



Wachstums-, Beschäftigungs- und Umweltwirkungen von Ressourceneinsparungen in Österreich

**Andrea Stocker, Friedrich Hinterberger,
Anett Grossmann und Marc Ingo Wolter**

Die AutorInnen

Andrea Stocker (SERI)

studierte Umweltsystemwissenschaften mit Fachschwerpunkt Volkswirtschaftslehre an der Karl Franzens Universität Graz. Von 2000 bis 2001 Projektassistentin an der Karl Franzens Universität Graz. Danach freie Forscherin im Bereich Nachhaltigkeit an der Wirtschaftsuniversität Wien. Seit 2003 wissenschaftliche Mitarbeiterin am Sustainable Europe Research Institute (SERI). Forschungsschwerpunkte: Ökologische Ökonomie, Input-Output Analyse und integrierte ökologisch-ökonomische Modellierung.

Friedrich Hinterberger (SERI)

1985-1991 Wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Justus-Liebig-Universität Gießen. Seit 1985 Lehrbeauftragter an Universitäten im In- und Ausland. 1993-2000 Mitarbeit am Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie, Leiter der Arbeitsgruppe Ökologische Ökonomie und Ökologische Wirtschaftspolitik, Seit 1999 Gründungspräsident des Sustainable Europe Research Institute. Arbeitsschwerpunkte: Ecological Economics, Governance for a Sustainable Europe, Scenarios for sustainable economies and societies, Glücksforschung

Anett Großmann, Marc Ingo Wolter

Wissenschaftliche MitarbeiterInnen der Gesellschaft für Wirtschaftliche Strukturforschung (GWS), Osnabrück.

Contact:

andrea.stocker@seri.at

Die SERI Study 7 fasst die Ergebnisse des Projektes „Wachstums-, Beschäftigungs- und Umweltwirkungen von Ressourceneinsparungen“ zusammen (Auftraggeber: Umweltministerium).

**Wachstums-, Beschäftigungs- und Umweltwirkungen
von Ressourceneinsparungen**
Endbericht

Andrea Stocker, Friedrich Hinterberger
Sustainable Europe Research Institute (SERI)



Anett Grossmann, Marc Ingo Wolter
Gesellschaft für Wirtschaftliche Strukturforchung (GWS)



Eine Studie im Auftrag des Lebensministeriums



lebensministerium.at

Wien, Mai 2007

Inhaltsverzeichnis

0. Executive Summary.....	7
1. Einleitung.....	12
2. Das integrierte Umwelt-Energie-Wirtschafts-Modell „e3.at“.....	13
2.1. Allgemeine Modelleigenschaften.....	13
2.2 Datenbasis.....	15
2.3. Modellstruktur im Überblick.....	16
2.4. Das ökonomische Modell im Detail.....	18
2.5. Das Materialmodell.....	22
3. Die Szenarien.....	24
3.1. Szenarien im Überblick.....	24
3.1. Das Business as Usual (BAU) Szenario.....	25
3.2. Das „Aachen I“ Szenario.....	30
3.2.1. Beschreibung des Szenarios.....	30
3.2.2. Ergebnisdarstellung.....	30
3.3. Das Szenario „Aachen II“.....	33
3.3.1. Beschreibung des Szenarios.....	33
3.3.2. Ergebnisdarstellung.....	35
3.4. Das Konsumszenario.....	38
3.4.1. Beschreibung des Szenarios.....	38
3.4.2. Ergebnisdarstellung.....	39
3.5. Exkurs „Arbeitszeitverkürzung“.....	42
3.5.1. Beschreibung des Szenarios.....	42
3.5.2. Ergebnisdarstellung.....	42
4. Zusammenfassung und Schlussfolgerungen.....	44
5. Forschungsbedarf.....	46
6. Literatur	48
7. Anhang: Potentialanalyse.....	51
7.1. Vorgehensweise.....	51
7.2. Analyse des Bausektors.....	51
7.3. Herstellung von Kunststoffwaren.....	54
7.4. Be- und Verarbeitung von Holz.....	56
7.5. Zusammenfassende Ergebnisse.....	58
7.6. Literatur.....	60

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Modellstruktur im Überblick.....	16
Abbildung 2: Input-Output-Modell: Ein Überblick.....	19
Abbildung 3: Arbeitsmarkt.....	20
Abbildung 4: Kontensystem der VGR.....	21
Abbildung 5: Materialinputs (Überblick).....	22
Abbildung 6: Verarbeitungskette am Beispiel der Holzverarbeitung.....	23
Abbildung 7: Wertschöpfungskette am Beispiel der Holzverarbeitung.....	23
Abbildung 8: Absolute und relative Veränderungen des Bruttoinlandsprodukts.....	25
Abbildung 9: Absolute und relative Veränderung der Beschäftigung.....	26
Abbildung 10: Entwicklung der Materialverbräuche.....	27
Abbildung 11: Entwicklung der Materialproduktivität.....	27
Abbildung 12: Relative Abweichungen des Bruttoinlandsproduktes und des Materialverbrauches gegenüber dem Basislauf (in %).....	31
Abbildung 13: Entwicklung des Materialverbrauchs insgesamt (in 1.000 Tonnen).....	32
Abbildung 14: Entwicklung des Materialverbrauchs insgesamt (in 1.000 Tonnen).....	36
Abbildung 15: Relative Abweichungen des Bruttoinlandsproduktes und des Materialverbrauchs gegenüber dem Basislauf (in %).....	37
Abbildung 16: Entwicklung der Nachfrage der privaten Haushalte (in Mrd. EUR)	39
Abbildung 17: Relative Abweichungen des Bruttoinlandsproduktes und des Materialverbrauches gegenüber dem Basislauf (in %).....	40
Abbildung 18: Entwicklung des Materialverbrauchs insgesamt (in 1.000 Tonnen).....	40

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Entwicklung der Beschäftigten in ausgewählten Wirtschaftsbereichen..... 26

Tabelle 2: Importe und Heimische Extraktion nach Materialien (in 1.000 Tonnen)..... 29

Tabelle 3: Entwicklung der Beschäftigung in ausgewählten Branchen (in 1000 Personen)..... 32

Tabelle 4: Simulationsergebnisse für die Jahre 2010 und 2020, dargestellt als Abweichungen vom Basisszenario (in %)...... 33

Tabelle 5: Entwicklung der Beschäftigung in ausgewählten Branchen (in 1000 Personen)..... 37

Tabelle 6: Simulationsergebnisse für die Jahre 2010 und 2020, dargestellt als Abweichungen vom Basisszenario (in %)...... 38

Tabelle 7: Simulationsergebnisse für die Jahre 2010 und 2020, dargestellt als Abweichungen vom Basisszenario (in %)...... 41

Tabelle 8: Entwicklung des BIP, der Beschäftigten und der Arbeitnehmerentgelte (in %), dargestellt als relative Abweichung vom Basislauf..... 42

Tabelle 9: Arbeitsnachfrage und -angebot nach Qualifikationen (in 1000 Personen)..... 43

Tabelle 10: Simulationsergebnisse für die Jahre 2010 und 2020, dargestellt als Abweichungen vom Basisszenario (in %)...... 44

0. Executive Summary

Fragestellung



In der österreichischen Nachhaltigkeitsstrategie sind die Erhöhung der Ressourceneffizienz der österreichischen Wirtschaft um den Faktor 4 und die absolute Entkoppelung des Ressourcen- und Energieverbrauchs vom Wirtschaftswachstum als zentrale Leitziele zur Umsetzung einer nachhaltigen Entwicklung formuliert (vgl. Österreichische Bundesregierung, 2002, S.36). Diese ambitionierten Ziele wurden bislang allerdings nicht erreicht. In den

letzten Jahrzehnten zeigt sich in Österreich zwar eine deutliche Verlangsamung des Zuwachses im Ressourcenverbrauch, eine aus Nachhaltigkeitsgesichtspunkten nötige absolute Reduktion ist bisher jedoch nicht festzustellen (Haberl et al. 2006).

Um gleichzeitig ein Wachstum der Wirtschaftsleistung und eine Eindämmung des Ressourcenverbrauchs erreichen zu können, muss die Ressourceneffizienz von Unternehmen verbessert werden. Dafür gibt es laut internationalen Studien erhebliche Potentiale, die zu einer deutlichen Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit der heimischen Wirtschaft beitragen könnten. Dabei ist aber zu beachten, dass Einsparungen auf der Unternehmensebene nicht automatisch zu einer gesamtwirtschaftlichen Reduktion des Ressourcenverbrauchs führen. Wenn verbesserte Ressourceneffizienz die Kosten von Produkten senkt kann die gesamte Nachfrage nach diesen oder anderen Produkten ansteigen – dieses Phänomen bezeichnet man als sogenannten Reboundeffekt.

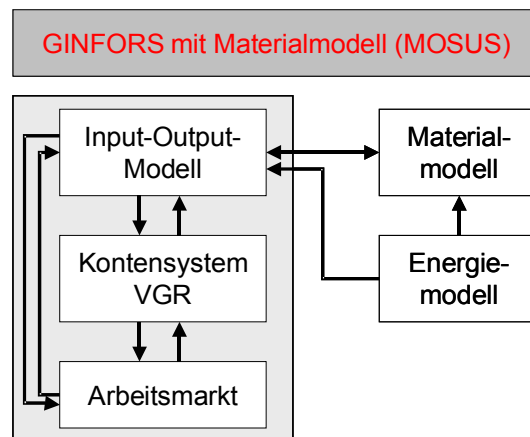
Außerdem ist zu berücksichtigen, dass Effizienzsteigerungen durch technische und soziale Innovationen nicht nur die Ressourcenproduktivität verbessern sondern auch die Arbeitsproduktivität erhöhen, da Güter und Dienstleistungen auch mit geringerem Arbeitsaufwand hergestellt werden können. Wächst die Arbeitsproduktivität schneller als die Wirtschaft, erhöht sich die Arbeitslosigkeit.

In dieser Studie wurde daher analysiert, welche *Auswirkungen auf Beschäftigung, Wirtschaft und Umwelt für die österreichische Volkswirtschaft resultieren, wenn Unternehmen verstärkt in die Erhöhung der Ressourcenproduktivität investieren und damit die innerbetrieblichen Kosten senken*. Dazu wurden vier Szenarien entwickelt und mit Hilfe eines integrierten Umwelt-Energie-Wirtschaftsmodells simuliert

Das integrierte Umwelt-Energie-Wirtschafts-Modell *e3.at*

Das Modell e3.at bildet die österreichische Volkswirtschaft in allen wesentlichen Aspekten ab und zeigt ihre Wechselwirkungen mit der Umwelt auf. Dadurch wird es möglich, neben der Berechnung der gesamtwirtschaftlichen Ressourceneinsparungen und CO₂-Belastungen auch die makroökonomischen Auswirkungen auf Wirtschaftswachstum und Beschäftigung zu analysieren. Das Modell zeigt außerdem die strukturellen Verflechtungen zwischen den einzelnen Branchen der österreichischen Volkswirtschaft und ihre Interaktion mit der Umwelt. Somit können Gewinner und Verlierer von Ressourceneinsparungen identifiziert werden. Die Simulationsergebnisse illustrieren

die Chancen und Risiken aller direkt und indirekt (über die Produktionsverflechtungen) betroffenen Sektoren im Kontext einer Erhöhung der Ressourcenproduktivität. Im Rahmen dieses Projektes wurde das neu entwickelte Modell erstmals eingesetzt. Das Modellsystem beinhaltet zum jetzigen Zeitpunkt ein Wirtschafts-Modell, ein Energiemodell, ein Materialmodell und ein Außenhandelsmodul, das den österreichischen Außenhandel mit einem Weltmodell (GINFORS) verbindet. Die folgende Abbildung gibt einen Überblick über das Gesamtsystem.



Die Szenarien

Ausgehend vom Baseline-Szenario, das die wahrscheinliche zukünftige Entwicklung ohne die Einführung zusätzlicher Maßnahmen darstellt, werden die folgenden Szenarien analysiert:

- (1) „**Aachen I**“: pauschale Reduktion der Materialkosten um 20% bis 2020 im produzierenden Gewerbe und in der Land- und Forstwirtschaft.
- (2) „**Aachen II**“: Reduktion der Materialkosten in ausgesuchten Branchen.
- (3) „**Konsumszenario**“: Abschwächung des Wachstums der privaten Nachfrage.
- (4) „**Arbeitszeitverkürzung**“: Reduzierung der individuellen Arbeitszeit um 1 % bis 2020

Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Effizienzsznarien Aachen I und II

Die Berechnungen zu den Effizienz-Szenarien Aachen I und II zeigen, dass Materialeinsparungen in Unternehmen positive Effekte auf die wirtschaftliche Entwicklung und die Beschäftigung haben, jedoch den absoluten Ressourcenverbrauch nicht eindämmen können.

Ein verminderter Einsatz von Ressourcen bewirkt in den Unternehmen geringere Einkäufe. Dadurch ergeben sich vier wesentliche Wirkungen:

- (1) Die *Produktion wird billiger, wodurch auch die Produktionspreise fallen.*
- (2) Dadurch *steigen die Wettbewerbsfähigkeit und die Inlandsnachfrage*, die durch die erhöhte Exportnachfrage stimuliert wird.
- (3) Die *Ressourcenproduktivität nimmt zu.*
- (4) Die Effekte der gesteigerten Ressourcenproduktivität werden durch die *höhere Nachfrage*

nach den nun billigeren Produkten teilweise kompensiert und der gesamte Materialverbrauch bleibt nahezu unverändert (Reboundeffekt).

Bei der Untersuchung von Materialeinsparungsszenarien macht es Sinn, ausgesuchte Verarbeitungsketten zu betrachten. Durch einen effizienteren Umgang mit Materialien ergeben sich Reduktionspotentiale sowohl bei nachgelagerten Verarbeitungsstufen als auch bei der Endnachfrage. Durch effizienteren Einsatz von Materialien in der Produktion (in allen Verarbeitungsstufen) kann der Materialverbrauch ebenso reduziert werden, wie durch eine verringerte (Material-)Nachfrage von VerbraucherInnen.

Die Ergebnisse der beiden Effizienzsznarien gehen in die gleiche Richtung, wenngleich bei Aachen II die negativen und positiven Effekte wesentlich geringer ausfallen.

Neben den beiden Effizienzsznarien, die auf der Produktionsseite ansetzen, wurden auch zwei Szenarien gerechnet, die auf die Nachfrageseite fokussieren.

Konsumszenario (gedämpftes Wachstum des Konsums)

Die Analyse des Konsumszenarios (gedämpftes Wachstum des Konsums) geht davon aus, dass sich die private Nachfrage im Vergleich zum Basisszenario um 5% (Initialreduktion) geringer ist und dafür mehr gespart wird. Dennoch erhöht sich der Konsum über die Zeit. Es zeigt sich, dass ein abgeschwächtes Wachstum der privaten Nachfrage über alle Güter und Dienstleistungen zu einem im Vergleich zum Basisszenario geringerem Wirtschaftswachstum führt, die Wirtschaft über die Zeit betrachtet (Vergleich 2005 zu 2020) aber dennoch stark wächst. Die Ressourceneinsparungen sind wieder relativ gering, d.h. die Wachstumseinbußen können den Ressourcenverbrauch nicht entscheidend verringern. Auch die Beschäftigung ist im Vergleich zum Baseline-Szenario etwas geringer.

Die Berechnungen legen den Schluss nahe, dass ein Rückgang des Wachstums nicht pauschal über alle Güter und Dienstleistungen erfolgen, sondern dass die Nachfrage nach gewissen, besonders ressourcen-intensiven Produkten gezielt reduziert werden sollte (beispielsweise sollten Konsumreduktionen arbeitsintensive Dienstleistungen weniger betreffen).

Arbeitszeitverkürzung

Eine 1%-ige Arbeitszeitverkürzung (bis zum Jahr 2020) über alle Wirtschaftsbereiche hätte zur Folge, dass die Bruttolohn- und Gehaltssumme je Beschäftigten zunächst gegenüber dem Basisszenario sinkt. Dadurch ist auch das Verfügbare Einkommen geringer und der Konsum geht zurück. Das Bruttoinlandsprodukt und der Materialverbrauch reduzieren sich infolge dessen leicht. Die Schaffung von zusätzlichen Arbeitsplätzen durch die Arbeitszeitverkürzung über kompensiert jedoch den anfänglichen Rückgang der Bruttolohn- und Gehaltssumme je Beschäftigten. Die leicht gestiegenen Arbeitnehmerentgelte erhöhen wiederum die Preise.

Die Wirkungen von Arbeitszeitverkürzungen können mit dem Modell bisher aber nur rudimentär abgebildet werden, so dass die Ergebnisse unter diesem Vorbehalt zu interpretieren sind. Um gesicherte Empfehlungen über die Ausgestaltung und die Wirkung von Arbeitszeitverkürzung zu machen, muss die Modellierung des Arbeitsmarktes im Modell noch verbessert werden.

Jedenfalls scheinen die wirtschaftlichen Vorteile durch Ressourceneffizienzsteigerungen jenen wirtschaftlichen Spielraum zu gewähren, der es ermöglicht, die Arbeitszeit zu verkürzen und gleichzeitig nicht an internationaler Wettbewerbsfähigkeit zu verlieren.

Die Ergebnisse aller gerechneten Szenarien sind in der Tabelle auf der nächsten Seite zusammengefasst.

Politische Relevanz

Die präsentierten Ergebnisse weisen darauf hin, dass ein *sparsamerer (d.h. effizienterer) Umgang mit natürlichen Ressourcen die wirtschaftliche Entwicklung beleben, die Wettbewerbsfähigkeit stärken und Arbeitsplätze schaffen*. Genau deshalb verringert sich aber der gesamte Ressourcenverbrauch nicht. Die Ressourceneinsparung verringert die Produktionskosten und verbessert die Wirtschaftlichkeit; da das eingesparte Geld aber die Nachfrage nach Ressourcen erhöht, ist der gesamte Umwelteffekt gering. Dies wird oft als „*Reboundeffekt*“ bezeichnet.

Daher ist es entscheidend, eine *effektive Ressourcenpolitik* in Angriff zu nehmen, die in der Lage ist, die vorhandenen Potentiale zur Effizienzsteigerung in den Unternehmen zu nutzen, gleichzeitig aber den Reboundeffekt über geeignete Maßnahmen einzudämmen. Der nationale Aktionsplans zur Steigerung der Ressourceneffizienz, der derzeit erarbeitet wird und Ende des Jahres verabschiedet werden soll, sollte diese Problematik berücksichtigen und könnte so dazu beitragen, mit Hilfe von kurz-, mittel- und langfristigen Maßnahmen den Energie-, Material- und Flächenbedarf absolut zu reduzieren.

Bisherige Bemühungen zur Ressourcenschonung waren hauptsächlich auf die Energieeffizienz ausgerichtet. Es wurde zunächst das Ziel formuliert, den Gesamtverbrauch an Primärenergie bis 2020 um 20% zu senken. Mit der Einführung eines Energiefonds wurde auch ein erster Schritt zur Umsetzung eingeleitet. Verbindliche Zielsetzungen müssten auch für den Material- und Flächenverbrauch definiert werden, um die Umsetzung einer langfristigen Ressourcenpolitik zu unterstützen.

Ein *sinnvolles Paket an Maßnahmen muss sich auf Unternehmen, Haushalte und die politischen Rahmenbedingungen (z.B. Steuern oder Zertifikate) gleichermaßen beziehen*. Wie ein solcher Mix im Detail aussehen kann, ist noch genauer zu untersuchen: Wie etwa eine Veränderung der Konsummuster oder ein verändertes Arbeitszeitregime auf den Ressourcenverbrauch wirkt, ließ sich im Rahmen dieses Projektumfangs nicht zufriedenstellend analysieren und bleibt weiteren Forschungsarbeiten vorbehalten.

Ergebnisse der Szenarienmodellierung (Zusammenfassung)

		Basislauf				„Aachen I“ (pauschal)				„Aachen II“ (differenziert)				„Konsumszenario“				„Arbeitszeitverkürzung“			
		2005	2010	2015	2020	2005	2010	2010	2020	2005	2010	2015	2020	2005	2010	2015	2020	2005	2010	2015	2020
Gesamtwirtschaft:	Einheit																				
Bruttoinlandsprodukt	Mrd. €	227,6	255,8	282,7	312,6	228,7	274,3	326,8	389,1	227,6	256,0	283,2	313,4	227,4	251,3	272,3	295,8	227,6	255,3	281,6	311,2
Privater Konsum im Inland	Mrd. €	128,9	141,8	155,7	171,8	129,4	150,9	176,9	207,2	128,9	141,9	155,9	171,8	128,6	137,1	144,7	153,4	128,9	141,7	155,6	172,2
Preisindex Bruttoinlandsprodukt	Mrd. €	106,3	109,4	113,2	119,0	106,2	105,1	103,9	104,2	106,3	109,3	113,1	118,8	106,3	109,7	113,8	119,7	106,3	109,7	114,0	120,4
Arbeitnehmer (im Inland)	Tsd.	3197,9	3276,1	3347,6	3431,4	3211,6	3303,8	3401,0	3512,2	3197,9	3276,2	3347,9	3431,9	3197,1	3260,3	3312,6	3376,6	3199,9	3286,8	3369,5	3468,8
Verfüg. Einkommen privater Haushalte	Mrd. €	146,5	168,5	192,1	222,6	147,1	174,3	205,7	246,2	146,5	168,5	192,2	222,9	146,4	166,0	185,8	211,9	146,5	168,8	193,1	226,0
Umwelt:																					
Materialinputs (gesamt)	Mio. t	184,9	201,1	213,2	225,8	182,2	185,4	185,4	185,5	184,9	199,3	209,3	219,4	184,8	199,4	209,6	220,1	184,9	201,0	213,1	226,2
Materialimporte	Mio. t	73,0	80,6	87,0	94,6	72,0	71,9	71,4	72,6	73,0	80,2	86,0	92,9	73,0	80,0	85,7	92,5	73,0	80,6	87,1	94,9
Heimische Extraktion	Mio. t	111,9	120,6	126,2	131,3	110,2	113,5	113,9	112,9	111,9	119,1	123,2	126,4	111,8	119,4	123,9	127,6	111,9	120,4	126,0	131,3
Materialproduktivität (gesamt; BIP/DMI)		1,2	1,3	1,3	1,4	1,3	1,5	1,8	2,1	1,2	1,3	1,4	1,4	1,2	1,3	1,3	1,3	1,2	1,3	1,3	1,4

1. Einleitung

In der österreichischen Nachhaltigkeitsstrategie sind die Erhöhung der Ressourceneffizienz der österreichischen Wirtschaft um den Faktor 4 und die absolute Entkoppelung des Ressourcen- und Energieverbrauchs vom Wirtschaftswachstum als zentrale Leitziele zur Umsetzung einer nachhaltigen Entwicklung formuliert (Österreichische Bundesregierung, 2002, S.36). Diese ambitionierten Ziele wurden mit den gegenwärtigen Maßnahmen bisher allerdings nicht erreicht. In den letzten Jahrzehnten zeigt sich in Österreich zwar eine deutliche Verlangsamung des Zuwachses im Ressourcenverbrauch, eine aus Nachhaltigkeitsgesichtspunkten nötige absolute Reduktion ist bisher allerdings nicht festzustellen (Haberl et al. 2006).

Um gleichzeitig ein Wachstum der Wirtschaftsleistung und eine Eindämmung des Ressourcenverbrauchs erreichen zu können, muss die Ressourceneffizienz von Unternehmen verbessert werden. Dabei ist aber zu beachten, dass Einsparungen auf der Unternehmensebene nicht automatisch zu einer gesamt-wirtschaftlichen Reduktion des Verbrauchs führen. Grund hierfür ist der sogenannte Reboundeffekt, der dadurch zustande kommt, dass Menschen im allgemeinen auf Effizienzerhöhungen und den damit verbundenen Kosten- bzw. Preisreduktionen mit einer Zunahme der Nachfrage reagieren. Außerdem gilt es zu berücksichtigen, dass Effizienzsteigerungen durch technische und soziale Innovationen nicht nur die Ressourcenproduktivität verbessern sondern auch die Arbeitsproduktivität erhöhen, da Güter und Dienstleistungen mit immer geringerem Arbeitsaufwand hergestellt werden können. Wächst die Arbeitsproduktivität schneller als die Wirtschaft, erhöht sich die Arbeitslosigkeit.

In dieser Studie möchten wir daher analysieren, welche Auswirkungen auf Beschäftigung, Wirtschaft und Umwelt für die österreichische Volkswirtschaft resultieren, wenn Unternehmen verstärkt in Ressourcen-produktivität investieren und damit die innerbetrieblichen Materialkosten senken. Berechnungen der Unternehmensberatung Arthur D. Little für Deutschland deuten auf ein realistisches Reduktionspotential von 20 Prozent an Material- und Energieverbrauch bezogen auf einen Zeitraum von rund 10 Jahren hin (Fischer et al. 2004). Im vorliegenden Projektbericht legen wir dieses Einsparpotential auf Österreich um.

Materialkosten machen im produzierenden Gewerbe einen großen Teil der Produktionskosten aus, die häufig die Personalkosten übersteigen. Daher ist auch die österreichische Industrie bestrebt, Materialkosten von Produkten und Produktionsprozessen zu senken. In der Literatur werden Ansatzpunkte für die Steigerung der Materialeffizienz in folgenden Bereichen gesehen (Arthur D. Little, et al., 2005):

- Minderung von Material- und Ressourcenverlusten durch Verbesserung der Qualität (Verminderung von Ausschuss),
- Optimierung der Produktionsprozesse, z.B. durch die Reduzierung von Verschnitt,
- Optimierung der Konstruktion, ressourcenschonendes Produktdesign (z. B. Leichtbau, leichtere Produkte),
- verstärktes Werkstoffrecycling,
- bessere Auslastung von Geräten, Anlagen und Spezialmaschinen sowie
- wertschöpfungskettenübergreifende Optimierungen.

Optimierungsmaßnahmen in diesen Bereichen ermöglichen Kosteneinsparungen, die zum Teil sehr beachtlich sein können.

Bisher wurden in Österreich makro-ökonomische Auswirkungen der Potenziale verbesserter Materialeffizienz durch Prozessoptimierung, geringeren spezifischen Materialeinsatz oder Prozess- und Materialsubstitutionen noch nicht systematisch analysiert. Ein erster Schritt, diesen Zustand zu ändern, wird mit diesem Projekt getan. Aufgrund zeitlicher und Budget-Restriktionen konnte jedoch keine detaillierte Untersuchung der einzelnen Branchen erfolgen, sondern muss eine grobe Abschätzung der Einsparpotentiale genügen.

Zur Bearbeitung der Projektfragestellung wurden mehrere Szenarien entwickelt, die von einer pauschalen Reduktion der Materialkosten in allen produzierenden Sektoren, über eine differenzierte Betrachtung einzelner Sektoren bis hin zu Nachfragerückgängen reichen.

Die Szenarien werden mit Hilfe eines **integrierten ökologisch-ökonomischen Modells** simuliert, das die österreichische Volkswirtschaft in allen wesentlichen Aspekten abbildet und ihre Wechselwirkungen mit der Umwelt aufzeigt. Dadurch wird es möglich, neben der Berechnung der gesamtwirtschaftlichen Ressourceneinsparungen und CO₂-Belastungen auch die makro-ökonomischen Auswirkungen auf Wirtschaftswachstum und Beschäftigung zu analysieren. Das Modell zeigt außerdem die strukturellen Verflechtungen zwischen den einzelnen Branchen der österreichischen Volkswirtschaft und ihre Interaktion mit der Umwelt und ermöglicht es somit, Gewinner und Verlierer von Ressourceneinsparungen zu identifizieren. Die Simulationsergebnisse illustrieren die Chancen und Risiken aller direkt und indirekt (über die Produktionsverflechtungen) betroffenen Sektoren im Kontext einer Erhöhung der Ressourcenproduktivität. Im Rahmen dieses Projektes wird das neu entwickelte Modell erstmals eingesetzt.

Diese Arbeit ist wie folgt gegliedert. In Kapitel 2 beschreiben wir das Modell, das zur Simulation der Szenarien eingesetzt wird. In Kapitel 3 erläutern wir zunächst die Szenarien und diskutieren sodann die errechneten Ergebnisse. In Kapitel 4 ziehen wir Schlussfolgerungen aus den Ergebnissen. In Kapitel 5 schließen wir unsere Ausführungen mit einigen Bemerkungen zum weiteren Forschungsbedarf.

2. Das integrierte Umwelt-Energie-Wirtschafts-Modell „e3.at“

In diesem Kapitel wird das Simulationsmodell e3.at vorgestellt, das seit Dezember 2005 in Zusammenarbeit der Gesellschaft für Wirtschaftliche Strukturforschung (GWS) mit dem Sustainable Europe Research Institute (SERI) entwickelt worden ist. Nach einer Beschreibung allgemeiner Modelleigenschaften wird auf die Datenbasis und die Modellkomponenten detaillierter eingegangen.

2.1. Allgemeine Modelleigenschaften

Das sektoral tief gegliederte Prognose- und Simulationsmodell wurde in Anlehnung an das PANTA RHEI-Modell konstruiert. PANTA RHEI ist bei zahlreichen umwelt- und nachhaltigkeitspolitischen Fragestellungen zur Anwendung gekommen (u.a.: DISTELKAMP, MEYER, WOLTER 2005; LUTZ 2005; LUTZ et al. 2005; AHLERT et al. 2005; FROHN et al. 2003, STAIß et al. 2006). Das österreichische Modell ist aber keine Kopie des deutschen Modells. Vielmehr werden allgemeine,

auch für andere Länder gültige Konstruktionsprinzipien für das Österreich-Modell verwendet. Anschließend ist das Modell auf die Spezifikationen Österreichs angepasst worden. Ohne die implementierten Kenntnisse der Projektpartner vor Ort bliebe die Modellierung auf einem zu allgemeinem Niveau und würde der anstehenden Fragestellung nur bedingt gerecht werden.

Das Modell e3.at ist durch die Konstruktionsprinzipien „Bottom-up“ und „Vollständige Integration“ gekennzeichnet. Das Konstruktionsprinzip „Bottom-up“ besagt, dass jeder der 57 Wirtschaftsbereiche der Volkswirtschaft detailliert modelliert ist und die gesamtwirtschaftlichen Variablen durch explizite Aggregation im Modellzusammenhang gebildet werden. Das Konstruktionsprinzip „Vollständige Integration“ beinhaltet eine komplexe und simultane Modellierung, welche die interindustrielle Verflechtung ebenso beschreibt wie die Entstehung und die Verteilung der Einkommen, die Umverteilungstätigkeit des Staates sowie die Einkommensverwendung der privaten Haushalte für die verschiedenen Güter und Dienstleistungen. Der disaggregierte Aufbau des Modells ist in das vollständig endogenisierte Kontensystem der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen eingebettet.

Damit weist das Modell einen hohen Endogenisierungsgrad auf. Exogen vorgegeben sind im wesentlichen Steuersätze, das Arbeitsangebot und die Weltmarktvariablen. Die Struktur des Modells ist hochgradig interdependent. Neben den üblichen Kreislaufinterdependenzen sind die Zusammenhänge zwischen Mengen und Preisen sowie Löhnen und Preisen abgebildet. Hervorzuheben ist, dass das gesamte System simultan gelöst wird. Die Weltmarktvariablen stammen aus dem internationalen GINFORS-System (MEYER, LUTZ, WOLTER 2003, 2004, 2005; MEYER, LUTZ, SCHUR, ZIKA 2006), das auf der Philosophie des COMPASS-Modells beruht (MEYER, UNO 1999; VANWYNSBERGHE, HOHMANN 2002; MEYER, LUTZ 2002, a, b, c).

Es handelt sich um ein ökonometrisches Input-Output-Modell. In den Verhaltensgleichungen werden Entscheidungsroutrinen modelliert, die nicht explizit aus dem Optimierungsverhalten der Agenten abgeleitet sind, sondern beschränkte Rationalität zum Hintergrund haben. Die Herstellungspreise sind das Ergebnis einer Aufschlagskalkulation der Unternehmen. Die Zeit ist im Modell historisch und unumkehrbar. Die Kapitalstockfortschreibung generiert Pfadabhängigkeit.

Dem Input-Output-Ansatz wird gemeinhin eine nachfrageorientierte Modellierung zugesprochen. Dies trifft auf das vorliegende Modell allerdings nicht zu. Es ist zwar richtig, dass die Nachfrage die Produktion bestimmt, aber alle Güter- und Faktornachfragevariablen hängen unter anderem von relativen Preisen ab; die Preise sind wiederum durch die Stückkosten der Unternehmen in Form einer Preissetzungshypothese bestimmt. Der Unterschied zu den allgemeinen Gleichgewichtsmodellen, in denen ein Konkurrenzmarkt modelliert wird, liegt in diesem Punkt in der unterstellten Marktform, nicht in der Betonung der einen oder der anderen Marktseite. Anders formuliert: Die Unternehmen wählen aufgrund ihrer Kostensituation und der Preise der konkurrierenden Importe ihren Absatzpreis. Die Nachfrager reagieren darauf mit ihrer Entscheidung, die dann die Höhe der Produktion bestimmt. Angebots- und Nachfrageelemente sind also im gleichen Maße vorhanden.

Neben der in 57 Produktions- bzw. Wirtschaftsbereiche tief gegliederten Ebene der Input-Output-Rechnung enthält das Modell zur Berechnung der gesamtwirtschaftlichen Variablen das Kontensystem der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen Österreichs mit seinen institutionellen Transaktoren Staat, private Haushalte und private Organisationen ohne Erwerbszweck, finanzielle

und nichtfinanzielle Kapitalgesellschaften und übrige Welt sowie den funktionellen Transaktoren Produktion, primäre Einkommensverteilung, sekundäre Einkommensverteilung, Einkommensverwendung, Vermögensänderung und Sachvermögensbildung. Dieses System enthält sowohl die gesamte Einkommensumverteilung einschließlich der Sozialversicherung als auch die Besteuerung zwischen Staat, privaten Haushalten und Unternehmen. Es ermöglicht so die Berechnung der verfügbaren Einkommen, die wiederum wichtige Determinanten der Endnachfrage sind. Außerdem werden die Finanzierungssalden der institutionellen Transaktoren bestimmt, wodurch auch die staatliche Budgetrestriktion im Modell enthalten ist. Somit ist die gesamte Fiskalpolitik in dieses System endogen eingebunden.

Die Parameter der Modellgleichungen sind mit dem OLS-Verfahren über den Zeitraum 1980 (teilweise ab 1995) bis 2003 ökonometrisch geschätzt worden. Bei der Auswahl alternativer Schätzansätze sind zunächst a priori-Informationen über Vorzeichen und Größenordnungen der zu schätzenden Koeffizienten genutzt und ökonomisch unsinnige Schätzergebnisse verworfen worden. Die verbleibenden Schätzungen sind auf Signifikanz der geschätzten Parameter mit dem t-Test geprüft worden. War auf dieser Basis eine Diskriminierung konkurrierender Ansätze nicht möglich, wurde das Bestimmtheitsmaß der Schätzung hinzugezogen. Angesichts der Größe des Modells erscheint die OLS-Methode als die angemessenste, weil einfachste Schätzmethode.

Die Spezifikation des Modells ist mit der Einzelgleichungsschätzung allerdings nicht abgeschlossen. Erst bei der Lösung des nicht-linearen, interdependenten und dynamischen Modells durch den Gauß-Seidel-Algorithmus werden Schwächen des Systemzusammenhanges aufgedeckt. Das Lösungsverfahren muss konvergieren und das Modell muss in der Lage sein, in einer historischen Simulation die beobachtbare Entwicklung der Volkswirtschaft zufrieden stellend zu erklären. Solange dies nicht der Fall ist, wird in einem iterativen Prozess die Phase der Spezifikation erneut durchlaufen.

2.2 Datenbasis

Zentraler Bestandteil der Datenbasis des Modells e3.at sind die revidierten Daten der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen (VGR) von Statistik Austria (2005) und das Statistische Jahrbuch Österreichs (2005). Hierzu zählen insbesondere folgende Datensätze:

- Input-Output-Tabellen zu Herstellungspreisen nach 57 Gütergruppen / Produktionsbereichen in jeweiligen Preisen,
- Übergang der Vektoren der letzten Verwendung nach 57 Gütergruppen von Anschaffungspreisen auf Herstellungspreise in jeweiligen Preisen,
- Konten der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen in jeweiligen Preisen.

Die historische Datenbasis für die aktuelle Version des Österreich-Modells umfasst grundsätzlich die Jahre 1980 bis 2003. Allerdings liegt ein Großteil des Datensatzes erst ab dem Jahr 1995 vor. Für einen konsistenten Datensatz sind neben den oben aufgeführten Daten noch weitere Informationen nötig. Dies gilt insbesondere für die Vektoren des Aufkommens und der Verwendung sowie für die Verflechtungsmatrizen. Zunächst gilt es im Folgenden die wesentlichen zusätzlichen Datenquellen, die Arbeitsschritte und Hypothesen bei der Erstellung der historischen Datenbasis darzustellen.

Im Zuge der Revision der VGR ist die Berechnung der Bankdienstleistungen (FISIM) im Rahmen

der VGR neu geregelt worden. Dem vorausgegangen ist die seit dem 01.01.2005 geltende Verordnung der Europäischen Kommission¹. FISIM wird demnach auf die verwendenden Sektoren und Wirtschaftsbereiche aufgegliedert sowie die importierten und exportierten FISIM berechnet und aufgeteilt. Seit Herbst 2004 wird die VGR darauf abgestimmt. Demzufolge müssen für die zurückliegenden Jahre die unterstellten Bankdienstleistungen auf die jeweiligen Wirtschaftsbereiche aufgeteilt werden. Da für die einzelnen Sektoren keine Angaben vorliegen, sind die FISIM dem Sektor Kredit- und Versicherungsleistungen zugeordnet worden.

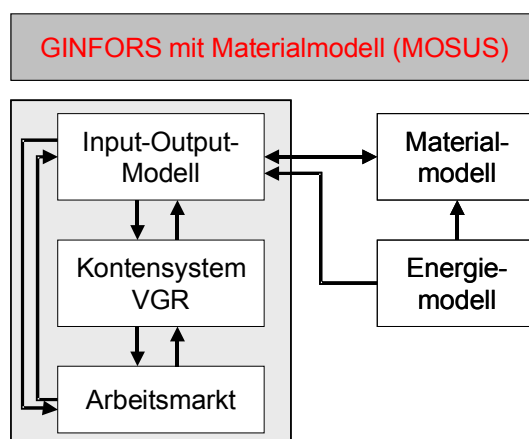
Für die Ermittlung der Exporte nach Gütergruppen wird zusätzlich auf die STAN (SStructural ANalysis) Daten der OECD zurückgegriffen, da lediglich für die Jahre 1995, 2000 und 2001 Informationen aus den Input-Output-Tabellen bzw. den Make- und Use-Tabellen vorliegen.

Für die Vektoren der letzten und intermediären Verwendung gilt es den Übergang von Anschaffungs- auf Herstellungspreise abzubilden. Dafür ist eine Übergangsmatrix erstellt worden, die für alle Endnachfragekomponenten die Gütersteuern sowie die Gütersubventionen enthält. Die positiven und negativen Handelsspannen bleiben unbesetzt, da sie in der Summe Null sind. Neben den Gütersteuer- und Subventionsmatrizen von Statistik Austria werden die Daten vom Bundesministerium für Finanzen (2006) herangezogen.

2.3. Modellstruktur im Überblick

Das gesamte Modellsystem beinhaltet zum jetzigen Zeitpunkt ein Wirtschafts-Modell, ein Energiemodell, ein Materialmodell und ein Außenhandelsmodul (Verbindung zu Weltmodell GINFORS). Abbildung 1 gibt einen groben Überblick über das Gesamtsystem.

Abbildung 1: Modellstruktur im Überblick



Das *Wirtschaftsmodell* umfasst im Wesentlichen ein Input-Output-Modell, die Darstellung des Kontensystems der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung und den Arbeitsmarkt. Eine detaillierte Beschreibung der einzelnen Wirtschaftsmodellteile folgt in Kapitel 2.4.

¹ Durchführungsverordnung der Kommission am 23.10.2002 (Verordnung (EG) Nr. 1889/2002).

Das *Materialmodell* ordnet die inländischen und importierten Materialinputs den extrahierenden bzw. importierenden Wirtschaftssektoren zu. Es wird in Kap. 2.5 näher erläutert.

Das *Energiemodell*, beruhend auf der Energiebilanz der Statistik Austria, umfasst die Endenergienachfrage nach Wirtschaftsbereichen, die Umwandlung und das Angebot für 15 unterschiedliche Energieträger gemäß der Energiebilanz. Die Entwicklung der Nachfrage ist im wesentlichen durch technische Trends, die Produktion des jeweiligen Wirtschaftsbereichs und die Preisentwicklung der Energieträger bestimmt. Ferner kann die Substitution zwischen Energieträgern einer Branche berücksichtigt werden. Bei der Energieumwandlung wird zwischen Umwandlungseinsatz und –ausstoß unterschieden. Der benötigte Umwandlungsausstoß nach Energieträgern steht in einem proportionalen Verhältnis zur Endenergienachfrage. Der Umwandlungseinsatz wird dann in Abhängigkeit zum Ausstoß bestimmt, wobei auch hier z.B. bei der Stromerzeugung Substitutionsbeziehungen zwischen Energieträgern berücksichtigt werden. Anschließend kann der Bruttoinlandsverbrauch bestimmt werden. Reicht die inländische Produktion nicht aus, um den Verbrauch zuzüglich der Exportnachfrage zu decken, steigen die Importe getrennt nach Energieträgern dementsprechend an.

Das *Außenhandelsmodul* verbindet den österreichischen Außenhandel in Form eines „Soft Links“ mit dem GINFORS-Modell (Meyer et al., 2003, 2004). GINFORS „liefert“ Weltimportpreise und die Weltimport-nachfrage als Ausgangsgrößen für das österreichische Modellsystem.

GINFORS (Global INterindustry FORecasting System) ist ein globales multi-nationales und multi-sektorales Modell, das von der Gesellschaft für Wirtschaftliche Strukturforschung (GWS) entwickelt wurde, um die Analyse internationaler und weltwirtschaftlicher Fragestellungen auf eine verbesserte Basis zu stellen. Das Modell umfasst 50 Ländermodelle und 2 Regionen, 21 davon inklusive Input-Output-Tabellen, alle anderen sind als Makromodelle angeschlossen. Die Ländermodelle sind über den Außenhandel miteinander verbunden. Diese Verbindung wird über ein bilaterales Handelsmodell gewährleistet, das die Exporte und Importe von 25 Gütergruppen und Dienstleistungen für alle Länder und Regionen erfasst.

Im Zuge des von der Europäischen Kommission geförderten Projektes MOSUS² wurde GINFORS mit bio-physischen Daten (Energie, Materialinput) erweitert, um die Wechselwirkungen zwischen sozio-ökonomischen Aktivitäten und dem Druck auf die Umwelt in der EU zu quantifizieren und umweltpolitische Massnahmen auf ihre sozialen und wirtschaftlichen Auswirkungen hin zu evaluieren.

GINFORS enthält Materialmodelle für alle 50 Länder, die auf dem detaillierten Datensatz über die domestic extractions beruhen. Diese Zeitreihen wurden von SERI erstellt und im Rahmen des MOSUS-Projektes erstmals mit GINFORS zu einem Gesamtmodell verknüpft.

Im Folgenden werden das ökonomische Modell und das Materialmodell detaillierter beschrieben.

² Das Projekt MOSUS (*Modelling Opportunities and Limits for a Restructuring of Europe Towards Sustainability*) wurde im 5. Rahmenprogramm der EU gefördert (siehe www.mosus.net). In MOSUS wurde GINFORS angewandt, um umweltpolitische Maßnahmen in der EU auf ihre ökologischen, sozialen und wirtschaftlichen Auswirkungen hin zu evaluieren.

2.4. Das ökonomische Modell im Detail

Das Input-Output-Modell bildet den ökonomischen Kern des Modellsystems. Es zeigt die vielfältigen Wechselwirkungen zwischen den einzelnen Sektoren (z.B. Landwirtschaft, Bauwesen, Landverkehr, Energieversorgung) der österreichischen Volkswirtschaft. Dadurch werden nicht nur direkte, sondern auch indirekte Effekte beispielsweise von verschiedenen Politikmaßnahmen sichtbar.

In einem ersten Schritt werden die Endnachfragekomponenten zu Anschaffungspreisen bestimmt: Der Außenhandel, insbesondere die Exportnachfrage, ist ein Ergebnis der Entwicklung des Welthandels und der aggregierten Weltimportnachfrage (25 Güter), die aus GINFORS entnommen wurde. Soweit die Ergebnisse empirisch signifikant sind, wird Österreich Marktanteile auf dem Weltmarkt hinzugewinnen, sofern der Inlandspreis gegenüber dem Weltmarktpreis zumindest relativ sinkt und damit die Wettbewerbsfähigkeit der österreichischen Wirtschaft zunimmt. Wenn kein gesicherter Zusammenhang festgestellt werden kann, bleibt der Weltmarktanteil Österreichs unverändert.

Die wichtigste inländische Nachfragekomponente ist der Konsum der privaten Haushalte. Die Konsum-nachfrage nach 37 Verwendungszwecken wird in zwei Schritten ermittelt. Die Konsumausgaben der Haushalte sind abhängig vom verfügbaren Einkommen der Haushalte und dem Preisniveau für Konsumgüter.

Anschließend verteilt der Haushalt sein Konsumbudget auf die 37 Verwendungszwecke, wobei neben relativen Preisen – der Preis des nachgefragten Gutes im Verhältnis zur Preisentwicklung des Aggregats – auch demographische Größen in die Erklärung eingehen. Mittels einer Bridge-Matrix erfolgt dann die Umrechnung von den 37 Verwendungszwecken auf die 57 Gütergruppen. Die Preisentwicklung der Konsumverwendungszwecke geht auf die Entwicklung der Produktionspreise und der auf den Herstellungspreisen liegenden Steuern und Handelsleistungen zurück.

In die Erklärung der Konsumausgaben des Staates gehen die Bevölkerungs- und Lohnentwicklung ein. Aus Vereinfachungsgründen wird bisher eine konstante Verwendungsstruktur des Staates unterstellt.

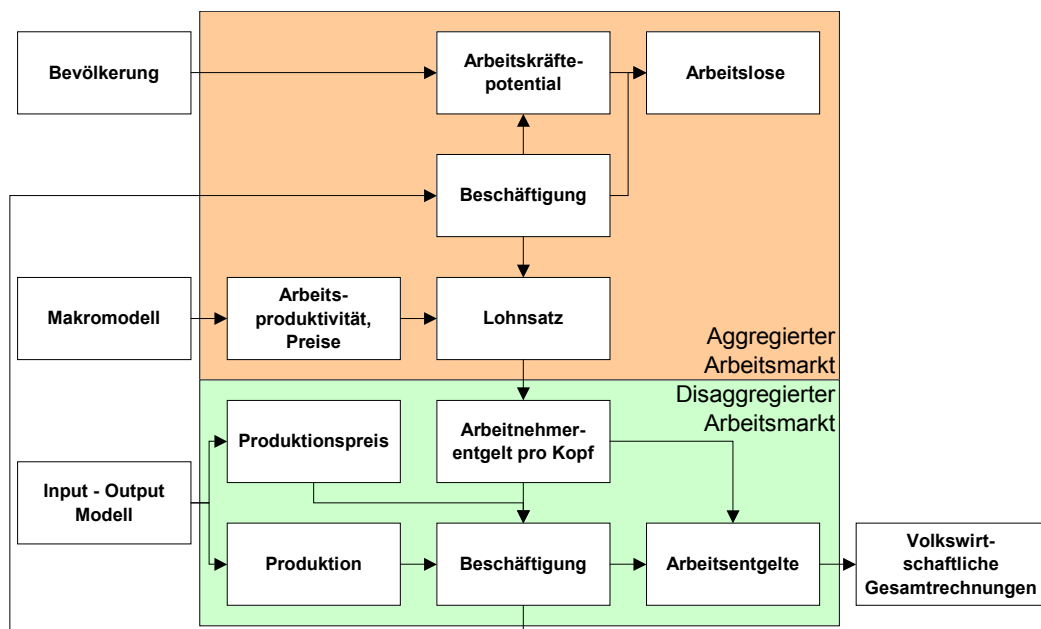
Die Bruttoanlageinvestitionen nach Wirtschaftsbereichen sind von der Produktionsentwicklung und dem Kapitalstock abhängig. Die Investitionen nach Wirtschaftsbereichen werden mittels einer Bridge-Matrix nach Gütergruppen umgerechnet. Die Preisentwicklung der Investitionen ist wiederum abhängig von den Produktionspreisen, den Steuern und den Handelsleistungen.

Nachdem die Endnachfragekomponenten zu Anschaffungspreisen bestimmt worden sind, erfolgt die Überführung zu Herstellungspreisen³. Dazu werden die Gütersteuern (Mehrwertsteuer, Mineralölsteuer etc.) aus den Werten zu Anschaffungspreisen getrennt nach Endnachfragekomponenten und Gütersteuern herausgerechnet. Die Handelsleistungen werden

³ Das Güteraufkommen bzw. die Güterverwendung kann zu Anschaffungs- oder Herstellungspreisen bewertet werden. Der Anschaffungspreis ist der vom Käufer bezahlte Betrag, abzüglich der abziehbaren, aber inklusive der nicht abziehbaren Mehrwertsteuer. Sonstige Gütersteuern und Importabgaben sind ebenfalls inkludiert, Gütersubventionen jedoch nicht. Der Herstellungspreis entspricht dem Betrag, den der Produzent vom Käufer erhält, exklusive der auf den verkauften Waren und Dienstleistungen liegenden Gütersteuern, aber inklusive der auf den Waren und Dienstleistungen liegenden Gütersubventionen (STATISTIK AUSTRIA, 2006).

Der **Arbeitsmarkt** (vgl. Abbildung 3) besteht aus einem aggregierten und einem disaggregierten Teil. Im aggregierten Teil wird das gesamtwirtschaftliche Arbeitsangebot mittels der demographischen Entwicklung bestimmt. Zusammen mit der gesamtwirtschaftlichen Nachfrage ergibt sich die Anzahl der Arbeitslosen. Zur Ermittlung der gesamtwirtschaftlichen Arbeitsnachfrage wird in einem ersten Schritt die gesamtwirtschaftliche Lohnfunktion abgeleitet: Die durchschnittliche Jahreslohnsomme eines Beschäftigten ist abhängig von der gesamtwirtschaftlichen Arbeitsproduktivität, der Konsumpreis-entwicklung und der Situation auf dem Arbeitsmarkt. Die sich ergebende Größe dient als Indikator für die Entwicklung in den 57 Wirtschaftsbereichen der österreichischen Ökonomie (disaggregierter Arbeitsmarkt). Das jeweilige Arbeitnehmerentgelt pro Kopf jedes Wirtschaftsbereichs wird in Beziehung zur gesamtwirtschaftlichen Entwicklung gestellt. In die empirischen Erklärungen gehen ferner Dummies und Zeittrends ein.

Abbildung 3: Arbeitsmarkt



Die Nachfrage nach Beschäftigten ist eine Funktion der Produktionsentwicklung und der Veränderung des Relativpreises bestehend aus dem Arbeitnehmerentgelt und der Preisentwicklung der Produktion des jeweiligen Wirtschaftsbereichs (Reallohnentwicklung). Ferner gehen Zeittrends, die als technische Trends interpretiert werden, in die Schätzung ein. Die Arbeitsproduktivität eines Sektors ergibt sich definitorisch. Durch die sektorweise Zusammenführung von Beschäftigtenzahl und Arbeitnehmerentgelt ergibt sich der Vektor der Arbeitsentgelte, der dann als Aggregat in das Kontensystem eingeht.

Die Datenbasis des Arbeitsmarktmodells wurde weiters um die durchschnittlich tatsächlich geleistete wöchentliche Arbeitszeit der sozialversicherungspflichtigen Beschäftigten, um das Arbeitszeitvolumen sowie um die Qualifikation der Beschäftigten nach Wirtschaftsabteilungen und Bildungsebenen ergänzt (Mikrozensus-Arbeitskräfteerhebung (2005, 2006), der Arbeitskräfteerhebung der Statistik Austria (2006) und der Kammer für Arbeiter und Angestellte für Wien (2005)). Für den Prognosezeitraum wird unterstellt, dass die Qualifikationsstruktur der

Beschäftigten in den Wirtschaftsabteilungen und der Arbeitslosen konstant bleibt. Das Arbeitskräftepotentials wird zur Zeit vereinfacht aus der aggregierten Bevölkerungsentwicklung abgeleitet. Um gesicherte Aussagen zu erhalten, müssen detailliertere Modellierungen vorgenommen werden, die innerhalb dieses Projektes nicht zu leisten waren.

Ein weiterer wichtiger Teil des Gesamtmodells ist das **Kontensystem der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen** (vgl. Abbildung 4).

Abbildung 4: Kontensystem der VGR

Kontensystem der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen		Insgesamt (S1)		Unternehmen (S11, S12)		Staat (S13)		Haushalte (S14, S15)		Übrige Welt (S2)	
2003	ESA Code	Verwend-	Aufkom-	Verwend-	Aufkom-	Verwend-	Aufkom-	Verwend-	Aufkom-	Verwend-	Aufkom-
Produktionskonto											
Produktionswert	P1		395,19		271,01		34,19		89,99		
Vorleistungen	P2	191,83		142,47		9,92		39,43			
Abschreibungen	K1	32,29		22,32		2,92		7,05			
Nettowertschöpfung	B1n	171,07		106,23		21,35		43,50			-8,95
Einkommensentstehungskonto											
Nettowertschöpfung	B1n		171,07		106,23		21,35		43,50		-8,95
Arbeitnehmerentgelte	D1	113,75		73,67		21,60		18,48		1,40	
Produktions- und Importabgaben	D2	7,19		5,15		0,51		1,53		0,00	
Subventionen	D3	-4,23		-2,59		0,00		-1,63		0,00	
Nettobetriebsüberschuss	B2/3n	54,35		30,00		-0,76		25,12			-10,35
Primäres Einkommensverteilungskonto											
Nettobetriebsüberschuss	B2/3n		54,35		30,00		-0,76		25,12		-10,35
Arbeitnehmerentgelte	D1		114,31		0,00		0,00		114,31		0,84
Produktions- und Importabgaben	D2		33,15		0,00		33,15		0,00		0,98
Subventionen	D3		-7,22		0,00		-7,22		0,00		-1,16
Vermögenseinkommen	D4	58,13		53,98		48,51		31,34		7,03	3,76
Primäreinkommen	B5n	190,43		12,83		21,90		155,70			-5,54
Sekundäres Einkommensverteilungskonto											
Primäreinkommen	B5n		190,43		12,83		21,90		155,70		-5,54
Einkommen- und Vermögenssteuern	D5	30,08		30,08		5,09		0,00	30,08	24,99	0,00
Sozialbeiträge und monetäre Sozialleistungen	D6	85,88		85,89		2,78		3,53	42,37	36,89	40,73
Sonstige laufende Transfers	D7	50,82		44,19		10,93		5,90	34,02	29,29	5,87
Verfügbares Einkommen	B6n	183,80		3,47		41,77		138,56			1,10
Einkommensverwendungskonto											
Verfügbares Einkommen	B6n		183,80		3,47		41,77		138,56		1,10
Zunahme betrieblicher Versorgungsansprüche	D8	0,83		0,83		0,00		0,00	0,00	0,83	
Konsum	P3	167,55		0,00		40,63		126,92			
Sparen	B8n	16,25		2,64		1,14		12,47			1,10
Vermögensänderungs- und Sachvermögensbildungskonto											
Sparen	B8n		16,25		2,64		1,14		12,47		1,10
Vermögenstransfers	D9	7,60		7,48		0,71		3,55		6,45	2,19
Abschreibungen	K1		32,29		22,32		2,92		0,44		1,74
Bruttoinvestitionen	P5	49,63		35,41		2,80		11,43			7,05
Nettozugang an nicht produzierten Vermögensgütern	K2	-0,03		0,14		-0,14		0,00			0,03
Finanzierungssaldo	B9	-1,22		-7,76		-2,86		9,39			1,22

In seiner hier implementierten und vereinfachten Form wird zwischen privaten Haushalten (S14, S15), Staat (S13) und Unternehmen (S11, S12) unterschieden. Diese drei Sektoren ergeben die Darstellung des Inlands (S1). Ferner wird das Ausland (S2) erfasst. Die Kontenabfolge (Zeilen) gibt eine systematische Beschreibung der verschiedenen Phasen des Wirtschaftskreislaufes und entspricht der üblichen Struktur (vgl. European System of Accounts 1995⁴). Dargestellt werden:

- Produktion von Gütern und Dienstleistungen
- Einkommensentstehung
- Primäre Einkommensverteilung (Erwerbs- und Vermögenseinkommen)
- Sekundäre Einkommensverteilung (Umverteilung)

⁴ siehe <http://forum.europa.eu.int/irc/dsis/nfaccount/info/data/esa95/esa95-new.htm>

- Einkommensverwendung (Konsum und Sparen)
- Vermögensbildung (Investitionen etc.) .

Der Detailgrad ist in der verwendeten Version der kleinstmögliche (vgl. Buchungspositionen in der ersten Spalte), da bei der erstmaligen Erstellung des Modells eine tiefere Modellierung als zu ambitioniert angesehen wurde. Bei Aktualisierungen des Modells wird eine detailliertere Darstellung möglich sein. V. a. bei der Abbildung der Sozialversicherungssysteme und des Steuersystems besteht Erweiterungsbedarf.

2.5. Das Materialmodell

Das Materialmodell, das die Entwicklung der Materialentnahmen, vor allem ihre Reaktion auf ökonomische Veränderungen aufzeigt, wird im Detail nachfolgend beschrieben.

Im Materialmodell werden die Direct Material Inputs (DMI) gemäß „Eurostat guide on economy-wide material flow accounts“ (EUROSTAT 2001) abgebildet. Der DMI berücksichtigt die mit der Erstellung von Wirtschaftsgütern unmittelbar verbundenen Ressourcenentnahmen, lässt jedoch ökologische Rucksäcke⁵ und die im Ausland verbliebenen Materialinputs importierter Vorleistungen und Güter ausser Acht (vgl. Hinterberger et al., 1999, S. 6).

Insgesamt werden - wie aus Abbildung 5 ersichtlich - zwölf Materialkategorien unterschieden, die zu drei Materialgruppen (Biomasse, Fossile Brennstoffe und Mineralien) zusammengefasst werden.

Abbildung 5: Materialinputs (Überblick)

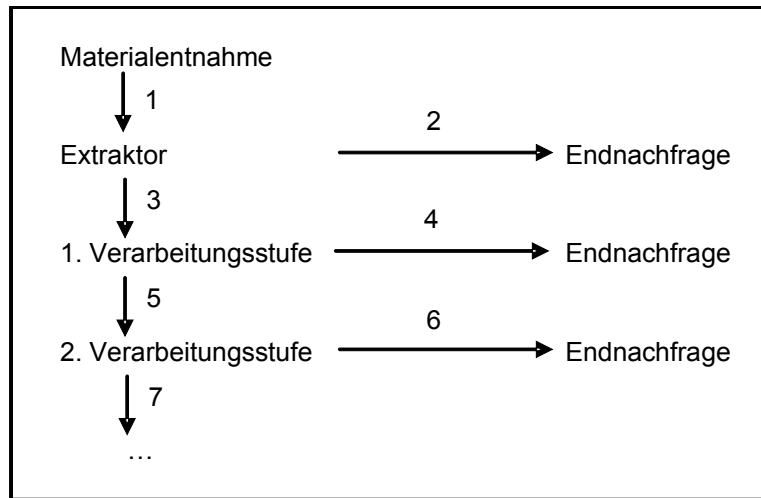
	Heimische Extraktion	Materialimporte
Biomasse	Nahrungsmittel Futtermittel tierische Abfälle Wald nichtessbare Biomasse	Nahrungsmittel Futtermittel tierische Abfälle Wald nichtessbare Biomasse
Mineralien	Baumineralien Industriemineralien Erze	Baumineralien Industriemineralien Erze
Fossile Brennstoffe	Kohle Öl Gas sonstige fossile Brennstoffe	Kohle Öl Gas sonstige fossile Brennstoffe

Um die Materialentnahmen in Tonnen fortschreiben zu können, werden diese an die preisbereinigte Entwicklung der Bruttoproduktion der extrahierenden Wirtschaftsbereiche (Extraktor) bzw. an die preisbereinigten Importe angeschlossen, wobei unterstellt wird, dass die Materialentnahme in Tonnen und die ökonomische Größe sich proportional entwickeln.

Um die Auswirkungen von Materialeinsparungen abbilden zu können, werden die in Abbildung 6 skizzierten Verarbeitungsstufen in die Überlegungen mit einbezogen.

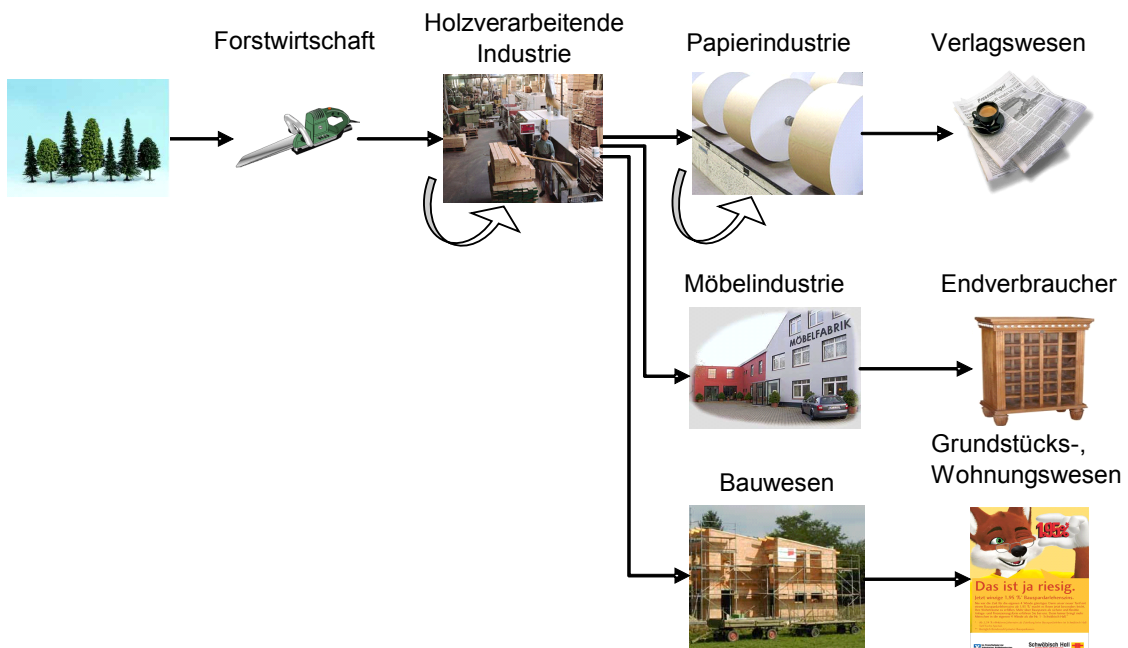
⁵ Der ökologische Rucksack umfasst alle Primär-Materialentnahmen, die zur Produktion, zum Gebrauch, zum Rezyklieren und zur Entsorgung eines Produktes aufzuwenden sind, nicht aber in das physische Endprodukt eingehen (vgl. Fröhlich et al. 2000, S. 16)

Abbildung 6: Verarbeitungskette am Beispiel der Holzverarbeitung



Annahmegemäß sind bei der Extraktion (1) keine Einsparungen zu realisieren. D.h. der preisbereinigte Produktionswert und die Materialentnahme entwickeln sich proportional. Der Extraktor kann an die Endnachfrage (2) und an eine nachgelagerte Verarbeitungsstufe (3) liefern. Bei beiden Lieferungen sind Einsparungen möglich, die sich auf Grund eines effizienteren Umgangs ergeben. Die erste Verarbeitungsstufe liefert ihrerseits an die Endnachfrage (4) und an die nächste Verarbeitungsstufe (5). Im Ergebnis wirken eine Vielzahl von Zusammenhängen auf die Materialentnahme. Als Beispiel für eine solche Lieferbeziehung dient die Verarbeitungs- und Lieferkette für Holz (vgl. Abbildung 7).

Abbildung 7: Wertschöpfungskette am Beispiel der Holzverarbeitung



Ergab der Vergleich der Produktionsentwicklung und der Materialentwicklung im Zeitablauf, dass die Produktionsentwicklung in der Vergangenheit über mehrere Jahre tendenziell größer als die Materialentnahme war, wurde eine gestiegene Materialproduktivität unterstellt und die preisbereinigten Inputkoeffizienten im Basislauf entsprechend geändert. Darüber hinaus können die Inputkoeffizienten in den Szenarien verändert werden.

Die dargestellte Modellierung wurde auf Grund neuer Erkenntnisse des EU-Forschungsvorhabens PETRE (Resource productivity, environmental tax reform and sustainable growth in Europe; www.psi.org.uk/petre) in das Modell aufgenommen und ersetzt die bisherige Vorgehensweise.

3. Die Szenarien

3.1. Szenarien im Überblick

Ausgehend vom Basislauf, der die wahrscheinliche zukünftige Entwicklung auf Grundlage der vergangenen Entwicklung darstellt, werden die folgenden Szenarien kurz beschrieben:

- „Aachener Szenario I (pauschal)“
- „Aachener Szenario II (differenziert)“
- „Konsumszenario“
- „Arbeitszeitverkürzung“

In Anlehnung an das Aachener Szenario (FISCHER et al. 2004) werden im Simulationsexperiment „Aachener Szenario I“ die Folgen einer pauschalen Reduktion des Vorleistungseinsatzes simuliert. Dazu wird unterstellt, dass sich die wertmäßigen Vorleistungsinputs der Land- und Forstwirtschaft und des Produzierenden Gewerbes in den Jahren 2005 bis 2020 um ca. 20% reduzieren. D.h., die preisbereinigten Inputkoeffizienten werden kontinuierlich Jahr für Jahr bis zur Erreichung der genannten Veränderung herabgesetzt.

Im „Aachener Szenario II“ wird vom „Aachener Szenario I“ insofern abgewichen als unterstellt wird, dass nur in einigen, ausgewählten Wirtschaftsbereichen ein ungenutztes Reduktionspotential besteht bzw. das Potential auch tatsächlich bis 2020 ausgeschöpft wird. Für das „Bauwesen“ wird ein 10%-iges Reduktionspotential bezüglich des Vorleistungseinsatzes an „Steinen und Erden“ angenommen. Für den Wirtschaftsbereich „Herstellung von Gummi- und Kunststoffwaren“ bzw. „Forstwirtschaft“ wird ebenfalls eine um 10% geringere Vorleistungsnachfrage von chemischen Erzeugnissen bzw. „Holz, Holz-, Kork-, Flechtwaren“ unterstellt. Dieses Szenario kann auch als Kontrast zu den hohen Ressourcen-kosteneinsparungen in „Aachen I“ gesehen werden, da es Auswirkungen von den mindestens möglichen Einsparungen behandelt und daher eine pessimistischere Zukunft malt. Somit wird der gesamte Raum an möglichen Einsparungspotentialen von einer vorsichtigen Schätzung in „Aachen II“ für einzelne Sektoren bis zu einer optimistischen Schätzung quer über alle Sektoren aufgespannt.

In beiden Szenarien werden keine Aussagen über die Verwendung der Einsparungen durch den verminderten Vorleistungseinsatz getroffen.

Im Konsumszenario (gedämpftes Wachstum der privaten Nachfrage) werden die Folgen einer

pauschalen Konsumnachfrageänderung der privaten Haushalte simuliert. Dazu wird unterstellt, dass sich der private Konsum nach Verwendungszwecken im Jahr 2020 gegenüber dem Basislauf um 5 % reduziert und im gleichen Maße mehr gespart wird.

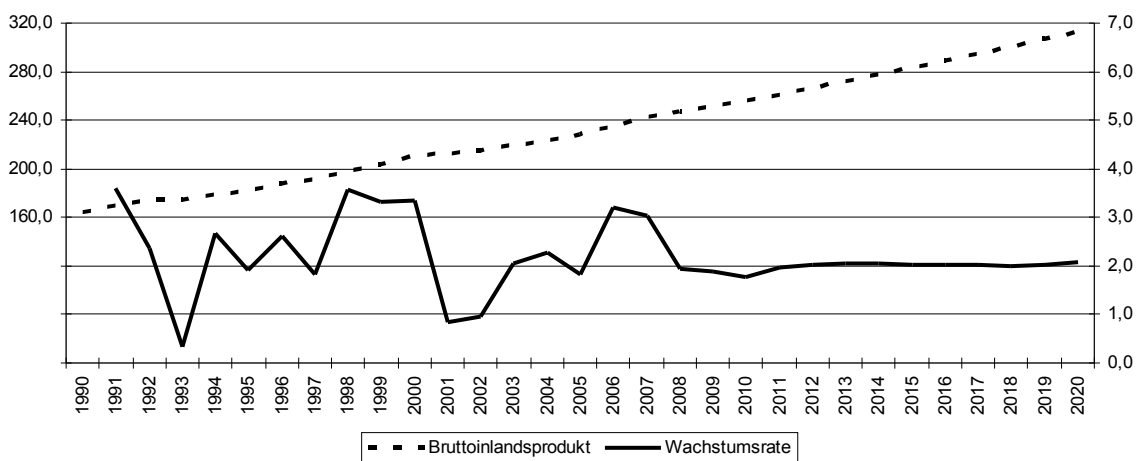
Das Szenario 4 „Arbeitszeitverkürzung“ geht von einer einprozentigen Arbeitszeitverkürzung über alle Wirtschaftsbereiche bis zum Jahr 2020 aus. Der Fokus liegt in diesem Szenario auf den Entwicklungen des Arbeitsmarktes. Dabei wird überprüft, ob die durch Arbeitszeitverkürzung frei gewordenen Arbeitsplätze durch die Arbeitsnachfrage in den jeweiligen Wirtschaftsbereichen wieder besetzt werden können.

3.1. Das Business as Usual (BAU) Szenario

Der Basislauf (Business As Usual) beschreibt die wahrscheinliche ökonomische Entwicklung unter der Voraussetzung, dass abgesehen von bereits beschlossenen politischen Maßnahmen keine weiteren Änderungen erfolgen. D.h., dass der Status quo auf Grundlage der Verhaltensparameter der Vergangenheit fortgeschrieben wird. Der Basislauf dient damit als „Referenzszenario“, um die Lücke zwischen dem in einem Szenario definierten politischen Ziel und der wahrscheinlichen Entwicklung ohne weiteres politisches Handeln abzubilden.

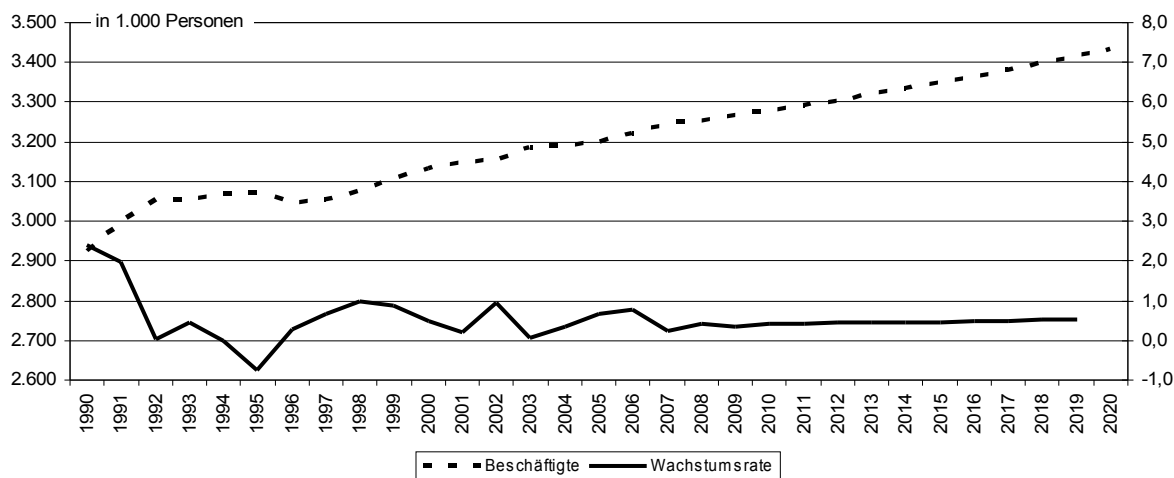
Die gesamtwirtschaftliche Entwicklung im Basislauf stellt sich wie folgt dar.

Abbildung 8: Absolute und relative Veränderungen des Bruttoinlandsprodukts



Das Bruttoinlandsprodukt steigt im Basislauf bis zum Jahr 2020 auf ca. 313 Mrd. € an. Das entspricht einem langfristigen Wachstumspfad von ca. 2% (vgl. Abbildung 8).

Abbildung 9: Absolute und relative Veränderung der Beschäftigung



Wie aus Abbildung 9 ersichtlich, erhöht sich im selben Zeitraum die Beschäftigung um durchschnittlich 0,5% jährlich. Betrachtet man die Veränderung der Beschäftigten nach Wirtschaftsbereichen wird deutlich, dass vor allem die Beschäftigten im Dienstleistungsbereich vom wirtschaftlichen Wachstum profitieren. Im Bereich Grundstückswesen, Vermietung und Unternehmensdienstleistung erhöhte sich die Zahl der Beschäftigten von ca. 297.000 im Jahr 2005 um 2,4% auf ca. 424.000 in 2020. Im Verarbeitenden Gewerbe sank die Zahl der Beschäftigten im selben Zeitraum um -0,1% auf 499.000 im Jahr 2020. Im Baugewerbe bzw. Energie- und Wasserversorgung betrug der Rückgang zwischen 2005 und 2020 -0,2% bzw. -0,9% (vgl. Tabelle 1). Auch im Wirtschaftsbereich Verkehr und Nachrichtenübermittlung sank die Zahl der Beschäftigten im Jahresdurchschnitt um -0,4%.

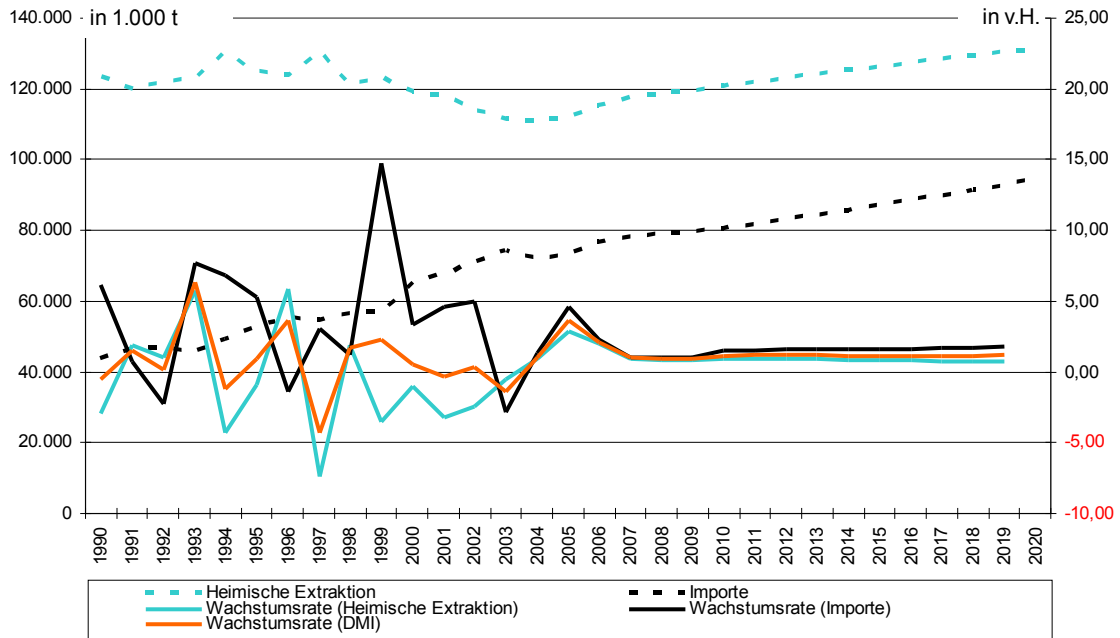
Tabelle 1: Entwicklung der Beschäftigten in ausgewählten Wirtschaftsbereichen

Beschäftigte in 1000 Personen	Basislauf			
	2005	2010	2015	2020
Land- und Forstwirtschaft, Fischerei	25,9	25,6	25,1	24,8
Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden	85,5	85,0	85,5	86,4
Verarbeitendes Gewerbe	506,7	505,7	502,1	498,8
Energie- und Wasserversorgung	26,8	25,5	24,4	23,4
Baugewerbe	234,1	233,7	229,9	227,1
Handel; Reparatur von Kraftfahrzeugen und Gebrauchsgütern	493,9	501,8	508,8	516,4
Gastgewerbe	158,5	164,1	169,8	175,8
Verkehr und Nachrichtenübermittlung	209,4	204,2	200,6	197,9
Kredit- und Versicherungsgewerbe	110,6	113,9	117,3	121,0
Grundstückswesen, Vermietung, Unternehmensdienstleister	297,4	337,3	376,6	424,2
Öffentliche und private Dienstleister	920,6	950,9	978,9	1007,0

Die Materialverbräuche erhöhen sich insgesamt (heimische Extraktion und Importe) ausgehend von einem Niveau von 167 Mio. Tonnen (1990) um ca. 35% auf 225 Mio. Tonnen im Jahr 2020 (vgl. Abbildung 10). Die durchschnittlichen Wachstumsraten der heimischen Extraktion steigen im 10-Jahresdurchschnitt von ca. -0,4% (1990 - 2000) auf 0,9% (2010 - 2020) an. Demgegenüber verzeichnen die durchschnittlichen Wachstumsraten der Materialimporte ein stärkeres Wachstum, verringern sich aber dennoch zum Ende des Prognosezeitraumes. Zwischen 1990 und 2000

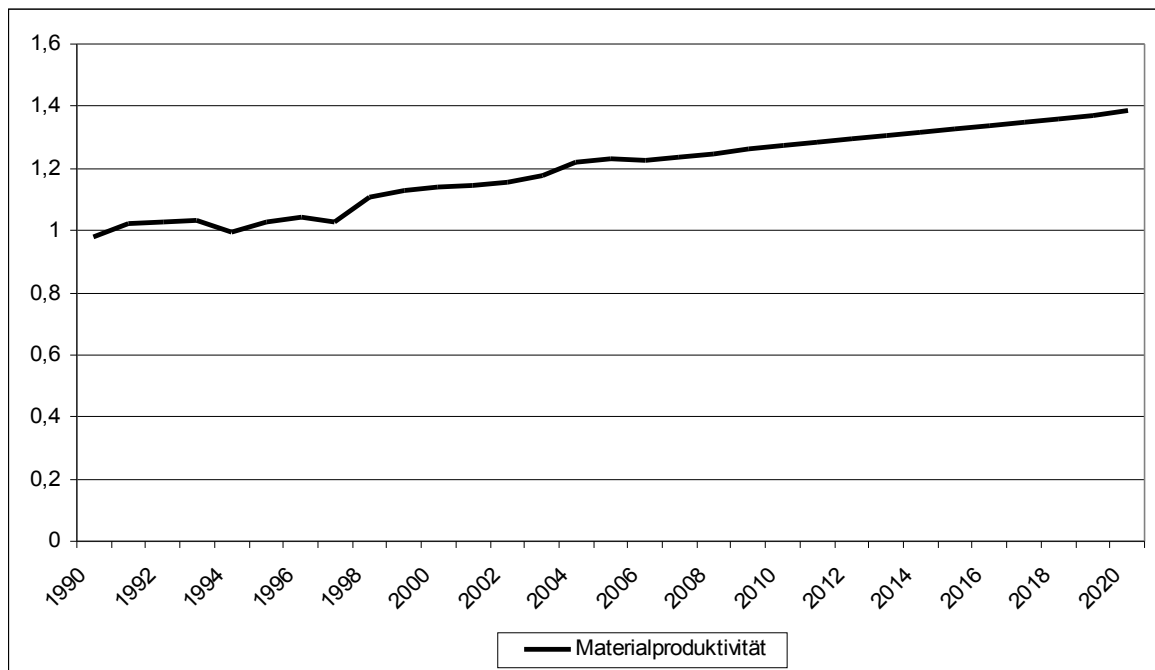
erhöhten sich die Materialimporte um 4,1% und zwischen 2010 und 2020 um 1,6%.

Abbildung 10: Entwicklung der Materialverbräuche



Im Vergleich zum Bruttoinlandsprodukt zeigt sich, dass der Materialverbrauch insgesamt weniger zunimmt als das Bruttoinlandsprodukt und demzufolge auch die Materialproduktivität steigt (vgl. Abbildung 11).

Abbildung 11: Entwicklung der Materialproduktivität



Zwischen 1990 und 2000 lag das Wachstum des Bruttoinlandsproduktes 1,6%-Punkte über dem Wachstum der importierten als auch heimisch extrahierten Materialien. Zwischen 2010 und 2020 wächst das Bruttoinlandsprodukt im 10-Jahresdurchschnitt um ca. 2%, während der durchschnittliche Materialverbrauch um ca. 1,2% zunimmt. Bis zum Ende des Beobachtungszeitraumes wird sich die Materialproduktivität - relativ gesehen - abschwächen.

Die größten Veränderungen im Materialverbrauch werden, differenziert nach den Materialkategorien, bei der Biomasse aus der Forstwirtschaft gesehen. Der direkte Materialverbrauch (heimische Extraktion und Importe) steigt von 27,6 Mio. Tonnen (2005) um ca. 44% auf 39,8 Mio. Tonnen (2020). Nahezu verdoppeln wird sich der Verbrauch von Erzen. Ausgehend von 18 Mio. Tonnen im Jahr 2005 steigt der Materialverbrauch bis 2020 auf 31 Mio. Tonnen. Die Steigerung geht ausschließlich auf die Importe zurück, da es in Österreich keine großen Erzvorkommen gibt. Auch die Baumineralien steigen im betrachteten Zeitraum um ca. 17%. Vor allem das Wachstum in der Baubranche ist für die erhöhte Nachfrage verantwortlich.

Tabelle 2: Importe und Heimische Extraktion nach Materialien (in 1.000 Tonnen)

	2005	2010	2015	2020
Heimische Extraktion				
<i>Biomasse</i>	33.567	36.049	37.945	39.737
Nahrungsmittel	9.579	9.866	10.013	10.146
Futter	12.430	12.803	12.995	13.166
Tiere	17	17	18	18
Forstwirtschaft	11.542	13.363	14.919	16.408
Nicht essbare Biomasse	0	0	0	0
<i>Fossile Brennstoffe</i>				
Kohle	1.268	1.268	1.268	1.268
Erdöl	1.110	1.110	1.110	1.110
Gas	1.670	1.670	1.670	1.670
Andere Brennstoffe	0	0	0	0
<i>Mineralien</i>				
Bau	69.430	75.377	79.014	82.154
Industrie	2.496	2.710	2.841	2.953
Erze	2.365	2.365	2.365	2.365
Importe				
<i>Biomasse</i>	22.588	25.870	28.533	31.275
Nahrungsmittel	3.400	3.587	3.734	3.905
Futter	1.144	1.207	1.256	1.314
Tiere	528	557	579	606
Forstwirtschaft	16.107	18.868	21.116	23.402
Nicht essbare Biomasse	1.410	1.652	1.848	2.048
<i>Fossile Brennstoffe</i>				
Kohle	5.213	4.864	4.499	4.271
Erdöl	13.260	13.207	13.091	13.155
Gas	4.765	4.746	4.704	4.727
Andere Brennstoffe	4.054	4.749	5.315	5.890
<i>Mineralien</i>				
Bau	4.410	4.213	4.032	3.950
Industrie	2.712	2.591	2.479	2.429
Erze	16.008	20.354	24.367	28.886
Direkter Materialeinsatz				
<i>Biomasse</i>	56.156	61.919	66.478	71.012
Nahrungsmittel	12.979	13.453	13.747	14.051
Futter	13.574	14.010	14.251	14.480
Tiere	545	574	597	624
Forstwirtschaft	27.648	32.231	36.035	39.809
Nicht essbare Biomasse	1.410	1.652	1.848	2.048
<i>Fossile Brennstoffe</i>				
Kohle	6.481	6.132	5.767	5.539
Erdöl	14.371	14.318	14.201	14.265
Gas	6.435	6.416	6.374	6.397
Andere Brennstoffe	4.054	4.749	5.315	5.890
<i>Mineralien</i>				
Bau	73.840	79.590	83.046	86.104
Industrie	5.208	5.300	5.320	5.382
Erze	18.373	22.719	26.732	31.252

3.2. Das „Aachen I“ Szenario

3.2.1. Beschreibung des Szenarios

In Anlehnung an das Aachener Szenario (FISCHER et al. 2004) werden im Simulationsexperiment „Aachener Szenario I“ die Folgen einer pauschalen Reduktion des Vorleistungseinsatzes um 20 % simuliert. Dieses Einsparpotenzial wurde speziell für die deutsche Wirtschaft ermittelt und ist damit nicht eins zu eins auf die österreichische Wirtschaft übertragbar. Gründe dafür liegen u.a. in der anderen Vorleistungs- und Produktionsstruktur sowie in dem größeren Anteil importierter Waren. Auch wurden für das deutsche Modell neben den direkten Materialinputs indirekte Materialverbräuche (insbesondere induzierte Materialverbräuche von importierten Fertigprodukten) erfasst. Das im folgenden beschriebene Ressourceneinspar-Szenario für Österreich ist dementsprechend als Modellexperiment zu interpretieren, das Aufschluss über Wirkungszusammenhänge im Modell geben soll.

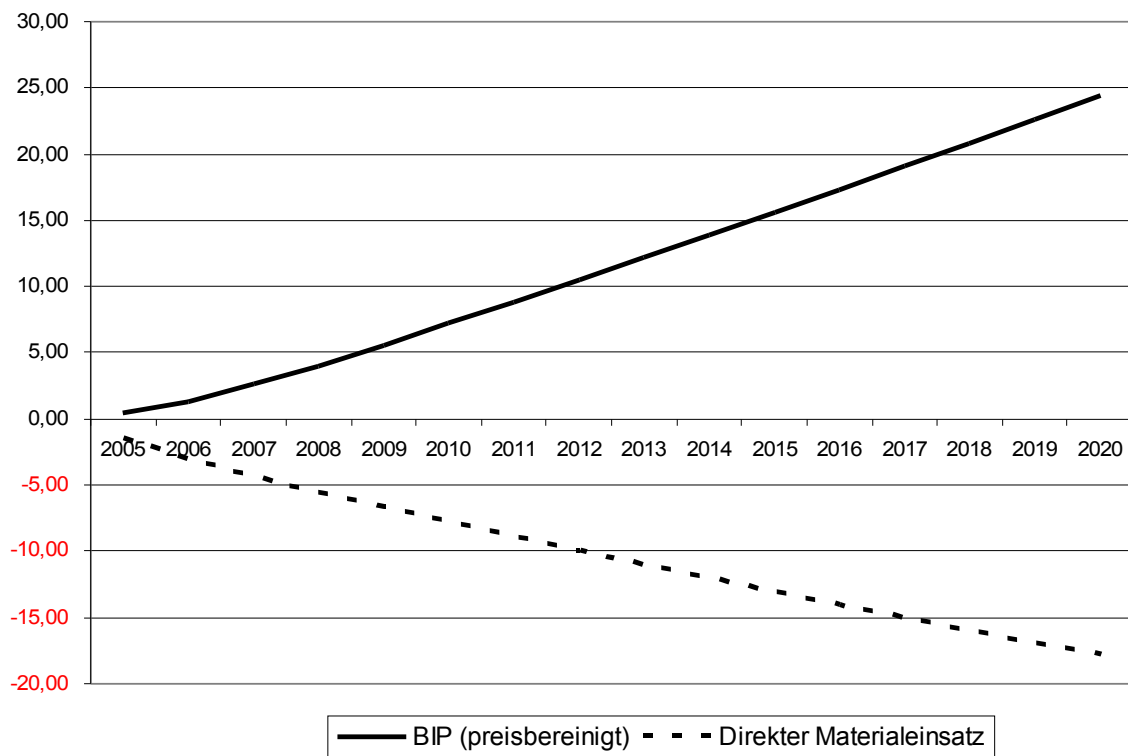
Zur Umsetzung des Szenarios im Modell wird unterstellt, dass sich die wertmäßigen Vorleistungsinputs der Land- und Forstwirtschaft und des Produzierenden Gewerbes in den Jahren 2005 bis 2020 um ca. 20% reduzieren. D.h., die preisbereinigten Inputkoeffizienten werden kontinuierlich Jahr für Jahr bis zur Erreichung der genannten Veränderung herabgesetzt. Letztendlich sind aber nur jene Inputs betroffen, die entweder Material, Vorleistungsinputs, Energie oder Wasser umfassen. Die Dienstleistungsinputs werden nicht reduziert. Vielmehr werden die unternehmensnahen Dienstleistungen erhöht. Es wird angenommen, dass durch eine einmalige Erhöhung des Kostenanteils der Dienstleistungen, die über die genannte Simulationsperiode erhalten bleibt, die oben genannten Einsparungen erzielt werden können. Annahmegemäß führen erhöhte Ausgaben für Unternehmensberatungen zur kontinuierlichen Anpassung von Produktionsprozessen. Ferner kommt es bei Ersatzinvestitionen zu einer expliziten Berücksichtigung des Ressourcenverbrauchs.

Die Erhöhungen der Dienstleistungsinputs in den Kostenstrukturen der Unternehmen entsprechen für den gesamten Zeitraum des Simulationsexperiments (2005-2020) den Einsparungen an Vorleistungs-lieferungen des ersten Jahres. Es wird also unterstellt, dass ein gleich bleibender erhöhter Einsatz an unternehmensnahen Dienstleistungen sich im ersten Jahr bereits rentiert hat und in den folgenden Jahren kontinuierliche Einsparungen an Ressourcen zur Folge haben wird.

3.2.2. Ergebnisdarstellung

Auf der gesamtwirtschaftlichen Ebene sind deutliche Veränderungen festzustellen. Das preisbereinigte Bruttoinlandsprodukt stieg im Vergleich zur Ausgangssituation um ca. 24% im Jahr 2020 (Abbildung 12). Das Ergebnis ist auf eine deutliche Veränderung des Außenhandels zurückzuführen. Die preisbereinigte Exportnachfrage nimmt (6,9% in 2020) wegen des deutlich gesunkenen Preisniveaus (-12,4% in 2020) zu, welches wiederum durch die fallenden Stückkosten zurückging. Die Konsumnachfrage im Inland steigt (ca. 21% in 2020) ebenfalls durch das gesunkene Preisniveau.

Abbildung 12: Relative Abweichungen des Bruttoinlandsproduktes und des Materialverbrauches gegenüber dem Basislauf (in %)



Gleichzeitig gehen die preisbereinigten Importe (-5,6% in 2020) wegen des gesunkenen Vorleistungseinsatzes zurück. Hinzu kommt, dass die Preisreduktionen im Inland ausländische Fertigprodukte relativ teurer werden lassen. Die Folge ist, dass die Importe insgesamt trotz steigendem Wachstum verglichen mit dem Basisszenario sinken.

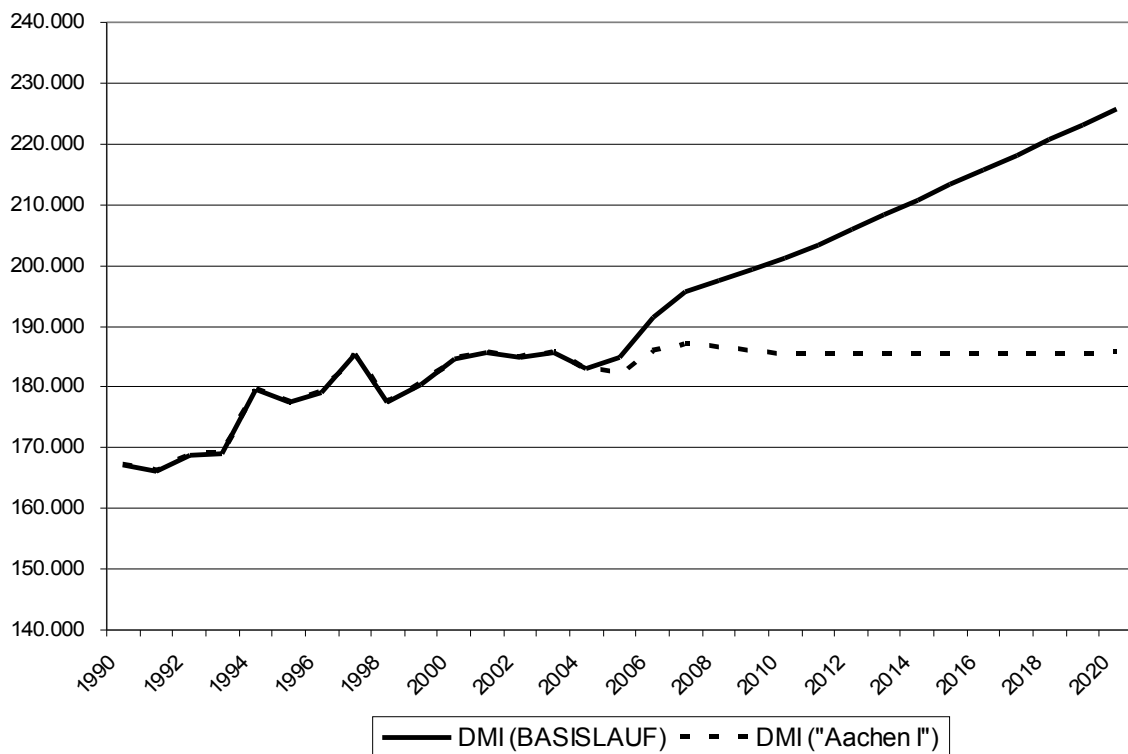
Außerdem nehmen die Löhne wegen der Produktivitätssteigerung zu. Da die Wachstumssteigerungen erheblich sind, führt dies sogar zu einem Anstieg der Beschäftigung (um 2,4% im Jahr 2020 im Vergleich zum Baseline Szenario). Sieht man sich die Wirkungen auf die Beschäftigung in den einzelnen Sektoren genauer an (vgl. Tabelle 3), so zeigt sich dass in der Land- und Forstwirtschaft, im Verarbeitenden Gewerbe, in der Energie- und Wasserversorgung, sowie im Verkehr und in der Nachrichtenübermittlung die Arbeitsplätze zurückgehen, während sie in den dienstleistungs-orientierten Branchen tendenziell steigen.

Tabelle 3: Entwicklung der Beschäftigung in ausgewählten Branchen (in 1000 Personen)

Beschäftigte in 1000 Personen	"Aachen!"			
	2005	2010	2015	2020
Land- und Forstwirtschaft, Fischerei	25,8	25,4	25,1	24,9
Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden	85,3	84,8	85,8	87,3
Verarbeitendes Gewerbe	505,9	495,9	482,1	468,7
Energie- und Wasserversorgung	26,8	25,2	23,6	22,1
Baugewerbe	233,7	233,8	233,1	232,8
Handel; Reparatur von Kraftfahrzeugen und Gebrauchsgütern	493,9	502,3	510,0	517,9
Gastgewerbe	159,0	169,4	180,3	191,5
Verkehr und Nachrichtenübermittlung	209,6	202,4	197,3	194,0
Kredit- und Versicherungsgewerbe	110,7	114,3	117,9	121,8
Grundstückswesen, Vermietung, Unternehmensdienstleister	310,7	355,6	401,6	456,4
Öffentliche und private Dienstleister	921,6	966,4	1015,7	1066,2

Bezogen auf die Materialverbräuche ist festzustellen, dass deutliche Produktivitätssteigerungen erzielt werden können. In 2020 wird ca. 18% weniger Material verbraucht als im Basislauf. Allerdings gehen die Materialentnahmen insgesamt wegen des Reboundeffektes zwischen 2004 (183 Mio. Tonnen) und 2020 (185,5 Mio. Tonnen) nicht zurück (vgl. Abbildung 13). Diese Ergebnisse decken sich mit den Ergebnissen einer Studie, die von der Stiftung Kathy Beys (DISTELKAMP, MEYER, Wolter 2005) für Deutschland in Auftrag gegeben wurde.

Abbildung 13: Entwicklung des Materialverbrauchs insgesamt (in 1.000 Tonnen)



Die folgende Tabelle fasst die Ergebnisse zusammen.

Tabelle 4: Simulationsergebnisse für die Jahre 2010 und 2020, dargestellt als Abweichungen vom Basisszenario (in %)

Abweichungen vom Basisszenario (relativ)			
Szenario "Aachen I"			
	Einheit	2010	2020
Gesamtwirtschaft:			
Bruttoinlandsprodukt (preisbereinigt)	in %	7,2	24,5
Privater Konsum im Inland (preisbereinigt)	in %	6,4	20,9
Export (preisbereinigt)	in %	1,9	6,9
Import (preisbereinigt)	in %	-2,5	-5,6
Preisindex Bruttoinlandsprodukt	in %	-3,9	-12,4
Arbeitnehmer (im Inland)			
davon:			
Land- und Forstwirtschaft, Fischerei	in %	-0,8	0,6
Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden	in %	-0,3	1,0
Verarbeitendes Gewerbe	in %	-1,9	-6,0
Energie- und Wasserversorgung	in %	-1,1	-5,5
Baugewerbe	in %	0,1	2,5
Handel; Reparatur von Kraftfahrzeugen und Gebrauchsgütern	in %	0,1	0,3
Gastgewerbe	in %	3,2	8,9
Verkehr und Nachrichtenübermittlung	in %	-0,9	-1,9
Kredit- und Versicherungsgewerbe	in %	0,3	0,7
Grundstückswesen, Vermietung, Unternehmensdienstleister	in %	5,4	7,6
Öffentliche und private Dienstleister	in %	1,6	5,9
Verfügbares Einkommen privater Haushalte	in %	3,5	10,6
Umwelt:			
Materialinputs (gesamt)	in %	-7,8	-17,8
Materialimporte	in %	-10,8	-23,2
Heimische Extraktion	in %	-5,8	-14,0
Materialproduktivität (gesamt; BIP zu DMI)	in %	16,3	51,5
Heimische Extraktion	in %	13,8	44,7
Materialimporte	in %	20,2	62,1
Bauwesen	in %	16,8	60,0

3.3. Das Szenario „Aachen II“

3.3.1. Beschreibung des Szenarios

In einem differenzierteren Szenario gilt es nun zu ermitteln, wie sich die Einsparpotentiale in Österreich für einzelne Sektoren darstellen, die besonders stark auf die heimische Extraktion von Materialien wirken. Um das tatsächliche Ressourceneinsparpotential für Österreichs Sektoren auszuloten, wurde im Rahmen des Projekts ein Workshop veranstaltet, bei dem das Projektteam gemeinsam mit dem Lebensministerium und ausgewählten ExpertInnen Ansatzpunkte und Erkenntnisse für mögliche Einsparungen diskutierte.

Aufbauend auf den Workshop-Erkenntnissen, Literaturrecherchen und persönlichen Gesprächen wurden mögliche Materialkostensenkungen für ausgewählte österreichische Sektoren abgeschätzt. Während des Workshops wurden jene Branchen herausgearbeitet, die die größten Potenziale und

die größten Erfolgsaussichten bei der Umsetzung der Potenziale versprechen. Diese Branchen sind der Bausektor, die Be- und Verarbeitung von Holz, die Herstellung von Metallen und die Erzeugung und Verarbeitung von Kunststoffen. Im Vordergrund standen dabei einerseits die Mengenströme (Höhe des Materialverbrauchs) und andererseits die wirtschaftliche Bedeutung.

Für eine weitere Betrachtung im Szenario wurden vom Projektteam aus den im Workshop identifizierten Sektoren folgende drei Branchen ausgewählt:

- a) Bausektor
- b) Be- und Verarbeitung von Holz
- c) Herstellung von Kunststoffen

Die Auswahl der Sektoren konzentrierte sich einerseits auf Branchen, die eine *klein- und mittelbetrieblich organisierte Produktionsstruktur* aufweisen; andererseits war das Ausmaß der *heimischen Extraktion* entscheidend, da hier Effizienzmaßnahmen direkt eine Verbesserung der inländischen Situation bewirken. Während Großunternehmen bereits einen Großteil der möglichen Einsparungen geltend gemacht haben, scheinen bei Klein- und Mittelbetrieben noch erhebliche Potentiale zur Effizienzsteigerung ungenutzt zu sein: Erfahrungen aus (deutschen) Projekten (vgl. Arthur D. Little et al., 2005) zeigen, dass beim Produktionsfaktor "Material" erhebliche Effizienz- und Effektivitätssteigerungsmöglichkeiten bei Klein- und Mittelbetrieben zu lukrieren sind.

Der *Bausektor* wird betrachtet, da er sowohl große Materialmassen bewegt, als auch wirtschaftlich erhebliche Bedeutung hat. Außerdem werden die Rohmaterialien vorwiegend in Österreich gewonnen. Baustoffe, Steine und Erden als wichtige Rohstoffe für den Bausektor kommen überwiegend aus heimischer Gewinnung und lassen keine Verknappungen erwarten. Laut Vereinigung der Österreichischen Zementindustrie (www.zement.at) ist für die nächsten Jahrzehnte die Versorgung der österreichischen Bauwirtschaft mit Zement aus nahe gelegenen Produktionsstätten gewährleistet. Allerdings zählt die Zementindustrie zu den energieintensivsten Branchen, wodurch dieser Baustoff besonders reduziert bzw. vermehrt substituiert werden sollte. Die Be- und Verarbeitung von Holz hat in Österreich aufgrund des Waldreichtums und des technologischen Know-hows traditionellerweise eine hohe Bedeutung. Die Kunststoffindustrie als Teilbereich der Chemischen Industrie ist durch eine klein- und mittelbetrieblich organisierte Struktur gekennzeichnet.

Die Herstellung von Metallen wird nicht weiterverfolgt, da in dieser Branche – wie auch in anderen rohstoffnahen Branchen - vorwiegend (international tätige) Großunternehmen dominieren, wodurch Materialeffizienzaspekte eher Kerngeschäft darstellen, als bei (hauptsächlich) heimisch tätigen Klein- und Mittelbetrieben. Ihr Potential zur Erhöhung der Materialeffizienz wird daher als kleiner angesehen als jenes von Klein- und Mittelbetrieben. Daher wurden sie von der Analyse ausgeschlossen.

Es bleibt aber zu berücksichtigen, dass viele aus der Untersuchung ausgeschlossene Branchen einen hohen Materialaufwand im Ausland (Metallerze, Rohphosphate, Steinkohle, Erdöl, Erdgas, oder energie- und ressourcenintensive Vorfabrikate) haben (siehe Tabelle 2 in Kapitel 3.2), der durch eine inländische Materialeffizienzpolitik im Wesentlichen über eine verminderte Nachfrage nach Rohstoffen oder Halbfertigfabrikaten im Ausland und indirekt (z.B. über die international agierenden Grundstoffunternehmen oder Beratungsfirmen, Maschinen- und Anlagenhandel) beeinflussbar ist (Arthur D. Little et al. 2005).

Ein sorgsamer und sparsamer Umgang mit natürlichen Ressourcen ist für alle angesprochenen Branchen von großer Wichtigkeit. Dabei ist es nicht nur aus ökologischen Gründen entscheidend, Materialeffizienz und Recycling zu erhöhen, sondern auch aus wirtschaftlichen Gesichtspunkten (Verringerung der Auslandsabhängigkeit durch die Inanspruchnahme von fossilen Energieträgern, Erhaltung der Wettbewerbsfähigkeit,...). Bei der Ausschöpfung der möglichen Potentiale von Materialeffizienz-verbesserungen werden die ausgewählten Branchen nach folgenden Gesichtspunkten analysiert:

1. Maßvoller Einsatz von Ressourcen, geringerer spezifischer Materialbedarf
2. Materialsubstitution
3. umweltgerechte Materialauswahl (Sekundärrohstoffe vor Primärrohstoffen)
4. Verstärktes Recycling
5. Gesteigerte Nutzungsintensität

Der bei Materialeffizienzverbesserungen ebenfalls auftretende *begleitende Nutzen* (z.B. höhere Kapital- und Arbeitsproduktivität, verminderte Transportkosten, reduzierte Energiekosten) wurde nicht berücksichtigt. Diese positiven "Nebeneffekte" können jedoch erheblich sein und eine ähnliche Größenordnung wie die vermiedenen Materialkosten erreichen (Arthur, D. Little et al., 2005).

Aus der Analyse der einzelnen Branchen (für Details siehe den Anhang zu diesem Bericht) ergaben sich folgende Materialkosteneinsparungen: Für das „Bauwesen“ wird ein 10%-iges Reduktionspotential bezüglich des Vorleistungseinsatzes an „Steinen und Erden“ angenommen. Für den Wirtschaftsbereich „Herstellung von Gummi- und Kunststoffwaren“ bzw. „Forstwirtschaft“ wird ebenfalls eine um 10% geringere Vorleistungsnachfrage von chemischen Erzeugnissen bzw. „Holz, Holz-, Kork-, Flechtwaren“ unterstellt.

3.3.2. Ergebnisdarstellung

Durch die Reduktion der Vorleistungseinsätze „Steinen und Erden“ im Wirtschaftsbereich Bauwesen (-10%) sinkt gegenüber dem Basislauf der direkte Materialverbrauch an Baumaterialien um ca. 5% im Jahr 2020. Etwa die Hälfte aller Materiallieferungen gehen an das Bauwesen, so dass sich die Reduktion zur Hälfte im Rückgang des Verbrauchs von Baumaterialien niederschlägt.

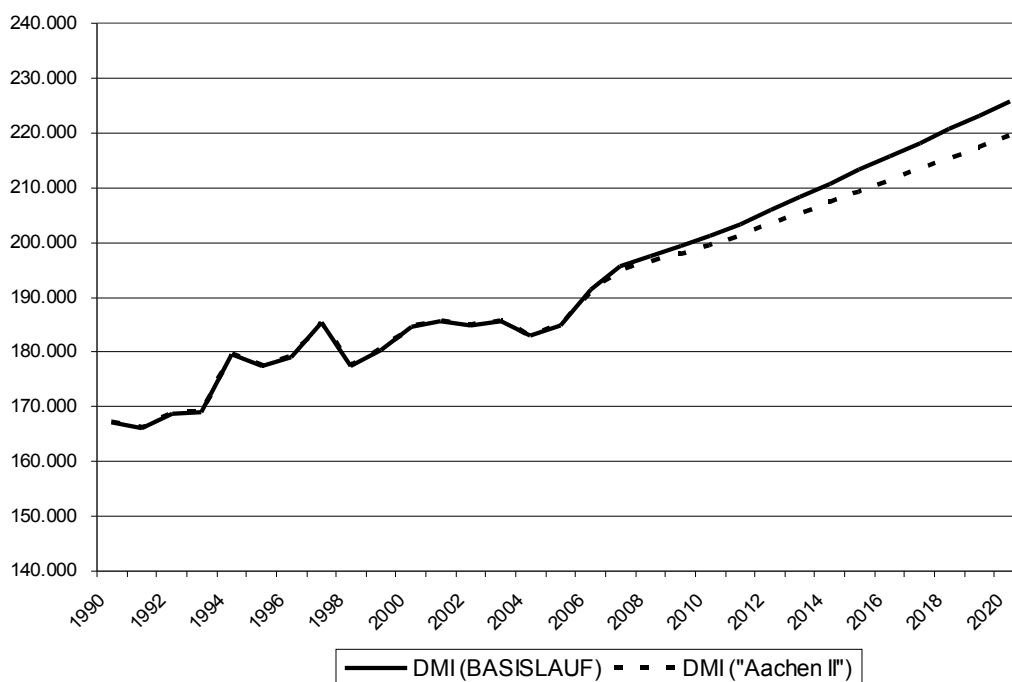
Der 10%-ige Rückgang des Vorleistungseinsatzes an forstwirtschaftlichen Erzeugnissen im holzverarbeitenden Gewerbe bewirkt einen Rückgang des Materialeinsatzes um 4,5% gegenüber dem Basisszenario. Etwa ein Drittel der forstwirtschaftlichen Erzeugnisse werden an die holzverarbeitende Industrie geliefert, so dass die Reduktion direkt in der geringeren Materialnachfrage sichtbar wird. Zudem wirkt sich auch der Rückgang der Holzimporte von 4,8% auf den Rückgang des direkten Materialinputs aus.

Der Rückgang des Vorleistungseinsatzes der Kunststoffindustrie an chemischen Produkten ist relativ unbedeutend für den Materialverbrauch. Weniger als 10% aller Lieferungen gehen an den Wirtschaftsbereich „Herstellung von Gummi- und Kunststoffwaren“ und so ist nur ein geringfügiger Rückgang (-0,03%) an Erdöl erkennbar. Die Modellierung möglicher Einsparpotentiale erfolgte bei

diesem Beispiel an der 2. Verarbeitungsstufe, da der Extraktor des Erdöls zunächst an den Wirtschaftsbereich „Chemische Industrie“ liefert bevor das verarbeitete Produkt zu Kunststoff weiterverarbeitet wird.

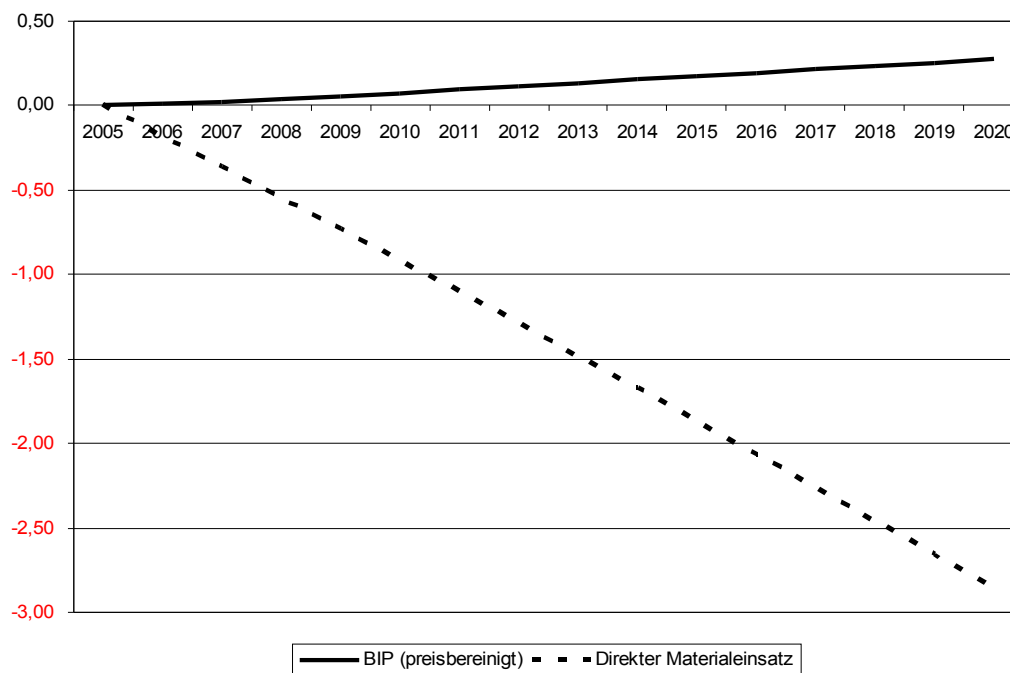
Die forstwirtschaftlichen Erzeugnisse und die Baumaterialien haben einen Anteil von ca. 44% am direkten Materialverbrauch, so dass sich der gesamte Materialverbrauch (heimische Extraktion und Importe) um ca. 2,9% verringert und am Ende des Prognosezeitraums 219,4 Mio. Tonnen beträgt (vgl. Abbildung 14).

Abbildung 14: Entwicklung des Materialverbrauchs insgesamt (in 1.000 Tonnen)



Gesamtwirtschaftlich gibt es nur geringfügige Änderungen. Das Bruttoinlandsprodukt erhöht sich gegenüber dem Basislauf bis 2020 um 0,3% (vgl. Abbildung 15).

Abbildung 15: Relative Abweichungen des Bruttoinlandsproduktes und des Materialverbrauchs gegenüber dem Basislauf (in %)



Die Auswirkungen auf die Beschäftigung in den einzelnen Sektoren (vgl. Tabelle 5) gestalten sich ähnlich wie in „Aachen I“, wenn gleich auch die positiv und negativen Betroffenheiten jeweils geringer ausfallen.

Im Vergleich zum Basisszenario verändert sich die Beschäftigung im Jahr 2020 kaum (vgl. Tabelle 6), wenngleich leichte strukturelle Veränderungen auszumachen sind. So zeigen sich bei der Land- und Forstwirtschaft sowie dem Bergbau und der Gewinnung von Steinen und Erden Einbußen. Zusätzliche Arbeitsplätze entstehen im Bauwesen, im Gastgewerbe und bei öffentlichen und privaten Dienstleistungen.

Tabelle 5: Entwicklung der Beschäftigung in ausgewählten Branchen (in 1000 Personen)

Beschäftigte in 1000 Personen	"AachenII"			
	2005	2010	2015	2020
Land- und Forstwirtschaft, Fischerei	25,9	25,5	25,0	24,5
Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden	85,5	84,9	85,2	86,1
Verarbeitendes Gewerbe	506,7	505,7	502,1	498,7
Energie- und Wasserversorgung	26,8	25,5	24,4	23,4
Baugewerbe	234,1	233,8	230,1	227,5
Handel; Reparatur von Kraftfahrzeugen und Gebrauchsgütern	493,9	501,8	508,8	516,4
Gastgewerbe	158,5	164,2	169,9	176,0
Verkehr und Nachrichtenübermittlung	209,4	204,2	200,6	197,8
Kredit- und Versicherungsgewerbe	110,6	113,9	117,3	121,0
Grundstückswesen, Vermietung, Unternehmensdienstleister	297,4	337,3	376,7	424,3
Öffentliche und private Dienstleister	920,6	951,0	979,3	1007,7

In Tabelle 6 sind die Ergebnisse für das Szenario „Aachen 2“ noch einmal zusammengefasst dargestellt.

Tabelle 6: Simulationsergebnisse für die Jahre 2010 und 2020, dargestellt als Abweichungen vom Basisszenario (in %)

Abweichungen vom Basisszenario (relativ)			
Szenario "Aachen II"			
	Einheit	2010	2020
Gesamtwirtschaft:			
Bruttoinlandsprodukt (preisbereinigt)	in %	0,1	0,3
Privater Konsum im Inland (preisbereinigt)	in %	0,1	0,2
Export (preisbereinigt)	in %	0,0	0,1
Import (preisbereinigt)	in %	0,0	-0,1
Preisindex Bruttoinlandsprodukt	in %	-0,1	-0,2
Arbeitnehmer (im Inland)	in %	0,0	0,0
davon:			
Land- und Forstwirtschaft, Fischerei	in %	-0,2	-0,9
Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden	in %	-0,2	-0,4
Verarbeitendes Gewerbe	in %	0,0	0,0
Energie- und Wasserversorgung	in %	0,0	-0,1
Baugewerbe	in %	0,0	0,2
Handel; Reparatur von Kraftfahrzeugen und Gebrauchsgütern	in %	0,0	0,0
Gastgewerbe	in %	0,0	0,1
Verkehr und Nachrichtenübermittlung	in %	0,0	0,0
Kredit- und Versicherungsgewerbe	in %	0,0	0,0
Grundstückswesen, Vermietung, Unternehmensdienstleister	in %	0,0	0,0
Öffentliche und private Dienstleister	in %	0,0	0,1
Verfügbares Einkommen privater Haushalte	in %	0,0	0,1
Umwelt:			
Materialinputs (gesamt)	in %	-0,9	-2,9
Materialimporte	in %	-0,5	-1,7
Heimische Extraktion	in %	-1,2	-3,7
Materialproduktivität (gesamt; BIP zu DMI)	in %	1,0	3,2
Heimische Extraktion	in %	1,3	4,1
Materialimporte	in %	0,6	2,1
Bauwesen	in %	1,7	5,5

3.4. Das Konsumszenario

3.4.1. Beschreibung des Szenarios

Wie die Ergebnisse der bisherigen Szenarienrechnungen zeigen, sind die Bemühungen um Ressourceneffizienzsteigerungen ein notwendiger aber möglicherweise kein hinreichender Ansatz für eine substantielle Reduktion des Ressourcenverbrauchs. In Wachstumswirtschaften zehren Reboundeffekte vermeintliche Entlastungen wieder auf.

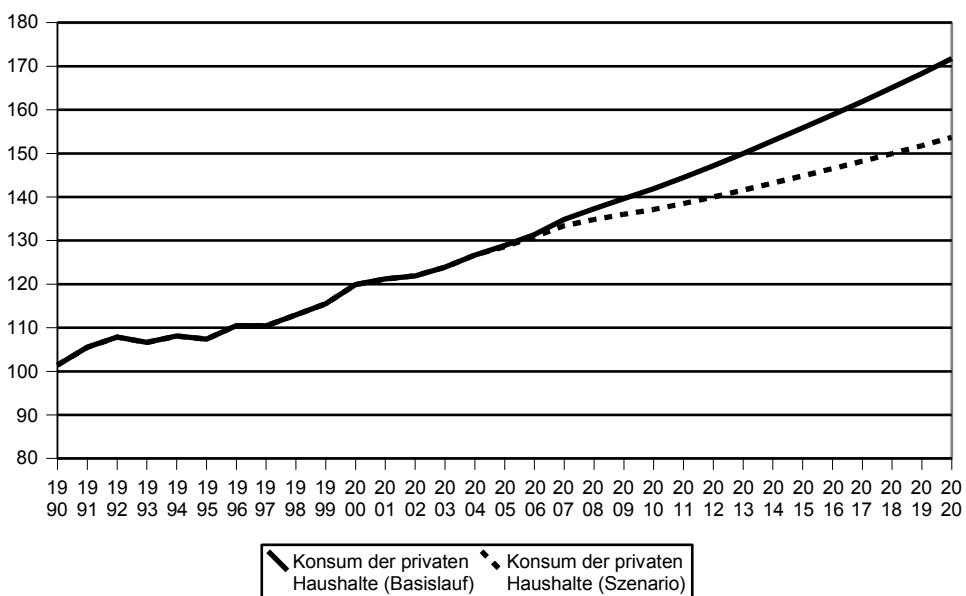
Während Effizienzsteigerungen nicht unbedingt dämpfend auf das Wirtschaftswachstum wirken müssen, lassen Verbrauchseinschränkungen genau diese Wirkung erwarten, weil tatsächlich weniger konsumiert wird. Es wird hier nicht analysiert, warum es zu einem gedämpften Wachstum des privaten Konsums kommen sollte, sondern lediglich im Sinne von „was wäre, wenn“, diskutiert, welche Auswirkungen auftreten. Zwischen ökologischen und wirtschaftlichen Sachzwängen

müsste daher untersucht werden, ob sich eine Reduktion des Konsumniveaus tatsächlich negativ auf die Wirtschaft auswirken muss, bzw. unter welchen Bedingungen dies vermieden werden kann. Im Konsumszenario werden daher die Folgen einer pauschalen Konsumnachfrageänderung der privaten Haushalte simuliert. Dazu wird unterstellt, dass sich der private Konsum nach Verwendungszwecken im Jahr 2020 gegenüber dem Basislauf um 5 % reduziert und dafür entsprechend mehr gespart wird, was trotzdem noch eine absolute Steigerung des Konsums über die Zeit bedeutet. Dieser Wert ist als initiale Reduktion zu verstehen, die sich über den Multiplikatoreffekt entsprechend vergrößert. Es gilt jedoch zu bedenken, dass die Wechsel- und Rückwirkungen mit dem Finanzmarkt vernachlässigt werden.

3.4.2. Ergebnisdarstellung

Wird unterstellt, dass im Vergleich zum Basisszenario der private Konsum um 5 % quer über alle Gütergruppen weniger zunimmt, reduziert sich am Ende des Beobachtungszeitraumes die Nachfrage der privaten Haushalte über den Multiplikatoreffekt um 10,5% gegenüber dem Basisszenario. Dabei gilt es aber zu beachten, dass es über die Zeit trotzdem zu einem Anstieg der Nachfrage kommt: Zwischen 2005 und 2020 erhöht sich der Konsum im Szenario um 25 Mrd. Euro bzw. um fast 20%, während der Anstieg im Basislauf 43 Mrd. Euro bzw. 33% beträgt (vgl. Abbildung 16). Das preisbereinigte Bruttoinlandsprodukt reduziert sich lediglich um 5,4%, da die Exportnachfrage von der inländischen Veränderung des Konsums nicht betroffen ist. Die Endnachfragekomponenten Bruttoanlageinvestitionen (-4%) und Staatskonsum (-3,3%) werden nur durch sekundäre Effekte tangiert. Die Importnachfrage geht wegen der geringeren Inlandsnachfrage zurück (-2,7%).

Abbildung 16: Entwicklung der Nachfrage der privaten Haushalte (in Mrd. EUR)



Wie aus Abbildung 17 ersichtlich, ist der Rückgang der gesamten Materialverbräuche (heimische Extraktion und Importe) deutlich kleiner (-2,5%) als die Verringerung des Bruttoinlandsprodukts (-5,4%). Vor allem der relativ geringe Rückgang der Importe (-2,2%) und wichtiger Materialien (Importe und heimische Extraktion) wie Steine und Holz (-2,4 bzw. -2,8%) sind für diese Entwicklung verantwortlich.

Abbildung 17: Relative Abweichungen des Bruttoinlandsproduktes und des Materialverbrauches gegenüber dem Basislauf (in %)

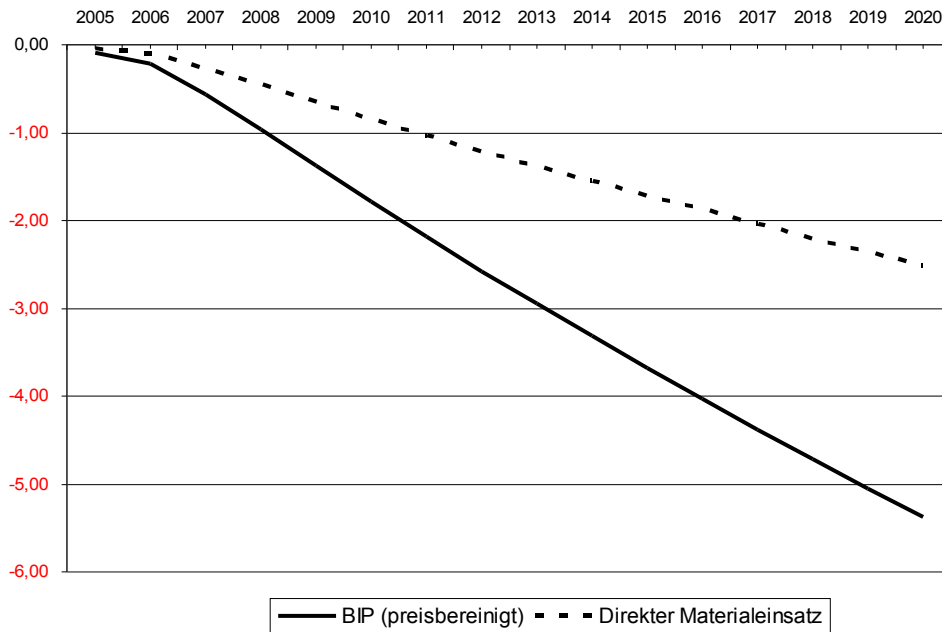
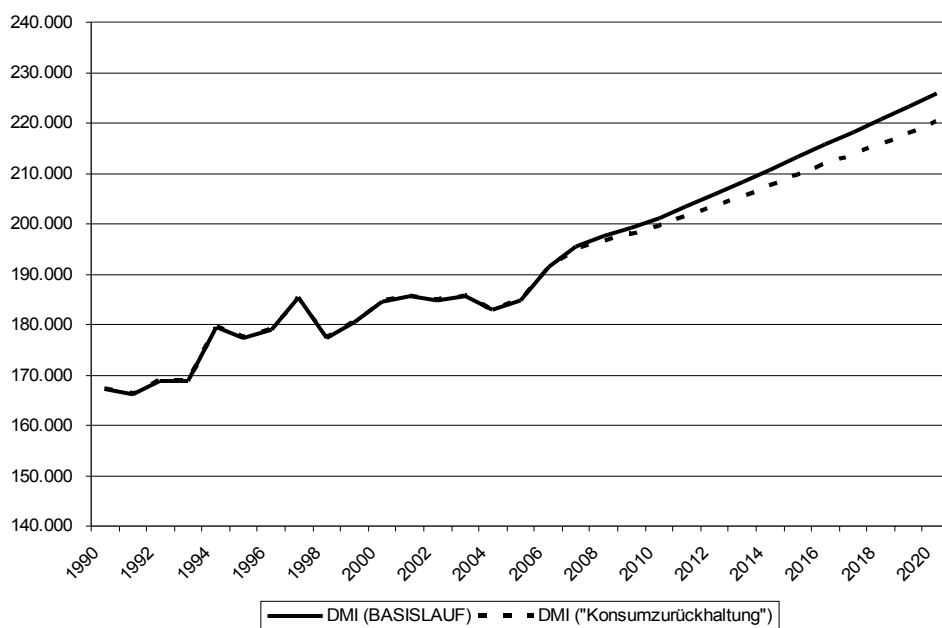


Abbildung 18: Entwicklung des Materialverbrauchs insgesamt (in 1.000 Tonnen)



Im Vergleich zum Basisszenario verringert sich die Beschäftigung im Jahr 2020 um 1,6 % (vgl. Tabelle 7). Überdurchschnittlich hoch ist der Rückgang im Baugewerbe und im Gastgewerbe, positive Entwicklungen zeigen sich in der Energie- und Wasserversorgung und im Verarbeitenden Gewerbe.

Tabelle 7: Simulationsergebnisse für die Jahre 2010 und 2020, dargestellt als Abweichungen vom Basisszenario (in %)

Abweichungen vom Basisszenario (relativ)			
"Konsumzurückhaltung"			
	Einheit	2010	2020
Gesamtwirtschaft:			
Bruttoinlandsprodukt (preisbereinigt)	in %	-1,8	-5,4
Privater Konsum im Inland (preisbereinigt)	in %	-0,3	-10,5
Export (preisbereinigt)	in %	0,0	0,1
Import (preisbereinigt)	in %	-1,1	-2,7
Preisindex Bruttoinlandsprodukt	in %	0,3	0,6
Arbeitnehmer (im Inland)	in %	-0,5	-1,6
davon:			
Land- und Forstwirtschaft, Fischerei	in %	-0,6	-2,0
Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden	in %	-0,2	-0,8
Verarbeitendes Gewerbe	in %	0,1	0,9
Energie- und Wasserversorgung	in %	0,3	2,2
Baugewerbe	in %	-1,3	-4,8
Handel; Reparatur von Kraftfahrzeugen und Gebrauchsgütern	in %	-0,4	-1,5
Gastgewerbe	in %	-1,6	-4,7
Verkehr und Nachrichtenübermittlung	in %	0,1	0,3
Kredit- und Versicherungsgewerbe	in %	-0,3	-0,7
Grundstückswesen, Vermietung, Unternehmensdienstleister	in %	-1,1	-2,9
Öffentliche und private Dienstleister	in %	-0,5	-1,9
Verfügbares Einkommen privater Haushalte	in %	-1,4	-4,8
Umwelt:			
Materialinputs (gesamt)	in %	-0,9	-2,5
Materialimporte	in %	-0,7	-2,2
Heimische Extraktion	in %	-0,9	-2,8
Materialproduktivität (gesamt; BIP zu DMI)	in %	-0,9	-2,9
Heimische Extraktion	in %	-0,9	-2,7
Materialimporte	in %	-1,1	-3,3
Bauwesen	in %	-1,0	-3,1

Ein verringertes Wachstum der Nachfrage kann durch Arbeitsumverteilung und Arbeitszeitverkürzung (siehe Kap. 3.6) begünstigt werden, da dies mit einer Aufwertung von „immateriellen“ Werten (z.B. mehr Zeit für Familie und Kinder) verbunden sind. Der resultierende Einkommensentgang kann kompensiert werden durch steigende Arbeits- und Ressourcenproduktivität und durch die positiven Wirkungen der Mischarbeit (Aufwertung von unbezahlter Gemeinschafts-, Eigen- und Versorgungsarbeit), die auch zu geringeren Kosten des Sozialsystems und damit geringeren Steuern und Abgaben führen sollten (vgl. Stocker, Hinterberger, Strasser, 2006).

3.5. Exkurs „Arbeitszeitverkürzung“

3.5.1. Beschreibung des Szenarios

Das Szenario 4 „Arbeitszeitverkürzung“ geht von einer einprozentigen Arbeitszeitverkürzung über alle Wirtschaftsbereiche bis zum Jahr 2020 (linearer Anstieg bis ins Jahr 2020 auf 1%) aus. Der Fokus liegt in diesem Szenario auf den Entwicklungen des Arbeitsmarktes. Dabei wird überprüft, ob die durch Arbeitszeitverkürzung frei gewordenen Arbeitsplätze durch die Arbeitsnachfrage in den jeweiligen Wirtschaftsbereichen wieder besetzt werden können.

3.5.2. Ergebnisdarstellung

Eine 1%-ige Arbeitszeitverkürzung⁶ (bis 2020) über alle Wirtschaftsbereiche hat zur Folge, dass die Bruttolohn- und Gehaltssumme je Beschäftigten zunächst gegenüber dem Basisszenario sinkt. Dadurch ist auch das verfügbare Einkommen geringer und der Konsum geht zurück. Das Bruttoinlandsprodukt (-0,44% gegenüber Basislauf in 2020) und der Materialverbrauch reduzieren sich infolge dessen leicht. Die Anzahl der Beschäftigten erhöht sich im Vergleich zum Basislauf um rund 1 % bzw. 37.400 Personen. Die Arbeitnehmerentgelte liegen im betrachteten Zeitraum um bis zu 1,2% höher als im Basisszenario (vgl. Tabelle 8), da die Schaffung von zusätzlichen Arbeitsplätzen durch die Arbeitszeitverkürzung den anfänglichen Rückgang der Bruttolohn- und Gehaltssumme je Beschäftigten über kompensiert.

Tabelle 8: Entwicklung des BIP, der Beschäftigten und der Arbeitnehmerentgelte (in %), dargestellt als relative Abweichung vom Basislauf

	2010	2015	2020
Bruttoinlandsprodukt	-0,20	-0,40	-0,44
Beschäftigte	0,33	0,66	1,09
Arbeitnehmerentgelt	0,33	0,65	1,24

Durch die steigende Arbeitsnachfrage (1%) entsteht auf dem Arbeitsmarkt Arbeitskräftemangel, was sich positiv auf die Lohnentwicklung auswirkt. Obwohl sich der Lohn anfangs reduziert, kommt es über die Arbeitszeitverkürzung zu einer Verknappung des Arbeitsangebots, wodurch sich letztendlich die Löhne wieder erhöhen. Im Jahr 2020 beträgt die relative Abweichung gegenüber dem Basislauf 0,2%. Die gestiegenen Arbeitnehmerentgelte haben wiederum einen positiven Effekt auf die Preise, die sich um 1,2% (2020) erhöhen.

Die Wirkungen von Arbeitszeitverkürzungen können mit dem Modell bisher nur rudimentär abgebildet werden, so dass die Ergebnisse unter diesem Vorbehalt zu interpretieren sind. Für detailliertere Untersuchungen ist eine Segmentierung des Arbeitsmarktes⁷ notwendig (vgl. MEYER & WOLTER 2005).

⁶ Die Annahme einer 1%igen Verkürzung kommt dadurch zustande, da eine höhere Verkürzung die Arbeitsnachfrage zu stark ansteigen ließe und die frei gewordenen Arbeitsplätze nicht mehr nach besetzt werden könnten.

Bisher wird im Modell für alle erfassten Wirtschaftsbereiche eine konstante Verteilung der Qualifikationsstruktur über den Modellierungszeitraum unterstellt. Unter dieser Annahme wurde berechnet, dass vor allem Beschäftigungszunahmen bei höher Qualifizierten erreicht werden (vgl. Tabelle 9).

Tabelle 9: Arbeitsnachfrage und -angebot nach Qualifikationen (in 1000 Personen)

	Arbeitslose nach Qualifikationen	Beschäftigte nach Qualifikationen	Beschäftigte nach Qualifikationen
in 1000 Personen	2005	2005	2020
Allgemeinbildende Pflichtschule	89,08	692,28	747,06
Lehrlingsausbildung, Berufsbildende mittlere Schule	103,91	1597,91	1695,43
Allgemeinbildende höhere Schule	15,31	160,47	177,85
Berufsbildende höhere Schule	15,31	290,07	324,66
Berufs- u. Lehrerbildende Akademie, Kolleg	8,14	198,54	214,21
Universität, (Fach-) Hochschule	16,16	260,61	309,54
Insgesamt	250,60	3199,89	3468,75

Die berechneten Ergebnisse zeigen, dass insbesondere bei den Hochqualifizierten die Arbeitslosigkeit gegenüber den anderen Qualifikationsstufen niedriger ist, was zusätzliche Lohnsteigerungen bei Hochqualifizierten verursachen kann. Diese Erkenntnis wird auch von MESCH (2005) geteilt. Zudem stellt sich die Frage, ob eine Deckung der Arbeitsnachfrage möglich ist. In diesem Kontext wird deutlich, dass zusätzlicher Bedarf für Fortbildungen entstehen kann und „lebenslanges Lernen“ einen hohen Stellenwert einnimmt. Grundsätzlich ist auch der Frage nachzugehen, ob in allen Qualifikationsstufen eine Arbeitszeitverkürzung möglich ist.

Die berechneten Auswirkungen auf Wirtschaft, Beschäftigung und Umwelt sind in Tabelle 10 nochmals zusammengefasst.

Wie bereits angesprochen, sind die Aussagen über die Möglichkeit und Wirkungen von Arbeitszeitverkürzungen bisher begrenzt und erfordern eine detailliertere Untersuchung, die sowohl eine genauere Szenarienausgestaltung als auch eine Verbesserung der Arbeitsmarktmodellierung umfassen muss. Neben der Segmentierung der Arbeitsnachfrage, sollten auch die Qualifikation und insbesondere eine detailliertere Erfassung des Arbeitsangebotes ermöglicht werden. Außerdem ist eine Gliederung nach Altersjahren und Geschlecht notwendig. Ferner sind Erwerbsbeteiligungen (z.B. Erhöhung der Frauenerwerbsquote, Eintrittszeitpunkt ins Erwerbsleben) wichtige Komponenten der Entwicklung des Arbeitsangebotes.

⁷ Die Segmentierung geht von der Annahme aus, dass es keinen homogenen Arbeitsmarkt gibt, sondern, dass er sich aus unterschiedlichen Teilmärkten zusammensetzt, die jeweils verschiedene Allokations- und Mobilitätsmechanismen sowie andere Löhne und Arbeitsbedingungen aufweisen.

Tabelle 10: Simulationsergebnisse für die Jahre 2010 und 2020, dargestellt als Abweichungen vom Basisszenario (in %)

Abweichungen vom Basisszenario (relativ) "Arbeitszeitverkürzung"			
	Einheit	2010	2020
Gesamtwirtschaft:			
Bruttoinlandsprodukt (preisbereinigt)	in %	-0,2	-0,4
Privater Konsum im Inland (preisbereinigt)	in %	-0,1	0,4
Export (preisbereinigt)	in %	-0,1	-0,3
Import (preisbereinigt)	in %	0,1	0,4
Preisindex Bruttoinlandsprodukt	in %	0,3	1,2
Arbeitnehmer (im Inland)			
davon:			
Land- und Forstwirtschaft, Fischerei	in %	0,3	1,1
Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden	in %	0,9	3,7
Verarbeitendes Gewerbe	in %	0,4	1,2
Energie- und Wasserversorgung	in %	0,8	2,8
Baugewerbe	in %	0,3	1,3
Handel; Reparatur von Kraftfahrzeugen und Gebrauchsgütern	in %	0,5	1,4
Gastgewerbe	in %	0,3	1,7
Verkehr und Nachrichtenübermittlung	in %	0,4	1,3
Kredit- und Versicherungsgewerbe	in %	0,6	2,0
Grundstückswesen, Vermietung, Unternehmensdienstleister	in %	0,3	1,2
Öffentliche und private Dienstleister	in %	0,1	0,5
Verfügbares Einkommen privater Haushalte	in %	0,2	1,5
Umwelt:			
Materialinputs (gesamt)	in %	-0,1	0,2
Materialimporte	in %	0,0	0,3
Heimische Extraktion	in %	-0,1	0,1
Materialproduktivität (gesamt; BIP zu DMI)	in %	-0,1	-0,6
Heimische Extraktion	in %	-0,1	-0,5
Materialimporte	in %	-0,2	-0,7
Bauwesen	in %	-0,1	-0,4

4. Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Die Berechnungen der beiden Effizienzscenarien „Aachen I“ und „Aachen II“ zeigen, dass Materialkosteneinsparungen auf die Wirtschaft und die Beschäftigung positiv wirken. Ein verminderter Einsatz von Ressourcen bewirkt in den Unternehmen geringere Einkäufe. Dadurch ergeben sich vier wesentliche Wirkungen:

- (1) Der anteilmäßige Rückgang von Lieferungen und Leistungen führt dazu, dass die Produktion billiger wird und dadurch auch die Produktionspreise fallen.
- (2) Folgen davon sind eine steigende Wettbewerbsfähigkeit, die zu höheren Exporten und geringeren Importen führt; aber auch eine höhere Inlandsnachfrage, die auch durch die erhöhte Exportnachfrage stimuliert wird.
- (3) Die Ressourcenproduktivität nimmt zu.

- (4) Wegen des gleichzeitig deutlichen Wirtschaftswachstums werden die Effekte der gesteigerten Ressourcenproduktivität durch die höhere Nachfrage nach den nun billigeren Produkten teilweise kompensiert und der gesamte Materialverbrauch bleibt nahezu unverändert (Reboundeffekt).

Bei der Untersuchung von Materialeinsparungsszenarien macht es Sinn, ausgesuchte Verarbeitungsketten zu betrachten. Durch einen effizienteren Umgang mit Materialien ergeben sich Reduktionspotentiale sowohl bei nachgelagerten Verarbeitungsstufen als auch bei der Endnachfrage. Durch effizienteren Einsatz von Materialien in der Produktion (in allen Verarbeitungsstufen) kann der Materialverbrauch ebenso reduziert werden, wie durch eine verringerte (Material-)Nachfrage von VerbraucherInnen.

Die Ergebnisse des Konsumszenarios zeigen, dass ein abgeschwächtes Wachstum der privaten Nachfrage quer über alle Güter und Dienstleistungen zu Einbußen des Wirtschaftswachstums im Vergleich zum Basisszenario führt, die Wirtschaft über die Zeit betrachtet (Vergleich 2005 zu 2020) aber trotzdem noch stark wächst. Die Ressourceneinsparungen sind wieder relativ gering, d.h. die Wachstumseinbußen können den Ressourcenverbrauch nicht entscheidend verringern. Auch die Beschäftigung ist im Vergleich zum Baseline-Szenario etwas geringer. Insgesamt legen die Berechnungen für dieses Szenario den Schluss nahe, dass ein Rückgang des Wachstums nicht pauschal über alle Güter und Dienstleistungen erfolgen, sondern dass die Nachfrage nach gewissen, besonders ressourcenintensiven Produkten gezielt reduziert werden sollte (beispielsweise sollten Konsumreduktionen arbeitsintensive Dienstleistungen weniger betreffen). Um gesicherte Empfehlungen über die Ausgestaltung und die Wirkung von Arbeitszeitverkürzung zu machen, muss die Modellierung des Arbeitsmarktes im Modell noch verbessert werden. Jedenfalls scheinen die wirtschaftlichen Vorteile durch Ressourceneffizienzsteigerungen jenen wirtschaftlichen Spielraum zu gewähren, der es ermöglicht, die Arbeitszeit zu verkürzen und gleichzeitig nicht an internationaler Wettbewerbsfähigkeit zu verlieren.

Abschließend lässt sich feststellen, dass Materialeffizienzsteigerungen auf Unternehmensebene wesentlich sind, um die wirtschaftliche Entwicklung zu beleben und sich positiv auf die Beschäftigungslage auswirken. Sie sind allerdings nicht in der Lage, den gesamten Ressourcenverbrauch entscheidend zu verringern. Grund hierfür ist der sogenannte „Reboundeffekt“, der dadurch entsteht, dass Menschen im allgemeinen auf Effizienzerhöhungen und den damit verbundenen Kosten- bzw. Preisreduktionen mit einer Zunahme der Nachfrage reagieren. Um auch Verbesserungen der Umweltsituation und Reduktionen des gesamten Umweltverbrauchs zu erreichen, müssen Effizienzsteigerung daher durch andere Maßnahmen (wie Mengenbeschränkungen in Form von Zertifikaten oder einer Ökologiesierung des Steuersystems) ergänzt werden.

Daher ist es entscheidend, eine effektive Ressourcenpolitik in Angriff zu nehmen, die in der Lage ist, die vorhandenen Potentiale zur Effizienzsteigerung in den Unternehmen zu nutzen, gleichzeitig aber den Reboundeffekt über geeignete Maßnahmen einzudämmen. Der nationale Aktionsplans zur Steigerung der Ressourceneffizienz, der derzeit erarbeitet wird und Ende des Jahres verabschiedet werden soll, sollte diese Problematik berücksichtigen und könnte so dazu beitragen, mit Hilfe von kurz-, mittel- und langfristigen Maßnahmen den Energie-, Material- und Flächenbedarf absolut zu reduzieren.

Bisherige Bemühungen zur Ressourcenschonung waren hauptsächlich auf die Energieeffizienz ausgerichtet. Es wurde zunächst das Ziel formuliert, den Gesamtverbrauch an Primärenergie bis 2020 um 20% zu senken. Mit der Einführung eines Energiefonds wurde auch ein erster Schritt zur Umsetzung eingeleitet. Verbindliche Zielsetzungen müssten auch für den Material- und Flächenverbrauch definiert werden, um die Umsetzung einer langfristigen Ressourcenpolitik zu unterstützen.

Ein sinnvolles Paket an Maßnahmen muss sich auf Unternehmen, Haushalte und die politischen Rahmenbedingungen (z.B. Steuern oder Zertifikate) gleichermaßen beziehen. Wie ein solcher Mix im Detail aussehen kann, ist noch genauer zu untersuchen: Wie etwa eine Veränderung der Konsummuster oder ein verändertes Arbeitszeitregime auf den Ressourcenverbrauch wirkt, ließ sich im Rahmen dieses Projektumfangs nicht zufriedenstellend analysieren und bleibt weiteren Forschungsarbeiten vorbehalten.

5. Forschungsbedarf

Die Arbeiten während dieses Projektes haben verdeutlicht, dass weiterer Forschungsbedarf sowohl hinsichtlich der Entwicklung und Modellierung der Szenarien als auch hinsichtlich einer Verbesserung des Modells besteht.

In diesem Projekt wurden vier Szenarien entwickelt und getrennt voneinander modelliert, um die Wirkungen isoliert betrachten zu können. In einem weiteren Schritt müssen die Inhalte dieser Szenarien in geeigneter Weise zusammengeführt werden, um die Gesamtwirkung einer integrierten Politik, die sich aus Effizienzsteigerungen, Veränderungen des Konsums und Veränderung der Arbeitszeit zusammensetzt und gegebenenfalls um andere politische Instrumente ergänzt wird, nachzeichnen zu können. Dabei sind plausible Größenordnungen an Veränderungen auszuloten, die eine Nachhaltigkeitspolitik in den besprochenen Bereichen anstreben sollte. Schließlich wäre zu untersuchen, welche konkreten politischen Maßnahmen in Österreich getroffen werden können, um die in den Szenarien herausgearbeiteten positiven Effekte zu erreichen.

Das vorliegende Modell ist eine erste Version, welches die ökonomischen Zusammenhänge der österreichischen Wirtschaft abbildet. Die Erfahrungen, die im Verlauf der Erstellung des Modells gemacht wurden, müssen vertieft werden.

Im Zuge weiterer Arbeiten sollte das bestehende Modell aktualisiert und detaillierter gestaltet werden. Folgende Erweiterungen sind wünschenswert:

- Aktualisierung der Datenbasis mit den Daten der Statistik Austria (Kontensystem, VGR 2006 u.w.).
- Erweiterung der Modellierung des Arbeitsmarktes, vor allem des Arbeitsangebotes.
- Weiterentwicklung des Materialmodells auch mit Blick auf laufende Forschungsvorhaben (vgl. PETRE-Projekt)
- Dynamisierung der Inputkoeffizienten: Bisher wird unterstellt, dass der Vorleistungseinsatz der Wirtschaftsbereiche grundsätzlich über die Zeit konstant bleibt. Der technologische Wandel als auch Veränderungen der Preisrelationen der Vorleistungsgüter beeinflussen die

Strukturen der Vorleistungsverflechtung, so dass eine Modellierung der Inputkoeffizienten in Abhängigkeit dieser Größen sinnvoll ist.

- Genauere Erfassung der Materialflüsse von der Materialentnahme, über die einzelnen Lieferstufen bis hin zum Endverbraucher, um umfassendere Wirkungsanalysen durchführen zu können. Wie in der Studie von der Aachener Stiftung Kathy Beys könnten auch die Auswirkungen von Materialinputsteuern analysiert werden. Durch die Einführung einer aufkommensneutralen Materialinputsteuer werden die Preise verschiedener natürlicher Ressourcen erhöht, um ineffizienten Ressourcenverbrauch zu drosseln. Dadurch ist ein Rückgang des Verbrauchs zu erwarten (vgl. Behrens et al., 2005).
- Erweiterung des bestehenden österreichischen Modells um ein Wohnungsbestandsmodul und ein Flächenverbrauchsmodul, um die Analysemöglichkeiten um zusätzliche umweltökonomische Aspekte zu erweitern.

Grundsätzlich ist auch eine Zusammenarbeit mit weiteren österreichischen Partnern und ExpertInnen anzustreben, um sowohl statistische wie auch ökonomische Besonderheiten der österreichischen Wirtschaft sachgerecht abbilden zu können.

6. Literatur

- ARTHUR D. LITTLE, FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR SYSTEM- UND INNOVATIONSFORSCHUNG, WUPPERTAL INSTITUT FÜR KLIMA, UMWELT, ENERGIE (2005). Studie zur Konzeption eines Programms für die Steigerung der Materialeffizienz in mittelständischen Unternehmen. Abschlussbericht.
- AHLERT, G., KLANN, U., LUTZ, C., MEYER, B., WOLTER, M. I. (2005) Abschätzungen der Auswirkungen alternativer Bündel ökonomischer Anreizinstrumente zur Reduzierung der Flächeninanspruchnahme - Ziele, Maßnahmen, Wirkungen. GWS Discussion Paper 2005/5, Osnabrück.
- BEHRENS, A.; HINTERBERGER, F.; STEWEN, M.; STOCKER, A.; 2005. Eine Materialinputsteuer zur Senkung des Ressourcenverbrauchs – und Schaffung von Arbeitsplätzen? In: Aachener Stiftung Kathy Beys (Ed.), 2005. Ressourcenproduktivität als Chance. Ein langfristiges Konjunkturprogramm für Deutschland. Book on Demand, Norderstedt.
- BUNDESMINISTERIUM FÜR FINANZEN (2006): Budgetbericht 2006. Bericht der Bundesregierung. www.bmf.gv.at
- DISTELKAMP, M., HOHMANN, F., LUTZ, C., MEYER, B., WOLTER, M. I. (2003): Das IAB/INFORGE-Modell: Ein neuer ökonometrischer Ansatz gesamtwirtschaftlicher und länderspezifischer Szenarien. In: Beiträge zur Arbeitsmarkt - und Berufsforschung (BeitrAB), Band 275, Nürnberg.
- DISTELKAMP, M., MEYER, B., Wolter, M. I. (2003): Ressourcenproduktivität als Chance – Ein langfristiges Konjunkturprogramm für Deutschland. Norderstedt.
- DISTELKAMP, M., MEYER, B., WOLTER, M. I. (2005): Der Einfluss der Endnachfrage und der Technologie auf die Ressourcenverbräuche in Deutschland, Aachener Stiftung Kathy Beys (Hrsg.).
- FISCHER, H., LICHTBLAU, K., MEYER, B., SCHEELHAASE, J. (2004): Wachstums- und Beschäftigungsimpulse rentabler Materialeinsparungen. In: Wirtschaftsdienst 4/2004. HWWA, Hamburg.
- FRÖHLICH, M., HINTERBERGER, F., ROSINSKI, N., WIEK, A., (2000). Wie viel wiegt Nachhaltigkeit ? Möglichkeiten und Grenzen einer Beachtung qualitativer Aspekte im MIPS-Konzept. Entwurf für ein Wuppertal Paper. No. Wuppertal Institute, Wuppertal.
- FROHN, J., CHEN, P., HILLEBRAND, B., LEMKE, W., LUTZ, C., MEYER, B., PULLEN, M. (2003): Wirkungen umweltpolitischer Maßnahmen - Abschätzungen mit zwei ökonometrischen Modellen. Physica Verlag Heidelberg.

- HABERL, H.; JASCH, Ch.; ADENSAM, H.; GAUBE, V. (2006). Nicht-nachhaltige Trends in Österreich: Maßnahmenvorschläge zum Ressourceneinsatz. Social Ecology Working Paper 85. Vienna. <http://www.nachhaltigkeit.at/strategie.php3?lang=de&p=forum/aktivitaeten.php3>
- HINTERBERGER, F., RENN, S., SCHÜTZ, H. (1999). Arbeit – Wirtschaft – Umwelt. Wuppertal Papers Nr. 89, 1999, Wuppertal.
- LUTZ, C. (2005): Technology Choice, technical progress and policy simulation: impacts of a new modelling approach for energy-intensive industries in Germany. In: Ellersdorfer, I. & Fahl, U. (ed.): Ansätze zur Modellierung von Innovation in der Energiewirtschaft, Berlin, pp. 119-134.
- LUTZ, C., MEYER, B., NATHANI, C., SCHLEICH, J. (2005): Endogenous technological change and emissions: The case of the German steel industry. Energy Policy, 33 (9), pp. 1143-1154.
- MESCH, M. (2005): Der Wandel der Beschäftigungsstruktur in Österreich. Branchen – Qualifikationen – Berufe. LIT Verlag, Wien, Münster.
- MEYER, B. & LUTZ, C. (2002 a) : IO, macro-finance, and trade model specification, in: UNO, K. (ed.), Economy-Energy-Environment Simulation: Beyond the Kyoto Protocol. Dordrecht, Boston, London, pp. 55-68.
- MEYER, B. & LUTZ, C. (2002 b) : Endogenized trade shares in a global model, in: UNO, K. (ed.), Economy-Energy-Environment Simulation: Beyond the Kyoto Protocol. Dordrecht, Boston, London, pp. 69-80.
- MEYER, B. & LUTZ, C. (2002 c) : Carbon tax and labour compensation – a simulation for G7, in: UNO, K. (ed.), Economy-Energy-Environment Simulation: Beyond the Kyoto Protocol. Dordrecht, Boston, London, pp. 185-190.
- MEYER, B., LUTZ, C., SCHNUR, P. & ZIKA, G. (2006): National economic policy simulations with global interdependencies * a sensitivity analysis for Germany. IAB Discussion Paper Nr. 12/2006, Nürnberg.
- MEYER, B., LUTZ, C. & WOLTER, M. I. (2003): Global Multisector, Multicountry 3E Modelling: From COMPASS to GINFORS, Paper presented at the 2003 Berlin Conference on the Human Dimensions of Global Environmental Change, Berlin, December, 5.-6., 2003.
- MEYER, B., LUTZ, C. & WOLTER, M. I. (2004): Economic growth of the EU and Asia – A First Forecast with the Global Econometric Model GINFORS, Paper prepared for 1st KEIO-UNU-JFIR Panel Meeting, Economic Development and Human Security, How to Improve Governance at the Inter-Governmental, Governmental and Private – Sector Levels in Japan and Asia, February 13-14, 2004, Tokyo.
- MEYER, B., LUTZ, C. & WOLTER, M. I. (2005): Global Multisector/Multicountry 3-E Modelling: From COMPASS to GINFORS. Revista de Economia Mundial, 13, pp. 77-97.

- MEYER, B. & UNO, K. (1999): COMPASS – Ein globales Energie-Wirtschaftsmodell, in: ifo-Studien, 45, S. 703-719.
- MEYER, B., WOLTER, M.I. (2005): Sozioökonomische Modellierung. Ausgewählte Ergebnisse der Arbeiten der Kooperationsgruppe. In: ZiF-Mitteilungen 3, 2005.
- ÖSTERREICHISCHE BUNDESREGIERUNG (2002). Österreichs Zukunft nachhaltig gestalten. Die österreichische Strategie zur Nachhaltigen Entwicklung, BMLFUW, Wien.
- STAIß, F., KRATZAT, M., NITSCH, J., LEHR, U., EDLER, D. & LUTZ, C. (2006): Wirkungen des Ausbaus erneuerbarer Energien auf den deutschen Arbeitsmarkt. Gutachten im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU), Berlin.
- STATISTIK AUSTRIA (2005): Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen 1976-2004. Wien.
- STATISTIK AUSTRIA (2005): Statistisches Jahrbuch Österreichs 2005. Wien.
- STATISTIK AUSTRIA (2006): Statistisches Jahrbuch Österreichs 2006. Wien.
- STATISTIK AUSTRIA (2005): Arbeitsmarktstatistik. Jahresergebnisse 2004. Mikrozensus-Arbeitskräfteerhebung. Schnellbericht 5.8, Wien.
- STATISTIK AUSTRIA (2006): Arbeitskräfteerhebung 2004. Ergebnisse des Mikrozensus. Wien.
- STOCKER, A., HINTERBERGER, F., STRASSER, S. (2006). Mischarbeit und das Konzept der Halbtagsgesellschaft, in: HARTARD, S., STAHMER, C., SCHAFFER, A. (Ed.). Die Halbtagsgesellschaft – konkrete Utopie für eine zukunftsfähige Gesellschaft, Nomos-Verlag.
- VANWYNSBERGHE, D., HOHMANN, F. (2002): Object-oriented database and modelling system, in: UNO, K. (ed.), Economy-Energy-Environment Simulation: Beyond the Kyoto Protocol. Dordrecht, Boston, London, pp. 33-54.

7. Anhang: Potentialanalyse

Im Anhang werden die Einsparpotentiale für jene Branchen, die in „Aachen II“ betrachtet werden, abgeschätzt.

7.1. Vorgehensweise

Um eine detaillierte Einschätzung der im Workshop identifizierten Branchen zu bekommen, wurden rund 60 Institutionen und Personen per Email kontaktiert. Leider ergab sich daraus nur ein persönliches Gespräch mit Herrn Dr. Kollmann vom Fachverband der Holzindustrie. Daher wurde versucht, mit einer umfassenden Internet- und Literaturrecherche das Einsparpotential auszuloten. Eine genaue Abschätzung war aufgrund von zeitlichen und budgetären Einschränkungen nicht möglich.

Bei der Ermittlung der möglichen Potentiale von Materialeffizienzverbesserungen wurden die ausgewählten Branchen nach folgenden Gesichtspunkten analysiert:

1. Maßvoller Einsatz von Ressourcen, geringerer spezifischer Materialbedarf
2. Materialsubstitution
3. umweltgerechte Materialauswahl (Sekundärrohstoffe⁸ vor Primärrohstoffen)
4. Verstärktes Recycling
5. Gesteigerte Nutzungsintensität

7.2. Analyse des Bausektors

Beschreibung der Branche

Eine differenzierte Betrachtung der Bauwirtschaft macht Sinn, da sie sowohl bezüglich des Materialverbrauchs als auch bezüglich der ökonomischen Bedeutung sehr relevant ist.

Die Strukturdaten der österreichischen Bauwirtschaft sind in der nachfolgenden Tabelle zusammengefasst.

⁸ Brandt (2006) führt aus, dass „Sekundärrohstoffe durch die Aufbereitung von Abfällen und Reststoffen, aus denen die als Rohstoffe nutzbaren Elemente extrahiert und wieder in den Produktionsprozess integriert werden, [entstehen]. So wird für die Papier- oder Glasproduktion bereits zu einem großen Anteil Altmaterial verwendet. Durch das Einschmelzen und Untermischen alten Stahls kann beispielsweise neuer Stahl ohne Qualitätsverluste erzeugt werden. Aber auch eine Weiterverwertung von Altmaterialien in anderen als den ursprünglichen Verwendungen ist möglich. Damit ist die Nutzung von Sekundärrohstoffen umfassender als das Recycling, welches eine gleichwertige Rückführung der eingesetzten Materialien anstrebt.“

Kennziffer	2004
Wert der erbrachten Bauleistungen in Mio. Euro, davon	11.254
Hochbau, davon	5.479
Abbruch-, Spreng- u. Erdbewegungsarbeiten	465
Wohnungs-, Siedlungsbau	2.286
Industrie-, Ingenieurbau	679
Sonstiger Hochbau	2.049
Tiefbau, davon	3126
Brücken-, Hochstraßenbau	230
Tunnelbau	299
Rohrleitungs-, Kabelleitungsbau	1.188
Straßenbau	1.152
Eisenbahnoberbau	257
Sonstige Bauleistungen	2.649
Umsatz	20.408
Bauunternehmen (Anzahl)	4.394
Beschäftigte (Anzahl)	164.473
Investitionen in Nichtwohnbauten in Mrd. Euro (nominal)	17,34
Investitionen in Wohnbauten	10,26

Quelle: Bundesagentur für Außenwirtschaft, 2005.

Das Baugewerbe ist ein wichtiger Nachfrager und Abnehmer von Rohstoffen und daher auch von Rohstoffverknappungen und Rohstoffpreiserhöhungen betroffen. Die Zementindustrie ist der bedeutendste Grundstoffproduzent für die österreichische Bauwirtschaft. Die Zementherstellung ist ein sehr ressourcen-, energie- und emissionsintensiver Prozess. Daher ist hier die Minimierung des Materialverbrauchs besonders wichtig. Die Bauindustrie weist aber auch einen hohen Stahlanteil auf, wodurch sich die hohen Stahlpreise negativ auf viele Bauunternehmen auswirken.

Die drei größten Baugesellschaften dominieren den Markt mit fast 40% des Auftragsvolumens (Bundesagentur für Außenwirtschaft, 2005).

Ansatzpunkte zur Verbesserung der Materialeffizienz

Zunächst muss geklärt werden, wie hoch die Ressourceneinsparungen für die einzelnen Baustoffe sind und inwieweit sie untereinander substituiert werden können. Im Bausektor sind folgende Substitutions- und Reduktionsmöglichkeiten zu berücksichtigen (Binswanger et al., 2004):

- Schonung der nicht erneuerbaren Ressourcen, indem Baumaterialien aus erschöpflichen Ressourcen (Kies usw.) durch den Einsatz von weniger erschöpflichen Ressourcen (Kalkstein, Ton, Quarz) oder nachwachsenden Materialien (Holz) ersetzt werden,

- generell sparsamer Materialeinsatz z.B. durch Leichtbauweise,
- wirtschaftliche Nutzung der in alten Bauwerken vorhandenen Baustoffe (hierbei sollten Verunreinigungen der Baustoffe vermieden, der spätere Rückbau und die Wiederverwendbarkeit der Materialien bereits bei Planung und Ausführung berücksichtigt werden).

Um das Einsparpotential innerhalb des Bausektors besser abschätzen zu können, wurde eine Unterscheidung in

- a) Hochbau (Büro- und Wohnbau, Kultur- und Sportstättenbau sowie privat und öffentlich genutzte Gebäudestrukturen wie beispielsweise Verwaltungsgebäude, Schwimmbäder, Garagen und Spitäler inklusive Fundamente und Keller) und
- b) Tiefbau (Tunnel-, Brücken- und Wasserbau)

vorgenommen, wobei innerhalb der beiden Gruppen der Wohnbau und der Straßenbau nochmals gesondert betrachtet werden.

Die am Workshop beteiligten ExpertInnenen schätzten für den *Straßenbau* ein Einsparpotenzial von 10 % im Jahr 2020 im Vergleich zur heutigen Situation als realistisch ein. Im Jahr 2020 wird vor allem die Straßenerneuerung wichtig sein, der Straßenneubau wird eine geringere Rolle spielen, da nicht viele unbebaute Flächen zur Verfügung stehen. Eine Substitution von Beton (beispielsweise durch Holz) ist im Straßenbau im Vergleich zum Hochbau schwerer möglich.

Im Wohnbau sind vor allem durch den Umstieg von Normalbauweise zu Holzbauweise große Einsparungen möglich: Vergleichende Berechnungen des Wohnbaus in herkömmlicher Bauweise und Holzbauweise auf Grundlage des MIPS-Konzepts (siehe) zeigen, dass Einsparungen bis zu 30 % möglich sind (siehe Technisches Büro Leiler, 2006 a, b). Ein hohes Einsparpotential liegt auch bei der Forcierung von Fertigteilhäusern. Laut persönlicher Auskunft des Fachverbands der Holzindustrie⁹ beträgt bei Ein- und Zweifamilienhäusern der Anteil von Fertighäusern in Österreich derzeit 33 % (USA: 70 – 90 %). Von den Fertighäusern sind 90% Holzriegelhäuser, die vor Ort montiert, jedoch im Werk vorgefertigt werden. Der Anteil der Fertighäuser soll in den nächsten Jahren stark erhöht werden. Andererseits gilt es aber zu berücksichtigen, dass laut Auskunft von Herrn Dr. Wintersperger¹⁰ die Österreichische Bauordnung bei mehrgeschossigen Bauten keine Substitution erlaubt.

Ansatzpunkte zur mittel- und langfristigen Verbesserung der Materialeffizienz ergeben sich u. a. durch die Reduzierung von Baumängeln, effektivere und sorgfältigere Planung, realistische Zeitvorgaben, bessere Qualitätskontrolle sowie durch den Einsatz vorgefertigter Bauteile. Ferner kann durch effektives Baustoff-Recycling ein wichtiger Beitrag zur Steigerung der Materialeffizienz geleistet werden. Dabei sollte bereits in der Planung die spätere Entsorgung und mögliche Optionen des Materialrecycling integriert werden.

⁹ persönliches Gespräch mit Dr. Claudius Kollmann, (Geschäftsführer des Fachverbands der Österreichischen Holzindustrie) am 14. 12. 2006

¹⁰ Kommentar von Dr. Andreas Wintersperger während des Projektworkshops.

Fazit für das Gesamtpotenzial der Branche

Straßenbau: 10 %

Wohnbau: 20%

sonstiger Hochbau: 10 %

sonstiger Tiefbau: 10 %

7.3. Herstellung von Kunststoffwaren

Beschreibung der Branche

Kunststoffe kommen in der Natur nicht vor, sie werden durch chemische Verfahren synthetisch erzeugt. Ihr Hauptbestandteil ist Kohlenstoff. Erdöl ist der wichtigste Rohstoff für die Herstellung; weltweit fließen ca. 4 % des globalen Erdölverbrauchs in die Kunststoffproduktion (Fehringer, Brunner 1997).

Viele positive Eigenschaften¹¹ erklären die starke Nutzung von Kunststoffen. Eine Materialflussanalyse von Bogucka und Brunner (2007) zeigt, dass die Kunststoffflüsse in Österreich von 1994 bis 2004 um 40 % auf 3,7 Mio. t anstiegen. Der Export von Kunststoffprodukten stieg um mehr als 100 %. Der Import von Polymeren nahm um mehr als 20 %, jener von Halbfertigwaren und Kunststoffgütern um 60 % zu. 2004 betrug der Konsum von Kunststoffen 161 kg/Kopf, während er 1994 noch bei ca. 141 kg/Kopf lag. Auch die Abfallmenge stieg von 1994 bis 2004 um 28 % (ca. 200.00 t) auf 927.000 t (116 kg/Kopf). Etwa 14 % des gesamten Kunststoffabfalls werden recycelt, ungefähr 60 % thermisch verwertet, wobei noch weiteres Potential für Recycling und die thermische Verwertung von Kunststoffabfällen besteht.

Laut Fachverband der chemischen Industrie¹² produzieren Kunststoffhersteller und -verarbeiter Produkte im Wert von rund 5 Mrd Euro und halten damit einen Anteil von ca. 5 % an der Sachgütererzeugung.

Die Statistik der *Kunststoffherzeugung* weist 13 Betriebe mit 1.820 Beschäftigten aus. Die wichtigsten Produkte dieser Sparte sind Polyethylen, Polypropylen, expandierbares Polystyrol, Polymethylmetacrylat sowie diverse Harze für Spanplattenerzeugung, Leime und Lacke. Mehr als 2/3 der Produktion (rund 900 Mio Euro) gehen in den Export.

Die *Kunststoffverarbeitung* umfasst in Österreich rund 600 Betriebe. 209 davon (mit 15 oder mehr Beschäftigten) werden statistisch erfasst. Diese Betriebe beschäftigen rund 21.800 Mitarbeiter. Diese Zahlen belegen, dass die Struktur der Branche klein- und mittelbetrieblich ausgerichtet ist. Rund 65 % der Unternehmen beschäftigen weniger als 20 Mitarbeiter, 31 % zwischen 20 und 249 Mitarbeiter und 4 % über 250 Mitarbeiter.

Die durchschnittliche Exportquote der Kunststoffverarbeitungsbetriebe liegt bei ca. 33 %, wobei manche Betriebe vollständig auf Auslandsmärkte ausgerichtet sind. 2005 wurden Kunststoffwaren

¹¹ Fehringer und Brunner (1997) führen folgende Vorteile von Kunststoffen als Werkstoffe an: niedriges spezifisches Gewicht, Zähigkeit, guter Verschleißwiderstand, hohe mechanische Festigkeit (im verstärkten Zustand), ausgezeichnete elektrische Eigenschaften, geringe Wärmeleitfähigkeit, gute Chemikalienbeständigkeit, leichte Formbarkeit, hervorragendes Schallschluckvermögen, gute Einfärbbarkeit und ausgezeichnete Oberflächengüte.

¹² siehe <http://www.kunststoffe.fcio.at>

(aus Erzeugung und Handel) im Wert von ca. 2,3 Mrd Euro im Export abgesetzt. Verglichen mit den Importen (im Wert von rund 2,0 Mrd Euro) verzeichnet der Kunststoffwarenssektor eine positive Handelsbilanz.

Die Unternehmen der Kunststoff- und Kautschukverarbeitung werden in Österreich (im Gegensatz zu Deutschland) zu den chemischen Betrieben gezählt (FCIO, 2006).

Wesentliche Mengen von Kunststoffrohstoffen werden auch von Unternehmen anderer Industriezweige verarbeitet. So werden beispielsweise Verpackungen oft von der Lebensmittelindustrie direkt produziert. Auch Teile für Elektrogeräte oder Kabel werden direkt von der Elektroindustrie hergestellt. Einen hohen Verbrauch an Kunststoffrohstoffen weisen außerdem die Kunstfaser- und die Schiindustrie auf¹³.

Typische Einsatzgebiete für Kunststoffe sind (Härdtler et al., 1991; Fehring, Brunner 1997):

- Bausektor (ca. 25% an Materialströmen): Rohrleitungen für Heizung, Trink- und Abwasser, Abdichtfolien, Isolierungen gegen Kälte, Wärme und Schall, Fenster, Türen etc.
- Verpackungssektor (ca. 21%): Folien, Tuben, Becher, Fässer, Kanister, Flaschen, Kisten, Schrumpffolien etc.
- Elektroindustrie (ca. 15%): Isolierungen von Fernmelde- und Hochspannungskabeln, Verteilerdosen, Gehäuse von Unterhaltungselektronikgeräten etc.
- Fahrzeugindustrie (10%): Kraftstoffbehälter, Batteriekästen, Autoinnenverkleidungen, Handgriffe, etc.
- Möbelindustrie (5%): Bodenbeläge, Spanholzbeschichtungen etc.
- Landwirtschaft (4%): Abdeckfolien, Blumentöpfe, etc.
- Haushaltwarenindustrie (3%)
- Sonstiges Gebiete (10%): Spielzeug aller Art, diverse Verbrauchsartikel im Büro und Haushalt (z.B.: Kugelschreiber, Klarsichtfolien) etc.

Verteilt man den Umsatz der Kunststoffverarbeitung (rund 3,5 Mrd Euro) auf die einzelnen Produkthauptgruppen, so entfallen 41 % auf Halbzeug (wie Platten, Folien, Schläuche und Profile), 16 % auf Verpackungsmittel und 15 % auf Baubedarfsartikel. 28 % sind sonstige Kunststoffwaren¹⁴.

Ansatzpunkte zur Verbesserung der Materialeffizienz

Entscheidende Ansatzpunkte liegen im Bereich der Entwicklung: intelligente Konstruktion und Planung des Produktionsprozesses im Voraus, konsequenter Leichtbau und Einsatz innovativer Kunststoffe und Verbundmaterialien. Recycling von Produktions- und Verarbeitungsabfällen ist kaum noch ausbaufähig, wohl aber die Substitution bereits eingesetzter Kunststoffe durch andere Kunststoffe mit verbesserten Eigenschaften (z. B. leichtere Formkörper und Verpackungen, widerstandsfähigere Oberflächen).

Derzeit ist innerhalb der Branche der Know-how Transfer durch die mittelständisch geprägte Struktur und die Heterogenität erschwert. Ein gezielt initiiertes, verbesserter Know-how Transfer

¹³ siehe <http://www.kunststoffe.fcio.at/branche/branche2.htm>

¹⁴ siehe <http://www.kunststoffe.fcio.at/branche/branche2.htm>

und technisch bzw. methodisch lösungsorientierte Beratungsleistungen könnten deshalb mit hoher Wahrscheinlichkeit quer durch die Branche eine beträchtliche Erhöhung der Materialeffizienz auslösen (Arthur D. Little et al., 2005).

Viele herkömmliche metallische und nichtmetallische Werkstoffe lassen sich heute durch Kunststoffe ersetzen. Die Gründe dafür liegen erstens in der Vielzahl an verfügbaren Kunststoffen und zweitens in der Additivierung dieser. Mit Hilfe von Additiven können die Eigenschaften der Kunststoffe verändert werden (Fehringer, Brunner, 1997).

Fazit für das Gesamtpotenzial der Branche

Einsparpotential von 10 % des Werkstoffeinsatzes

7.4. Be- und Verarbeitung von Holz

Beschreibung der Branche

Gemäß Fachverband der Holzindustrie Österreich (2006) zählt die Holzindustrie 1.320 Betriebe, davon sind rund 1.008 aktive Sägewerke. Gemessen an der Produktion sind die wichtigsten Sparten der Holzindustrie die Sägeindustrie, der Baubereich, die Möbelindustrie, die Holzwerkstoffindustrie und die Skiindustrie.

Die Holzindustrie beschäftigt 32.000 Personen und ist damit eine sehr personalintensive Branche.

Der Großteil der Betriebe der Holzindustrie hat eine mittelbetriebliche Struktur; die Betriebe befinden sich fast ausschließlich in privater Hand. Mit 29.889 Beschäftigten im Jahr 2005 (2004: 29.420) ist die Holzindustrie einer der größten Arbeitgeber der österreichischen Industriezweige, wobei sich die Anzahl der Beschäftigten auf einem stabilen Niveau entwickelt.

Laut persönlicher Auskunft des Fachverbands der Holzindustrie¹⁵ sind die Materialkosten sehr hoch, in der Sägeindustrie betragen sie in etwa 75% der Produktionskosten, in der Papierindustrie rund 60 %.

Österreich ist mit dem weltweit hohen Rundholzpreis konfrontiert, wodurch die Ausbeute des Holzes bereits jetzt sehr hoch ist, um die Wettbewerbsfähigkeit zu gewährleisten. Dennoch oder gerade deswegen besitzt Österreich weltweit die Technologieführerschaft.

Österreich ist weltweit führend in der Spanplattenindustrie, bei Schalungsplatten, bei der Leimholzproduktion (Verarbeitung und Produktion, auch besser als Skandinavien), bei der Skiherstellung und bei Sägewerken (Technik, Anordnung, Logistik).

Der Ausbeutegrad von Rundholz liegt bei 70%. Dieser Anteil entspricht in etwa der derzeitigen technologischen Grenze. Im Vergleich dazu weist die USA einen Ausbeutegrad von 55 % auf, Japan liegt noch tiefer. In Zukunft soll auch der Randbereich des Holzes noch besser genutzt und verarbeitet werden, um den Abfall noch zu verringern.

Die Holzindustrie ist eine stark außenhandelsorientierte Branche. Die Exportquote entwickelt sich stetig in Richtung 75%, überproportional tragen dazu Nadelschnittholz, Holzwerkstoffe (Platten)

¹⁵ Persönliches Gespräch mit Dr. Claudius Kollmann, (Geschäftsführer des Fachverbands der Österreichischen Holzindustrie) am 14. 12. 2006

und Ski bei. Das Gesamtvolumen 2005 betrug EUR 4,58 Mrd.. Dies entspricht einer Erhöhung von 2% gegenüber 2004. Die Importe von Holzprodukten haben sich im Jahr 2005 ebenfalls erhöht. Insgesamt wurden Produkte im Wert von EUR 2,58 Mrd. importiert. Dies entspricht einer Zunahme von rund 2% gegenüber 2004. Der traditionelle Überschuss der Außenhandelsbilanz wuchs 2005 um 2,6% auf knapp EUR 2 Mrd. an. Im Jahr 2000 betrug der Überschuss EUR 1 Mrd.. In den letzten Jahren konnte dieser somit beinahe verdoppelt werden (Fachverband der Holzindustrie Österreichs, 2006).

Ansatzpunkte zur Verbesserung der Materialeffizienz

Da Holz ein knappes Gut darstellt, um das sich unterschiedliche Anwendungen (z.B. Papierindustrie, Herstellung von Biodieses, Nutzung von Holz für Wärmebereitstellung,) konkurrieren, ist ein sparsamer Umgang mit dem Rohstoff besonders wichtig. Vor allem bei Reststoffen ist noch ein Potential von etwa 80% zu erschließen, diese Erschließung ist jedoch teuer. Die Forschung konzentriert sich darauf, auch den "Rest" des Holzes noch sinnvoll zu verwerten. Dies kann durch Generierung von neuen Produkten erfolgen (z.B. OSB-Platten).

Bei der Bearbeitung von Holz zieht jede Veredelungsstufe einen gewissen Materialverlust nach sich, wodurch der Einsparung von Arbeitsschritten große Bedeutung zukommt.

Bei der Plattenindustrie ist es besonders entscheidend, die Produktionskosten zu senken, da aufgrund des Wettbewerbsdrucks der Preis nicht verändert werden kann.

Daher ist es notwendig, den Rohstoff Holz vermehrt zu mobilisieren und rohstoffschonende Herstellungsverfahren anzuwenden bzw. zu entwickeln. Die großen Technologieschubs sind bereits vorbei, die Mobilisierung der letzten Prozent der Holzausbeute ist die teuerste. Dabei darf die Bearbeitungsgeschwindigkeit nicht leiden (6 m / s wird aufgeschnitten).

Produkte, die abfallen sind z.B. Sägenebenprodukte, Sägespäne und Pellets. Abfälle gibt es in dem Sinn nicht. 100% des Holzes wird verwertet. Es geht darum, die hohe Wertschöpfung für die Stufen noch zu verbessern, also eine höhere Veredelung zu erreichen.

Ein Teil des Abfalls wird auch energetisch verwertet. Hier ergibt sich eine Rohstoffkonkurrenz, da die Holzindustrie den "edlen" Rohstoff Holz nicht "verheizen" möchte. Für Sägewerker ist der Verkauf von Holz zu Heizzwecken ein guter Nebenerwerb, vor allem bei den derzeit hohen Rohölpreisen. Angestrebt wird aber, zuerst auch aus den Reststoffen des Holzes ein Produkt herzustellen und erst am Ende des Lebenszykluses dieses zu verheizen.

Für die Industrie macht es wegen des Emissionshandels Sinn, Holz zu kaufen und CO₂-neutral zu verheizen. Aufgrund der Subventionierung von Biokraftstoffen ergibt sich für die Holz- und Papierindustrie ein Problem (Stichwort: Flächenkonkurrenz), da auf Brachflächen Aufforstung betrieben werden muss.

Zur Zeit verfügt Österreich über rund 50% Waldfläche. Ohne Bewirtschaftung beträgt derzeit der Holzzuwachs 1 m³/s. Hier ist durch entsprechende Aufforstung noch zusätzlicher Rohstoff zu erschließen.

Möglichkeiten zur Steigerung der Materialeffizienz ergeben sich weiters durch die Optimierung der Schnittführung, den Einsatz effizienterer Werkzeuge, die Optimierung der Werkzeugstandzeiten, opto-elektronische Fertigungsplanung und -überwachung oder durch die Weiterverwendung von

Rest- bzw. Abfallstoffen (z.B. zur Pellets-Produktion).

Um eine Rohstoffeinsparung zu erreichen, werden zunehmend Technologien angewandt bzw. Forschungsprojekte durchgeführt, die eine Qualitätsbeurteilung des Rundholzes bereits von Außen ermöglichen. So finden Röntgenstrahlen, Ultraschall und Scanning verstärkte Anwendung und helfen so, den bestmöglichen Einschnittswinkel zu finden oder überhaupt bereits das Rundholz beim Einkauf nach Einsatzbereichen zu selektieren.

Um vor allem beim Holzbau zu schlankeren Dimensionen zu gelangen und letztlich die Konkurrenzfähigkeit gegenüber anderen Konkurrenzmaterialien zu stärken, wird derzeit flächendeckend an Festigkeits-sortierungen gearbeitet. Diese ermöglichen es, bei gleicher Tragfähigkeit den Materialeinsatz zu reduzieren. Auch dies erfolgt in neu entwickelten technischen Anlagen. Durch verbesserte Planungsmethoden könnten auch Gewichtseinsparungen (z.B. im Fensterbau) erreicht werden.

Ein zukünftig deutlich höheres Preisniveau für Erdöl und Erdgas (als Ausgangsrohstoffe für Kunststoffe und als Brennstofflieferanten für manche energieintensive Werkstoffe) dürfte die Wettbewerbsposition für Holzprodukte relativ verbessern und damit auch Innovationen und Investitionen in mehr Materialeffizienz initiieren.

In den letzten Jahren ersetzen Beton, Ziegel, Stahl und Metalle das Holz als Baustoff. Dieser Trend konnte jedoch wieder umgekehrt werden. Holz erfährt gegenwärtig eine Renaissance.

Bei Ein- und Zweifamilienhäusern werden in Österreich derzeit 33 % Fertighäuser gebaut (USA: 70 – 90 %). Von den Fertighäusern sind 90% Holzriegelhäuser, die vor Ort montiert, jedoch im Werk vorgefertigt werden. Der Anteil der Fertighäuser soll in den nächsten Jahren stark erhöht werden.

90% der hochwertigen Skis hat Holzkern. Dabei handelt es sich um eine stark veredelte Form des Holzes. Auch in einem Auto sind 6 m² Holz zu finden (Österreich hat Patent bei Fundermax).

Fazit für das Gesamtpotenzial der Branche

Die Steigerung der Materialeffizienz durch effizientere Holzverarbeitungsprozesse wird auf 10 % bis 2020 geschätzt. Schwer abschätzbar ist die Zukunft des Holzes für den Hausbau von Niedrigenergiehäusern als eine Substitutionsmöglichkeit von konventionellen, energieintensiven Baustoffen.

7.5. Zusammenfassende Ergebnisse

Die in den vorangegangenen Kapiteln ermittelten Potenziale lassen sich zu einer Tabelle zusammenfassen, aus der die Bedeutung von Materialeffizienzsteigerungen für die untersuchten Branchen angedeutet werden kann.

Eine genaue Abschätzung der Substitutionspotenziale war in der Kürze der Bearbeitungszeit für die einzelnen Werkstoffe nicht möglich. Sie sind aber für die Gesamtanalyse nicht unerheblich, da in bestimmten Fällen durch Werkstoffwechsel durchaus Materialeffizienzpotenziale erzielt werden können. Ebenfalls nicht näher ausgeführt sind die jeweiligen Recycling-Potenziale der untersuchten Branchen und Werkstoffe.

Branche	Materialeffizienzsteigerung in % bis 2020
Bauindustrie	
• Straßenbau	10%
• Wohnbau	20%
• Hochbau	10%
• Tiefbau	10%
Herstellung von Kunststoffwaren	10%
Be- und Verarbeitung von Holz	10 %

7.6. Literatur

- ARTHUR D. LITTLE, FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR SYSTEM- UND INNOVATIONSFORSCHUNG, WUPPERTAL INSTITUT FÜR KLIMA, UMWELT, ENERGIE (2005). Studie zur Konzeption eines Programms für die Steigerung der Materialeffizienz in mittelständischen Unternehmen. Abschlussbericht.
- BARDT, H. (2006). Die gesamtwirtschaftliche Bedeutung von Sekundärrohstoffen. in: IW-Trends – Vierteljahresschrift zur empirischen Wirtschaftsforschung aus dem Institut der deutschen Wirtschaft Köln, 33. Jahrgang, Heft 3/2006.
- BINSWANGER, M., JOCHEM, A., BELTRANI, G., SCHELSKE, O. (2004). Wirtschaftswachstum und Umweltbelastung: Findet eine Entkopplung statt? Discussion Paper DPW 2004-06, Fachhochschule Solothurn Nordwestschweiz.
<http://www.fhso.ch/pdf/publikationen/dp04-06.pdf>
- BOGUCKA, R.; BRUNNER, P.H. (2007) „Evaluation of plastic flows and their management in Austria and Poland: Challenges and opportunities (Project KST-APL)“, Institut für Wassergüte, Ressourcenmanagement und Abfallwirtschaft, TU Wien.
- BUNDESAGENTUR FÜR AUSSENWIRTSCHAFT (2005). Branche Kompakt: Österreich / Bauwirtschaft.
- BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND ARBEIT (2005). Bericht zur aktuellen rohstoffwirtschaftlichen Situation und zu möglichen rohstoffpolitischen Handlungsoptionen. Projektgruppe Rohstoffe, Berlin.
- FACHVERBAND DER HOLZINDUSTRIE ÖSTERREICHS (2006). Die Österreichische Holzindustrie. Branchenbericht 2005/2006.
http://www.holzindustrie.at/Branchenbericht_2005_2006.pdf
- TECHNISCHES BÜRO LEILER (2006a). Materialintensitätsanalyse der „Niederenergiehaussiedlung Keutschach“.
- TECHNISCHES BÜRO LEILER (2006b). Materialintensitätsanalyse des „Holzwohnbaus Harbacher Straße“.
- FCIO - FACHVERBAND DER CHEMISCHEN INDUSTRIE ÖSTERREICHS (2006). Jahresbericht der chemischen Industrie 05. <http://www.fcio.at/Admin/Docs/Jahresbericht05.pdf>
- FEHRINGER, R., BRUNNER, P.H. (1997). Kunststoffflüsse und Möglichkeiten der Kunststoffverwertung in Österreich. Umweltbundesamt, Monographien Nr. 80.
<http://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/M080.pdf>