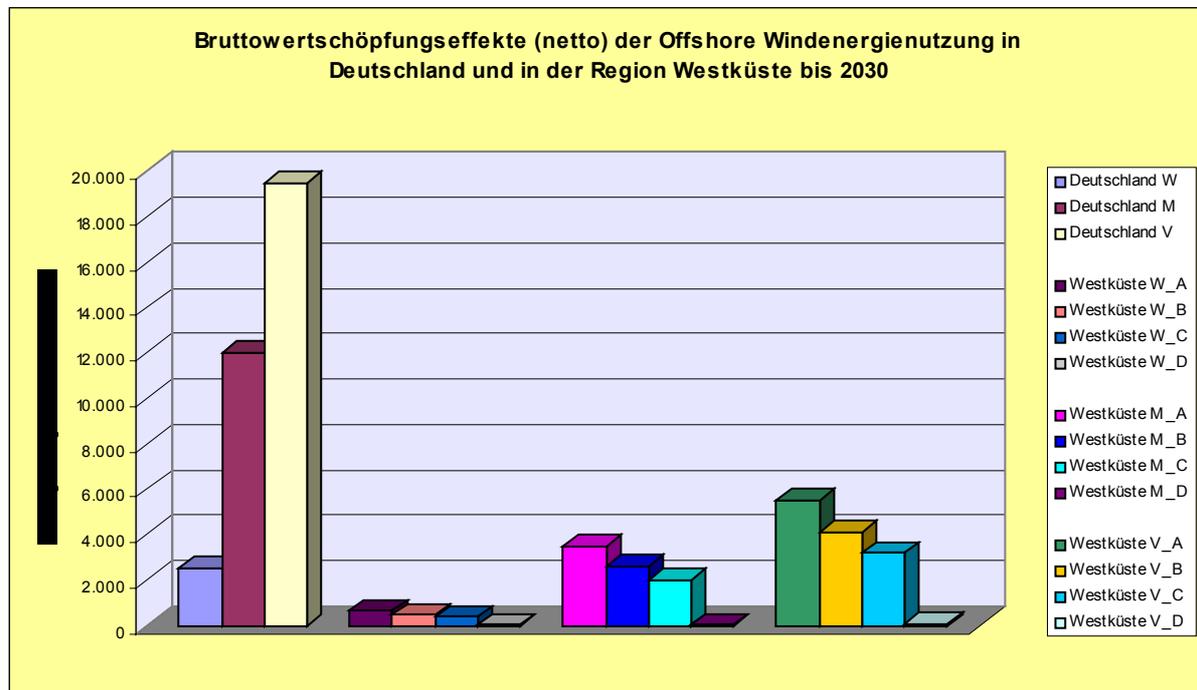


Abbildung 2 zeigt auch, dass sich die positiven Effekte in der Region zwischen den einzelnen Teilszenarien um den Faktor 100 unterscheiden, je nachdem, ob und in wie weit es gelingt, die Produktions- und Servicearbeiten in der Region anzusiedeln, oder die Windenergieindustrie komplett abwandert (Unterszenario D). Im Übrigen unterscheiden sich die drei Basisszenarien fast um den Faktor 9 in ihren Wertschöpfungseffekten. Dies entspricht aber auch ungefähr dem Unterschied in der installierten Leistung der Windenergieanlagen in der Nordsee in den drei Szenarien (vgl. Tabelle 1 oben).

4.1.2 Struktur der Effekte (Investitionen, Betrieb)

Verfolgt man, welche Wertschöpfungseffekte insgesamt über alle Vorleistungsstufen durch die verschiedenen Nachfragen (Investition, Betrieb, Einkommensmultiplikator) bewirkt werden, so ergibt sich für die verschiedenen Teilszenarien ein unterschiedliches Bild in der Region Westküste. Neben einer unterschiedlichen Gesamthöhe der Effekte unterscheiden sich hier besonders die Szenarien A und B auf der einen und das Szenario C auf der anderen Seite in den Strukturen ihrer Effekte. Zum Vergleich sind in Abbildung 3a und 3b die Strukturen der Wertschöpfungseffekte der Teilszenarien A und C gegenübergestellt.

Abbildung 3: Struktur der regionalen Wertschöpfungseffekte des Offshore Ausbaus der Windenergie in der deutschen Nordsee in der Region Westküste am Beispiel der Teilszenarien A (höchster Anteil der Region) und C (keine Produktion, nur Betrieb und Wartung)

Abbildung 3a: Teilszenario A

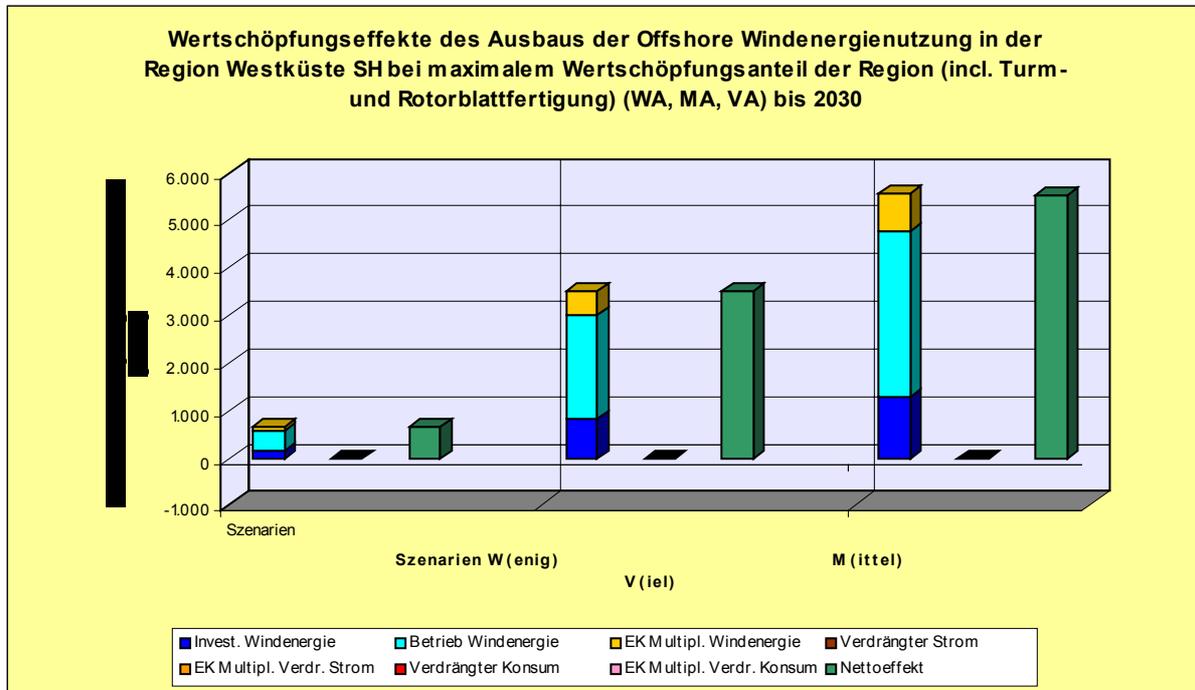
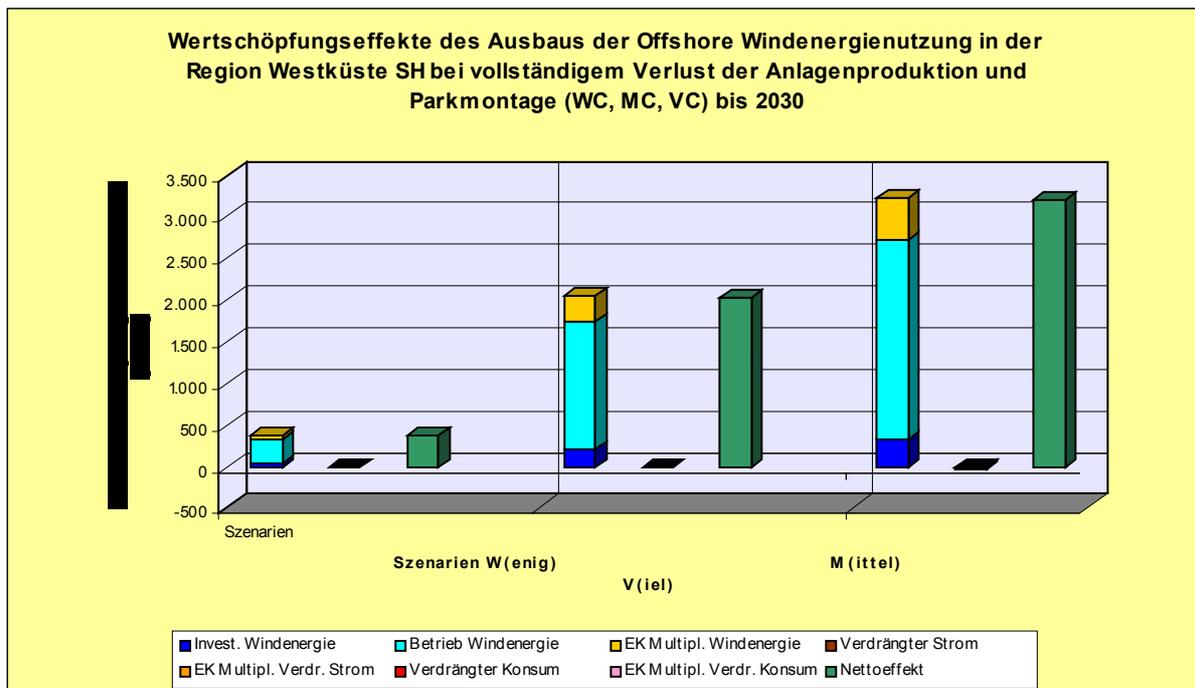


Abbildung 3b: Teilszenario C



Es wird aus Abbildung 3 sehr deutlich, dass im Gegensatz zum Bund (vgl. Abb. 1 oben) praktisch keine negativen Wertschöpfungseffekte in der Region auftreten. Dies erklärt

nochmals das sehr gute Abschneiden der Region bei den verbleibenden Nettoeffekten im Verhältnis zum Bund, das bereits im Zusammenhang mit Abbildung 2 thematisiert worden ist. Letztendlich kann der Ausbau der Windenergie im Bereich der Nordsee und die Umlagefinanzierung der entstehenden Kosten durch das EEG zu dem für die Region Westküste seltenen Effekt führen, dass massiv Wertschöpfung in die Region verschoben wird. Dies ist allerdings kein durch andere Regionen zu kritisierender Effekt, da z. B. im Bereich des Automobilbaus oder der bisherigen konventionellen Stromerzeugung immer andere Regionen von der Nachfrage aus Schleswig-Holstein profitiert haben.

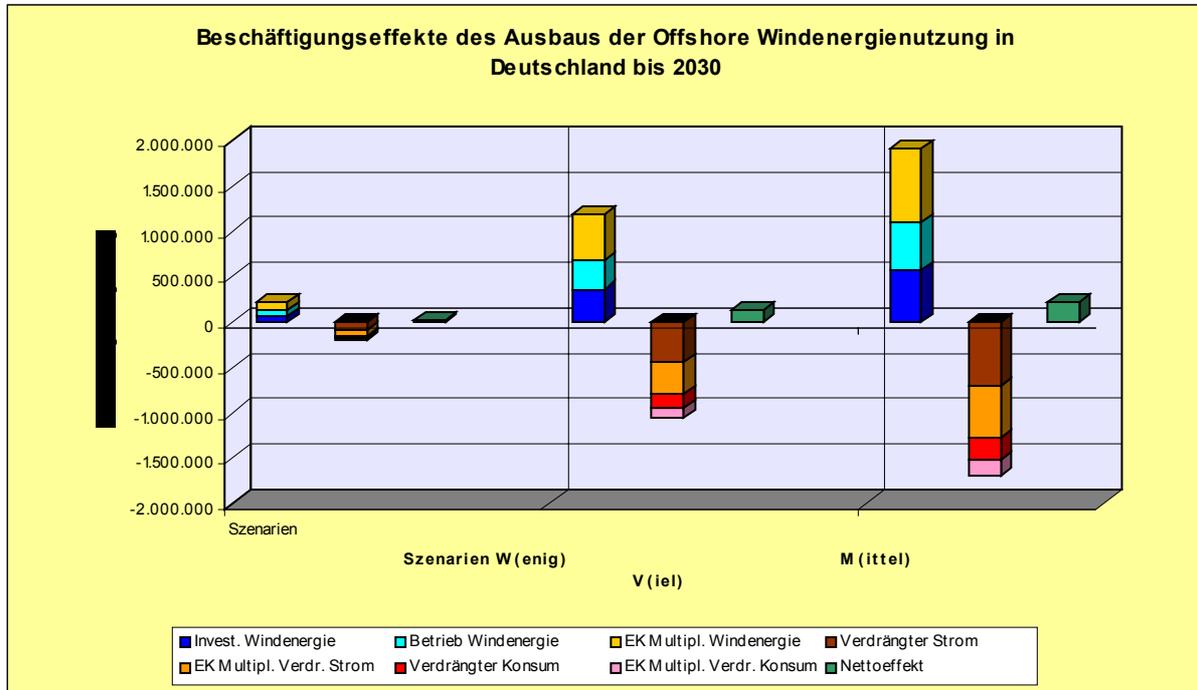
4.2 Auswirkungen auf die Beschäftigung der Region

Auch wenn die Bruttowertschöpfung der beste Indikator für die induzierten ökonomischen Effekte eines Szenarios ist, so ist die politisch doch viel interessantere ökonomische Zielgröße die Zahl der zusätzlich entstehenden oder gesicherten Arbeitsplätze. Da die Größe ‚Arbeitsplatz‘ nicht klar definiert ist (Wie lange bedeutet er Beschäftigung für eine Person?), verwendet die ökonomische Analyse den Begriff ‚Personenjahr‘. Ein Personenjahr ist hierbei als die Vollzeitbeschäftigung für eine Person für ein Jahr definiert. Betrachtet man ein durchschnittliches Erwerbsleben in Deutschland, so benötigt man ca. 45 bis 50 Personenjahre, um einen Erwerbstätigen während seines gesamten Erwerbslebens zu beschäftigen. Im Folgenden werden die Auswirkungen der verschiedenen Ausbauszenarien auf die Beschäftigung in der Region Westküste und in Deutschland dargestellt und kommentiert.

4.2.1 Vergleich der Szenarien

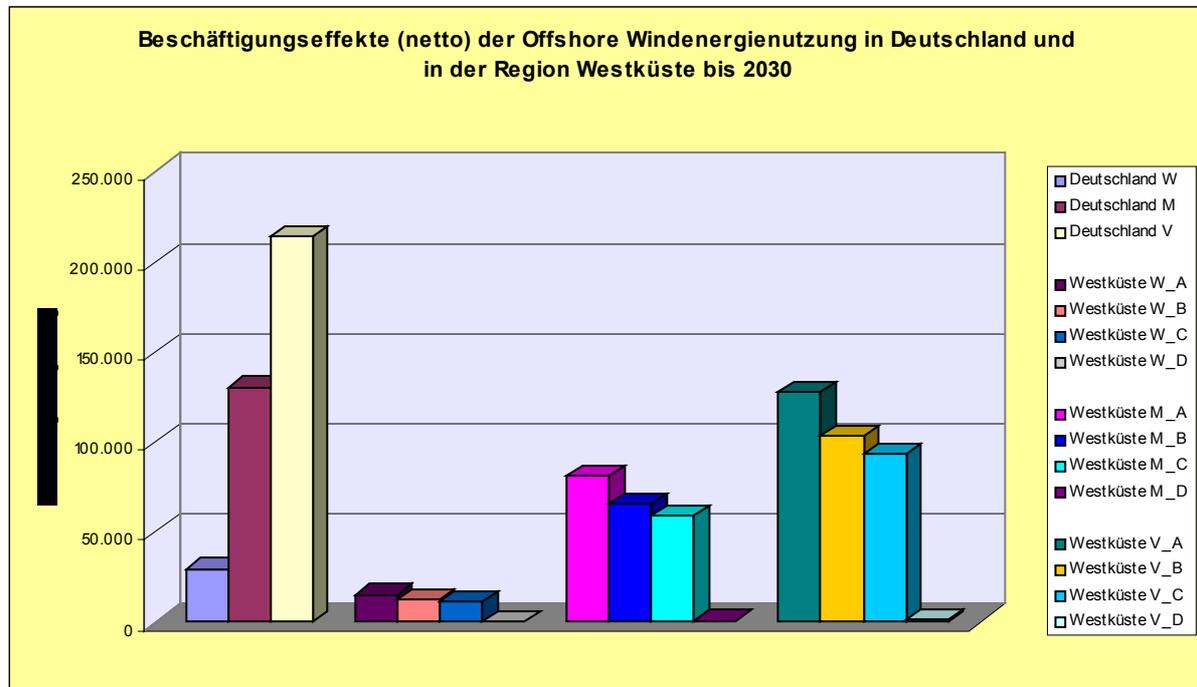
Wie bereits im Bereich der Bruttowertschöpfung, so sind auch im Bereich der Beschäftigungseffekte bundesweit hohe positive und negative Einzeleffekte zu verzeichnen, die jeweils in der Größenordnung zwischen 200.000 (Szenario W) und 2.000.000 (Szenario V) Personenjahren liegen. Netto liegen diese Effekte lediglich zwischen 30.000 und 80.000 Personenjahren. Abbildung 4 zeigt die Einzeleffekte und die Nettosalde für die Bundesrepublik.

Abbildung 4: Kumulierte Beschäftigungseffekte des Offshore Windenergieausbaus in der deutschen Nordsee bis 2030 in Personenjahren (Produktivitäten von 2000) (Berücksichtigt sind alle Investitionen bis 2030 und der zugehörige Anlagenbetrieb bis 2050)



Wie Abbildung 5 zeigt, kann es auch im Bereich der Beschäftigung gelingen, ähnlich hohe positive Gesamteffekte in der Region zu erreichen wie im Bund, wenn es gelingt, die wichtigsten Aktivitäten im Bereich der Wertschöpfungskette der Windenergie an die schleswig-holsteinische Westküste zu ziehen.

Abbildung 5: Vergleich der Nettoeffekte im Bereich Beschäftigungseffekte zwischen der Region Westküste und der Bundesrepublik über alle Szenarien (in Personenjahren 2000) (Berücksichtigt sind alle Investitionen bis 2030 und der zugehörige Anlagenbetrieb bis 2050)



Die Verhältnisse der Beschäftigungseffekte zwischen den einzelnen Szenarien und Teilszenarien sind analog den Verhältnissen im Bereich der Bruttowertschöpfungseffekte. Es zeigt sich in jedem Fall deutlich, dass es im besten Interesse der Region ist, die Windenergienutzung im Bereich der deutschen Nordsee auszubauen und durch eine aktive Ansiedlungspolitik möglichst viele Unternehmen der Wertschöpfungskette in Schleswig-Holstein anzusiedeln. Im Falle, dass die Windenergieindustrie der Region den Rücken kehrt, kann auch ein erheblicher Ausbau der Windenergie in der deutschen Nordsee nur zu geringen positiven Effekten in der Region führen wie Teilszenario D zeigt.

4.2.2 Struktur der Effekte (Investitionen, Betrieb)

Die regionalen Beschäftigungseffekte der Windenergie werden aufgrund der relativ hohen Arbeitsproduktivität und der zum Teil nicht sehr großen Fertigungstiefen im Bereich der Produktion der Investitionsgüter für die Windenergienutzung (Gondel, Rotorblätter, Turm), die in der Region möglich ist, von den Beschäftigungseffekten des Betriebs, der Wartung und Reparatur dominiert, wie Abbildung 6 deutlich zeigt.

Abbildung 6: Struktur der regionalen Beschäftigungseffekte des Offshore Ausbaus der Windenergie in der Region Westküste am Beispiel der Teilszenarien A (höchster Anteil der Region) und C (nur Betrieb und Wartung)

Abbildung 6a: Teilszenario A

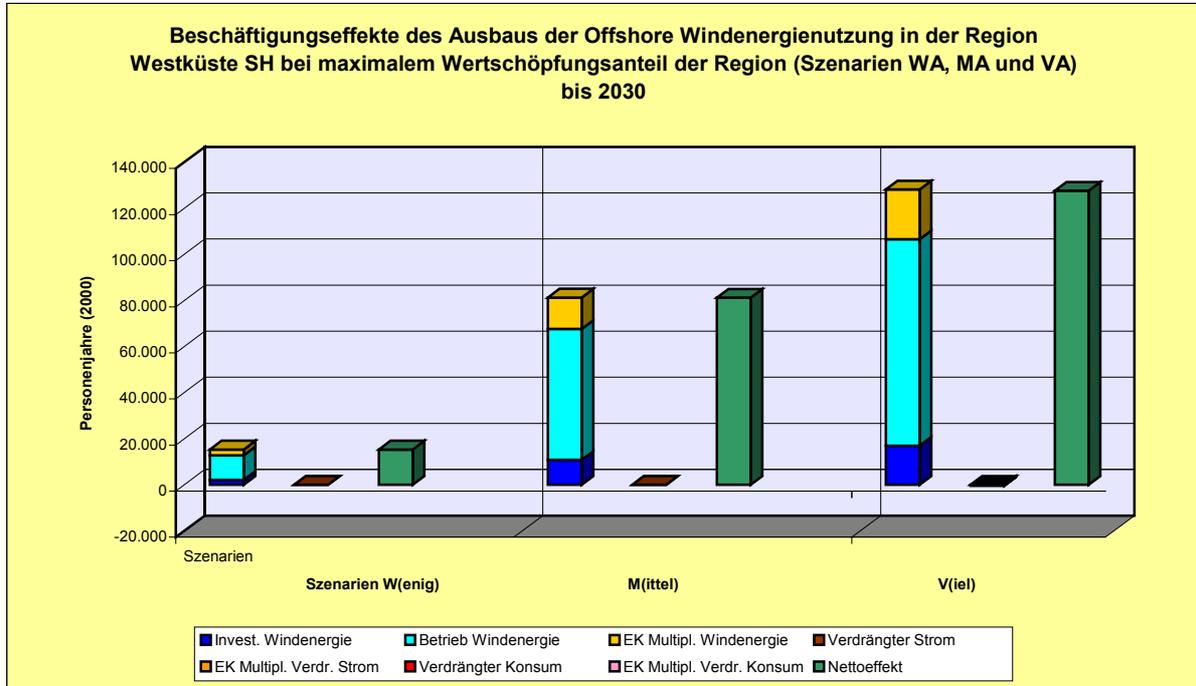
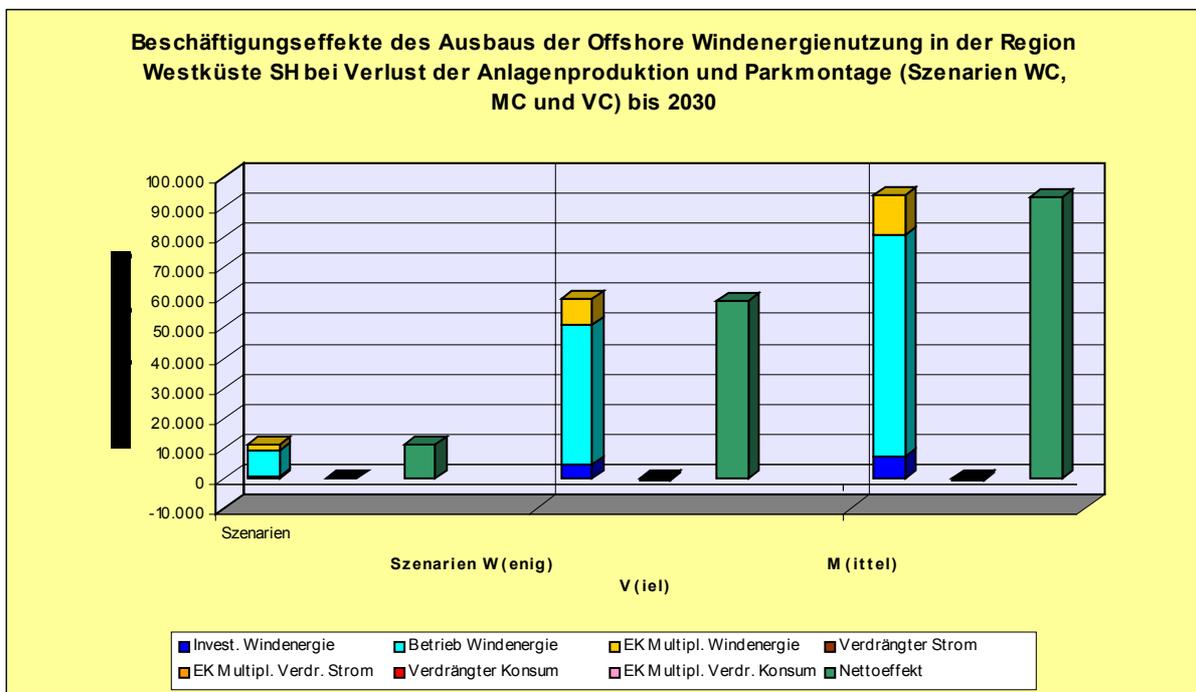


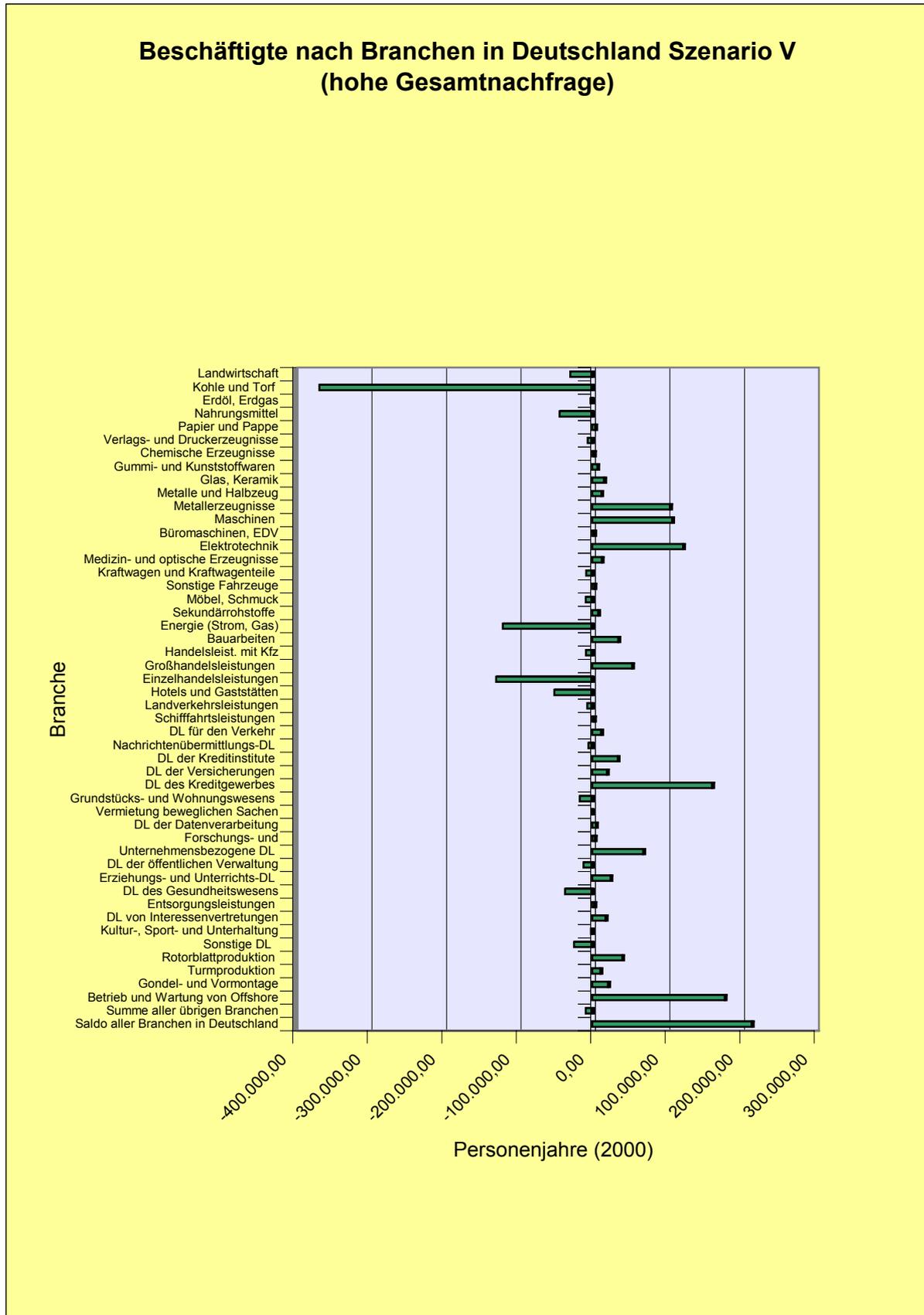
Abbildung 6b: Teilszenario C



4.2.3 Aufteilung auf Branchen

Bereits Abbildung 4 hat deutlich gezeigt, dass es im Bund ausgeprägte positive und negative Beschäftigungseffekte gibt, die sich bei einem leicht positiven Saldo die Waage halten. Nichts anderes ist zu erwarten, da letztendlich ja nur Nachfrage von einer Möglichkeit der Stromerzeugung zu einer neuen Möglichkeit verschoben wird. Eventuell auftretende Differenzen in den Stromkosten werden zusätzlich über Abschläge beim Konsum kompensiert. Es stellt sich nun die Frage, welche Branchen von der neuen Entwicklung besonders profitieren und welche besonders hohe Einbußen hinnehmen müssen. Aus der Gesamtzahl aller in der Analyse berücksichtigten Branchen der deutschen Volkswirtschaft sind nur die signifikant betroffenen Branchen ausgewählt worden und in ihren Beschäftigungseffekten in Abbildung 7 dargestellt.

Abbildung 7: Beschäftigungseffekte des Szenarios V (hohe Gesamtnachfrage) in Deutschland nach Branchen (in Personenjahren 2000)



Besonders positiv betroffen sind die Branchen:

- Metallerzeugnisse
- Maschinenbau
- Elektrotechnische Erzeugnisse
- Kreditgewerbe und
- die Unternehmen der Windenergieindustrie

Besonders negativ betroffen sind, bei insgesamt positivem Saldo die Branchen:

- Kohlebergbau
- Elektrizitätswirtschaft
- Nahrungsmittelverarbeitung
- Einzelhandel und
- Hotels und Gaststätten.

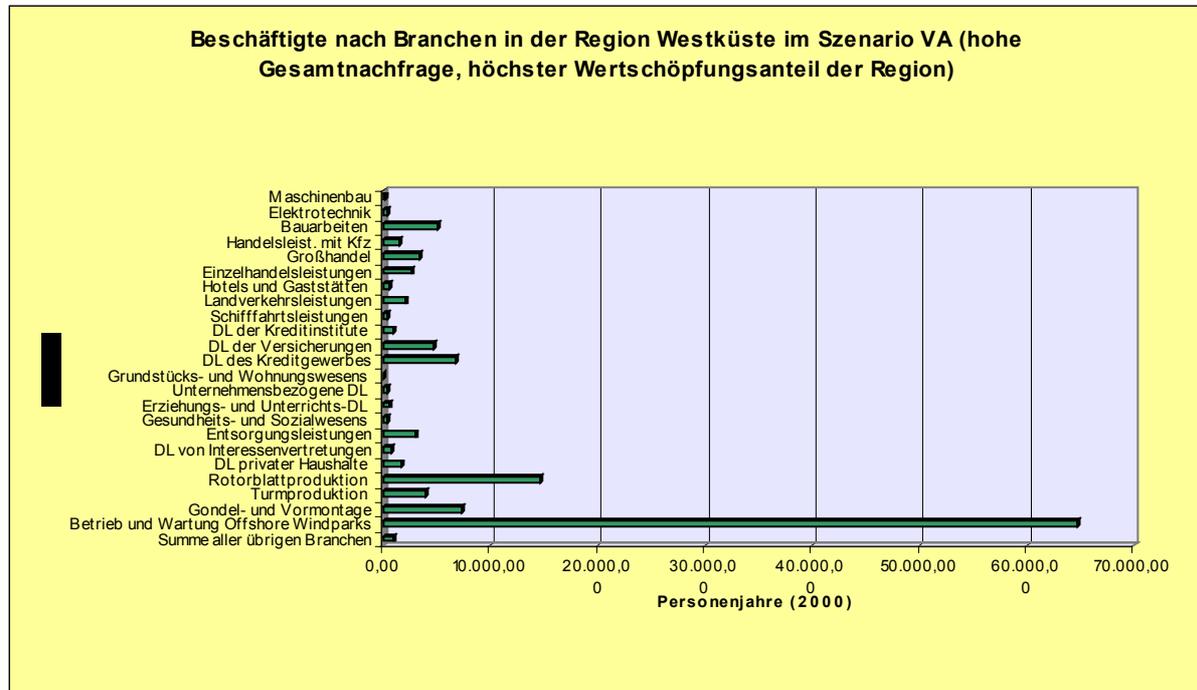
Diese Ergebnisse entsprechen den Erwartungen. Da im Bereich der Vorleistungen der Windenergie besonders Metallerzeugnisse, Maschinen und elektrotechnische Einrichtungen als wichtige Anlagenkomponenten nachgefragt werden. Auf der anderen Seite ist es besonders der Bereich des hoch subventionierten Steinkohlebergbaus, der direkt vom Rückgang der Stromerzeugung im Mittellastbereich betroffen ist. Allerdings dürfte dieser negative regionale Effekt weitgehend durch die positiven regionalen Effekte im Bereich Maschinenbau, Metallerzeugnisse und elektrotechnische Erzeugnisse ausgeglichen werden. Alle Effekte treffen vor allem den Bereich des Ruhrgebiets in Nordrhein-Westfalen.

Die übrigen negativen Brancheneffekte beruhen auf den unterstellten Reduktionen im Bereich des privaten Konsums. Sollten allerdings die Preise für die konventionelle Stromerzeugung weiter so steigen wie 2005 und 2006, dürfte sich die Kostenbilanz bereits in den ersten Jahren der Offshore Windenergienutzung in der deutschen Nordsee umkehren. Für unsere Analyse sind die Preisverhältnisse des Jahres 2004 unterstellt worden.

Betrachtet man nun die Brancheneffekte in der Region Westküste, so fehlen erwartungsgemäß negativ betroffene Branchen. Selbst die Bereiche Einzelhandel, Nahrungsmittelproduktion und Hotels und Gaststätten, die im Bund negative Beschäftigungseffekte zu verzeichnen haben, schneiden in der Region Westküste beim Windenergieausbau positiv ab, da sie von der zusätzlichen Kaufkraft in der Region stärker profitieren als sie unter dem bundesweiten

Ausfall von Konsumnachfrage leiden. Abbildung 8 zeigt die Beschäftigungseffekte des Szenarios V in der Variante A in der Region Westküste.

Abbildung 8: Kumulierte Beschäftigungseffekte des Szenarios VA nach Branchen in der Region Westküste (in Personenjahren 2000)



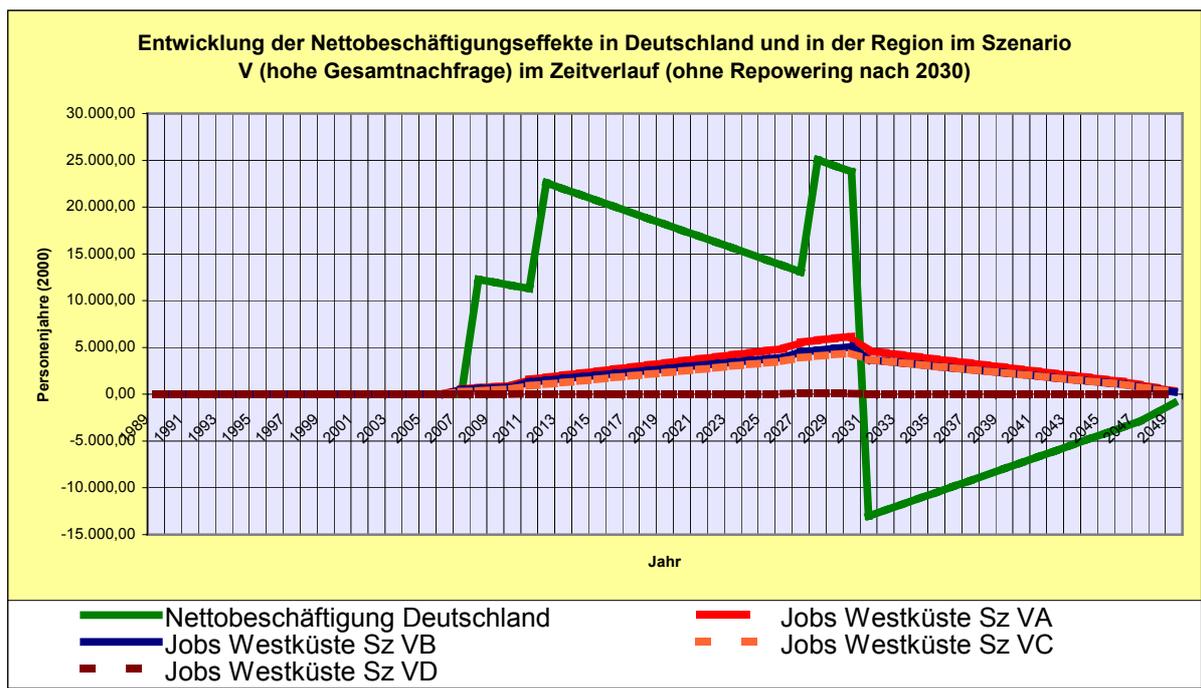
Aus Abbildung 8 wird deutlich, dass die Region kaum über Zulieferindustrien im Bereich Maschinenbau, Elektrotechnik oder Metallwaren verfügt. Neben den letzten Stufen der Wertschöpfungskette der Windenergieindustrie (Rotorblattproduktion, Turmbau, Gondel- und Vormontage, Betrieb und Wartung) sind es vor allem das Baugewerbe und diverse Dienstleistungsbranchen, die in der Region besonders vom Ausbau der Windenergie profitieren können. Abbildung 8 zeigt auch, dass es sich durchaus lohnen kann, über die bisherigen Unternehmen hinaus Produktionen im Bereich der Rotorblattfertigung und der Turmproduktion in der Region anzusiedeln. Im Szenario VA würden sich die positiven Beschäftigungseffekte dieser beiden Produktionsbereiche auf fast 20.000 Personenjahre summieren.

4.2.4 Effekte im Zeitverlauf

Bisher sind nur die kumulierten Beschäftigungseffekte der betrachteten Gesamtperiode dargestellt worden. Entsprechend den in den Szenarien betrachteten Investitionsverläufen haben diese aber eine zeitliche Struktur. Die Beschäftigungswirkungen der Investitionen

fallen jeweils im Jahr der Investition analog zur Investitionshöhe (beziehungsweise zur installierten Anlagenleistung) an. Die Beschäftigungswirkungen von Betrieb und Wartung fallen hingegen in den zwanzig Jahren des Anlagenbetriebs ab Aufstellung der Anlage an. Abbildung 9 zeigt die Nettobeschäftigungseffekte des Szenario V in Deutschland und die Nettoeffekte der vier Unterszenarien in der Region Westküste.

Abbildung 9: Nettobeschäftigungseffekte des Szenario V im Zeitverlauf in Deutschland und in der Region Westküste



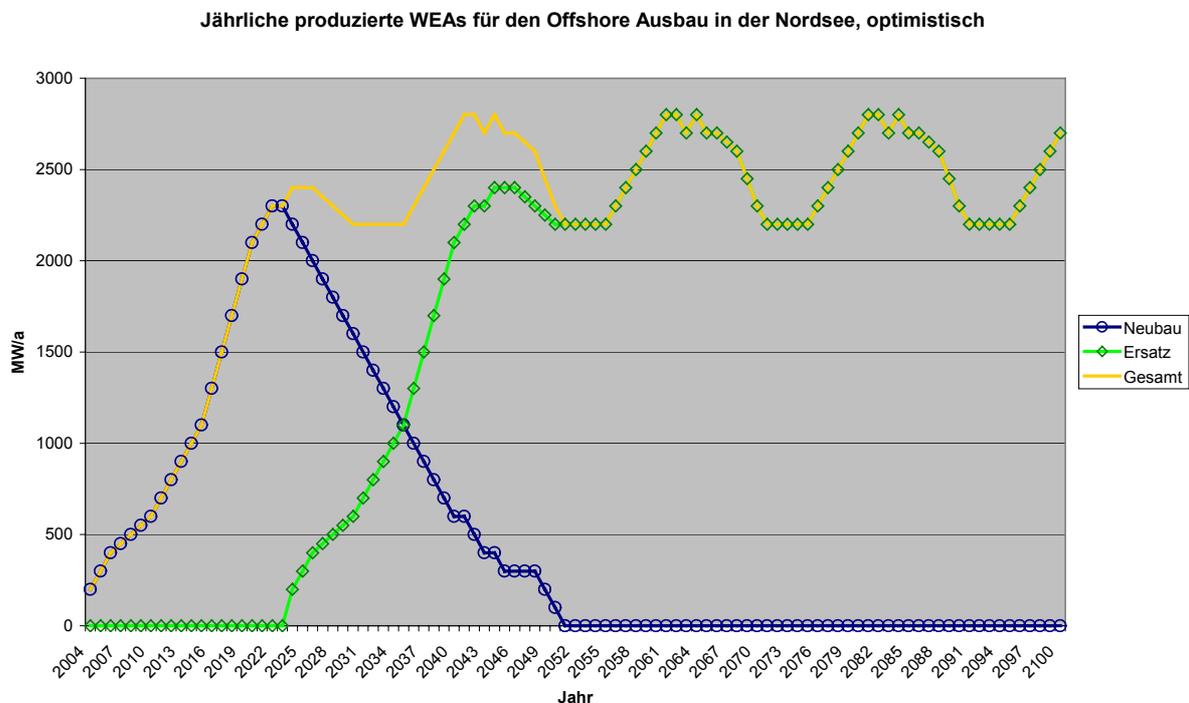
Die positiven Nettobeschäftigungseffekte in Deutschland sind von den Phasen der Investition in die Windenergieanlagen bis 2030 und die per Saldo negativen Effekte des Betriebs im Vergleich zum ersetzten konventionellen Strom und zum ersetzten privaten Konsum geprägt. Ab dem Ende der betrachteten Investitionsaktivitäten im Jahr 2030 werden die Nettoeffekte im Bund negativ und gehen mit Ende des Betriebs der Anlagen im Jahr 2050 auf Null. Im Bund kann man beim positiven Gesamtsaldo davon sprechen, dass Beschäftigungseffekte in der Zeit nach vorne verlagert werden. Zwischen 2013 und 2030 liegt der Saldo pro Jahr beständig über 10.000 Personenjahren. Allerdings fällt er 2031 auf ca. minus 13.000 Personenjahre und sinkt dann praktisch linear bis 2050 auf Null.

In der Region Westküste überwiegen in allen Unterszenarien während des gesamten Zeitraums die positiven Beschäftigungseffekte. In keinem Jahr ist der Saldo in der Region

negativ. Dafür fallen die jährlichen Spitzenwerte aber auch deutlich geringer aus. Sie liegen im besten Fall bei ca. 5.000 Personenjahren im Jahr 2030, bis dahin steigen sie fast linear an, um dann bis zum Jahr 2050 fast linear auf Null abzusinken. Dies gilt allerdings in der absoluten Höhe nur im Fall der Unterszenarien A, B und C (maximaler bis mittlere Wertschöpfungsanteile der Region). Im Unterszenario D (Abwanderung der Windenergieindustrie) sind die verbleibenden Effekte zwar in jedem Fall noch positiv, aber sie erreichen im Schnitt nur eine Höhe von ca. 40 Personenjahren pro Jahr.

Die hier dargestellten Effekte im Zeitverlauf täuschen aber über die wirkliche Struktur der Effekte hinweg. Dadurch, dass im Rahmen der Szenarien nur Investitionen bis zum Jahr 2030 berücksichtigt werden, wird leicht übersehen, dass ja auch nach dem Jahr 2030 der Ersatz der außer Betrieb gehenden Anlagen zu erwarten ist. Berücksichtigt man diesen Effekt, so kommt es zu einer zyklischen Entwicklung der Beschäftigungseffekte auf relativ hohem Niveau. Abbildung 10, die aus Hohmeyer 2003 (S. 23) entnommen ist, zeigt den sich durch Neubau und Ersatz von Anlagen einschwingenden Zustand für ein langfristiges Ausbauszenario in der deutschen Nordsee als jährlich zu installierende Kapazität in MW.

Abbildung 10: Jährliche Entwicklung des Ausbaus, des notwendigen Ersatzes der vorhandenen Anlagen und die resultierende Gesamtproduktion im Szenario ‚Hohmeyer 2, optimistischer Ausbau‘ in MW/a (entnommen aus Hohmeyer 2003, S. 23)



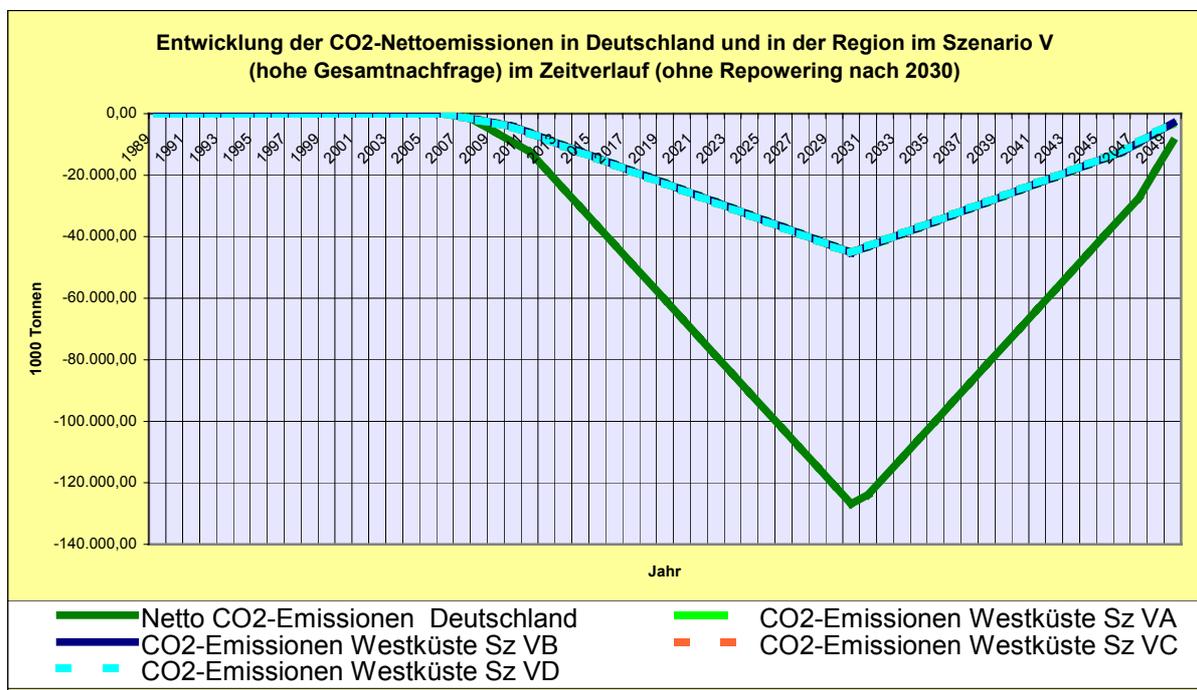
4.3 Auswirkungen auf CO₂-Emissionen

Im nationalen Rahmen ist der wesentliche Antrieb für den Ausbau der regenerativen Energiequellen in Deutschland und den Windenergieausbau in der deutschen Nordsee allerdings nicht die Überlegung, hier einen besonders positiven Effekt für den Arbeitsmarkt zu erzielen. Vielmehr steht im Mittelpunkt aller Überlegungen die Reduktion der Emissionen des Treibhausgases CO₂ aus dem Energiesektor.

Wie Abbildung 11 zeigt, kann der Ausbau der Windenergie im Szenario V mit dem bis zum Jahr 2030 erreichten Ausbau fast 130 Millionen Tonnen CO₂ pro Jahr einsparen, wenn diese Mittellaststrom in Deutschland ersetzt. Im Szenario M sind dies maximal 75 Millionen Tonnen und im Szenario W maximal 12 Millionen Tonnen CO₂. Wie bereits im Kapitel 4.2 angesprochen, ist davon auszugehen, dass dieser Ausbauzustand durch Repowering gehalten werden kann, auch wenn dies in den hier betrachteten Szenarien nicht enthalten ist. Im hier betrachteten Fall steigen die vermiedenen Emissionen ab dem Jahr 2007 fast linear bis zum

Jahr 2030, um dann bis zum Jahr 2050 linear wieder auf Null zu sinken. Die vermeidbaren CO₂-Emissionen liegen im Fall des Szenario V immerhin bei mehr als einem Drittel der CO₂-Emissionen des Energiesektors aus dem Jahr 1990, dem Basisjahr für alle Reduktionsberechnungen. Man kann also feststellen, dass der Ausbau der Windenergie in der deutschen Nordsee bis zum Jahr 2030 einen sehr erheblichen Beitrag zum Klimaschutz leisten kann.

Abbildung 11: Nettoreduktion der CO₂-Emissionen im Zeitverlauf im Szenario V in Deutschland und in der Region Westküste



5. Schlussfolgerungen und Empfehlungen

Es kann festgehalten werden, dass der Ausbau der Windenergie in der deutschen Nordsee:

- eine erhebliche Entlastung im Bereich der deutschen Emissionen von Treibhausgasen sicherstellen kann
- in jedem Fall per Saldo zu einer Erhöhung der inländischen Bruttowertschöpfung in Deutschland führt
- in jedem Fall per Saldo zu einer Erhöhung der Beschäftigung in Deutschland beitragen kann
- per Saldo zu erstaunlich hohen positiven Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekten in der Region Westküste führt
- bei Sicherstellung eines hohen Anteils der Region Westküste an der Wertschöpfungskette der Windenergie in der Region zu fast 50% der positiven Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekten auf Bundesebene führen kann.

Es wird dringend empfohlen, zur Sicherstellung der positiven Wirkungen des Ausbaus der Windenergie in der deutschen Nordsee:

- den Ausbau auf hohem Niveau voranzutreiben (Szenario V)
- den Anteil der Region Westküste an der Wertschöpfungskette der Windenergie durch geeignete Wirtschafts- und Regionalpolitik möglichst auf ein Maximum zu erhöhen
- dem Trend zur Abwanderung bereits in der Region vorhandener Unternehmen der Windbranche durch die Schaffung geeigneter Infrastruktur (besonders Hafenausbau) entschieden entgegenzuwirken, da dies, wie Unterszenario D zeigt, verheerende Folgen haben kann.

6. Literaturliste

Bundesverband Windenergie (2003):

Windenergie 2003 – Marktübersicht. Osnabrück

Croll, Thorkild und Tom Trittin (2002):

The German-Danish offshore wind farm project DanTysk – Life cycle assessment of offshore wind turbines, hydrogen generation and market entry strategies. Diplomarbeit. Eingereicht im Studiengang Energie- und Umweltmanagement der Universität Flensburg. Flensburg

Deutsches Windenergie-Institut (DEWI) (1999):

Studie zur aktuellen Kostensituation der Windenergienutzung in Deutschland. Vorläufiger Endbericht. Studie im Auftrag des Bundesverband WindEnergie. Bearbeiter: Bärbel Schwenk und Knud Rehfeld. Wilhelmshaven

Deutsches Windenergie-Institut (DEWI) (2001):

Weiterer Ausbau der Windenergienutzung im Hinblick auf den Klimaschutz – Teil 1. Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. Bearbeiter: Knud Rehfeld, Gerhard J. Gerdes und Matthias Schreiber. Wilhelmshaven

Deutsches Windenergie-Institut (DEWI) (2002):

Studie zur aktuellen Kostensituation 2002 der Windenergienutzung in Deutschland. Endfassung. Studie im Auftrag des Bundesverband WindEnergie. Bearbeiter: Thomas Neumann, Carsten Ender und Jens-Peter Molly. Wilhelmshaven

Deutsches Windenergie-Institut (DEWI) und Fichtner beratende Ingenieure (2001):

Von Onshore zu Offshore – Randbedingungen für eine ökonomische und ökologische Nutzung von Offshore-Windenergieanlagen in Deutschland. Kurzfassung einer Studie im Auftrag des VDMA. Ohne Ort

Dibbern, Sönke (2003):

Regionalwirtschaftliche Effekte von Offshore-Windparks am Beispiel „Sky 2000“ in der Mecklenburger Bucht. Praxisarbeit im Studiengang Energie- und Umweltmanagement der Universität Flensburg. Vorgelegt am 31.1.2003

Hohmeyer, Olav und Hans-Joachim Rahner (1980)

Untersuchung der Auswirkungen des Baus von ausgewählten Technologien zur rationellen Energienutzung und zur Nutzung regenerativer Energiequellen auf die Produktion und Beschäftigung in der Bundesrepublik Deutschland. Diplomarbeit an der Universität Bremen

Hohmeyer, Olav (1989):

Soziale Kosten des Energieverbrauchs – Externe Effekte des Elektrizitätsverbrauchs in der Bundesrepublik Deutschland. Berlin

Hohmeyer, Olav, Roland Menges und Anton Schweiger (2000):

Arbeitsplatzeffekte einer integrierten Strategie für Klimaschutz und Atomausstieg.
Untersuchung im Auftrag von Greenpeace Deutschland. Hamburg

Hohmeyer , Olav (2003):

Regionalökonomische Auswirkungen des Ausbaus einer Offshore Struktur des
Husumer Hafens

Niedersächsische Energieagentur, Deutsches Windenergieinstitut und Niedersächsisches
Institut für Wirtschaftsforschung (2001):

Untersuchung der wirtschaftlichen und energiewirtschaftlichen Effekte von Bau und
Betrieb von Offshore-Windparks in der Nordsee auf das Land Niedersachsen.
Hannover, 14.06.2001

Petersen, Craig (1977):

Sector Specific Output and Employment Impacts of a Solar Space and Water Heating
Industry. Logan, Utah (USA)

Stäglich, Rainer et al. (1976):

Weiterentwicklung der Input-Output-Rechnung als Instrument der
Arbeitsmarktanalyse. Gutachten des Deutschen Instituts für Wirtschaftsforschung
Berlin im Auftrag der Bundesanstalt für Arbeit. Beiträge zur Arbeitsmarkt- und
Berufsforschung. Band 13. Hrsg. Institut für Arbeitsmarkt und Berufsforschung der
Bundesanstalt für Arbeit. Nürnberg

Statistisches Bundesamt (2002):

Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen. Input-Output-Rechnung 1997 nach 71
Gütergruppen / Produktionsbereichen. Wiesbaden

Statistisches Bundesamt (2002a):

Statistisches Jahrbuch 2002. Wiesbaden

Anhang 1: Methodische Vorgehensweise

Die folgenden Ausführungen zur methodischen Vorgehensweise basieren auf einem Text des Autors aus dem Jahr 2000 (Hohmeyer et al. 2000, S. 134ff)

A 1.1 Komparativ-statische Input-Output-Analyse

Die ökonomischen Wirkungen einer bestimmten Endnachfrage entfalten sich nicht nur auf der letzten Ebene der Produktion, sondern auch durch die Produktion aller Vor- und Vorvorleistungsgüter auf allen vorgelagerten Produktionsebenen. Ein sehr nützliches Instrument zur Analyse der gesamten Kette von Produktions- und Vorleistungseffekten ist die Input-Output-Analyse.

Die Input-Output-Analyse stellt die Volkswirtschaft als eine Reihe von Branchen dar, die für ihre Produktion primäre Inputs wie Arbeit oder Kapital und Vorleistungsinputs, wie Stahl oder Elektrizität einsetzen. Die Branchen liefern ihre Produkte entweder an die Endnachfrage oder als Vorleistungsgüter an andere Branchen. Nimmt man für jede Branche eine lineare Produktionsfunktion mit festen Faktoreinsatzverhältnissen, also konstanter Technologie, an, kann man die Ökonomie als eine Matrix von Produktionsfunktionen darstellen (vgl. Tabelle A1).

Tabelle A1: Darstellungsschema einer Input-Output-Tabelle

Branche		Verkäufe				
		1	2	3	Endnachfrage	Gesamte Nachfrage
Kä ufe	1	a_{11}	a_{12}	a_{13}	y_1	x_1
	2	a_{21}	a_{22}	a_{23}	y_2	x_2
	3	a_{31}	a_{32}	a_{33}	y_3	x_3
	Primäre Inputs	v_1	v_2	v_3		
	Gesamte Produktion	x_1	x_2	x_3		Σx_i

Hierbei gibt jede der Spalten 1 - 3 der Matrix die Koeffizienten der Produktionsfunktionen einer Branche wieder. Der Koeffizient a_{23} gibt beispielsweise an, wie viel Einheiten des Produkts der Branche 2 direkt in die Produktion der Branche 3 eingehen.

In Matrixschreibweise ergibt sich:

$$Ax + y = x$$

$$y = x - Ax$$

$$y = x * (E - A)$$

mit: A: Matrix der Inputkoeffizienten
 y: Vektor der Endnachfrage
 x: Vektor der Bruttonachfrage
 E: Einheitsmatrix.

Auflösung nach der Bruttonachfrage x ergibt:

$$x = (E - A)^{-1} * y.$$

Mit Hilfe dieser Funktion ist es möglich, bei einer gegebenen Endnachfrage (y) und bekannten Inputkoeffizienten A, durch Inversion von (E - A) die Matrix der Koeffizienten der gesamten Vorleistungsinputs und damit die auf allen Ebenen angestoßenen Produktionseffekte der Endnachfrage zu berechnen. Die Matrix (E - A) nennt man nach dem Begründer der Input-Output-Analyse 'Leontiefmatrix' und $(E - A)^{-1}$ die 'Leontief-Inverse'.

Ist bekannt, wie viele Arbeitsstunden oder Beschäftigungsjahre zur Herstellung einer Einheit des Produktes einer Branche benötigt werden (so genannte Arbeitskoeffizienten), so lassen sich aus den berechneten Produktionseffekten mit Hilfe solcher Koeffizienten (Arbeitsstunden pro Millionen DM Produktionswert) die induzierten Beschäftigungseffekte einer gegebenen Endnachfrage berechnen. Diese Beschäftigungseffekte beziehen sich jeweils auf das Basisjahr der Input-Output-Tabelle und der zugehörigen Arbeitskoeffizienten (vgl. Stäglin 1976). Fallen die Effekte erst in späteren Jahren an, so ist damit zu rechnen, dass die spezifischen Arbeitsproduktivitäten steigen und damit die von einer gegebenen Nachfrage induzierten Beschäftigungseffekte sinken.

Die vorgelegten Berechnungen basieren auf den funktional disaggregierten amtlichen Input-Output-Tabellen des Statistischen Bundesamtes für 1997 (Statistisches Bundesamt 2002), die sich aufgrund ihrer funktionalen Aggregation besonders gut für die Analyse technikspezifischer Wirkungen eignen.

Verfügt man für die Analyse der ökonomischen der Auswirkungen verschiedener Ausbauszenarien der Windenergie in der deutschen Bucht über umfassende empirische Informationen über die Produktions- und Vorleistungsstrukturen der eingesetzten Technologien, so kann man diese als zusätzliche Produktionsfunktionen in die vorhandenen Input-Output-Tabellen integrieren. Die spezifischen Auswirkungen des Ausbaus der Windenergie können dann durch eine im Modell direkt modelliert werden (vg. hierzu Petersen 1977 S. 18, Hohmeyer und Rahner 1980 oder Hohmeyer 1989, S. 85). Verfügt man lediglich über Informationen zur Aufteilung der Kosten der einzelnen Technologien auf deren Hauptkomponenten, nicht aber über detaillierte Informationen über die Produktions- und Vorleistungsstrukturen der neuen Produktion selbst, so bietet es sich an, die Gesamtnachfrage nach einer spezifischen Technologie entsprechend auf Teilnachfragen nach diesen Hauptkomponenten aufzuteilen und den entsprechenden Branchen der Input-Output-Tabelle zuzuordnen, in welchen diese Komponenten produziert werden. Im Gutachten wurde der erste Ansatz gewählt, da sowohl zur Produktion und Montage als auch zum Betrieb der neuen Windenergieanlagen Herstellerbefragungen zu ihren Produktions- und Vorleistungsstrukturen durchgeführt werden konnten.

A 1.2 Einschränkungen des verwendeten Ansatzes

Wie auch andere komplexe Analysemethoden, so ist auch die komparativ-statische Input-Output-Analyse nicht frei von notwendigen Annahmen und Beschränkungen, die gegebenenfalls als Restriktionen der konkreten Arbeit bzw. der Interpretationsmöglichkeiten der Analyseergebnisse beachtet werden müssen. So basiert die komparativ-statische Input-Output-Analyse auf drei fundamentalen Annahmen:

- jede Branche produziert ein homogenes Produkt oder eine Produktmischung, die sich nicht ändert
- jede Branche produziert mit einer gegebenen Technologie, also mit Inputs in festgelegten Einsatzverhältnissen und

- jede Branche produziert mit konstanten Skalenerträgen.

Jede dieser drei Annahmen bedeutet eine erhebliche Vereinfachung gegenüber der Realität. Bei einer komparativ-statischen Analyse der Auswirkungen zweier konkurrierender Technologien kann es aber durchaus nützlich sein, die Komplexität der realen Zusammenhänge für die Analyse zu reduzieren und so überlagernde Effekte wie Verschiebungen im Produkt- oder Inputfaktormix einer Branche auszublenden.

Darüber hinaus sei noch auf einige weitere Probleme der Analyse aufmerksam gemacht:

- Bereits die Aufstellung der Input-Output-Tabellen, insbesondere der Teilmatrix der Vorleistungsverflechtungen sowie auch der Matrix der direkten Inputs sieht sich in Teilbereichen mit erheblichen Datenproblemen konfrontiert, was die Zuverlässigkeit der amtlich berechneten Werte besonders außerhalb des verarbeitenden Gewerbes beeinträchtigen kann.
- Die Input-Output-Tabelle basiert auf den ökonomischen und technischen Strukturen der Bundesrepublik im Jahr 1997, welche heute schon überholt sind und in Bezug auf den Untersuchungszeitraum noch weniger die zukünftigen Strukturen genau abzubilden vermögen. Unabhängig vom konkreten Basisjahr ist dies allerdings ein Problem jeder vorausschauenden ökonomischen Analyse, da Tausende von Koeffizienten in ihrer zukünftigen Entwicklung prognostiziert werden müssten. Es ist fraglich, ob eine solche unsichere Prognose zukünftiger Strukturen realistischere Ergebnisse liefern würde, als die Arbeit mit den bekannten Strukturen des Jahres 1997.
- Die ausgewiesenen Beschäftigungseffekte werden in Produktivitäten des Jahres 1997 angegeben.
- Die Produktions- und Vorleistungsstrukturen der zu untersuchenden Energietechnologien wurden in der Regel durch Hersteller- und Betreiberbefragungen mit freiwilliger Teilnahme oder durch Literaturlauswertung gewonnen. Sie können daher die bisher realisierten Produktions- und Vorleistungsstrukturen nur annähernd abbilden.
- Die Analyse beinhaltet keine Veränderungen durch Preisreaktionen, weder im Produktions- noch im Konsumbereich.

- Die Analyse erfasst keine Exportveränderungen aufgrund eventuell erarbeiteter komparativer Wettbewerbsvorteile im Bereich der neuen Energietechnologien.

Bei der Interpretation der Ergebnisse muss beachtet werden, dass alle genannten Punkte die Verlässlichkeit der berechneten Ergebnisse deutlich einschränken.