

**Beschäftigungseffekte einer  
umweltgerechten Entsorgung  
von Siedlungsabfällen**

Steffen Hentrich

August 2001

Nr. 149

**Diskussionspapiere**  
*Discussion Papers*

---

Steffen Hentrich

Abteilung Strukturwandel

shh@iwh-halle.de

Tel. (0345) 77 53-808

Diskussionspapiere stehen in der alleinigen Verantwortung der jeweiligen Autoren. Die darin vertretenen Auffassungen stellen keine Meinungsäußerung des IWH dar.

Herausgeber:

INSTITUT FÜR WIRTSCHAFTSFORSCHUNG HALLE (IWH)

Postanschrift: Postfach 11 03 61, 06017 Halle (Saale)

Hausanschrift: Kleine Märkerstraße 8, 06108 Halle (Saale)

Telefon: (03 45) 77 53-60

Telefax: (03 45) 77 53-8 20

Internet: <http://www.iwh-halle.de>

## Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung.....	5
2. Beschäftigungsrelevante Entwicklungen in der Siedlungsabfallwirtschaft .....	6
2.1 Umweltpolitische Neuorientierung der Siedlungsabfallwirtschaft.....	6
2.2 Entwicklung und Prognose der Abfallströme und Abfallbehandlungskapazitäten .....	7
3. Strukturelle Beschäftigungsentwicklung einer nachhaltigen Siedlungsabfallwirtschaft.....	10
3.1 Determinanten der Beschäftigungswirkungen .....	10
3.2 Untersuchungsmethodik.....	11
3.3 Abfallwirtschaftliche Basisdaten für die Beschäftigungsschätzung.....	13
4. Beschäftigungswirkungen: direkte und indirekte Effekte, Veränderungen der sektoralen Struktur .....	15
4.1 Beschäftigungseffekte durch den Bau neuer Abfallbehandlungsanlagen.....	15
4.2 Langfristige Beschäftigung durch umweltgerechte Restabfallentsorgung .....	19
5. Zusammenfassung.....	21
6. Literaturverzeichnis .....	23



## 1. Einleitung

Im März 2001 ist die Verordnung über die umweltverträgliche Ablagerung von Siedlungsabfällen und über biologische Abfallbehandlungsanlagen (AblagerungsVO) in Kraft getreten. Nunmehr besteht eine klare rechtliche Grundlage für eine umweltverträgliche Behandlung und Ablagerung nicht verwertbarer Abfälle. Mit dieser umweltpolitischen Maßnahme werden nicht nur erhebliche Investitionen in neue Abfallbehandlungs- und Entsorgungsanlagen notwendig, sondern auch umfangreiche Veränderungen der kommunalen Entsorgungsstrukturen ausgelöst. Siedlungsabfälle, die bislang ohne Vorbehandlung auf die Abfalldéponie gelangten, müssen spätestens ab 2005 vor der Ablagerung vorbehandelt werden. Einerseits sind neue Abfallbehandlungsanlagen zu errichten, andererseits wird ein großer Teil der vorhandenen Déponiekapazitäten zukünftig nicht mehr benötigt. Dies dürfte dort, wo bislang keine ausreichenden Abfallbehandlungskapazitäten zur Verfügung stehen, zusätzliche Kostenbelastungen für die Entsorgungsunternehmen und einen entsprechenden Anstieg der kommunalen Entsorgungsgebühren bedeuten.

Bei der Diskussion um die wirtschaftlichen Auswirkungen derartiger Umweltschutzmaßnahmen nehmen die Beschäftigungswirkungen einen breiten Raum ein. Weit verbreitet sind Befürchtungen, dass die Umweltschutzmaßnahmen bei Haushalten und Unternehmen Mittel für alternative Investitions- und Konsummöglichkeiten binden und damit zu einer Gefahr für den Arbeitsmarkt werden. Dem gegenüber besteht die Hoffnung auf Wachstumswirkungen des Umweltschutzmarktes, die den ökologischen Strukturwandel vorantreiben und neue Beschäftigungsmöglichkeiten schaffen. Zudem bedeutet vorsorgender Umweltschutz bei der Abfallentsorgung weniger Déponienachsorge und ein geringeres Risiko von mit hohen gesamtwirtschaftlichen Kosten einhergehenden Umweltschäden. Das führt zu einer zukünftigen Entlastung der Entsorgungsunternehmen, vermindert die Gebührenbelastung von Haushalten und Gewerbe und schafft langfristig mehr Raum für Konsum, Investitionen und zusätzliche Beschäftigung.

Die folgende Analyse der Beschäftigungswirkungen entsorgungswirtschaftlicher Konsequenzen der AblagerungsVO konzentriert sich weniger auf die Beantwortung der Frage nach den absoluten Beschäftigungseffekten. Vielmehr soll sie zur Beschreibung des durch diese Maßnahmen ausgelösten ökologischen Strukturwandels beitragen. Mit der Wahl des nachfrageorientierten Input-Output-Untersuchungsansatzes, der die volkswirtschaftlichen Verflechtungswirkungen der notwendigen Investitionen und zu erwartenden Entsorgungsausgaben berücksichtigt, lassen sich interessante Einblicke in die Struktur der Beschäftigungseffekte der AblagerungsVO gewinnen. Während der Bau und Betrieb der Abfallbehandlungsanlagen zu mehr Beschäftigung führen, bedeutet die zusätzliche Kostenbelastung Beschäftigungsverluste. Ungeachtet der Höhe des Beschäftigungssaldos ist dabei mit Gewinner- und Verliererbranchen zu rechnen. Die Antizipation derartiger Entwicklungen kann die Beschäftigungspolitik in die Lage versetzen,

dort wirksame Anpassungshilfe zu leisten, wo Umwelt- und Beschäftigungspolitik in Zielkonkurrenz zueinander stehen.

## **2. Beschäftigungsrelevante Entwicklungen in der Siedlungsabfallwirtschaft**

### **2.1 Umweltpolitische Neuorientierung der Siedlungsabfallwirtschaft**

Anfang der neunziger Jahre reagierte die Bundesregierung auf die zunehmenden Entsorgungsengpässe infolge steigender Siedlungsabfallmengen mit einer Neuordnung der Abfallpolitik. Während die Verpackungsverordnung und das Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz (KrW-/AbfG) auf die Schaffung von Anreizen zur Vermeidung und Verwertung von Abfällen abzielten, wurden 1993 Mindeststandards für eine umweltgerechte Beseitigung von Siedlungsabfällen in der Technischen Anleitung Siedlungsabfall (TASi) operationalisiert. Hiernach waren ab 1999 bzw. sind in Ausnahmefällen ab 2005 strenge technische Anforderungen an die Behandlung des Abfalls und dessen Endlagerung auf Deponien einzuhalten.<sup>1</sup> Abfälle sind vor der Deponierung derart vorzubehandeln, dass deren stofflichen Abbauvorgänge und Schadstofffreisetzungen die in der Verwaltungsvorschrift fixierten Grenzwerte nicht überschreiten. Eine anhaltenden Kontroverse zwischen Bund und Ländern über die rechtliche Verbindlichkeit der TASI, die Reichweite ihrer Ausnahmeregelungen und grenzwertgerechte Abfallbehandlungsmethoden war Anlass für eine inhaltliche Novellierung und die Aufnahme der Regelungen in den Rang einer Verordnung.

Mit der zum März 2001 in Kraft getretenen Verordnung über die umweltverträgliche Ablagerung von Siedlungsabfällen und über biologische Abfallbehandlungsanlagen (AblagerungsVO) wurde Rechts- und Planungssicherheit für die Kommunen und privaten Entsorger geschaffen. Spätestens bis 2005 müssen Siedlungsabfälle in Deutschland vorbehandelt werden, wobei die Ablagerungskriterien sowohl durch eine thermische als auch durch eine Kombination aus mechanisch-biologischer und thermischer Vorbehandlung eingehalten werden können. Die in der TASI festgelegten Umweltstandards für eine nachsorgearme Deponierung bleiben zwar unverändert, jedoch fördert die Normflexibilisierung die Entwicklung neuer Abfallbehandlungsverfahren. Damit soll eine einseitige Fixierung auf bestimmte Verfahren vermieden und den unterschiedlichen abfallwirtschaftlichen Konzepten der öffentlich-rechtlichen Entsorgungsträger Rechnung getragen werden.

---

<sup>1</sup> Eigentlich Technische Anleitung zur Verwertung, Behandlung und sonstigen Entsorgung von Siedlungsabfällen. Begründete Ausnahmefälle liegen vor, wenn der zu deponierende Abfall aus Gründen mangelnder Behandlungskapazitäten die TASI-Kriterien nicht erfüllen kann.

Ziel dieser Maßnahmen ist eine umweltverträgliche Behandlung und Ablagerung nicht verwertbarer Abfälle, die dauerhafte Entsorgungssicherheit gewährleisten und eine Verlagerung heutiger Entsorgungsprobleme auf zukünftige Generationen vermeiden. Bei einem großen Teil der heutigen Deponien handelt es sich um sanierungsbedürftige Altlasten, die kostenintensiver Sicherungs- und Rückbaumaßnahmen bedürfen. Insofern stehen der vorsorgenden Abfallbehandlung ökonomische Nutzen in Form langfristig abgesicherter Entsorgungsstrukturen und vermiedener Nachsorgekosten gegenüber. Diese Vorteile dürften den je nach regionalen Ausgangsbedingungen unterschiedlich hoch ausfallenden Entsorgungskostenanstieg langfristig relativieren.<sup>2</sup> Darüber hinaus verstärken Preissteigerungen für Entsorgungsleistungen die Anreize zur Kostensenkung durch abfallarme Produktionsverfahren und Konsumententscheidungen.

## 2.2 Entwicklung und Prognose der Abfallströme und Abfallbehandlungskapazitäten

Die Neuausrichtung der Abfallpolitik hat zu wesentlichen Veränderungen der Entwicklung des Abfallaufkommens und der Auslastung der kommunalen Beseitigungsanlagen geführt. Die auf eine ganzheitliche Produktverantwortung hinwirkenden Verpackungsverordnung löste Anreize zur Abfallvermeidung aus.<sup>3</sup> Zudem wirkt der im KrW-/AbfG gesetzlich fixierte Vorrang der Vermeidung und Verwertung vor der Beseitigung von Abfällen auf einen zunehmenden Anteil der stofflichen und biologischen Verwertung an der Abfallbehandlung hin. So ist die rückläufige Entwicklung des Gesamtaufkommens an Restabfällen von ca. 35,6 Mio. t im Jahr 1995 auf ca. 30,2 Mio. t im Jahr 1998 auf zusätzliche Vermeidungsanstrengungen, vor allem aber auf den Anstieg des Verwertungsgrads zurückzuführen.<sup>4</sup> Wurden noch 1993 nur etwa 20% der Abfallmenge einer stofflichen oder energetischen Verwertung zugeführt, hat sich der Verwertungsgrad bis 1998 auf über 38% erhöht.<sup>5</sup>

Prognosen über die Entwicklung der Restabfallmengen sind mit vergleichsweise großen Unsicherheiten behaftet. So ist die Mengenentwicklung von Faktoren wie der Wirtschafts- und Bevölkerungsentwicklung und den rechtlichen Rahmenbedingungen abhängig. In ihrem jüngsten Gutachten zur Entwicklung der Entsorgungsmärkte geht die

---

<sup>2</sup> Vgl. AUKSUTAT, M.; LÖFFLER, R. (1998): Die Autoren ermitteln ausgehend vom Median der Deponierungskosten in Deutschland in Höhe von 154 DM/t für ein fiktives Entsorgungsgebiet eine einwohnerspezifische Kostensteigerung zwischen 5% und 30%, wobei neben einer thermischen Behandlung des bislang deponierten Restabfalls zusätzlich eine flächendeckende Sammlung und Verwertung von Bioabfällen berücksichtigt wird. Die zusätzliche Kostenbelastung wird dabei wesentlich von der Höhe der gegenwärtigen Deponiekosten, dem erreichten Stand der Abfallbehandlung und dem Grad der Zusammenarbeit der Entsorgungsträger beeinflusst.

<sup>3</sup> Zwischen 1991 und 1995 ist der Gesamtverbrauch an Verpackungsmaterial um gut 10% zurückgegangen. Vgl. RAT DER SACHVERSTÄNDIGEN FÜR UMWELTFRAGEN (2000): Umweltgutachten 2000.

<sup>4</sup> Vgl. PROGNOSE AG (2000); sowie ALWAST, H.; HOFFMEISTER, J. (2000).

<sup>5</sup> Vgl. ALWAST, H.; HOFFMEISTER, J. (2000) sowie BILITEWSKI, B. (2000).

Prognos AG insbesondere auf den starken Einfluss rechtlicher Rahmenbedingungen ein. Es wird angenommen, dass sich der Rückgang der Restabfallmengen aus Haushalten infolge weiter zunehmender, auf das KrW-/AbfG zurückzuführender stoffliche Verwertungsaktivitäten (vor allem Bioabfall) bis 2010 fortsetzt. In den neuen Bundesländern gleicht sich das Pro-Kopf-Abfallaufkommen kontinuierlich an das Niveau der alten Bundesländer an. Der mit der Umsetzung der AblagerungsVO wahrscheinliche Wiederanstieg der Deponiegebühren und Entsorgungspreise dürfte darüber hinaus die Attraktivität der Wertstoffseparation und Abfallsortierung erhöhen. Auch bei den zu beseitigenden Restabfällen aus Industrie und Gewerbe ist mit einer Fortsetzung des Rückgangs der Abfallmengen zu rechnen. In den neuen Bundesländern dürfte dieser Rückgang aufgrund der deutlichen Verminderung der Baustellenabfälle besonders groß ausfallen.<sup>6</sup> Insgesamt wird bis 2010 mit einem Rückgang der zu beseitigenden Restabfallmenge um 24% gegenüber 2000 gerechnet (vgl. Tabelle 1).

Tabelle 1: Entwicklung der jährlichen Restabfallmengen zwischen 1998 und 2010  
- Prognose Bundesrepublik Deutschland -

Abfallart a	1998		2000		2005		2010	
	Mio. t	kg/E	Mio. t	kg/E	Mio. t	kg/E	Mio. t	kg/E
Restabfall	30,2	368	27,8	339	23,8	288	21,0	255
darunter								
Haushalten	18,7	227	17,3	210	14,8	178	13,4	162
Industrie und Gewerbe	11,1	135	10,3	125	8,7	105	7,4	89

<sup>a</sup> Abweichungen in den Summen durch Runden der Daten.

Quelle: Prognos AG, a.a.O.

Ein Großteil der kommunalen Entsorgungsträger hat im Hinblick auf die Umsetzung der Vorgaben der TAsi bereits umfangreiche Investitionen in bestehende und neue Abfallbehandlungskapazitäten vorgenommen. Dennoch werden immer noch mehr als 60% der zu beseitigenden Restabfälle unbehandelt auf Deponien abgelagert. Für eine den Anforderungen der AblagerungsVO gerecht werdende Behandlung der bundesweit ca. 28 Mio. t Restabfall stehen gegenwärtig nur ca. 14 Mio. t/a an Verbrennungskapazitäten und ca. 1,7 Mio. t/a an Kapazitäten zur mechanisch-biologischer-Restabfallbehandlung zur Verfügung. Diese Anlagen werden aufgrund ihrer regionalen Konzentration auf Westdeutschland im wesentlichen nur von den öffentlich-rechtlichen Entsorgungsträgern der alten Bundesländern genutzt (vgl. Tabelle 2).<sup>7</sup>

<sup>6</sup> Vgl. PROGNOSE AG (2000).

<sup>7</sup> Von den bundesweit 62 Müllverbrennungsanlagen (MVA) befinden sich nur zwei Anlagen auf dem Territorium der neuen Bundesländer bzw. ehemals West-Berlin. Auch von der Kapazität der mechanisch-biologischen Behandlungsanlagen werden lediglich 0,2 Mio. t/a in den neuen Bundesländern betrieben. Die Reststoffe dieser Anlagen werden den gegenwärtigen Ablagerungskriterien der TAsi nicht gerecht. Vgl. UMWELTBUNDESAMT (2001).



Tabelle 2: Abfallbehandlungskapazitäten in der Bundesrepublik Deutschland  
- Stand 2001 -

	Thermische Restabfallbehandlung				Mechanisch-Biologische-Behandlung			
	in Betrieb		Bau/Planung		in Betrieb		Bau/Planung	
	Anzahl	Kapazität	Anzahl	Kapazität	Anzahl	Kapazität	Anzahl	Kapazität
		Mio. t/a		Mio. t/a		Mio. t/a		Mio. t/a
Neue Bundesländer u. Berlin	2	0,66	8	1,88	6	0,22	-	-
Alte Bundesländer	59	13,36	8	1,24	23	1,49	-	-
Insgesamt	61	14,02	16	3,10	29	1,71	-	-
Verfügbar 2005	-	-	77	17,12	-	-	-	-

Quelle: Umweltbundesamt (2001).

Trotz einer erheblichen Reduktion der Restabfallmengen erfordern die strengen Anforderungen an die Abfallablagerung der AblagerungsVO eine Ausweitung der bundesweiten Behandlungskapazitäten. Obgleich in einigen Bundesländern ausreichend Behandlungskapazitäten vorhanden sind bzw. bereits Überkapazitäten bestehen, verbleibt im Jahr 2005 unter Berücksichtigung der gegenwärtig in der Umsetzungs- bzw. Planungsphase befindlichen Verbrennungskapazitäten von 3,1 Mio. t/a bundesweit eine Kapazitätslücke. Diese kann auch durch eine Ausschöpfung der Kooperationsmöglichkeiten öffentlich-rechtlicher Entsorgungsträger nicht geschlossen werden. Um bei fortgesetztem Rückgang der Restmüllmenge spätere Kapazitätsüberschüsse zu vermeiden, ist diese Lücke vor allem durch einfachere, temporär zu betreibende Behandlungsverfahren zu schließen. Hierzu bietet sich der Bau zusätzlicher MBA bzw. von Trockenstabilisanlagen (MBT) an, deren heizwertreiche Fraktion in industriellen Anlagen mitverbrannt werden kann.<sup>8</sup> In der aktuellen Branchenstudie Siedlungsabfälle rechnet Prognos bis 2008 mit einem Ausbau der Verbrennungskapazitäten auf ca. 17,6 Mio. t/a und einer Kapazitätserweiterung bei der mechanisch-biologischen Behandlung um ca. 1,8 Mio. t/a. Das entspricht einer Realisierung von etwa 5,4 Mio. t an Abfallbehandlungskapazitäten zwischen 2000 und 2008 (vgl. Tabelle 4).

Tabelle 4: Entsorgungsszenario für Siedlungsrestabfälle

		2000	2008
		t/a	t/a
Siedlungsrestabfallaufkommen		28,0	21,0
Behandlungskapazitäten	MVA	14,0	17,6
	MBA/MBT	1,7	3,5
	Insgesamt	15,7	21,1
Deponiebedarf		15,0	4,0

Quelle: PROGNO AG (2001), eigene Berechnungen.

<sup>8</sup> Vgl. BILITEWSKI, B. (2000): Der Autor schätzt die bundesweite Kapazität industrieller Mitverbrennung auf 2,7 Mio. t/a.

### **3. Strukturelle Beschäftigungsentwicklung einer nachhaltigen Siedlungsabfallwirtschaft**

#### **3.1 Determinanten der Beschäftigungswirkungen**

Die Veränderungen der Entsorgungsstruktur hat vielfältige Wirkungen auf die Beschäftigungsnachfrage. Zunächst ist mit dem vom KrW-/AbfG ausgelösten Rückgang der Siedlungsrestabfälle eine Verminderung des insgesamt notwendigen Bedarfs an Abfallbeseitigungskapazitäten verbunden. Dies dürfte tendenziell zu einer Verringerung der Beschäftigung in der Abfallwirtschaft gegenüber einem Entwicklungspfad ohne umweltpolitische Regulierung führen.

Demgegenüber löst der zur Umsetzung der AbfallVO notwendige Bau von Abfallbehandlungskapazitäten zusätzliche Investitionen aus. Aus der Investitionsnachfrage resultieren gesamtwirtschaftliche Produktionseffekte, die eine entsprechende Arbeitsplatznachfrage bewirken. Dieser Beschäftigungsschub bleibt jedoch nur temporär auf die Planungs- und Bauphase der Anlagen beschränkt.

Die vollständige Vorbehandlung der Restabfälle bewirkt zukünftig einen Rückgang der Nachfrage nach Deponiekapazitäten. Allerdings erhöht sich der Anteil der vorbehandelten Siedlungsabfälle. Dies führt zu einer Abnahme der betriebsbedingten Beschäftigung im Bereich der Abfallablagerung und zu einem Zuwachs der für die Abfallbehandlung notwendigen Beschäftigung. Mit neuen Entsorgungstechniken verbundene Veränderungen des Bedarfs an betriebsnotwendigen Wartungsleistungen sowie Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffen verändern die Vorleistungsnachfrage und damit den Umfang und die Struktur des indirekten, branchenübergreifenden Arbeitskräftebedarf.

Schließlich kommt es zu abfallkosteninduzierten Verdrängungseffekte. Hoher Investitionsbedarf bei den Entsorgungsunternehmen und steigende Betriebs- und Personalkosten führen zu steigenden Abfallgebühren. Diese verdrängen Konsum und Investitionen in Haushalten und Unternehmen. Die Beantwortung der Frage nach dem Beschäftigungssaldo dieser Entwicklung ist mit zahlreichen methodischen Problemen verbunden. Weder ist es möglich hinreichend genaue Aussagen über die Höhe der investitions- und betriebskosteninduzierten Gebührenerhöhungen zu machen, noch ist ohne weiteres ermittelbar, welche Güterkäufe dadurch in Haushalten und Unternehmen verdrängt werden.

Unter vereinfachten Annahmen sind jedoch zumindest näherungsweise Aussagen über den Saldo der Beschäftigungswirkungen der Umweltschutzinvestitionen und dessen strukturelle Verteilung möglich. Hierzu wird simuliert, welche Unterschiede die Effekte einer zusätzlichen, in ihrer Nachfragestruktur der gesamtwirtschaftlich durchschnittlichen Investitions- und Konsumnachfrage der Haushalte und Unternehmen entsprechenden Güter- und Dienstleistungsnachfrage gegenüber gleichhohen Investitionen in Abfallbehandlungsanlagen aufweisen.

### 3.2 Untersuchungsmethodik

Zur Ermittlung von Ausmaß und Struktur der Beschäftigungseffekte veränderter Entsorgungsstrukturen kommt ein Input-Output-Modell zur Anwendung, das die intersektoralen produktionstechnischen Verflechtungen einer Volkswirtschaft abbildet. Hiermit lassen sich ausgehend von der Quantifizierung der gesamtwirtschaftlichen Produktionswirkungen der Investitionsgüternachfrage, des Bedarfs an Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffen und der beschäftigungsinduzierten Veränderung der einkommensabhängigen Konsumnachfrage direkte und indirekte Beschäftigungseffekte und deren Strukturen abschätzen. Die angewandte Berechnungsmethodik erlaubt es, Investitions-, Betriebs- und Einkommenseffekte jeweils getrennt zu ermitteln.

Das Modell reproduziert die Vorleistungsbeziehungen aller 58 Produktionssektoren der Input-Output-Tabelle über eine Matrix  $A$ , deren Elemente die aus einem Sektor  $i$  für die Herstellung einer Produktionseinheit im Sektor  $j$  bezogene Gütermenge angeben. Unter Maßgabe der definitorischen Beziehungen zwischen Produktion, Vorleistung und Endnachfrage lässt sich der endnachfragebezogene Produktionsbedarf über alle Sektoren ermitteln:

$$1) \quad (I - A)^{-1} y = x \quad (I - \text{Einheitsmatrix}).$$

Während Matrix  $(I - A)^{-1}$  die für die Produktion einer Einheit Endnachfrage in Sektor  $j$  benötigte Produktionsmenge des Sektors  $i$  angibt, bildet der Vektor  $x$  die Summe der vom Wirtschaftszweig  $i$  zur Erzeugung der Endnachfrage  $y$  benötigten Produktion ab. Ausgehend von dieser Grundgleichung lassen sich durch Endnachfragevariationen ausgelöste Beschäftigungseffekte ermitteln.

Die für den Anlagenbau und -betrieb nachgefragten Produktionsmengen werden als zusätzliche, inlandswirksame Endnachfrage in den Spaltenvektoren  $y^I$  bzw.  $y^B$  nach Liefersektoren abgebildet. Unter Verwendung der aus der Input-Output-Tabelle abgeleiteten Arbeitskoeffizientenmatrix  $K$  (Diagonalmatrix der Arbeitskoeffizienten  $k_{ij}$ ) können die mit der Güter- und Dienstleistungsproduktion verbundenen Beschäftigungseffekte des Anlagenbaus  $b^I$  und des Anlagenbetriebs  $b^B$  in direkte Effekte  $b^{Ia}$  bzw.  $b^{Ba}$

$$2) \quad b^{Ia} = K y^I \quad \text{bzw.} \quad b^{Ba} = K y^B$$

und durch Vorleistungsverflechtungen induzierte indirekte Beschäftigungswirkungen  $b^{Ib}$  bzw.  $b^{Bb}$

$$3) \quad b^{Ib} = K((I - A)^{-1} - I) y^I \quad \text{bzw.} \quad b^{Bb} = K((I - A)^{-1} - I) y^B$$

aufgespaltet werden. Um die Prognosequalität der Beschäftigungsschätzung zu erhöhen, erfolgt eine Korrektur der Arbeitskoeffizienten um die erwartete sektorale Arbeitsproduktivität  $p_i$ :

$$4) \quad k_i(t) = k_i(0)(1 - p_i)^t$$

Über konsumnachfrageinduzierte Einkommenszuwächse der beim Bau und Betrieb der Anlagen direkt und indirekt Beschäftigten werden zusätzliche Nachfrageeffekte angestoßen, die weitere Beschäftigungswirkungen induzieren. Dieser Einkommenseffekt hängt von den Einkommenszuwächsen und der davon nach Lohn- und Einkommenssteuer, Sozialabgaben sowie Ersparnissen verbleibenden, im Inland produktions- und beschäftigungswirksamen Endnachfrage ab. Mangels Informationen über den vorherigen Einkommensstatus der zusätzlichen Beschäftigten wird ein Intervall von Einkommenszuwächsen abgeschätzt. Ist ein maximaler Einkommenseffekt dann zu erwarten, wenn alle zusätzlichen Beschäftigten zuvor kein Einkommen bezogen haben, reduziert sich dieser Effekt mit der Zunahme des Beschäftigtenanteils, der zuvor Lohnersatzleistungen erhalten hat. Unter der Annahme, dass die Lohnersatzleistungen aller zusätzlichen Beschäftigten 60% des durchschnittlichen Einkommens in der jeweiligen Branche betragen, markiert ein Einkommenszuwachs von 40% die untere Intervallgrenze. Damit berechnen sich die vom Einkommenskreislauf induzierten Beschäftigungseffekte aus folgenden Matrixgleichungen. Die jeweiligen Einkommenszuwächse  $E^i$  aggregieren die Einkommenswirkungen der Beschäftigungseffekte der Güterlieferungen und Dienstleistungen  $E^{IB}$  und Einkommen des Anlagenpersonals unter Maßgabe der Annahmen über bisherige Lohnersatzleistungen (Skalar  $f$ ). Während ersterer Effekt der Summe der sektoralen Produkte der zusätzlichen Beschäftigten und der branchendurchschnittlichen Bruttoeinkommen ( $L^D$ ) entspricht, wird der Einkommenszuwachs des Betriebspersonals  $E^P$  aus den Personalkosten der jeweiligen Anlage modellexogen bestimmt.

$$5a) \quad E_U^{IB} = f (b^I L^D + b^B L^D) \quad 5b) \quad E_O^{IB} = (b^I L^D + b^B L^D) \quad i = O, U \text{ (Intervall)}$$

$$6a) \quad E_U = E_U^{IB} + f E^P \quad 6b) \quad E_O = E_O^{IB} + E^P$$

Aus dem um Abgaben-, Sparquote  $q$  verminderten Konsumzuwachs wird mit Hilfe des durchschnittlichen Konsumstrukturvektors  $s$  der Vektor der zusätzlichen, inlandswirksamen Konsumgüternachfrage  $y^C$  ermittelt

$$7a) \quad y_U^C = q E_U s \quad 7b) \quad y_O^C = q E_O s$$

und der Berechnung des Intervalls der einkommensinduzierten Beschäftigungseffekte  $b_i^E$  zugrunde gelegt:

$$8a) \quad b_U^E = K(I - A)^{-1} y_U^C \quad 8b) \quad b_O^E = K(I - A)^{-1} y_O^C$$

Als Datenbasis diente die Input-Output-Tabelle des Statistischen Bundesamtes für Deutschland des Jahres 1995. Sämtliche Informationen zu anlagenspezifischen Investitions- und Betriebskosten sowie deren strukturelle Verteilung auf einzelne Liefersektoren wurden, ebenso wie der spezifische Anlagenpersonalbedarf, aus einer im Auftrag des Umweltbundesamtes erarbeiteten Untersuchung zu Kostenstrukturen von Abfallbe-

seitigungsanlagen abgeleitet.<sup>9</sup> Die Beschäftigungskoeffizienten (Arbeitnehmer) und durchschnittlichen Importquoten der Investitions- und Konsumnachfrage ließen sich auf sektoraler Ebene aus den Daten der Input-Output-Tabelle bestimmen. Die Annahmen über die Entwicklung der sektoralen Arbeitsproduktivität basieren auf der langfristigen Entwicklung der westdeutschen (seit 1960) bzw. gesamtdeutschen sektoralen Arbeitsproduktivitäten (seit 1991), die sich aus den Jahresdaten der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung ermitteln ließen. Hierbei wird für die Sektoren der Land- und Forstwirtschaft eine jährliche Steigerung der Arbeitsproduktivität von drei Prozent, für das Verarbeitende Gewerbe und den Bergbau je nach Sektor von ein bis drei Prozent, die Bereiche der Energie- und Wasserversorgung mit zwei bis fünf Prozent, die Bauwirtschaft mit einem Prozent und die Dienstleistungssektoren mit einem bis drei Prozent angenommen. Zur Bestimmung der beschäftigungsinduzierten Konsumnachfrage wurden die durchschnittliche Abgaben- und Sparquote der unselbständigen Beschäftigten aus der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung herangezogen. Eine Preisbereinigung der sich auf das Jahr 1997 beziehenden Endnachfragepositionen war näherungsweise mit Hilfe von Preisindizes des Statistischen Bundesamtes möglich.<sup>10</sup>

Bei der Interpretation der mit diesem Ansatz ermittelten Schätzergebnisse sind die Grenzen des verwendeten Modellansatzes und der vorhandenen Datenqualität zu beachten. Die methodischen Grenzen des statischen Input-Output-Modells wie etwa die Annahme einer linear-limitationalen Produktionsfunktion (Leontief-Produktionsfunktion) und das mit der sektoralen Aggregation verbundene Problem intrasektoral identischer Faktoreinsatzverhältnisse beeinträchtigen die Genauigkeit der Ergebnisse. Ebenso bleiben konjunkturelle Einflüsse wie etwa die Kapazitätsauslastungen in den Liefersektoren und die Verfügbarkeit geeigneter Arbeitskräfte unberücksichtigt. Nicht zuletzt handelt es sich bei den Ausgangsdaten zu Abfallmengen, Investitionsvolumen, Investitions- und Betriebskosten und deren sektoraler Struktur nur um Prognose- bzw. Näherungswerte. Die Annahme konstanter Inputkoeffizienten auf der Basis der Input-Output-Tabelle des Jahres 1995 schmälert die Prognosequalität ebenso wie die zwangsläufig begrenzte Schätzqualität der sektoralen Arbeitskoeffizienten. Dennoch erlaubt der hier gewählte Ansatz bei vorsichtiger Interpretation der Ergebnisse interessante Einblicke in die Struktur und Größenordnung der Beschäftigungseffekte.

### **3.3 Abfallwirtschaftliche Basisdaten für die Beschäftigungsschätzung**

Für die Analyse der Beschäftigungseffekte ist eine Prognose der Veränderungen der Entsorgungsstruktur erforderlich. Auf der Grundlage dieser Prognose lassen sich die Beschäftigungseffekte der Kapazitätserweiterung sowie des veränderten Entsorgungssystems separat voneinander ermitteln. Die Schätzung der zu diesem Zweck notwendigen

---

<sup>9</sup> Vgl. Auksutat, M.; Löffler, R. (1998).

<sup>10</sup> Vgl. hierzu STATISTISCHES BUNDESAMT (div. Jg).

Kosten für Anlagenbau- und Betrieb basieren auf einer im Auftrag des Umweltbundesamtes erstellten Untersuchung zur Kostenstruktur von Abfallbeseitigungsverfahren.<sup>11</sup>

Eine Abschätzung des gesamtdeutschen Investitionsbedarfs für die Erweiterung von Abfallbehandlungskapazitäten wird unter Maßgabe der in Tabelle 3 wiedergegebenen bundesweiten Kapazitätsbedarfsschätzung vorgenommen. Dieser wiederum dient als Grundlage für die Berechnung der in der Ausbauphase erforderlichen, gesamtwirtschaftlichen Arbeitskräfte. Unter Berücksichtigung der Größenverteilung der in der Bau- bzw. Planungsphase befindlichen 16 MVA (3,1 Mio. t/a) wird von einem Investitionsbedarf in Höhe von ca. 3,9 Mrd. DM ausgegangen. Die Erweiterung der mechanisch-biologischen Behandlungskapazitäten um 1,8 Mio. t/a geht mit einer Investitionssumme von ca. 1,1 Mrd. DM in die Berechnungen ein.<sup>12</sup> Daraus resultiert eine Gesamtinvestition in Höhe von 5,0 Mrd. DM. Über die zeitliche Folge der Investitionen liegen keine Informationen vor, weshalb von einer gleichmäßigen Verteilung der Gesamtinvestition über den neunjährigen Prognosezeitraum ausgegangen wird.

Zur Quantifizierung der betriebsbedingten Arbeitsplatzeffekte bedarf es einer Abschätzung beschäftigungswirksamer Kosten des jährlichen Anlagenbetriebs. Hierzu wurden die wichtigsten, mit Lieferungen und Leistungen verschiedener Branchen verbundenen Betriebskostengrößen von Abfallbehandlungs- und Beseitigungsanlagen nach dem aktuellen Stand der Technik herangezogen.<sup>13</sup> Ebenso werden die über den Einkommenskreislauf beschäftigungswirksamen jährlichen Personalkosten in Höhe von 70 000 DM/Beschäftigten berücksichtigt.

Tabelle 4: Jährliche Betriebs- und Personalkosten der Restabfallbeseitigung 2000 und 2008

Abfallbehandlung/-beseitigung	2000		2008	
	Wartung, Hilfs- und Betriebsstoffe	Personalkosten	Wartung, Hilfs- und Betriebsstoffe	Personalkosten
	Mio. DM		Mio. DM	
MVA	450	310	575	390
MBA/MBT	45	15	85	35
Deponie	125	75	33	20
Insgesamt	620	400	695	445

Quelle: Eigene Berechnungen.

<sup>11</sup> Vgl. AUKSUTAT, M.; LÖFFLER, R. (1998).

<sup>12</sup> Dieser Schätzung unterliegt die Annahme einer Kapazitätserweiterung durch den Bau kleinerer, dezentraler Einheiten mit einem Jahresdurchsatz von jeweils 50 000 t/a.

<sup>13</sup> Aus methodischen Gründen wurden nur die Kostengruppen, bei denen eine hinreichend genaue sektorale Zuordnung möglich war, in die Analyse einbezogen. Somit blieb ein Teil der beschäftigungsrelevanten Betriebskosten (Verwaltungskosten, Steuern und Versicherungen, einzelne Hilfs- und Betriebsstoffe) in der Beschäftigungsschätzung unberücksichtigt. Eine gewisse Unterschätzung betriebsbedingter Beschäftigungseffekte muss daher zwangsläufig in Kauf genommen werden.

Trotz sinkender Restabfallmengen, ist der Prognose ein Anstieg der Jahresentsorgungskosten um 12% zugrunde zu legen. Eine Vorbehandlung der gesamten Restabfallmenge erfordert gegenüber der bislang dominierenden Ablagerung einen wesentlich höheren technischen Aufwand. Daher besteht einerseits ein höherer Bedarf an Lieferungen und Leistungen für den Betrieb der Behandlungsanlagen, der mit vergleichsweise hohen laufenden Aufwendungen verbunden ist. Während die Kosten der Deponierung je nach Anlagenkapazität zwischen 33 und 99 DM/t liegen, fallen beim Betrieb einer mechanisch-biologischen Behandlungsanlage je nach Größe und Ausstattung zwischen 192 und 316 DM/t an. Für die thermische Abfallbehandlung in Anlagen mit modernster Umwelttechnik ist mit kapazitätsabhängigen spezifischen Kosten zwischen 128 und 480 DM/t zu rechnen.<sup>14</sup> Andererseits bedeutet die Abfallbehandlung auch einen wesentlich höheren Personalbedarf im Anlagenbetrieb. Reichen für Betrieb von Deponien und Anlagen zur mechanisch-biologisch Abfallbehandlung je nach Größe etwa 8 bis 12 Angestellte aus, benötigt eine thermische Behandlungsanlage mittlerer Kapazität (200 000 – 300 000 t/a) eine Personalstärke von ca. 90 Angestellten. Durch die höhere spezifische Beschäftigung ist daher auch mit höheren Personalkosten zu rechnen.

Den jeweiligen Kostenszenarien liegen gleiche Annahmen bzgl. der Preise für Anlagenwartung sowie Hilfs- und Betriebsstoffe zugrunde. Basisjahr der Kostenerhebung ist das Jahr 1997. Ebenso wenig wie Preisniveauänderungen finden mögliche Veränderungen der Löhne in den Personalkosten Berücksichtigung. Zwar ist hierdurch eine Vergleichbarkeit mit Daten vom aktuellen Rand nicht ohne weiteres möglich, doch ist diese Einschränkung aufgrund der hier angewandten Berechnungsmethodik zu vernachlässigen.

## **4. Beschäftigungswirkungen: direkte und indirekte Effekte, Veränderungen der sektoralen Struktur**

### **4.1 Beschäftigungseffekte durch den Bau neuer Abfallbehandlungsanlagen**

Die mit dem Bau moderner Abfallbehandlungsanlagen verbundene Nachfrage nach Gütern und Dienstleistungen induziert in den betreffenden Liefersektoren über den Zeitraum der Planung und Errichtung die Nachfrage nach Arbeitskräften. Für die Errichtung der bis 2008 in der Bau- bzw. Planungsphase befindlichen MVA wurde ein Beschäftigungsbedarf von jährlich ca. 1 500 Arbeitskräfte in den primären Liefersektoren und ca. 1 100 Arbeitskräften über gesamtwirtschaftliche Vorleistungsverflechtungen ermittelt. Der Einkommenskreislauf bindet im Modell weitere 300 Beschäftigte pro Jahr. Für die zur Deckung des Bedarfs an Restabfallbehandlungskapazitäten durch Anlagen zur stoffstromspezifischen Abfallbehandlung MBA/MBT errechnet sich ein direkter und indi-

---

<sup>14</sup> Vgl. AUKSUTAT, M.; LÖFFLER, R. (2001).

rekter Bedarf von jährlich ca. 500 bzw. 300 Beschäftigten. Die durch den Einkommenseffekt induzierte Konsumnachfrage beläuft sich auf etwa 100 Beschäftigte im Jahr. In der Simulation bindet der Ausbau der Behandlungskapazitäten über den hier zugrundegelegten, neunjährigen Planungs- und Investitionszeitraum bundesweit ca. 33 000 Beschäftigte.

Tabelle 5: Jährliche Beschäftigungseffekte des Ausbaus von Abfallbehandlungskapazitäten 2000 - 2008

Anlagenart	Kapazität	Investitionsbedarf	Beschäftigungsbedarf (in Personen/Jahr)				2000-2008
	Mio. t/a		Mrd. DM	Direkt	Indirekt	Einkommenseffekt	
MVA	3,6	3,9	1 500	1 100	300	2 900	26 100
MBA/MBT	1,8	1,1	500	300	100	800	7 200
Insgesamt	5,4	5,0	2 000	1 400	400	3 700	33 300

Quelle: Eigene Berechnungen.

Aufgrund vielfältiger Lieferverflechtungen der Volkswirtschaft profitieren nahezu alle Branchen von der investitionsbedingten Nachfrage und dem daraus resultierenden Beschäftigungsbedarf. Tabelle 6 veranschaulicht die strukturelle Aufteilung der direkten und indirekten Beschäftigungswirkungen der Planungs- und Bauphase der Behandlungskapazitäten. Aus der Gegenüberstellung der sektoralen Beschäftigungsanteile wird deutlich, dass die Nachfrage nach Gütern und Leistungen in nur wenigen Sektoren durch volkswirtschaftliche Vorleistungsverflechtungen und den Einkommenskreislauf auch in den übrigen Sektoren der Volkswirtschaft Beschäftigungswirkungen auslöst. Da die einkommensinduzierten Beschäftigungseffekte keine vom gesamtwirtschaftlichen Durchschnitt abweichenden Struktureffekte auslösen, bleiben sie in Tabelle 6 unberücksichtigt.

Erwartungsgemäß profitieren in der Investitionsphase vor allem investitionsgüterproduzierende Wirtschaftszweige und das Baugewerbe von dem mit der Güternachfrage verbundenen Beschäftigungsanstieg. Auf diese Sektoren entfallen beim Ausbau der Abfallverbrennungskapazitäten mehr als 90% der direkten Beschäftigungswirkungen. Der Einfluss weitverzweigter Vorleistungsverflechtungen auf die Beschäftigungsstruktur zeigt sich dagegen sehr deutlich bei den indirekten Beschäftigungsanteilen. Hier dominieren mit 56% die Dienstleistungssektoren. Im Gesamteffekt gleicht sich die sektorale Verteilung der Beschäftigung etwas aus. Die Anteile des produzierenden Gewerbes und des Bausektors nehmen gegenüber den Dienstleistungen wieder zu. Auf sektoraler Ebene dominieren die Bereiche Stahl- und Leichtmetallbau (22%), Maschinenbau (14%), Hoch- und Tiefbau (12%) sowie Elektrotechnik (8%).



Tabelle 6: Struktur der Beschäftigungseffekte des Ausbaus von Abfallbehandlungskapazitäten

Sektoren	Sektorale Beschäftigungsanteile (in Prozent)						Gesamtinvestition
	MVA			MBA/MBT			
	Direkt	Indirekt	Gesamt	Direkt	Indirekt	Gesamt	
Land-, Forstwirtschaft, Fischerei	0,0	0,5	0,2	0,0	0,6	0,2	0,2
Energie, Wasser, Bergbau	0,0	2,0	0,9	0,0	1,9	0,7	0,8
Chemische Produkte und Mineralölerzeugnisse, Steine und Erden	0,0	7,0	2,9	0,0	9,2	3,7	3,1
Eisen, Stahl, NE-Metalle, Gießereierzeugnisse u.ä.	0,0	7,7	3,2	0,0	6,2	2,5	3,1
Stahl- und Maschinenbau, Rechentechnik, Fahrzeugbau	52,3	13,4	35,9	33,4	10,8	24,3	33,2
Elektrotechnik und Feinmechanik, EBM-Waren u.s.w.	12,2	6,8	9,9	6,3	6,4	6,4	9,1
Holz-, Papier- und Lederwaren, Textilien und Bekleidung	0,0	3,2	1,3	0,0	3,9	1,6	1,4
Nahrungsmittel, Getränke, Tabakwaren	0,0	0,6	0,3	0,0	0,6	0,3	0,3
Bauleistungen	28,7	3,3	17,9	51,2	4,2	32,4	21,3
Handels-, Verkehrs- und Kommunikationsleistungen	0,0	19,8	8,4	0,0	19,1	7,7	8,2
Übrige marktbestimmte Dienstleistungen	6,4	32,2	17,3	7,0	33,2	17,5	17,3
Nichtmarktbestimmte Dienstleistungen	0,4	3,6	1,8	2,0	3,8	2,7	2,0
Insgesamt	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Quelle: Eigene Berechnungen.

Der Ausbau der mechanisch-biologischen Behandlungskapazitäten zieht – bedingt durch technologische Unterschiede zur thermischen Restabfallbehandlung – eine andere Verteilung der Beschäftigungseffekte nach sich. So wird die direkte Nachfrage nach Bauleistungen stärker arbeitsplatzwirksam als der Bedarf an Investitionsgütern. Im Gesamteffekt dominiert der Anteil der im Dienstleistungsbereich und in der Bauwirtschaft nachgefragten Arbeitskräfte. Die Bausektoren Hoch- und Tiefbau (23%) und Ausbau (10%) vereinen etwa ein Drittel aller Beschäftigungseffekte auf sich. Ebenfalls hohe Beschäftigungsanteile haben die Industriesektoren Maschinenbau (17%), Stahl- und Leichtmetallbau (7%) und Elektrotechnik (5%). Etwa 28% der Arbeitsplätze werden im Dienstleistungssektor gebunden.

Die strukturelle Verteilung der Beschäftigungseffekte der gesamten Kapazitätserweiterung ist ebenfalls in Tabelle 6 wiedergegeben. Allein das Verarbeitende Gewerbe vereint die Hälfte der Arbeitsnachfrage auf sich, wobei hier die Sektoren Stahl-, Leichtmetall- und Fahrzeugbau (18%), Maschinenbau (14%) und Elektrotechnik (8%) herausragen. Dem folgt der Dienstleistungssektor mit rund 28% der Beschäftigungsanteile. Die

Bauwirtschaft vereint gut 22% der Beschäftigungsanteile auf sich, wobei die Arbeitsplätze im Hoch- und Tiefbau (15%) deutlich überwiegen.

Tabelle 7: Vergleich der Beschäftigungsstruktur zwischen Investitionen in Abfallbehandlungskapazitäten und hypothetischer Alternativnachfrage - 2000 – 2008 -

Sektoren	Sektorale Beschäftigungsanteile (in Prozent)						Struktur- effekt
	Investitionsnachfrage für Abfallbehandlung			Alternative Konsum- und Investitionsnachfrage			
	Direkt	Indirekt	Gesamt	Direkt	Indirekt	Gesamt	
Land-, Forstwirtschaft, Fischerei	0,0	0,5	0,2	0,6	2,6	1,3	–
Energie, Wasser, Bergbau	0,0	2,0	0,8	0,9	2,9	1,7	–
Chemische und Mineralöl- erzeugnisse, Steine und Erden	0,0	7,5	3,1	1,2	6,2	3,1	o
Eisen, Stahl, NE-Metalle, Gie- ßereierzeugnisse u.ä.	0,0	7,3	3,1	0,5	2,8	1,4	+
Stahl- und Maschinenbau, Re- chentechnik, Fahrzeugbau	47,7	12,8	33,2	6,2	4,8	5,6	+
Elektrotechnik und Feinmecha- nik, EBM-Waren u.s.w.	10,8	6,7	9,1	3,6	4,0	3,8	+
Holz-, Papier- und Lederwaren, Textilien und Bekleidung	0,0	3,3	1,4	3,3	5,9	4,3	–
Nahrungsmittel, Getränke, Tabakwaren	0,0	0,6	0,3	4,4	2,8	3,8	–
Bauleistungen	34,1	3,5	21,3	20,9	6,8	15,5	+
Handels-, Verkehrs- und Kommunikationsleistungen	0,0	19,6	8,2	30,4	16,7	25,2	–
Übrige marktbestimmte Dienst- leistungen	6,5	32,5	17,3	15,7	38,8	24,6	–
Nichtmarktbestimmte Dienst- leistungen	0,8	3,7	2,0	12,4	5,7	9,8	–
Insgesamt	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	

Quelle: Eigene Berechnungen.

Für einen Überblick über den potentiellen Beschäftigungssaldo des Ausbaus der Abfallbehandlung wurde eine hypothetische Berechnung der Beschäftigung vorgenommen, die bei einer alternative Verwendung der investierten Mittel für Konsum- und Investitionsgüter nachgefragt würde. Dem liegt die vereinfachte Annahme einer durchschnittliche Endnachfragestruktur für Konsum- und Investitionsgüter aus der verwendeten Input-Output-Tabelle zugrunde. Bei einer alternativen Verwendung der Investitionsmittel würde demnach ein jährlicher Einsatz von ca. 3 200 Beschäftigten bzw. über den gesamten Prognosezeitraum von ca. 29 000 Beschäftigten notwendig. Daraus resultiert ein hypothetischer Zuwachs von 4 300 Beschäftigten durch zusätzliche Investitionen im Abfallbereich. Der positive Beschäftigungssaldo ist im wesentlichen auf höhere gesamtwirtschaftlichen Produktionsimpulse infolge der Investitionen in Abfallbeseitigungskapazitäten zurückzuführen. Wesentliche Unterschiede ergeben sich bezüglich der Struk-

tur der Beschäftigungseffekte (vgl. Tabelle 7). Während die Sektoren des Produzierenden Gewerbes von den Investitionen in der Abfallwirtschaft deutlich profitieren, würde von einer alternativen Verausgabung der Mittel eher im Dienstleistungsbereich Beschäftigung induziert.

#### 4.2 Langfristige Beschäftigung durch umweltgerechte Restabfallentsorgung

Neben den temporären Beschäftigungswirkungen des Ausbaus der Abfallbehandlungskapazitäten führt die veränderte Entsorgungsstruktur auch zu langfristigen Veränderungen der Arbeitsnachfrage. Wenn zukünftig die gesamten Restabfallmengen vor der Ablagerung bzw. Verwertung einer Behandlung unterzogen werden, zeichnen sich damit Konsequenzen für die Anzahl und die Struktur der im Bereich der Siedlungsabfallwirtschaft und deren Vorleistungslieferanten Beschäftigten ab.

Tabelle 8: Dauerhafte Beschäftigungseffekte veränderter Entsorgungsstrukturen

Jahr	Anlagenart	Beschäftigungseffekte in Personen/a				Insgesamt
		Personal <sup>a</sup>	Direkt	Indirekt	Einkommenseffekt <sup>b</sup>	
2000	MVA	4 400	1 600	1 300	900	8 200
	MBA/MBT	200	100	100	100	500
	Deponien	1 000	400	300	200	1 900
	Alle	5 600	2 100	1 700	1 200	10 600
2010	MVA	5 600	1 600	1 400	900	9 500
	MBA/MBT	500	200	200	100	1 000
	Deponien	300	100	100	100	600
	Alle	6 400	1 900	1 700	1 100	11 100

<sup>a</sup> Die Schätzung des Personalbedarfs basiert nicht auf der Erhebung bei Anlagenbetreibern, sondern beruht auf den durchschnittlichen Planungsdaten der UBA-Kostenstrukturstudie. <sup>b</sup> Die hier angegebenen Beschäftigten entsprechen der jeweiligen Intervallmitte der Schätzwerte.

Quelle: Eigene Berechnungen.

Die Schätzergebnisse in Tabelle 8 weisen darauf hin, dass trotz deutlichem Rückgang der Restmüllmengen kein Beschäftigungsrückgang in der Restabfallentsorgung zu erwarten ist. Zwar dürfte durch den gesunkenen Bedarf an Deponiekapazitäten der dort benötigte Personalbedarf nur noch etwa ein Drittel des gegenwärtigen Betriebspersonals ausmachen, doch ist damit zu rechnen, dass dieser Rückgang durch die Nachfrage nach Personal in den neu geschaffenen Abfallbehandlungskapazitäten überkompensiert wird.<sup>15</sup> Ursache dafür ist der deutlich höhere spezifische Personalbedarf der Restabfallbehandlung, insbesondere der thermischen Behandlung. Allein der spezifische Personalbedarf der Restabfallentsorgung mit vorhergehender thermischer Behandlung

<sup>15</sup> Die auf die Restabfalldeponierung bezogene Beschäftigung umfasst nur den Teil, der direkt im Zusammenhang mit der Endlagerung von Siedlungsrestabfällen benötigt wird. Arbeitsplätze, die im Zuge der Sanierung und Nachsorge von Deponien entstehen, blieben hier mangels Daten unberücksichtigt. Daher sind die Beschäftigungseffekte im Deponiebereich höher als hier angegeben zu veranschlagen.

beträgt etwa das Sechsfache der reinen Abfallablagerung ohne Vorbehandlung. Für den Entsorgungsweg mit mechanisch-biologischer Vorbehandlung werden immer noch mehr als doppelt soviel Beschäftigte wie in den Entsorgungsanlagen benötigt. Bezüglich der direkten und indirekten, durch den Bedarf an Roh-, Hilfs- und Betriebsmitteln sowie Instandsetzungs- und Wartungsarbeiten induzierte Beschäftigung ist mit einem leichten Rückgang zu rechnen. Zwar ist die technisch aufwendige und mit einer höheren spezifischen Vorleistungsnachfrage verbundenen Restabfallbehandlung mit einem Anstieg der Produktion in der Vorleistungsindustrie verbunden, doch führt die im Modell über den Prognosezeitraum angenommene Steigerung der Arbeitsproduktivität zumindest teilweise zur Kompensation der Wirkung dieser Produktionseffekte auf die Beschäftigung. Insgesamt dürfte die Intensivierung der Abfallbehandlung die von Auswirkungen eines Rückgangs der Restmüllmenge auf die Anzahl der Beschäftigten in der Entsorgungswirtschaft und über Vorleistungen verbundene Wirtschaftsbereiche nahezu nivellieren. So ergab die Schätzung mit 11 100 Arbeitsplätzen im Prognosejahr 2010 eine nahezu unveränderte jährliche Gesamtbeschäftigung durch die Restabfallentsorgung gegenüber dem Basisjahr 2000.

Tabelle 9: Struktur der Beschäftigungseffekte der Entsorgungsszenarien 2000 und 2010

Sektoren	Sektorale Beschäftigungsanteile (in Prozent)							
	2000				2010			
	Direkt	Indirekt	Insgesamt		Direkt	Indirekt	Insgesamt	
				EKE*				EKE*
Land-, Forstwirtschaft, Fischerei	0,0	0,5	0,2	0,6	0,0	0,3	0,2	0,5
Energie, Wasser, Bergbau	2,6	3,9	3,2	2,9	2,5	4,1	3,2	2,9
Chemische und Mineralöl- erzeugnisse, Steine und Erden	3,0	6,6	4,6	4,1	2,0	5,3	3,5	3,2
Eisen, Stahl, NE-Metalle, Gießereierzeugnisse u.ä.	0,0	7,9	3,5	2,9	0,0	7,9	3,7	3,0
Stahl- und Maschinenbau, Rechentechnik, Fahrzeugbau	64,8	14,4	42,2	33,5	70,0	14,0	43,7	34,7
Elektrotechnik und Fein- mechanik, EBM-Waren u.s.w.	11,5	6,7	9,4	7,8	12,2	6,2	9,4	7,8
Holz-, Papier- und Lederwaren, Textilien und Bekleidung	0,0	2,6	1,1	2,0	0,0	2,5	1,2	2,0
Nahrungsmittel, Getränke, Tabakwaren	0,0	0,7	0,3	1,4	0,0	0,6	0,3	1,5
Bauleistungen	15,2	3,1	9,8	8,3	12,6	3,2	8,2	7,1
Handels-, Verkehrs- und Kommunikationsleistungen	0,0	19,3	8,7	13,9	0,0	19,6	9,2	14,2
Übrige marktbestimmte Dienstleistungen	2,8	30,8	15,4	18,3	0,8	32,4	15,6	18,6
Nichtmarktbestimmte Dienstleistungen	0,0	3,6	1,6	4,1	0,0	3,9	1,8	4,6
<b>Insgesamt</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>

\* mit Einkommenseffekt

Quelle: Eigene Berechnungen.

Ein Vergleich der sektoralen Beschäftigungsstrukturen zeigt ebenfalls relativ geringfügige Veränderungen (vgl. Tabelle 9). Leichte strukturelle Verschiebungen dürften im Bereich der direkten Beschäftigung auftreten. Die Zunahme der Abfallbehandlung führt zu einer stärkeren Nachfrage nach Instandsetzungs- und Wartungsleistungen aus den Bereichen des Stahl-, Maschinen- und Fahrzeugbaus und Elektrotechnik, mit der Folge leicht steigender Beschäftigungsanteile. Ein gewisser Rückgang der Arbeitsnachfrage dürfte dagegen den Bausektor und den Bereich der sonstigen marktbestimmten Dienstleistungen treffen. Im Gesamteffekt werden diese Strukturverschiebungen jedoch infolge der weitverzweigten volkswirtschaftlichen Vorleistungsverflechtungen weitgehend nivelliert, so dass die sektorale Struktur der Beschäftigungseffekte letztlich kaum beeinflusst wird.

## 5. Zusammenfassung

Das Ziel der Untersuchung war eine Analyse der Beschäftigungswirkungen umweltpolitischer Regulierungen in der Abfallwirtschaft. Mit Hilfe einer modellgestützten Schätzung wurde versucht, die Arbeitsplatzeffekte des durch die jüngst in Kraft getretene AblagerungsVO induzierten Ausbaus der Restabfallbehandlung und deren zukünftige zu erwartenden Struktur der Restabfallentsorgung zu analysieren.

Für den Ausbau der Entsorgungsinfrastruktur durch zusätzliche Anlagen zur Restabfallbehandlung mit einer Jahreskapazität von ca. 5,4 Mio. t ergab die Simulationsrechnung für den Untersuchungszeitraum einem Gesamteffekt von ca. 33 000 Arbeitsplätzen bzw. durchschnittlich 3 700 Beschäftigten pro Jahr. Die Investitionen werden vor allen Dingen in den Industriesektoren Stahl- und Leichtmetallbau und dem Maschinenbau, aber auch der Bauindustrie und verschiedenen Dienstleistungsbranchen beschäftigungswirksam. Obgleich Aussagen zum Beschäftigungssaldo der umweltschutzinduzierten Investitionen nur unter methodischen Vorbehalten getroffen werden können, weist die hypothetische Berechnung der Beschäftigungseffekte alternativer Güter- und Dienstleistungsnachfrage insgesamt auf geringe positive Nettoeffekte hin. Erhöhte Umweltschutzaufwendungen in der Abfallwirtschaft führen daher nicht zwangsläufig zu gesamtwirtschaftlichen Beschäftigungsverlusten. Bei einer vorsichtigen Interpretation der Ergebnisse dürfte eher von einer beschäftigungsneutralen Wirkung der Umsetzung der AblagerungsVO auszugehen sein. Von den Struktureffekten profitiert allerdings nur ein Teil der Wirtschaftsbereiche.

Hinsichtlich der langfristigen Wirkungen einer umweltgerechteren Restabfallentsorgung ist trotz sinkender Restabfallmengen mit einer stabilen Beschäftigungsentwicklung zu rechnen. Der relativ hohe spezifische Personalaufwand moderner Restabfallbehandlungsverfahren – insbesondere der thermischen Behandlung – sowie die Beschäftigungseffekte der veränderten Vorleistungsnachfrage dürften einen Ausgleich der be-

schäftigungsmindernden Wirkung reduzierter Restabfallmengen bewirken. Die Schätzungen ergaben, dass sowohl im Basisjahr 2000 als auch zum Ende des Prognosezeitraums mit einer jährlichen Gesamtbeschäftigung von etwa 11 000 Arbeitsplätzen zu rechnen ist. Spürbare Veränderungen sind jedoch bezüglich der direkt in der Restabfallentsorgung auftretenden Beschäftigungseffekte zu erwarten. Einer umfassenden Personalreduzierung im Deponiebereich stehen größere Beschäftigungszuwächse bei der Abfallbehandlung gegenüber. Diese führen 2010 zu einer um 14% höheren Beschäftigung im Bereich der Restabfallentsorgung gegenüber dem Referenzjahr 2000. Geringfügige Rückgänge sind allerdings bezüglich der vorleistungsinduzierten Beschäftigung zu erwarten. Zwar ist von einer Zunahme der Nachfrage nach Roh-, Hilfs- und Betriebsmitteln sowie Reparatur- und Wartungsleistungen infolge der verstärkten Restabfallbehandlung zu rechnen, doch dürfte die sektorale Entwicklung der Arbeitsproduktivität die Wirksamkeit dieser Nachfrageeffekte auf die Beschäftigung reduzieren. Letztlich ist von der Veränderung der Entsorgungsstruktur nur ein geringer Einfluss auf die Entwicklung der sektoralen Struktur der Beschäftigung zu erwarten. Nach wie vor dominieren der Dienstleistungsbereich und die Baubranche, gefolgt von den Investitionsgüterproduzenten des Stahl- und Maschinenbaus.

## 6. Literaturverzeichnis

- ALWAST, H.; HOFFMEISTER, J. (2000): „Vom Müllnotstand zum Müllmangel“, in: Energie und Management, Ausgabe 15.Mai.
- AUKSUTAT, M.; LÖFFLER, R. (1998): „Kostenstrukturuntersuchung von Abfallbeseitigungsverfahren“, UBA-Texte 30/98, Berlin.
- BILITEWSKI, B. (2000): „Stand und Prognosen der Entsorgungssituation für Siedlungsabfälle in Deutschland“, in: TA-Datenbanknachrichten, Jg. 9, Nr. 1, S. 19.
- PROGNOS AG (2000): „Branchen-Report Entsorgungswirtschaft, Teil Siedlungsabfälle“ Kurzfassung.
- RAT DER SACHVERSTÄNDIGEN FÜR UMWELTFRAGEN (2000): Umweltgutachten 2000, Stuttgart.
- SPRENGER, R.-U. (1989): „Beschäftigungswirkungen der Umweltpolitik – eine nachfrageorientierte Untersuchung, Berlin.
- STATISTISCHES BUNDESAMT, Fachserie 17, Preise: Reihe 1, 2 u. 7, div. Jg.
- UMWELTBUNDESAMT (2001): „Thermische, mechanisch-biologische Behandlungsanlagen und Deponien für Siedlungsabfälle in der Bundesrepublik Deutschland“, 5. Auflage.