

VERMEIDUNGS- UND VERWERTUNGSKONZEPTE

Materialien zum Bundes-Abfallwirtschaftsplan 1995

Johannes STRIEDNER
et al.

Monographien Bd. 66

Klagenfurt, Juni 1995

Bundesministerium für Umwelt



Bearbeitung: Dipl.-Ing. Dr. Johannes Striedner
mit Beiträgen von: Mag. Manfred Domenig
Dipl.-Ing. Dr. Patrizia Dreier
Dr. Harald Förster (Österr. Forschungszentrum Seibersdorf)
Dipl.-Ing. Dr. Brigitte Karigl
Mag. Dr. Walter Maderner
Dipl.-Ing. Dr. Barbara Reiter
EDV-Programmierung und Berechnungen:
Karin Perz
Ing. Armin Strugger
Graphik: Wolfgang Samy
Ing. Johann Singer
Textsatz und Layout: Anita Mariacher
Projektleitung: Dipl.-Ing. Hans Jörg Krammer

*Der Bundes-Abfallwirtschaftsplan bzw. Bundesabfallbericht 1995 enthält eine zusammenfassende Bestandsaufnahme der Situation der Abfallwirtschaft, daraus abgeleitete Vorgaben zur Abfallvermeidung, -verwertung und -entsorgung sowie Maßnahmen zur Erreichung der Ziele. Grundlage dafür waren die vom Umweltbundesamt erarbeiteten und in 6 Bänden veröffentlichten **Materialien zum Bundes-Abfallwirtschaftsplan 1995:***

- *Abfallaufkommen in Österreich (Serie "Monographien", Bd. 61)*
- *Behandlungs- und Verwertungsanlagen in Österreich (Serie "Monographien", Bd. 62)*
- *Gefährliche Abfälle und Altöle (Serie "Monographien", Bd. 63)*
- *Nicht gefährliche Abfälle – Teil A: Abfälle aus Haushalten und ähnlichen Einrichtungen (Serie "Monographien", Bd. 64)*
- *Nicht gefährliche Abfälle – Teil B: Baurestmassen, Klärschlamm, Holzabfälle, u.a. (Serie "Monographien", Bd. 65)*
- *Vermeidungs- und Verwertungskonzepte (Serie "Monographien", Bd. 66)*

Titelfoto: Beispiel für ein Verwertungsverfahren: aus Altspisefett wird Biodiesel gewonnen (Bernhard Gröger)

Impressum

Medieninhaber und Herausgeber: Umweltbundesamt, 1090 Wien, Spittelauer Lände 5
Druck: Fa. Radinger, 3270 Scheibbs

© Umweltbundesamt, Wien/Klagenfurt, Juni 1995
Alle Rechte vorbehalten
ISBN 3-85457-251-4

Bundes–Abfallwirtschaftsplan 1995 – Materialienbände

Das Abfallwirtschaftsgesetz 1990 legt im § 5 fest, daß der Bundesminister für Umwelt (BMU) zur Verwirklichung der Ziele und Grundsätze der Abfallwirtschaft einen Bundes–Abfallwirtschaftsplan zu erlassen hat, der alle drei Jahre fortzuschreiben ist. Nach der Erstellung des ersten Planes im Jahre 1992 liegt nun die erste Fortschreibung vor.

Dazu wurden vom Umweltbundesamt sechs Materialienbände zu folgenden Themen erstellt:

- o Abfallaufkommen in Österreich
- o Behandlungs– und Verwertungsanlagen in Österreich
- o Gefährliche Abfälle und Altöle
- o Nicht gefährliche Abfälle – Teil A: Abfälle aus Haushalten und ähnlichen Einrichtungen
- o Nicht gefährliche Abfälle – Teil B: Baurestmassen, Klärschlamm, Holzabfälle u.a.
- o Vermeidungs– und Verwertungskonzepte

Abfallaufkommen in Österreich (Band 1)

In diesem Materialienband werden basierend auf Angaben der Ämter der Landesregierungen, auf Ergebnissen von Branchenkonzepten, auf Auswertungen aus dem Abfalldatenverbund und Expertenmeinungen die relevanten Abfallaufkommen, ihre Zusammensetzung und Entsorgung beschrieben.

Massenangaben stellen nach wie vor zum überwiegenden Anteil Schätzungen und damit Massenpotentiale dar, geben aber einen realistischen Überblick über das abfallwirtschaftliche Geschehen in Österreich. Das Massenpotential wird insgesamt auf rd. 39 Mio t/a geschätzt. Davon entfallen

- o rd. 67 % auf Abfälle mineralischen Ursprungs, davon der überwiegende Anteil auf Baurestmassen,
- o rd. 6 % auf Abfälle aus der Wasseraufbereitung, Abwasserbehandlung und Gewässernutzung,
- o rd. 6,4 % auf Abfälle aus Haushalten und ähnlichen Einrichtungen,
- o rd. 18 % auf alle sonstigen nicht gefährlichen Abfälle und
- o rd. 2,6 % auf gefährliche Abfälle (rd. 1 Mio t/a).

Behandlungs– und Verwertungsanlagen in Österreich (Band 2)

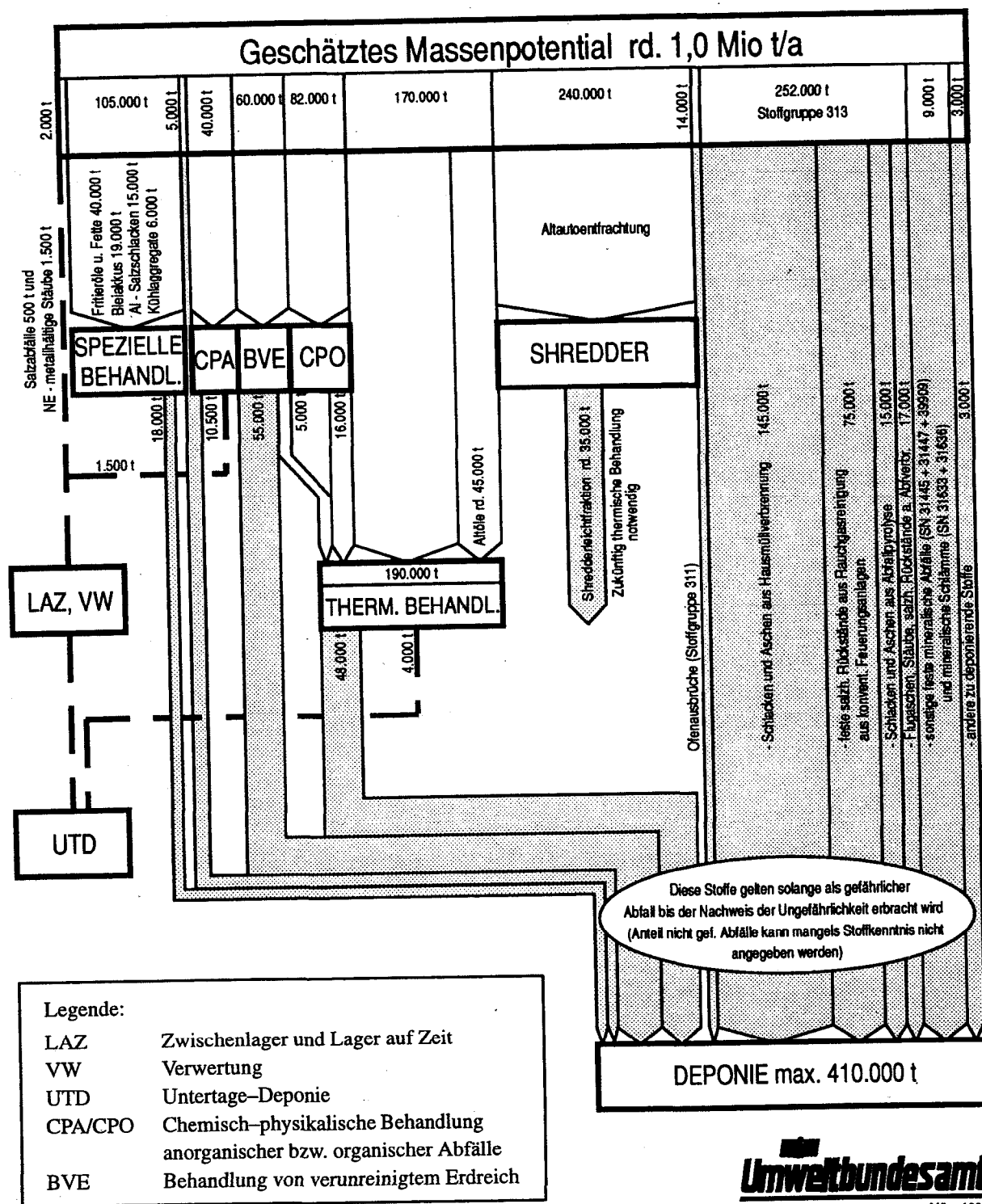
Für die Beschreibung des abfallwirtschaftlichen Geschehens in Österreich hat das Umweltbundesamt eine umfassende Erhebung über Abfallbehandlungs– und –verwertungsanlagen durchgeführt. Damit liegt nun erstmals eine aktuelle Darstellung aller in Betrieb befindlichen und geplanten Anlagen vor.

Insgesamt sind in Österreich derzeit etwa 1.250 Anlagen zur Behandlung und Verwertung von Abfällen in Betrieb (UBA–Anlagendatenbank, Datenstand Mai 1995). Die folgende Tabelle gibt einen Überblick der vorhandenen Verwertungs– und Behandlungskapazitäten, getrennt nach Anlagentypen.

Behandlungs- und Verwertungsanlagen in Österreich		
Anlagentypen	Anlagen in Betrieb	Kapazitäten in Tonnen pro Jahr (gerundet)
Chemisch–physikalische Behandlungsanlagen	21	190.000
Spezielle Behandlungsanlagen	57	910.000
Thermische Behandlungsanlagen	29	1,740.000
Biotechnische Behandlungsanlagen für Restmüll	13	362.000
Bioabfallkompostieranlagen	347	450.000
Sortieranlagen	117	1,840.000
Altstoffverwertungsanlagen	84	über 640.000 ¹
Zwischenlager für Reststoffe aus der Sortierung	3	110.000
Baurestmassenaufbereitungsanlagen	108	5,000.000 ²
Baurestmassendeponien	rd. 400	k.A.
Mülldeponien 1993 Mülldeponien 1995	121 67	48 Mio m ³
UBA–Anlagendatenbank/Mai 1995 k.A. ... derzeit keine Angaben möglich 1) Durchsatz 1993 2) lt. Österreichischem Baustoffrecyclingverband		

Entsorgung gefährlicher Abfälle SOLL - Zustand

Abb. 1



Gefährliche Abfälle und Altöle (Band 3)

Ausgehend vom geschätzten Massenpotential für gefährliche Abfälle von rd. 1 Mio t/a werden in diesem Materialienband Entsorgungswege definiert (Abb.1):

- o rd. 105.000 t/a gefährliche Abfälle sind speziellen Behandlungsanlagen zuzuführen;
- o rd. 40.000 t/a anorganische Abfälle sind in chemisch–physikalischen Behandlungsanlagen aufzuarbeiten;
- o rd. 82.000 t/a sind chemisch–physikalischen Behandlungsanlagen für organische Abfälle zuzuführen;
- o rd. 60.000 t/a sind der Behandlung von regelmäßig anfallendem ölverunreinigtem Boden zuzuordnen;
- o aus den rd. 240.000 Altkraftfahrzeugen sind vor der Verwertung gefährliche Inhaltsstoffe zu entfernen;
- o rd. 190.000 t/a sind thermisch zu behandeln;
- o rd. 410.000 t/a sind je nach Beschaffenheit und Eigenschaften direkt oder nach Konditionierung bzw. Einbindung in eine feste Matrix auf Deponien abzulagern.

Aus dem Vergleich der vorhandenen mit den notwendigen Anlagenkapazitäten ist daher folgender Handlungsbedarf abzuleiten:

- o Chemisch–physikalische Behandlungsanlagen: Auf Grundlage von derzeit in Ausarbeitung befindlichen technischen Mindestanforderungen sind Altanlagen zu adaptieren oder durch Neuanlagen zu ersetzen.
- o Thermische Behandlungsanlagen: Zusätzlich zu bereits vorhandenen Kapazitäten von rd. 110.000 t/a sind zur Abdeckung des bestehenden Entsorgungsbedarfs weitere Anlagenkapazitäten von rd. 80.000 t/a zu schaffen. Darüberhinaus wird empfohlen, auf Basis der vorliegenden "Grundlagen für eine Technische Anleitung zur thermischen Behandlung von Abfällen" (Report UBA–95–112) eine Verordnung gemäß § 29 Abs. 18 AWG auszuarbeiten.
- o Zwischenlagerung: Für Abfälle, die derzeit noch nicht verwertet, behandelt oder exportiert werden können, sind Zwischenlager einzurichten. Einrichtungen dieser Art existieren bereits bei allen Abfallbehandlungsanlagen. Eine vorausschauende Festlegung von zusätzlich notwendigen Lagerkapazitäten erscheint nicht zielführend.
- o Deponien: Für die Ablagerung von max. 410.000 t/a deponierfähigen Reststoffen aus der Behandlung und Verwertung von gefährlichen Abfällen ist vorzusorgen. Entsprechend den Vorgaben der geplanten Deponie–Verordnung wird für obertägige Deponien bei Einhaltung vorgegebener Qualitätsstandards nicht mehr zwischen der Ablagerung von gefährlichen und nicht gefährlichen Abfällen unterschieden. Insgesamt sind die Reststoffmassen aus der Behandlung gefährlicher Abfälle aufgrund des verhältnismäßig geringen Massenpotentials für die Dimensionierung von Deponien von untergeordneter Bedeutung.
- o Untertagedeponien: Zur Gewährleistung der Entsorgungssicherheit im Inland ist die Errichtung einer Untertagedeponie notwendig.

Nicht gefährliche Abfälle –**Teil A: Abfälle aus Haushalten und ähnlichen Einrichtungen (Band 4)**

Insgesamt sind im Jahr 1993 rund 2,51 Millionen Tonnen Abfälle aus Haushalten und ähnlichen Einrichtungen angefallen. Davon wurden über die öffentliche Müllabfuhr rund 1,49 Millionen Tonnen Systemmüll und rd. 182.000 t Sperrmüll entsorgt. Daneben konnten rd. 16.500 t Problemstoffe, rd. 640.000 t Altstoffe und rd. 182.000 t biogene Abfälle über getrennte Sammlungen erfaßt werden. Somit wurde ein Drittel des Gesamtanfalls durch die getrennte Sammlung erfaßt.

Die Verwertung und Behandlung (Abb.2) dieser Abfälle erfolgte im Bezugsjahr 1993 zu

- o 7,3 % in 347 Kompostieranlagen für getrennt gesammelte biogene Abfälle,
- o 25,5 % in 84 Verwertungsanlagen für Altstoffe,
- o 0,7 % in Anlagen zur Behandlung von Problemstoffen,
- o 16,3 % in 2 Verbrennungsanlagen für Restmüll,
- o 10,7 % in 13 Anlagen zur Restmüllkompostierung,
- o 39,5 % wurden direkt auf 121 Deponien abgelagert.

Mit den Reststoffen aus der Behandlung und Verwertung gelangten rund 55 % dieser Abfälle auf Mülldeponien.

**Verwertung und Behandlung von Abfällen aus Haushalten
und ähnlichen Einrichtungen 1989 – 1993**

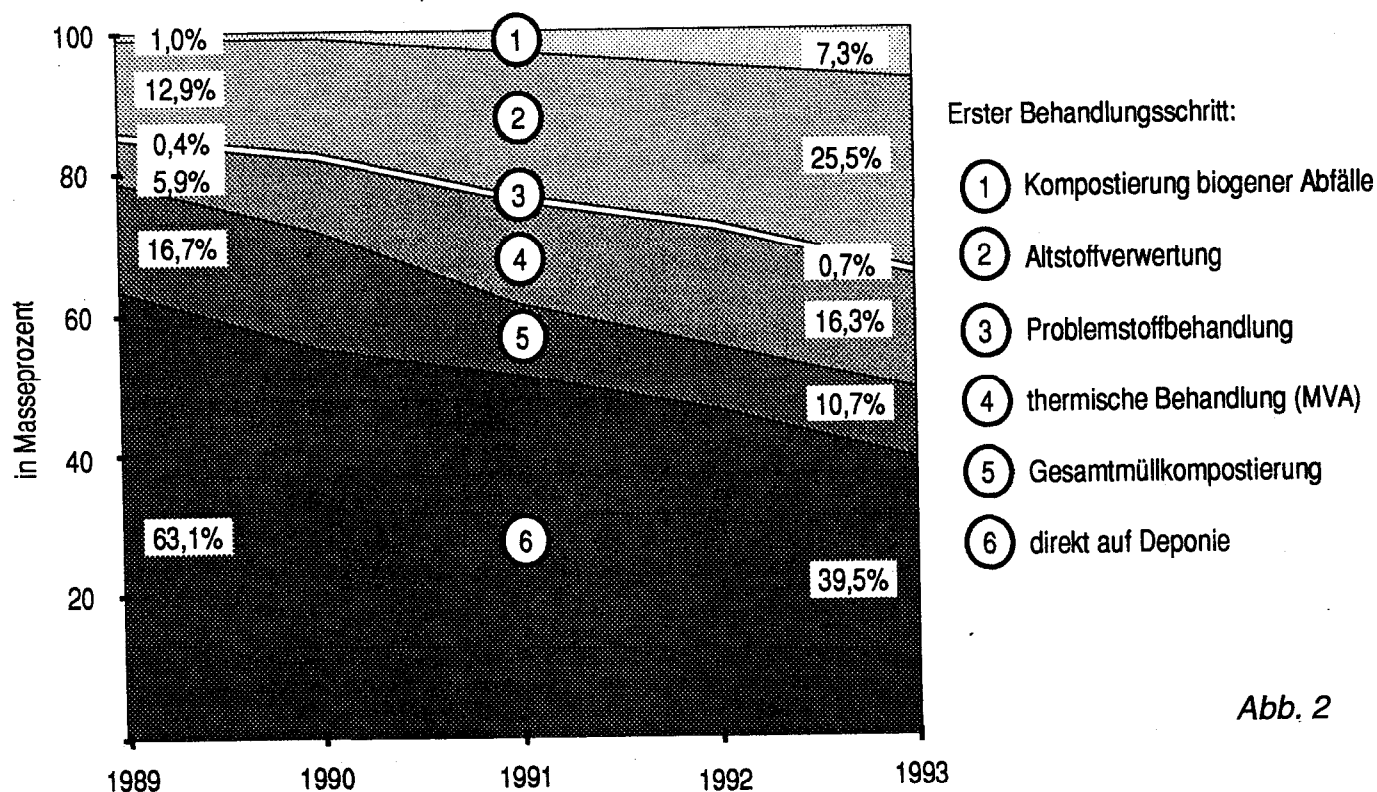


Abb. 2

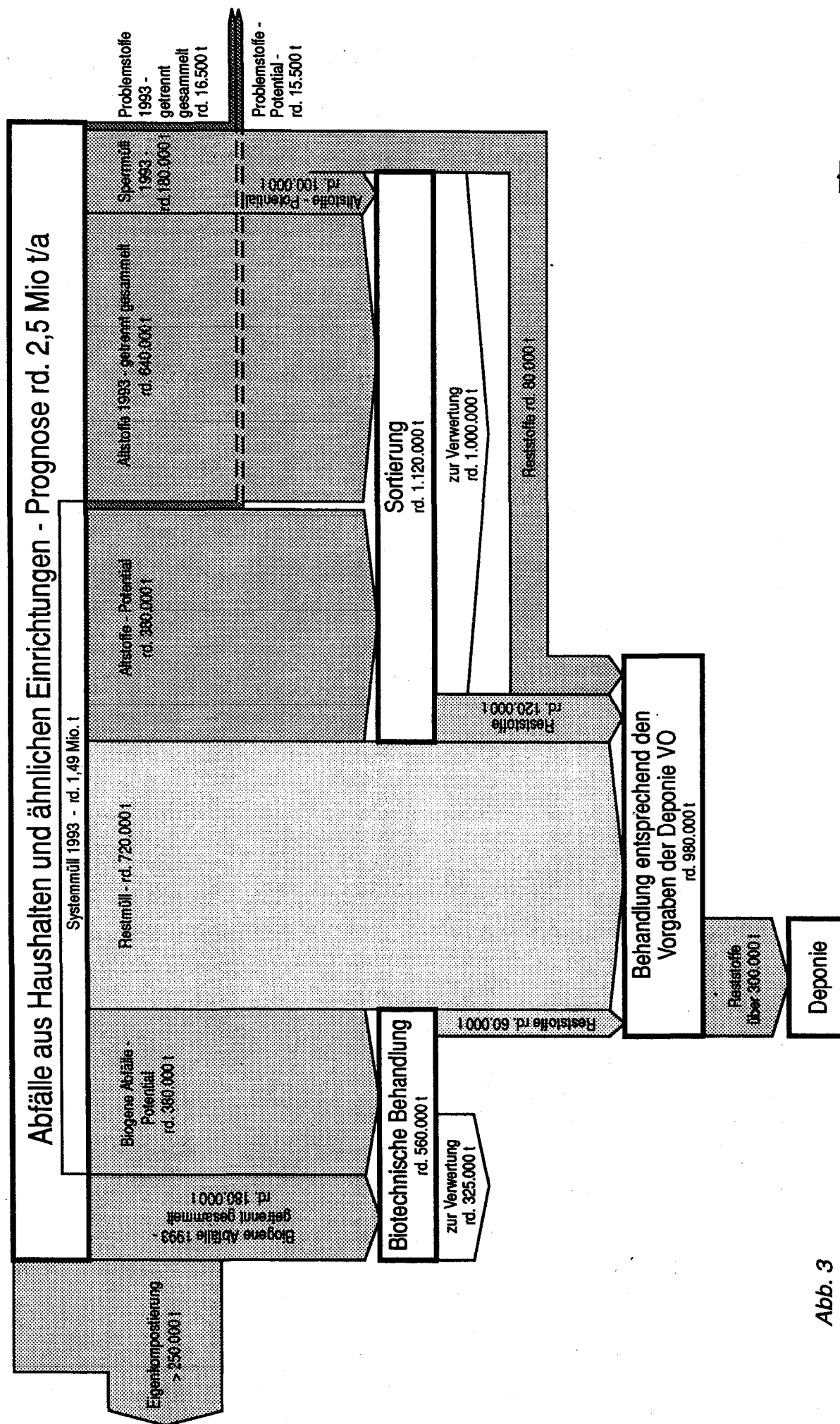


Abb. 3

In den noch verbleibenden 1,49 Mio t Restmüll sind jedoch noch zusätzliche Verwertungspotentiale vorhanden:

- o Ein Viertel des Restmülls besteht noch immer aus biogenen Abfällen, die getrennt zu sammeln und zu verwerten sind.
- o Ein Viertel des Restmülls kann noch einer stofflichen Verwertung zugeführt werden. Der tatsächlich verwertbare Anteil hängt davon ab, in welchem Ausmaß qualitative Gesichtspunkte eine stoffliche Verwertung verhindern.

Somit sind nur mehr 40 % des Gesamtanfalls von 2,5 Mio t (Abb.3) einer den Vorgaben der geplanten Deponie-Verordnung entsprechenden Restmüllbehandlung zu unterziehen und anschließend zu deponieren.

Nicht gefährliche Abfälle –

Teil B: Baurestmassen, Klärschlamm, Holzabfälle, u.a. (Band 5)

Das Massenpotential der nicht gefährlichen Abfälle ohne Berücksichtigung der Abfälle aus Haushalten und ähnlichen Einrichtungen kann mit rd. 35,5 Mio t/a angegeben werden. Davon entfallen

- o rd. 61,7 % auf Baurestmassen,
- o rd. 6,5 % auf Abfälle aus der Wasseraufbereitung, Abwasserbehandlung und Gewässernutzung,
- o rd. 9,8 % auf Holzabfälle und
- o rd. 22 % auf sonstige nicht gefährliche Abfälle.

In diesem Materialienband wurde versucht, einen realistischen Überblick über das Aufkommen nicht gefährlicher Abfälle in Gewerbe und Industrie zu geben, wobei die Grundsatzfrage "was ist eigentlich Abfall" mangels detaillierter Datengrundlagen nicht ausreichend geklärt werden konnte.

Vermeidungs- und Verwertungskonzepte (Band 6)

In diesem Materialienband zum Bundes-Abfallwirtschaftsplan 1995 wird mit Hilfe eines Brückenschlages zwischen theoretischer Fachliteratur (Angaben zum Stand der Technik in der Produktion, Abfallverwertung, Abfalllogistik u.dgl.) und Praxisdaten (Abfallaufkommen in Österreich, betriebliche Abfallkonzepte, Branchenauswertungen) der Versuch unternommen, den für die Abfallwirtschaftsplanung wichtigen Bereich der Abfallverringerung möglichst vielschichtig darzustellen.

Vermeidungs- und Verwertungskonzepte werden für jene Stoffe beschrieben,

- o die ein hohes Gefährdungspotential beinhalten,
- o die einen großen Massenanteil am Entsorgungsbedarf aufweisen oder
- o für die bereits praktikable Vermeidungs- und Verwertungstechnologien bestehen.

Insgesamt wurden 36 Stoffe bzw. Stoffgruppen ausgewählt und deren technisches Verringerungspotential untersucht (siehe Abb.4). Mit der getroffenen Auswahl werden rd. 90 % der Gesamtabfallmasse erfaßt. Ebenso sind in den untersuchten Stoffen rd. 90 % aller als gefährlich eingestuften Abfälle enthalten.

Massenanteile und technische Verringerungspotentiale

Schlüsselnummer	Stoffbezeichnung	Massenpotential in Tonnen		Anteil in Prozent		Technisches Verringerungspotential
		Gesamtmasse	davon gefährlicher Abfall	an der Gesamtmasse	an der Masse gefährlicher Abfall	
12302	Fette (z.B. Fritieröle)	40.000	40.000	0,10	4,08	bis zu 100 %
14	Häute und Lederabfälle	127.100		0,33		über 50%
17	Holzabfälle	3.500.000	9.400	8,95	0,96	bis zu 100%
31205, 31211, 31217	Abfälle aus der Aluminiumherzeugung	22.200	21.200	0,06	2,16	bis zu 100%
31202, 15, 17-21, 31401, 25, 26, 31614, 15	Abfälle aus der Eisen- und Stahlerzeugung	2.175.000		5,56		80 - 90%
viele aus 31, einige aus 35, 54, 55	Gießereiabfälle	111.000	3.500	0,28	0,36	rd. 75%
	davon bereits bei Abfällen aus der Eisen- und Stahlerzeugung erfasst	80.000		0,20		
31301	Flugaschen und -stäube aus Feuerungsanlagen	400.000		1,02		70 - 90%
31308	Schlacken, Aschen aus Abfallverbrennungsanlagen	145.000	145.000	0,37	14,78	nicht schätzbar
31309	Flugaschen, -stäube aus Abfallverbrennungsanlagen	9.700	9.700	0,02	0,99	nicht schätzbar
31314	Feste salzh. Rückf. f. konv. Brennst. (o. REA-Gipse)	75.000	75.000	0,19	7,65	nicht schätzbar
31315	REA-Gipse	100.000		0,26		bis zu 100%
31316	Schlacken, Aschen aus Abfallpyrolyseanlagen	15.000	15.000	0,04	1,53	nicht schätzbar
31409 - 13, 27, 37, 41, 91206	Baurestmassen	21.900.000	1.500	56,02	0,15	
31423	Överunreinigte Böden	45.000	45.000	0,12	4,59	60 - 80%
35103	Altautos	240.000	240.000	0,61	24,47	rd. 85%
	Elektronikschrott	80.000	3.300	0,20	0,34	über 50%
35322-24, 35, 36	Batterien	21.000	21.000	0,05	2,14	über 90%
35326	Hg, Hg-Rückst., Hg-Dampflampen, Leuchtstoffröhren	1.200	1.200	0,00	0,12	über 90%
511	Galvanikschlamm	25.000	25.000	0,06	2,55	über 50%
515	Salzabfälle	6.600	500	0,02	0,05	nicht schätzbar
52102	Säuren und Säuregemische	5.500	5.500	0,01	0,56	über 50%
52404	Laugen und Laugengemische	6.000	6.000	0,02	0,61	über 50%
52707, 15, 23	Fotografische Badabfälle	6.000	6.000	0,02	0,61	30 - 60%
531	Pflanzenbehandlungs- und Schädlingsbekämpfungsmittel	700	700	0,00	0,07	nicht schätzbar
54102	Altöle	45.000	45.000	0,12	4,59	über 50%
54402	Bohr- und Schleifölemulsionen	13.000	13.000	0,03	1,33	40 - 60%
54408	Sonstige Öl-Wassergemische	26.500	26.500	0,07	2,70	20 - 40%
54702	Ölabscheiderinhalte (Benzinabscheiderinhalte)	30.000	30.000	0,08	3,06	10 - 20%
54703	Schlamm aus Ötrennanlagen	3.000	3.000	0,01	0,31	nicht schätzbar
54710	Schleifschlamm, ölhaltig	2.500	2.500	0,01	0,25	rd. 40%
54926 - 30	Ölhaltige Werkstätten-, Industrie-, Tankstellenabfälle	24.000	24.000	0,06	2,45	Filter u. Bindematerialien: gering; Putzlappen: über 50%
552 ohne 55205	Abfälle von halogenhaltigen organischen Lösemitteln	7.500	7.500	0,02	0,76	rd. 50%
55205	FCKW-halt. Kälte-, Treib- und Lösemittel (Kühlergeräte)	6.000	6.000	0,02	0,61	bis zu 100%
553	Abfälle von halogenfreien organischen Lösemitteln	16.800	16.800	0,04	1,71	rd. 50%
555	Abfälle von Farb- und Anstrichmitteln	34.300	15.800	0,09	1,61	bis zu 60%
57	Kunststoff- und Gummiafälle	755.000	4.800	1,93	0,49	über 50%
593	Laborabfälle und Chemikalienreste	4.000	4.000	0,01	0,41	nicht schätzbar
59803, 04	Druckgaspackungen	300	300	0,00	0,03	über 50%
59901	Polychlor. Biphenyle, Terphenyle (PCB, PCT), Trafoöle	30	30	0,00	0,00	
91101, 91104, 914 sowie SN der jeweiligen Alt- und Problemstoffe	Feste Siedlungsabfälle einschl. ähnl. Gewerbeabfälle	2.510.000	40.000	6,42	4,08	rd. 85%
941, 943, 945, 947-949	Abfälle aus der Abwasserbehandlung	2.300.000	1.200	5,88	0,12	keiner
Summe		34.834.930	914.930	89,11	93,27	

Abb. 4

Waste Management in Austria – Documentation in 6 Volumes

compiled for the Austrian Federal Waste Management Plan 1995

The Austrian Waste Management Act (AWG) has been in force since 1 July 1990. § 1 of the act defines the goals of Austria's waste management as follows:

1. harmful, disadvantageous or other influences which affect general human well-being as well as animals, plants, the biological prerequisites for their existence and their natural environment, are to be kept as low as possible
2. preservation of raw materials and energy reserves
3. lowest possible consumption of landfill volumes
4. storage of only those substances which present no potential risk for future generations (principle of prevention)

The Waste Management Act thus places the highest priority on the protection of human beings and the environment and upon the preservation of natural resources. Accordingly, it must be the aim of waste management to handle waste in such a way that environmental pollution is kept as low as possible by avoidance, utilization and disposal.

§ 5 of the Austrian Waste Management Act stipulates that the Federal Minister of Environment has to issue the Federal Waste Management Plan for reaching the goals and following the rules of modern waste management. Following the first Waste Management Plan in 1992 a revision is required every three years. This is why the Austrian Federal Environment Agency elaborated the following six studies:

- o Waste Generation in Austria
- o Plants for Treatment and Utilization of Waste in Austria
- o Hazardous Waste and Waste Oil
- o Non-Hazardous Waste – Part A, Domestic Waste
- o Non-Hazardous Waste – Part B, Construction and Demolition Waste, Sewage Sludge, Timber Waste, etc.
- o Concepts for Avoidance and Recycling of Wastes

Waste Generation in Austria (Volume 1)

For 1995 the total waste generation in Austria was estimated at about 39 million tonnes of which

- o about 67 % is waste of mineral origin, the predominant share being construction and demolition material,
- o about 6 % is waste from water purification, sewage treatment and water utilization,
- o about 6.4 % is solid domestic waste,
- o about 18 % is all other non-hazardous waste and
- o about 2.6 % is hazardous waste (about 1 million tonnes per year).

Plants for Treatment and Utilization of Waste in Austria (Volume 2)

The Federal Environment Agency Austria has launched a broad survey of the plants for treatment and utilization of waste. For the first time a register of approximately 1,250 working waste treatment plants (May 1995) has been set up. The following table shows the plants in detail:

Plants for Treatment and Utilization of Waste in Austria		
Types of plants	Plants working	Capacities in tonnes per year
Chemical–physical treatment plants	21	190,000
Special treatment plants	57	910,000
Thermal treatment plants	29	1,740,000
Biotechnical treatment plants for residual wastes	13	362,000
Composting plants for organic wastes	347	450,000
Waste separation plants	117	1,840,000
Recycling plants for secondary materials	84	more than 640,000 ¹
Intermediate storage sites for residuals from sorting	3	110,000
Treatment plants for construction and demolition waste	108	5,000,000 ²
Disposal sites for construction and demolition waste	about 400	no numbers
Landfills 1993 Landfills 1995	121 67	48 Mio m ³
1) capacity in 1993 UBA database / May 1995 2) according to the Austrian Construction Material Recycling Society		

Hazardous Waste and Waste Oil (Volume 3)

On the basis of 1994 the total amount of hazardous waste makes up 1 million tonnes per year. For this mass potential the following treatment ways are proposed:

- o about 105,000 t/a hazardous waste is destined for special treatment plants,
- o about 40,000 t/a inorganic waste and
- o about 82,000 t/a organic waste must be treated in chemical–physical treatment plants,
- o about 60,000 t/a is contaminated soil, which has to be treated either biotechnically, chemico–physically or thermally, depending on the degree of contamination,
- o from the approximately 240,000 used cars the hazardous components have to be dismantled before recycling,

- o about 190,000 t/a have to be treated thermally,
- o at last about 410,000 t/a must be deposited directly or after conditioning.

Comparing the necessary with the existing disposal requirements the situation can be described as follows:

- **Chemical-Physical Treatment:**
In this sector a number of treatment plants need to be brought up to the state-of-the-art according to technical minimal standards, which are currently being defined. Additional plants may become necessary, should regional bottle-necks occur.
- **Thermal Treatment Plants:**
In Austria there is only one incineration plant for hazardous waste, the Simmering Hazardous Waste Treatment Plant (Entsorgungsbetriebe Simmering – EbS) in Vienna. In this and some other industrial plants about 110,000 t/a hazardous waste is treated thermally. In addition, to cover the need, capacities of about 80,000 t/a have to be installed. Furthermore it is recommended to set up an Ordinance according to the Austrian Waste Management Act on the basis of a recent report by the Federal Environment Agency on "Technical Bases of Thermal Waste Treatment in Austria" (Report UBA-95-112).
- **Intermediate Storage and Underground Disposal Sites:**
In particular toxic waste, galvanic sludges and residues of flue gas purification from the incineration of hazardous waste must be temporarily stored or exported until suitable utilization technologies will be available. If utilization cannot be guaranteed in the medium term, these substances must be transported to an underground disposal site, which does not yet exist in Austria. It will be possible to store some of this waste above ground after conditioning.
- **Landfills:**
Even after systematic waste avoidance and recycling, residual waste will always occur. In the future it should only be deposited as residual materials least likely to undergo reaction, after an extensive biotechnical, chemico-physical or thermal pre-treatment.
In Austria approved landfill sites are available to receive selected waste and residual materials. According to the proposal for an Ordinance on Sanitary Landfilling in future there should be no difference between the disposal of hazardous and non-hazardous waste, provided their elutable components do not exceed official limit values.

Non-Hazardous Waste – Part A: Domestic Waste (Volume 4)

In 1993 a total of about 2.51 million tonnes or 314 kg/inhabitant of domestic waste was produced ("waste from households and similar waste from manufactures, industry and public institutions").

Of this total, about 1.49 million tonnes or 186 kg/inhabitant of residual waste and about 182,000 tonnes or 23 kg/inhabitant of bulk waste were collected by the public waste collection services.

In addition, 16,500 tonnes or 2 kg/inhabitant of problem waste, 640,000 tonnes or 80 kg/inhabitant of secondary materials and 182,000 tonnes or 23 kg/inhabitant of organic waste were collected. Altogether one third of domestic waste was collected separately.

In 1993 the 2.51 million tonnes of domestic waste were recycled and treated as follows:

- o 7.3 % in 347 treatment plants for separately collected organic waste;
- o 25.5 % in 84 recycling plants for secondary material;
- o 0.7 % in treatment plants for hazardous waste;
- o 16.3 % in 2 incineration plants for residual waste and bulk waste;
- o 10.7 % in 13 biotechnical treatment plants for residual waste;

- o 39.5 % were deposited in 121 sanitary landfills.

Including the residual wastes from recycling and treatment, about 55 % of 2.51 million tonnes of domestic waste were deposited in sanitary landfills.

In the remaining residual waste, 1.49 million tonnes, the following additional recycling goals could be achieved:

- o one fourth of residual waste still consists of organic waste, which could be collected and used;
- o another fourth of residual waste could be conducted to material recycling. The actual recycling quota depends on the quality of separately collected and sorted secondary material.

Thus in future only 40 % of 2.51 million tonnes of domestic waste will have to be put to a treatment according to the planned Ordinance on Sanitary Landfilling; after this treatment the residual matters will have to be disposed of in a landfill.

Non-Hazardous Waste – Part B:

Construction and Demolition Waste, Sewage Sludge, Timber Waste, etc. (Volume 5)

The mass potential of non-hazardous waste (without municipal waste) is approximately 35.5 million tonnes per year of which

- o about 61.7 % is construction and demolition waste,
- o about 6.5 % is waste from water purification, sewage treatment and water utilization
- o about 9.8 % is timber waste and
- o about 22 % are other non-hazardous wastes.

In this volume we tried to give a general but realistic view of the generation of non-hazardous waste in commercial enterprises and industries. But we did not fully determine the basic question "what is waste at all?" due to a lack of detailed data.

Concepts for Waste Avoidance and Recycling (Volume 6)

This volume takes into account both theoretical aspects from literature (e.g. definition of the state-of-the-art in the fields of production, recycling and handling of wastes) and actual data like waste amounts in Austria, waste management concepts from different companies and waste-related assessments of different branches of industry. On this basis various aspects of waste minimization are discussed, trying to present that important part of waste management planning.

Concepts for avoidance and recycling of wastes are described for those materials which

- o have a great potential of hazard
- o make up huge amounts or
- o are already avoidable or recyclable by technologies confirmed in practical use.

Altogether 36 different waste materials were selected and examined for their technical potential of minimization. That choice of materials comprises around 90 % of the total amount of wastes generated in Austria, as well as 90 % of all hazardous wastes.

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
1. EINLEITUNG	1
1.1 Ziele und Grundsätze	1
1.2 Rechtsgrundlagen	2
2. ABWICKLUNG DER ARBEITEN	3
2.1 Erhebung von Grundlagen	3
2.2 Zeitliche und räumliche Abgrenzung	6
2.3 Darstellung der Ergebnisse	6
3. GRUNDSÄTZE UND MÖGLICHKEITEN DER ABFALLVERMEIDUNG UND -VERWERTUNG	7
3.1 Allgemeines	7
3.2 Abfallverringerung	8
3.2.1 Kommunale Abfälle	14
3.2.2 Gewerbeabfälle	15
3.2.3 Industrieabfälle	16
4. VORAUSSETZUNGEN FÜR DIE FORMULIERUNG KONKRETER VORGABEN ZUR ABFALLVERRINGERUNG	24
4.1 Betriebliche Abfallwirtschaftsplanung	27
4.1.1 Teilauswertungen von betrieblichen Abfallwirtschaftskonzepten	30
4.2 Branchenspezifische Abfallwirtschaftsplanung	32
4.3 Stoffbilanzen	35
4.4 Sonstige Konzepte zur Abfallverringerung	39
4.4.1 PREPARE-Initiative	39
4.4.2 Umweltorientierte Betriebsberatung	40
4.4.3 Abfallkataster als Entscheidungsgrundlage für Behörden	40
5. TECHNISCHE VERRINGERUNGSPOTENTIALE AUSGEWÄHLTER ABFALLSTOFFE	44
5.1 Fette (z.B. Fritieröle)	45
5.2 Häute und Lederabfälle	47
5.3 Holzabfälle	55
5.4 Abfälle aus der Aluminiumerzeugung	66
5.5 Abfälle aus der Eisen- und Stahlerzeugung	69
5.6 Gießereiabfälle	72

5.7	Verbrennungsrückstände	81
5.7.1	Flugaschen und -stäube aus Feuerungsanlagen	81
5.7.2	Schlacken, Aschen aus Abfallverbrennungsanlagen	82
5.7.3	Flugaschen und -stäube aus Abfallverbrennungsanlagen	87
5.7.4	Feste salzhaltige Rückstände aus der Rauchgasreinigung von Feuerungsanlagen für konventionelle Brennstoffe	90
5.7.5	REA-Gipse	99
5.7.6	Schlacken und Aschen aus Abfallpyrolyseanlagen	102
5.8	Baurestmassen	103
5.9	Ölverunreinigte Böden	114
5.10	Altautos	116
5.11	Elektronikschrott	123
5.12	Batterien	130
5.13	Quecksilber (Hg), Hg-Rückstände, Hg-Dampflampen, Leuchtstoffröhren	134
5.14	Galvanikschlämme	140
5.15	Salzabfälle	153
5.16	Säuren und Säuregemische	161
5.17	Laugen und Laugengemische	170
5.18	Fotografische Badabfälle	172
5.19	Pflanzenbehandlungs- und Schädlingsbekämpfungsmittelabfälle	176
5.20	Altöle	181
5.21	Bohr- und Schleifölemulsionen und Emulsionsgemische	195
5.22	Sonstige Öl-Wassergemische	201
5.23	Ölabscheiderinhalte (Benzinabscheiderinhalte)	204
5.24	Schlamm aus Öltrennanlagen	206
5.25	Schleifschlamm ölhaltig	207
5.26	Sonstige Abfälle von Mineralölprodukten (Werkstätten-, Industrie- und Tankstellenabfälle)	209
5.27	Halogenhaltige, organische Lösemittel	211
5.28	FCKW-haltige Kälte, Treib- und Lösemittel (Kühlgeräte)	222
5.29	Halogenfreie organische Lösemittel	224
5.30	Abfälle von Farb- und Anstrichmitteln	232
5.31	Kunststoff- und Gummiabfälle	240
5.32	Laborabfälle und Chemikalienreste	241

5.33	Druckgaspackungen	243
5.34	Polychlorierte Biphenyle, Terphenyle (PCB, PCT) und Trafoöle	246
5.35	Feste Siedlungsabfälle einschließlich ähnlicher Gewerbeabfälle	251
5.36	Abfälle aus der Wasseraufbereitung, Abwasserbehandlung, Gewässernutzung	260
6.	ZUSAMMENFASSUNG	267
7.	LITERATURVERZEICHNIS	272

1. **EINLEITUNG**

1.1 **Ziele und Grundsätze**

Das seit 1. Juli 1990 in Kraft befindliche Abfallwirtschaftsgesetz (AWG) definiert folgende Ziele:

1. Schädliche, nachteilige oder sonst das allgemeine menschliche Wohlbefinden beeinträchtigende Einwirkungen auf Menschen sowie auf Tiere, Pflanzen, deren Lebensgrundlagen und deren natürliche Umwelt sind so gering wie möglich zu halten;
2. Schonung der Rohstoff- und Energiereserven;
3. möglichst geringer Verbrauch an Deponievolumen;
4. nur solche Stoffe sollen als Abfälle zurückbleiben, deren Ablagerung kein Gefährdungspotential für nachfolgende Generationen darstellt (Vorsorgeprinzip).

Die Erreichung dieser Ziele ist nach folgenden Grundsätzen auszurichten:

1. Die Abfallmengen und deren Schadstoffgehalte sind so gering wie möglich zu halten (qualitative und quantitative Abfallvermeidung);
2. Abfälle sind so zu verwerten, soweit dies ökologisch vorteilhaft und technisch möglich ist, die dabei entstehenden Mehrkosten im Vergleich zu anderen Verfahren der Abfallbehandlung nicht unverhältnismäßig sind und ein Markt für die gewonnenen Stoffe vorhanden ist oder geschaffen werden kann (Abfallverwertung);
3. nicht verwertbare Abfälle sind je nach ihrer Beschaffenheit durch biologische, thermische oder chemisch-physikalische Verfahren zu behandeln; feste Rückstände sind möglichst reaktionsarm und konditioniert geordnet abzulagern (Abfallentsorgung).

Das Abfallwirtschaftsgesetz legt damit oberste Priorität auf den Schutz von Mensch und Umwelt, auf die Schonung der natürlichen Ressourcen sowie auf den Verbleib emissionsneutraler Rückstände unter gleichzeitiger Schonung von Deponieraum, Umweltbelastungen sind durch geeignete Maßnahmen zur Vermeidung, Verwertung und Behandlung bzw. Entsorgung von Abfällen auf ein Minimum zu reduzieren.

Zur Verwirklichung der Ziele und Grundsätze des Abfallwirtschaftsgesetzes hat der Bundesminister für Umwelt einen Bundes-Abfallwirtschaftsplan zu erlassen und zu veröffentlichen. Nach Erstellung des ersten Bundes-Abfallwirtschaftsplanes 1992 liegt mit dem Bundes-Abfallwirtschaftsplan 1995 nunmehr die erste Fortschreibung vor.

1.2 Rechtsgrundlagen

Gemäß § 5 (2) AWG hat der Bundes-Abfallwirtschaftsplan mindestens zu umfassen:

1. Eine Bestandsaufnahme der Situation der Abfallwirtschaft;
2. aus § 1 AWG (Ziele und Grundsätze der Abfallwirtschaft) abgeleitete konkrete Vorgaben
 - a) zur Reduktion der Mengen und Schadstofffrachten der Abfälle,
 - b) zur umweltgerechten und volkswirtschaftlich sinnvollen Verwertung von Abfällen,
 - c) zur Entsorgung der nicht vermeidbaren oder verwertbaren Abfälle;
3. die zur Erreichung dieser Vorgaben geplanten Maßnahmen des Bundes;
4. die regionale Verteilung der im Bundesgebiet erforderlichen Anlagen zur Behandlung gefährlicher Abfälle.

In den Erläuterungen zur Regierungsvorlage des Abfallwirtschaftsgesetzes wird zu § 5 zum Ausdruck gebracht, daß ein derartiger Plan von seiner rechtlichen Struktur her betrachtet Vergleichbarkeiten mit der Raumplanung aufweist und mit seinen periodischen Fortschreibungen die Dynamik und Entwicklung auf dem Gebiet der Abfallwirtschaft beschreiben soll. Da es nicht möglich ist, im einzelnen Planungsinhalte gesetzlich vorherzubestimmen, soll ein besonderer Wert auf eine konkrete und umfassende Bestandsaufnahme gelegt werden. Nach Maßgabe des Möglichen soll aufgezeigt werden, in welchen Bereichen eine Reduktion der Abfallmengen und der Schadstofffrachten erzielt werden kann und wie diese Vorgaben erreichbar sind, einschließlich der Bereitstellung entsprechender Informationsgrundlagen.

2. ABWICKLUNG DER ARBEITEN

2.1 Erhebung von Grundlagen

Wesentliche Informationsgrundlagen für die Fortschreibung des Bundes-Abfallwirtschaftsplanes waren

- o Informationen, die von den Ämtern der Landesregierungen zur Verfügung gestellt wurden, sowohl in Form von Daten als auch durch fachliche Unterstützung durch die Experten der Länder,
- o Auswertungen aus dem Abfalldatenverbund,
- o betriebliche Abfallwirtschaftskonzepte,
- o Branchenkonzpte,
- o Angaben der Entsorgungswirtschaft,
- o einschlägige in- und ausländische Fachliteratur,
- o eine theoretische Ermittlung des Abfallaufkommens anhand von spezifischen Abfallkennzahlen unter Berücksichtigung der Betriebsstättenzählung des Österreichischen Statistischen Zentralamtes.

Schon zu Beginn der Arbeiten zeigte sich, daß die Datenlage als Basis für die erste Fortschreibung des Bundes-Abfallwirtschaftsplanes nach wie vor nicht ausreichend ist. Auch zur wesentlichen Frage der Möglichkeiten zur Vermeidung und Verwertung von Abfällen sind trotz erster, guter Ergebnisse in Österreich - aber auch international - jene Fachgrundlagen erst ansatzweise bzw. nur für einzelne Sparten vorhanden, aus denen konkrete Maßnahmen (technologisch möglich, ökologisch sinnvoll, ökonomisch zumutbar und volkswirtschaftlich vertretbar) abgeleitet werden können.

Um gesicherte abfallwirtschaftliche Planungsparameter angeben zu können, sind nicht nur Kenntnisse über Art, Zusammensetzung und Anfallsort von Abfällen, sondern auch Angaben über die Leistungsfähigkeit der österreichischen Verwertungs- und Behandlungsanlagen notwendig. Weitere wesentliche Grundlage ist die Kenntnis der innerbetrieblichen Materialwirtschaft der österreichischen Gewerbe- und Industriebetriebe sowie die tatsächlich über Dritte entsorgten Abfälle. Das Abfallwirtschaftsgesetz ermöglicht nur teilweise die Ermittlung dieser Parameter.

Daten liefern unter anderem Auswertungen aus dem Abfalldatenverbund. Damit sind alle Abfälle, für die Begleitscheine ausgefüllt werden, bekannt. Die ebenfalls wesentlichen Abschätzungen der Anlagenkapazitäten und die Angabe des Behandlungsumfanges, also welche Stoffe in einer Anlage tatsächlich behandelt werden, beruhen überwiegend auf freiwilliger Bekanntgabe durch die Anlagenbetreiber.

Noch schwieriger ist es, einen Überblick über die abfallrelevanten Strukturen von Produktionsanlagen zu erhalten, sodaß heute in Österreich nicht umfassend bekannt ist, in welchem Ausmaß bereits innerbetriebliche Maßnahmen zur Vermeidung, Verwertung und Behandlung gesetzt werden.

Die Abfallwirtschaftskonzepte bieten dafür eine mögliche Grundlage. Eine Untersuchung des Umweltbundesamtes von rd. 90 Abfallwirtschaftskonzepten aus abfallrelevanten Gewerbe- und Industriebetrieben zeigt, daß bei rd. 50 % der vorliegenden Konzepte die abfallwirtschaftlichen Parameter nur sehr mangelhaft beschrieben werden. Deshalb können derzeit die betrieblichen Abfallwirtschaftskonzepte noch nicht den erwarteten Beitrag bei der Beschreibung der Situation der Abfallwirtschaft leisten.

Insgesamt stellt sich das Problem, daß das Abfallwirtschaftsgesetz die Forderung nach detaillierter Planung stellt, ohne jedoch eine umfassende Verpflichtung zur Bereitstellung dafür notwendiger Grundlagen und Daten geschaffen zu haben. Es ist daher notwendig, die Datenermittlung zum Teil mit Schätzungen bzw. Hochrechnungen zu vervollständigen. Durch intensive Recherchen sowie die Bewertung vorliegender Informationen wurde allerdings eine bestmögliche Datenbasis geschaffen, sodaß die vorliegenden Mengenangaben als authentische Daten zu bewerten sind.

Um den Wissensstand über praktikable Lösungen zur Vermeidung und Verwertung industrieller und gewerblicher Abfälle zu vertiefen, ist es notwendig, die bisherigen Arbeiten durch Detailstudien zu den verschiedenen Branchen bzw. Abfallstoffen zu ergänzen. Dazu wurden Projektteams aus Vertretern aus Wissenschaft, Verwaltung und Wirtschaft gebildet. Aufgabe der Teams ist die Beschreibung und Quantifizierung von Vermeidungs- und Verwertungspotentialen von Abfällen verschiedener Industriezweige. Insbesondere soll der derzeitige Stand der Technik der Abfallvermeidung und -verwertung dargestellt werden.

Konkrete Forderungen dazu setzen jedoch gesicherte Erkenntnisse über die technischen Möglichkeiten, aber auch über die ökologische und ökonomische Sinnhaftigkeit (insbesondere von Verwertungsmaßnahmen) voraus. Die Formulierung von Forderungen ohne ausreichende Kenntnis dieser Zusammenhänge kann aus ökologischer Sicht kontraproduktiv sein. Daher wurde von nicht gesicherten Forderungen Abstand genommen.

Der vorliegende Band baut auf dem mittlerweile vergriffenen Band 4 "Vermeidungs- und Verwertungskonzepte" der Materialien

zum Bundes-Abfallwirtschaftsplan 1992 auf. Aus diesem Grunde werden jene Ausführungen des Ersten Bundes-Abfallwirtschaftsplanes, die heute noch Gültigkeit haben, wiederholt. Der Wissensstand über das innerbetriebliche Abfallmanagement konnte in Teilbereichen durch die Erarbeitung von Branchenkonzepthen und Studien vergrößert werden.

Weiterhin wird deshalb in vielen Bereichen auf Literatur zurückgegriffen. Der größte Teil praxisrelevanter Arbeiten stammt dabei aus Deutschland. Unter der Annahme, daß der derzeitige technische Standard von Anlagen in der Bundesrepublik Deutschland und in Österreich vergleichbar ist, wurde unter Einbeziehung von speziell für Österreich geltenden Rahmenbedingungen versucht, aus den Literaturdaten gültige Vermeidungs- und Verwertungspotentiale für einzelne Stoffe oder Stoffgruppen abzuleiten. Das Ausmaß und die Bereiche innerbetrieblicher Maßnahmen zur Vermeidung und Verwertung sollten aus den über mehrere Jahre geführten abfallwirtschaftlichen Datenreihen über den Anfall gefährlicher Abfälle ablesbar sein. Wegen der

- o Änderungen zur Einstufung von Abfällen, besonders betroffen sind davon gefährliche Abfälle
- o Feststellungsbescheide und selbst durchgeführten Umstufungen
- o derzeitigen starken Veränderungen in vielen Betrieben wegen Anpassungen an neue Markterfordernisse (EU)

sind statistisch erkennbare Veränderungen nur sehr schwer zu interpretieren und zukünftige Entwicklungen kaum abschätzbar.

Als Beispiel seien hier die Probleme mittelständiger Betriebe genannt. Diese Betriebe haben gegenüber Billigimporten von Massenwaren in Zukunft nur durch entsprechende Flexibilität in der Produktion gute Überlebenschancen. Bei Betrieben mit hohem Hilfsstoffeinsatz - wie Textilveredelungsbetrieb, Gerbereien, etc. - bedeutet das, daß durch oftmaligen Chargenwechsel vermehrt Abfälle anfallen werden. Andererseits erfolgt bei derartigen Marktanpassungen oft auch eine Verfahrensumstellung, sodaß eventuell abfallärmere Technologien zum Einsatz gelangen. Auch die Stilllegung einer überdurchschnittlich hohen Anzahl von Betrieben infolge der notwendigen Marktanpassungen ist nicht auszuschließen. Da diese innerbetrieblichen Veränderungen und Tendenzen von außen kaum überschaubar sind, ist auch die Bewertung der abfallwirtschaftlichen Auswirkungen schwierig.

Aus den soeben genannten Gründen ist trotz der Vergrößerung des Wissensstandes gegenüber dem Bundes-Abfallwirtschaftsplan 1992 nicht damit zu rechnen, daß alle anzugebenden Vermeidungs- und Verwertungspotentiale schon jetzt unter Einbeziehung aller notwendigen praxisrelevanten Informationen abgeschätzt werden können.

2.2 Zeitliche und räumliche Abgrenzung

Massenangaben beziehen sich im wesentlichen auf das Jahr 1993, wobei teilweise auch bis zum Oktober 1994 vorliegende Daten Berücksichtigung fanden. Mit Ausnahme von Angaben zum Aufkommen von Abfällen aus Haushalten und ähnlichen Einrichtungen und Auswertungen aus dem Datenverbund werden alle Massen als Gesamtmassen für Österreich angegeben, welche entweder im Detail recherchiert wurden oder mit Hilfe von Einwohnerzahlen, Beschäftigtenzahlen, Flächenangaben, Produktionswerten, Branchenstrukturen und spezifischen Abfallkennzahlen berechnet wurden. Seit dem Bundes-Abfallwirtschaftsplan 1992 hat sich die Datengrundlage im Bereich von Abfällen aus Haushalten und ähnlichen Einrichtungen insbesondere durch Untersuchungen in Zusammenhang mit der Verpackungsverordnung deutlich verbessert.

2.3 Darstellung der Ergebnisse

Die fachlichen Grundlagen für die erste Fortschreibung des Bundes-Abfallwirtschaftsplanes sind in folgenden Berichten dokumentiert:

Materialien zum Bundes-Abfallwirtschaftsplan 1995:

- o Abfallaufkommen in Österreich
- o Behandlungs- und Verwertungsanlagen in Österreich
- o Gefährliche Abfälle und Altöle
- o Nicht gefährliche Abfälle - Teil A
Abfälle aus Haushalten und ähnlichen Einrichtungen
- o Nicht gefährliche Abfälle - Teil B Baurestmassen, Klärschlamm, Holzabfälle, u.a.
- o Vermeidungs- und Verwertungskonzepte

3. GRUNDSÄTZE UND MÖGLICHKEITEN DER ABFALLVERMEIDUNG UND -VERWERTUNG

3.1 Allgemeines

"Unter Abfallvermeidung werden Maßnahmen verstanden, die ein Entstehen von Abfällen beim "Abfall"produzenten verhindern. Die Verwertung betrifft dagegen Maßnahmen, die die stoffliche oder energetische Nutzung bzw. die Nutzung durch oder nach Stoffumwandlung (z.B. Kompost, Biogas) eines bereits entstandenen Abfalls zum Ziel haben. Sowohl Abfallvermeidung als auch Abfallverwertung sollen zu einer quantitativen Verringerung und qualitativen Vermeidung der zu beseitigenden Abfallmassen führen." (Sutter, 1991)

Aus dem soeben dargestellten Sachverhalt ergibt sich:

$\text{Abfallverringerung} = \text{Vermeidung} + \text{Verwertung}$

Der quantitative Aspekt bezieht sich in dieser Arbeit nur auf Abfallmassen, volumensabhängige Größen werden nicht berücksichtigt. Quantitative Abfallvermeidung bedeutet den teilweisen oder gänzlichen Verzicht auf Stoffe oder Verfahren, die zu Abfällen führen.

Der qualitative Aspekt bezieht sich auf Toxizität und Gefährdungspotential von Abfällen. Unter qualitativer Abfallvermeidung ist die Substitution von umweltgefährdenden Stoffen durch umweltverträglichere zu verstehen, da bereits geringe Schadstoffanteile im Abfall diesen in seiner Gesamtheit zu gefährlichem Abfall machen können.

Unter produktbezogener Abfallvermeidung sind vor allem solche Maßnahmen zu verstehen,

- o die eine Mehrfachverwendung des Produktes zulassen,
- o die Lebensdauer eines Produktes erhöhen,
- o die Gestaltung des Produktes so abändern, daß die Produktionsabfälle und die Abfallmenge nach Gebrauch des Produktes verringert werden.

Anlagenbezogene Abfallvermeidung umfaßt jene Maßnahmen, die das Produktionsverfahren bzw. die Anlagentechnik so ver-

ändern, daß bei der Herstellung von Produkten Abfälle durch interne Kreislaufführung von Produktionshilfsmitteln und Produktionsabfällen vermindert werden.

All diese Begriffe überschneiden sich in gewissen Bereichen und sind mitunter auch voneinander abhängig. So kann eine produktbezogene Abfallverringerung durchaus zu einer qualitativen Abfallerhöhung führen. Denkt man zum Beispiel an die Schutzanstriche von Holz und Metallen, die die Haltbarkeit der Materialien eindeutig erhöhen, so muß man auf der anderen Seite eingestehen, daß Farbreste und auch Beizmittel als Abfall entstehen. Schließlich wird das Holzprodukt, wenn es später doch zu Abfall wird, schwieriger zu verwerten oder zu entsorgen sein (GUA, 1993).

Als weitere Abfallvermeidungsmaßnahmen sind die Wiederverwendung und die Weiterverwendung zu verstehen:

- o "Wiederverwendung" einer Sache ist der neuerliche bestimmungsmäßige Einsatz. Ein klassisches Beispiel dafür ist die Mehrwegflasche.
- o Eine "Weiterverwendung" ist gegeben, wenn eine Sache zwar nicht bestimmungsgemäß, jedoch zulässig verwendet wird.

3.2 Abfallverringerung

Die Abfallverringerung ist unter den folgenden Aspekten zu sehen:

- o die Gesamtabfallverringerung ergibt sich formal aus der Summe von Vermeidung und Verwertung;
- o konkrete Angaben können jedoch immer nur für einzelne Abfallstoffe gemacht werden. Die Verringerung eines Abfallstoffes kommt nicht immer nur durch Vermeidung und Verwertung zustande. Auch Behandlungsverfahren, die eine Stoffumwandlung beinhalten, führen zu einer Reduktion dieses Abfallstoffes. Aus dieser Stoffumwandlung hervorgehende Reststoffe sind generell einer anderen Schlüsselnummer zuzuordnen. Im Themenbereich der Vermeidung und Verwertung werden Stoffumwandlungsverfahren nur berücksichtigt, wenn sich über den bloßen Zweck der Abfallbehandlung hinaus Nutzungsmöglichkeiten ergeben (z.B. energetische Nutzung von Altölen)

- Die Wiederverwendung (z.B. Mehrweggebinde) und Weiterverwendung (z.B. dekorative Einwegflasche als Blumenvase) von Produkten ist mit Abfallvermeidung gleichzusetzen und nicht mit Abfallverwertung, weil diese Produkte zu keiner Zeit Abfall darstellen.
- Der qualitative Aspekt der Abfallverringerung dominiert im Bereich der Abfallbehandlung als dritte Stufe nach der Vermeidung und Verwertung, er ist aber teilweise bereits in den ersten beiden Stufen erkennbar. So führt zum Beispiel die quantitative Verringerung eines Abfallteilstromes mit besonders hohem Gefährdungspotential zu einer erheblichen qualitativen Verringerung der Gefährlichkeit. Diesem wichtigen Aspekt sollte dadurch Rechnung getragen werden, daß Verringerungspotentiale gefährlicher Abfälle vorrangig untersucht und genutzt werden.
- Durch Konsumwachstum, geringe Steigerungen des Verwertungsgrades

Verwertungsgrad =	$\frac{\text{der Verwertung zugeführter Massenanteil}}{\text{theoretisches Verwertungspotential}}$
-------------------	--

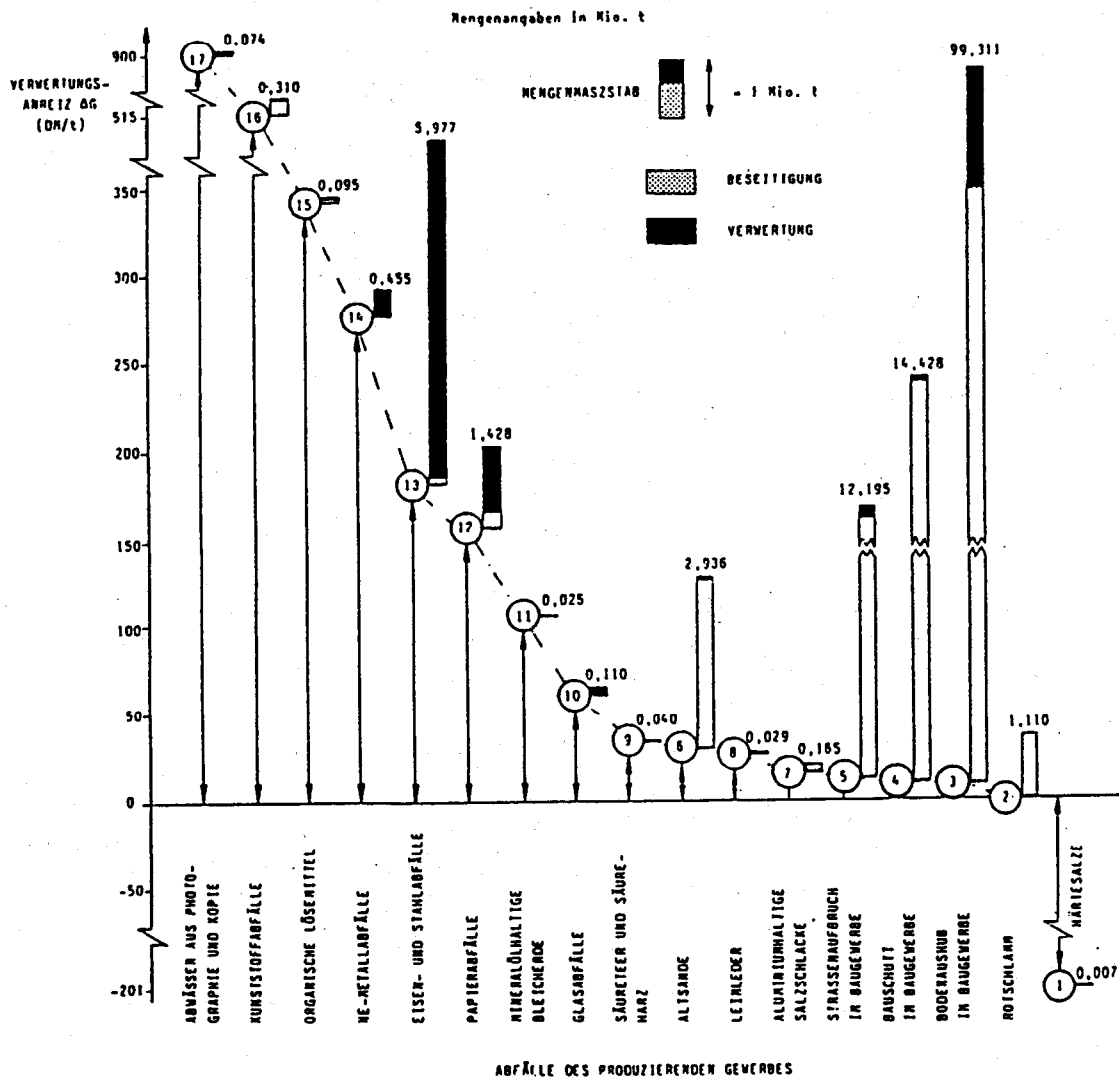
und kurze durchschnittliche Produktlebensdauer wird die quantitative Abfallverringerung erschwert.

Kurze Produktlebensdauer wird von unserer Gesellschaft nach wie vor toleriert (gewünscht ?!) und Konsumwachstum wird von der Wirtschaft heftig forciert. Dies führt in Summe dazu, daß in vielen Fällen trotz einer Steigerung des Verwertungsgrades keine Massenreduktion von Abfällen erkennbar wird.

- Mögliche Negativauswirkungen von Abfallverringerungsstrategien müssen verhindert werden. Bei Abfallverringerung denkt man ausschließlich an Maßnahmen, die sich abfallwirtschaftlich und ökologisch positiv auswirken. Da diese Maßnahmen jedoch auf das engste mit Wirtschaft und Gesellschaft verbunden sind (Akzeptanz, Informationsbedarf, Kosten!), wird sie auch zum wirtschaftspolitischen Instrument. Negative Auswirkungen sind zu befürchten, wenn Abfallverwertung als "ökologisches Aushängeschild" zu Werbezwecken verwendet wird, um damit den Konsum von Produkten über ein notwendiges Maß hinaus anzukurbeln, sodaß letztendlich größere Abfallmassen entstehen als ohne derartige "Verwertungsoffensiven". Dieses wirtschaftliche Paradoxon ist aus dem Bereich "Schonung von Rohstoffreserven durch Recycling" schon lange Zeit bekannt

(J.S.Davis, 1987) und hat auch für die Abfallwirtschaft volle Gültigkeit. Es ist nicht anzunehmen, daß solche Tendenzen die Gesamtheit der Abfallverwertung bestimmen, bei der Betrachtung von Einzelfällen sollte jedoch auch diese mögliche Entwicklung bedacht werden.

- o Früheren Untersuchungen zufolge ist der mangelnde ökonomische Verwertungsanreiz hauptsächlich dafür verantwortlich, daß sich die Abfallverwertung nur schleppend durchsetzt. Die folgende Grafik zeigt - nach 17 Abfallstoffgruppen sortiert - die Höhe des ökonomischen Verwertungsanreizes und gleichzeitig mittels Balken die zugehörigen Massen, sodaß erkennbar wird, daß der überwiegende Massenanteil der Abfälle aus dem produzierenden Gewerbe nur einen geringen Verwertungsanreiz bietet.



Dieses Untersuchungsergebnis bezieht sich auf Deutschland und stammt aus einer Publikation von R.F. Nolte aus dem Jahr 1987.

Mittlerweile hat sich zwar die Kostenstruktur der Entsorgung verlagert, sodaß Verwertungsanreize steigen, das oben dargestellte extreme Mißverhältnis zwischen Gruppen mit hohem wirtschaftlichem Verwertungsanreiz und den dazugehörigen Massen wirkt sich jedoch bis zum heutigen Tag als schwerwiegendes Hemmnis in der abfallwirtschaftlichen Praxis aus. Nach wie vor erscheint die Verwertung in vielen Wirtschaftsbereichen nicht interessant, es sei denn, es wird durch die Einhebung von Verwertungsbeiträgen beim Produktkauf ein finanzielles Reservoir zur Abdeckung von unwirtschaftlich hohen Verwertungskosten geschaffen.

- o Die Verwertung von Abfällen kann mitunter, ungeachtet eventueller ökologischer und wirtschaftlicher (z.B. hoher Rohstoffwert) Sinnhaftigkeit, an der derzeitigen Nicht-Verfügbarkeit technologischer Lösungen für den Realbetrieb scheitern. Dieser Umstand kann neben dem Fehlen wirtschaftlicher Anreize und der mangelnden Eignung mancher Abfalltypen (z.B. Anteile störender Substanzen, zu große Heterogenität (Mischabfälle)) zu oftmals recht großen Diskrepanzen zwischen einem formulierten Verringerungspotential und der realen Umsetzung führen.

Bei der Abfallwirtschaftsplanung sollte prinzipiell nach folgenden strategischen Gesichtspunkten vorgegangen werden (siehe auch folgende Abbildung):

Vordringlich sind Untersuchungen über alle zur Verfügung stehenden Arten der Vermeidung des/der zu betrachtenden Abfallstoffe(s) anzustellen.

Der nächste (hinsichtlich Rangordnung, nicht notwendigerweise zeitlich) Schritt hat sich mit der stofflichen Verwertung zu beschäftigen, wobei zum Vergleich der ökologischen und ökonomischen Sinnhaftigkeit in erster Linie Verfahren der Stoffumwandlung und Behandlung herangezogen werden sollen. Auf diese Weise läßt sich unter Beachtung der allgemeinen Richtlinien der Abfallwirtschaft in Kombination mit den speziellen Anforderungen bei einzelnen Abfallstoffen die jeweils richtige Strategie zur Abfallbewirtschaftung finden.

Trotz der Maxime, Abfälle in erster Linie vermeiden zu wollen und entstandene Abfälle stofflich zu verwerten und erst wenn dies nicht mehr möglich ist, einer geeigneten Entsorgung zu

unterziehen, dürfen Einschränkungen zu dieser Forderung nicht außer Acht gelassen werden. Sie ergeben sich nicht bloß durch die technische Machbarkeit, sondern vor allem durch Fragen der ökologischen Sinnhaftigkeit und der Wirtschaftlichkeit.

Die Reihung - Vermeidung vor Verwertung vor Entsorgung - ist deshalb als Strategie zur Maßnahmenplanung unter Einbeziehung aller zum Einzelfall gehörenden Detailinformationen zu verstehen und nicht in jedem Fall als zwingende Vorgabe zur praktischen Umsetzung anzusehen.

Weiters zeigen sich auch Tendenzen zur Veränderung der Einordnung von Verfahren in die Kategorien Vermeidung - Verwertung - Entsorgung. Die beiden Grafiken in der folgenden Abbildung machen deutlich, daß die Verbrennung in jüngster Zeit zwei abfallwirtschaftlichen Bereichen zugeordnet wird:

Der energetischen Verwertung (z.B. aus der Sammlung von Kunst- und Verbundstoffen) kommt nun dieselbe Rangordnung zu wie der stofflichen Verwertung.

Steht die Inertisierung oder Toxizitätsminderung durch thermische Verfahren im Vordergrund und nicht die Energiegewinnung, so erfolgt die Einordnung wie bisher in die Stufe der Entsorgung. Diese Überlegungen finden sich auch im Abfallrecht wieder. In Deutschland wird beispielsweise durch das neue Kreislaufwirtschaftsgesetz vom 8. Juli 1994 das Verbrennen von Abfällen prinzipiell mit dem stofflichen Recycling auf eine Stufe gestellt, wenn bestimmte anlagentechnische Bedingungen (vor allem: feuerungstechnischer Wirkungsgrad > 75 %) erfüllt sind und die energetische Verwertung sichergesetzt ist (Heizwert > 11 MJ/kg, Nutzung der Abwärme).

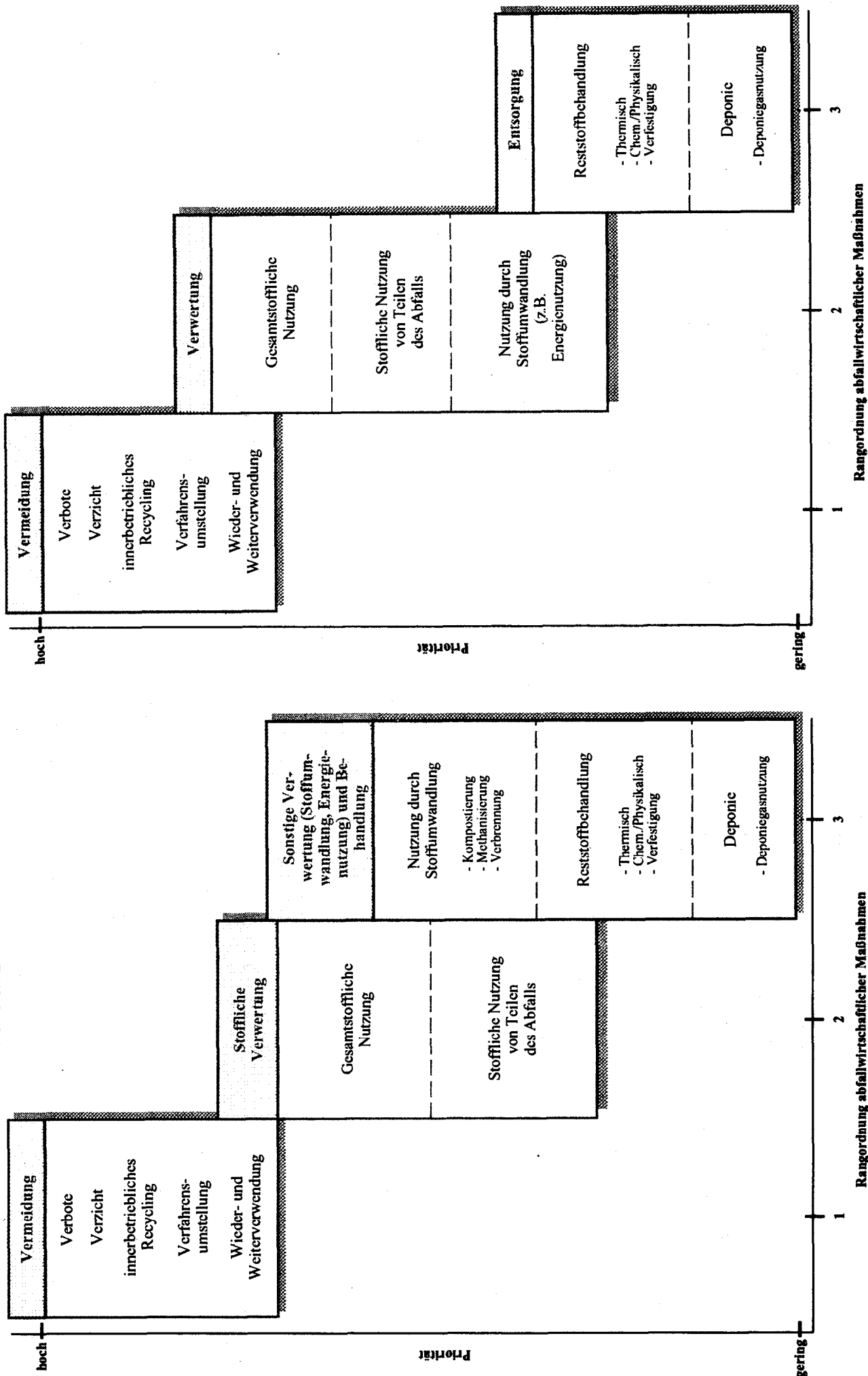
Gleichzeitig wird in diesem Gesetz der Abfallbegriff auch auf innerbetrieblich verwertbare Stoffe ausgedehnt, sodaß diese nicht als vermeintliche Wirtschaftsgüter frei von jeder ökologischen Verantwortung gehandelt werden können (N.N., 1994). Ebenso wird in Übereinstimmung mit dem EU-Recht in "Abfall zur Verwertung" und "Abfall zur Beseitigung" unterschieden.

So wichtig eine derartige Kategorisierung für spezifische Fragestellungen auch sein mag, muß trotzdem abschwächend hinzugefügt werden, daß sie für eine problemorientierte, kurzfristige Abfallwirtschaftsplanung kaum als Basis dienen können. Zur Illustration sei die Planung des Anlagenbedarfes - eines der zentralen Themen der problemorientierten Abfall-

Strategien zur Abfallbewirtschaftung

BAWP 1992

BAWP 1995



wirtschaftsplanung - beispielhaft angeführt. Wenn sich aus einem Soll-Ist-Vergleich der Abfallmassen die Notwendigkeit zur Errichtung weiterer Anlagen für die Verarbeitung bestimmter Abfälle ableiten läßt, stehen die Fragen nach Art, Herkunft, Masse und Gefährdungspotential dieser Abfälle, derzeitige Entsorgungssituation, Möglichkeiten zur kurzfristigen Bereitstellung von Anlagenkapazitäten, Standortfragen, mögliche Alternativen etc. im Vordergrund, nicht jedoch die Frage, ob es sich bei diesen Anlagen um solche zur Verwertung oder zur Behandlung von Abfällen handelt.

3.2.1 Kommunale Abfälle

Abfallvermeidung bedeutet im kommunalen Bereich in vielen Fällen Verzicht, entweder generell Konsumverzicht oder Verzicht auf Teile eines Konsumgutes. Der Verzicht auf ein Zuviel an Verpackung setzt allerdings voraus, daß die Konsumprodukte auch unverpackt bzw. ohne zusätzliche Über- oder Umverpackung in den Handel gelangen. Eine positive Bilanz kann es in diesem Bereich nur geben, wenn Produzenten, Handel und Konsumenten gleichermaßen konsequent auf Verpackungen und Verpackungsteile verzichten.

Nur wenige Möglichkeiten der Abfallvermeidung lassen sich ohne Verzicht verwirklichen, die wichtigste davon ist die Verwendung von Mehrweggebinden. Im allgemeinen ist davon auszugehen, daß langlebige und wiederverwendbare Produkte oder Produktteile den kurzlebigen Produkten oder Einwegartikeln, die denselben Zweck erfüllen, vorzuziehen sind. Höhere Kosten bei Mehrwegprodukten und Bequemlichkeitsgründe führen häufig zur Bevorzugung der Einwegware. Eine entsprechende Neuorientierung in der Kostenfrage kann hier in vielen Fällen Abhilfe schaffen.

Eine besonders große Rolle kommt derzeit der Verwertung kommunaler Abfälle zu. Bei Glas und Papier sind stoffliche Verwertung und Kreislaufführung bereits umgesetzt. Die Akzeptanz der Bevölkerung gegenüber der Getrenntstoffsammlung ist prinzipiell gegeben, die aktive Teilnahme muß jedoch vielerorts noch gesteigert werden. Damit ist eine gute Basis für eine umfassende Verwertung der gesammelten Altstofffraktionen vorhanden.

Neben der getrennten Sammlung besteht auch noch die Möglichkeit, alle Abfallstoffe gemischt zu erfassen und nachträglich zentral zu sortieren (Gallenkemper, 1988). Den Vorteilen dieses Systems - geringerer Aufwand für die Sammlung und die (theoretische) Erfäßbarkeit beliebig vieler Altstoffe - stehen der hohe Aufwand für die Sortierung und die äußerst schlechte Altstoffqualität gegenüber. Gerade die Altstoffqualität ist ein wichtiger Faktor bei der stofflichen Verwertung. Deshalb ist der getrennten Sammlung von Altstoffen der Vorzug zu geben.

3.2.2 Gewerbeabfälle

Der Gewerbebereich stellt den größten Unsicherheitsfaktor bei der Bewertung von Vermeidungs- und Verwertungspotentialen dar, weil über diesen Bereich kaum detaillierte Daten vorliegen. Dennoch kann prognostiziert werden, daß die Möglichkeiten zur Ausschöpfung vorhandener Potentiale in vielen Fällen gering sein werden. Dies hat vor allem folgende Gründe: zum ersten übersteigen die Investitionen in moderne, abfallarme Technologien sehr oft die finanziellen Möglichkeiten eines Betriebes und zum zweiten sind die Betreiber bei Anlagenerweiterungen und -umstellungen oft auf ein begrenztes Produktangebot der Hersteller angewiesen, sodaß sinnvolle individuelle Lösungen manchmal nicht umgesetzt werden können.

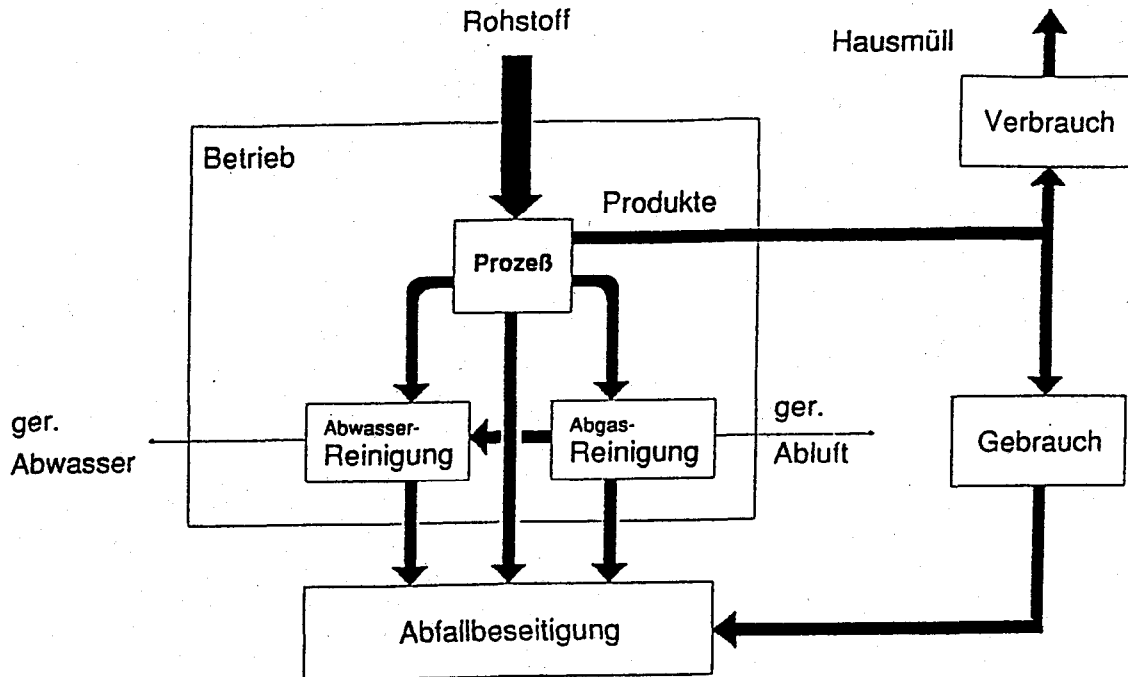
Das Dienstleistungsgewerbe verursacht nur einen kleinen Anteil der Abfälle. Verringerungspotentiale sind derzeit in erster Linie bei Papierabfällen gegeben. Durch den vermehrten Anfall von Computerschrott in diesem Gewerbebereich werden bereits teilweise Lösungsansätze für die Verwertung umgesetzt, vor allem durch modularen Aufbau und andere Maßnahmen, die eine Sortierung und Verwertung erleichtern.

Weitere große Bereiche der gewerblichen Tätigkeit sind das Transportwesen und Reparaturbetriebe. In beiden Sparten gibt es kaum Verringerungspotentiale, die von den Gewerbetreibenden selbst beeinflußbar wären. Nur übergeordnete Steuerungsmaßnahmen ermöglichen hier eine Ausschöpfung vorhandener Potentiale.

Da weder ein ausreichender Überblick über die abfallrelevanten Strukturen von Produktionsanlagen, noch genügend Daten über Abfälle aus der gewerblichen Produktion und aus Dienstleistungen vorhanden sind, sind für Planungs- und Lenkungszwecke Erhebungen des Abfallaufkommens sowie der Entsorgungswege notwendig. Diese Erhebungen sollten in einem Betriebsabfallkataster (BAK) geführt werden (Salhofer, Kanzian, 1994) (siehe Kapitel 4.4.3).

3.2.3 Industrieabfälle

In der folgenden Abbildung sind die prinzipiellen Wege in der industriellen Produktion dargestellt, ohne Rückkopplungen und Rückläufe zu berücksichtigen.



Davon ausgehend wurden verschiedene Modelle entwickelt, die Darstellungen von Abfallverringermöglichkeiten beinhalten. Unserer heutigen Auffassung entspricht am besten das 4-Stufen-Modell, das die geforderte hierarchische Struktur der Rangordnung der Abfallwirtschaft (Vermeidung vor Verwertung vor Entsorgung) wiedergibt. Anhand solcher Stoffstrommodelle kann auch eine weitere abfallwirtschaftliche Forderung,

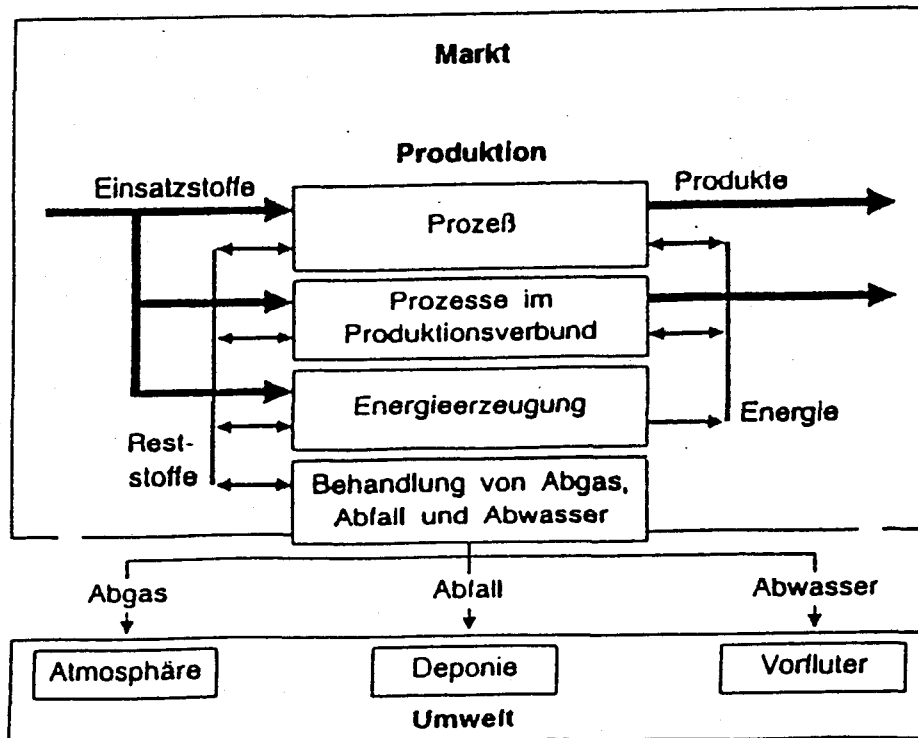
Verwertungsgebot und Vermischungsverbot

anschaulich in Planungsüberlegungen integriert werden.

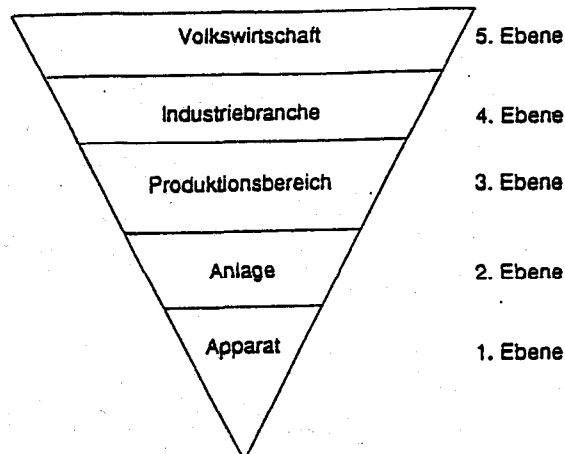
Die produzierenden Unternehmen stehen in intensiver Wechselwirkung mit dem Markt und der Umwelt. Sie besitzen Einsatzstoffe aus dem Markt, setzen diese zu Produkten um und sind für die Entsorgung der nicht verwertbaren Bestandteile verantwortlich. Wie die folgende Abbildung zeigt, werden die Aspekte der Vermeidung, Verwertung und Entsorgung in vier Stufen aufgeschlüsselt:

Stufe 1 - Prozeß	Maßnahmen zur Vermeidung von Reststoffen in der betrachteten Anlage
Stufe 2 - Prozesse im Produktionsverbund	Maßnahmen zur stofflichen Verwertung von Reststoffen
Stufe 3 - Energieerzeugung	Maßnahmen zur energetischen Verwertung von Reststoffen
Stufe 4 - Behandlung von Abgas, Abfall und Abwasser	Maßnahmen zur Verringerung der Emissionen, zur Einhaltung der Grenzwerte und zur umweltgerechten Entsorgung nicht verwertbarer Bestandteile

4-Stufen-Modell



Eine strenge Abgrenzung zwischen Vermeidung und Verwertung in dem Sinne, daß unter Vermeidung "die Vermeidung der Abfallentstehung" und unter Verwertung, "die Aufarbeitung eines bereits entstandenen Abfalls" zu verstehen ist, ist im industriellen Bereich nur möglich, wenn vorher Systemgrenzen definiert werden. Dies ergibt sich aus dem hierarchischen Aufbau technischer Systeme.



Die unterste Systemebene stellt Apparate dar, aus denen Produktionsanlagen bestehen. Die Gesamtheit der Produktionsanlagen wiederum bildet den Produktionsbereich eines Unternehmens. Eine Industriebranche schließlich umfaßt die Produktionsbereiche verschiedener Unternehmen, während eine Volkswirtschaft aus zahlreichen Branchen besteht.

Die Kreislaufführung eines Rückstands durch Aufarbeitung auf Apparateebene, die als Verwertung bezeichnet werden kann, führt zur Vermeidung des Abfallanfalls auf der Ebene der Produktionsanlage. Wird ein in einer Produktionsanlage anfallender Rückstand betriebsintern in einer anderen Anlage weiterverarbeitet, so findet eine Abfallvermeidung bezüglich des Produktionsbereiches statt. Die gleiche Betrachtung kann für die Ebenen Produktionsbereich und Branche erfolgen. In diesem Zusammenhang spricht man von betriebsexterner Verwertung. Vermeidung und Verwertung sind bei technischen Systemen somit nur gegeneinander abzugrenzen, wenn vorher die zugrundeliegende Bezugseinheit (Apparat, Anlage, Produktionsbereich, Branche) definiert wurde.

Üblicherweise wird die Anlage als Bezugseinheit herangezogen. Somit werden als Vermeidung alle Maßnahmen bezeichnet, die innerhalb der Anlagengrenze erfolgen und zu einer Reduzierung

der Reststoffmassen führen. Alle Maßnahmen außerhalb der Anlage mit dem gleichen Ziel werden als Verwertung bezeichnet.

Hierzu zählt sowohl die betriebsinterne Verwertung im eigenen Produktionsbereich (3. Ebene) als auch die betriebsexterne Verwertung (4. Ebene).

Aus abfallrechtlicher Sicht ist festzustellen, daß innerbetriebliches Recycling eine Abfallvermeidungsmaßnahme darstellt. Das AWG 1990 unterscheidet zwischen

- o Subjektivem Abfallbegriff:
Abfälle als bewegliche Sachen, deren sich der Eigentümer oder Inhaber entledigen will oder entledigt hat.
- o Objektivem Abfallbegriff:
Bewegliche Sachen, deren Behandlung als Abfall im öffentlichen Interesse geboten ist.
- o Altstoffen:
Altstoffe, die einer überbetrieblichen Verwertung zugeführt werden, gelten bis zu ihrer zulässigen Verwendung oder Verwertung als Abfall.

Daraus läßt sich ableiten, daß Betriebsstoffe und betriebliche Rückstände nicht als Abfälle gelten, solange sie innerhalb einer Betriebsstätte einer "zulässigen Verwendung" zugeführt werden.

Zusammenfassend ergibt sich, daß eine klare Abgrenzung zwischen Vermeidung und Verwertung im technischen Sinne nur möglich ist, wenn die zugrundeliegende technische Bezugseinheit deutlich gemacht wird. Eine Definition im rechtlichen Sinne ist an die jeweilige Rechtsgrundlage gebunden. Kann die Bezugseinheit nicht angegeben werden, so müssen Vermeidung und Verwertung gemeinsam (=Abfallverringerung) betrachtet werden.

Die dargestellte Abgrenzung zwischen Vermeidung und Verwertung wird in den meisten Fällen zutreffend sein, da Verringerungspotentiale in der industriellen Produktion in erster Linie durch Kreislaufführungen erschlossen werden.

Jedoch auch die Produktgestaltung und der Warentransport können wesentlichen Einfluß auf das Abfallaufkommen nehmen, das heißt, außer der Kreislaufwirtschaft und der Umstellung von Produktionsverfahren können noch folgende zusätzliche Möglichkeiten der Abfallvermeidung direkt vom Produzenten wahr-

genommen werden:

- o Verwendung von genormten Transportbehelfen für Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffe, Halb- und Fertigerzeugnisse wie z.B. Europaletten, Container und dergleichen mehr, die oftmals in beliebigen Produktionssparten eingesetzt werden können,
- o Produktion von langlebigen und reparaturfreundlichen Gütern,
- o recyclinggerechtes Design von Produkten und Gütern.
- o Substitution von Hilfs- und Betriebsstoffen.

Die genannten Punkte zeigen, daß abfallminimierende Produktion zum Großteil eine freiwillige Leistung von Produzenten darstellt, die nur im Falle der Produktion langlebiger und reparaturfreundlicher Güter vom Markt beeinflußbar ist, wenn die Konsumenten solche Produkte fordern und bevorzugt kaufen.

Alle anderen Maßnahmen sind derzeit von außen nicht beeinflußbar. Will man deren Vermeidungspotential gezielt nutzen, müßten vom Gesetzgeber entsprechende Vorschriften verordnet werden (Behälter- und Verpackungsnormierung, Anforderungen und Durchführungsbestimmungen für ein recyclinggerechtes Produktdesign). Derartige Vorschriften müßten in Übereinstimmung mit Regelungen des Binnenmarktes und der EU stehen. Die vielfältigen und gegensätzlichen Interessen lassen jedoch kaum Möglichkeiten zur Umsetzung der vorhandenen Potentiale offen.

Zusätzlich zu innerbetrieblichen Maßnahmen kann auch die Verbesserung der Marktgängigkeit sortenreiner Industrieabfälle einen wesentlichen Beitrag zur Abfallverringerung leisten. Instrumente wie die "Abfallbörsen" müssen dazu stärker als bisher genutzt werden. Um Erfolge zu erzielen, wird es in Zukunft nicht ausreichen, entstehende Industrieabfälle einfach anzubieten, sondern sie müssen wie Produkte vermarktet werden. Das beinhaltet auch, daß diese Abfälle entsprechende, von den potentiellen Abnehmern in Industrie und Gewerbe gewünschte, Eigenschaften aufweisen müssen. Für den Produzenten entstehen dabei Zusatzkosten für diese Abfallaufbereitung (Modifizierung von Verfahrensparametern, um die gewünschten Eigenschaften nicht nur der Produkte sondern auch der Reststoffe zu erhalten; Nachbehandlung mit geeigneten Zuschlagstoffen; Konditionierung); in Gegenüberstellung zu den laufend steigenden Entsorgungskosten wird dieser Weg der Abfallvermarktung dennoch oftmals rentabel sein.

Darüberhinaus besteht die Möglichkeit, durch innovative Technologien Produktionsprozesse grundlegend zu verändern, sodaß die bisherigen Abfälle nicht mehr entstehen. Die ent-

sprechenden Abfälle werden also auf jeden Fall vermieden, egal welches Bezugssystem zugrunde gelegt wird. Allerdings ist in solchen Fällen mit der Entstehung anderer Abfälle zu rechnen, sodaß für eine vergleichende Beurteilung von Technologien immer die Gesamtsysteme betrachtet werden müssen.

Folgende Darstellung soll den soeben geschilderten Sachverhalt beispielhaft illustrieren:

Viele abfallarme Technologien benötigen einen wesentlich höheren Energieeintrag als die bisher verwendeten Verfahren. Große Energiemengen lassen sich derzeit aber nur mit Hilfe von kalorischen Kraftwerken oder Kernkraftwerken zur Verfügung stellen. Wenn man nun die Abfälle aus der Energieerzeugung in die Gesamtabfallbilanz mit aufnimmt und neben quantitativen Kriterien auch qualitative Aspekte (Abfallgefährlichkeit) in die Berechnung einbezieht, wird man erkennen müssen, daß so manche abfallarme Technologie in Wirklichkeit (Berücksichtigung aller Randbedingungen) keinerlei Vorteile bringt.

Die angesprochenen Gesamtbilanzen können in allgemeiner Form mit Hilfe von Vermeidungsgleichungen formuliert werden. Daraus könnte über die Minimumbedingung die wirkungsvollste Variante gefunden werden.

Allgemeine Abfallvermeidungsgleichung für Produkte:

$$\frac{a_1 \sum b_i \text{ Rohstoff}_i + a_2 \sum b_j \text{ Energie}_j + a_3 \sum b_n \text{ Abfall}_n + a_4 \sum b_m \text{ Emissionen}_m}{\sum \text{Funktionserfüllungen bzw. Nutzungsdauer}} = \text{Minimum}$$

Betriebliche Abfallvermeidungsgleichung:

$$\frac{a_3 \sum b_n \text{ Abfall}_n + a_4 \sum b_m \text{ Emissionen}_m}{\sum \text{Produkte}} = \text{Minimum}$$

$a_1 \dots a_4$ = Quantitätsfaktoren

$b_1 \dots b_m$ = Qualitätsfaktoren

Eine derart vernetzte Betrachtungsweise für die gesamte Abfallwirtschaft ist aber leider nicht möglich, es fehlt die entsprechende Datengrundlage. Daher lassen sich die meisten Variablen einer solchen Vermeidungsgleichung für konkrete Berechnungen nicht mit plausiblen Zahlen belegen, aus der dargestellten theoretischen Grundlage läßt sich also mit dem zur Zeit zur Verfügung stehenden Datenmaterial kein praktischer Nutzen ziehen.

Angaben zum "Technischen Verringerungspotential" im Kapitel 5 ergeben sich daher jeweils aus einer isolierten Betrachtung der einzelnen Abfallstoffe (siehe auch 2.3) und sie stellen Maximalwerte oder -bereiche unter den jetzt herrschenden bzw. unter absehbaren Bedingungen dar. Eine Addition der Verringerungspotentiale zu einem Gesamtabfallverringerungspotential ist aus oben angeführten Gründen nicht zulässig. Real wird also das gesamt erreichbare Vermeidungs- bzw. Verwertungspotential um vieles niedriger sein als die Summe der Einzeldaten. Eine wirklich effektive Gesamtabfallverringerung ist daher trotz der vielfältigen Möglichkeiten moderner Technologien in erster Linie durch Einschränkungen und freiwilligen Konsumverzicht erreichbar, weil dadurch in allen Bereichen von der Rohstoffgewinnung über die Produktion bis zu Transport und Konsum Abfallreduktionen wirksam werden. Für den ökonomischen Bereich würde das eine "Umweltorientierte Wirtschafts Anpassung" anstelle des "Wirtschaftswachstums" erfordern (bei gleicher Wertschöpfung).

Dennoch (oder vielleicht sogar gerade weil die soeben genannten Forderungen in unserer heutigen Gesellschaft nicht realisierbar sein mögen) ist es wichtig, die Entwicklung abfallarmer Technologien voranzutreiben, wobei die derzeitige Praxis zeigt, daß freiwillige Leistungen der Betriebe (soweit vorhanden) größere Beiträge zur Abfallverringerung liefern können. Durch Kostenwahrheit bei der Entsorgung und seriösen Einsatz von Werbemitteln (Umweltgütezeichen) sind "freiwillige" Leistungen der Betriebe zu forcieren. Um damit eine Abfallverringerung zu erreichen, müssen jedoch begleitende Maßnahmen gesetzt werden, die mögliche Negativauswirkungen dieser Instrumente (siehe Kap. 3.2.) nachhaltig verhindern. Die Analyse von österreichischen Betrieben verschiedenster Branchen hat gezeigt (J. Fresner, 1994), daß kaum an der Optimierung der Abfallverringerung entsprechend den oben dargestellten Beziehungen gearbeitet wird. Den meisten Betrieben waren die wahren Kosten ihrer Abfälle nicht bewußt, es existierte kein (genutztes) Stoffverfolgungssystem. Meistens erfolgte nur punktuell der Einsatz nachgeschalteter Maßnahmen

z.B. zwecks Einhaltung eines behördlich vorgeschriebenen Grenzwertes. Stoff- und Energiebilanzen sind als Instrument der Abfallvermeidung in vielen (vor allem kleineren) Betrieben unbekannt. Mit diversen geförderten Projekten (z.B. Ökoprotit, Stenum, Prepare) wird derzeit versucht, funktionierendes Umweltcontrolling in einigen dieser Betriebe einzuführen (siehe dazu auch Kapitel 4.4).

Die Umsetzung solcher und ähnlicher Konzepte in einer Vielzahl von Betrieben würde

- o zu einer effektiven Abfallverringerung führen;
- o eine hervorragende Datengrundlage für die gesamte überbetriebliche Abfallwirtschaftsplanung darstellen, wenn diese Daten auch entsprechend zur Verfügung gestellt würden.

4. VORAUSSETZUNGEN FÜR DIE FORMULIERUNG KONKRETER VORGABEN ZUR ABFALLVERRINGERUNG

Man kann verschiedene Kategorien von Maßnahmen gegeneinander abgrenzen, auch wenn Überschneidungen und Mischformen häufig vorkommen:

- o Die freiwillige oder verpflichtende Auseinandersetzung der Betriebe mit ihrer Abfallwirtschaft (Branchenkonzepte, Gründung von überbetrieblichen Interessengemeinschaften, Abfallwirtschaftskonzepte, Abfallbeauftragte, Umweltabgaben, Umweltzeichen, EMAS-Verordnung) bringt Transparenz - zum Beispiel Kostentransparenz - in diesen Bereich und führt sehr oft aus wirtschaftlichen Überlegungen verstärkt zu Investitionen in eine Abfallverringerung.
- o Maßnahmen, die durch Gesetze und Verordnungen für alle zwingend vorgeschrieben werden. Sie dienen dazu, Mindestanforderung zu definieren und umzusetzen. Beispiele dafür sind die Festlegung des Standes der Technik für bestimmte Produktions- und Verwertungsanlagen, von Produktanforderungen und von Emissionsgrenzwerte.

Verordnungen, die in diese Kategorie fallen, sind:

- Verordnung über das Verbot vollhalogenierter Fluorkohlenwasserstoffe als Treibgas in Druckgaspackungen; BGBl 1989/55
- Verordnung über das Verbot von Pentachlorphenol; BGBl 1991/58
- Verordnung über die Beschränkung und Verbote der Verwendung, der Herstellung und des Inverkehrsetzens von vollhalogenierten Kohlenwasserstoffen; BGBl 1990/301
- Verordnung über ein Verbot bestimmter gefährlicher Stoffe in Pflanzenschutzmitteln; BGBl 1992/97
- Verordnung über das Verbot bestimmter gefährlicher Stoffe in Unterwasseranstrichmitteln (Antifoulings); BGBl 1990/577
- Verordnung über Verbote und Beschränkungen von organischen Lösemitteln; BGBl 1991/492
- Verordnung über Beschränkungen des Inverkehrsetzens und des Herstellens, des Verwendens sowie über die Kennzeichnung asbesthaltiger Stoffe, Zubereitungen und Fertigwaren; BGBl 1990/329
- Verordnung über Verbote und Beschränkungen von Cadmium und seinen Verbindungen sowie von Bleiweiß; BGBl 1993/855
- Verbot bestimmter Schmiermittelzusätze und die Verwendung von Kettensägeölen; BGBl 1990/647

- Verordnung über das Verbot von F 22 als Treibgas in Druckgaspackungen; BGBl 1992/673
- Verordnung über Beschränkungen des Inverkehrsetzens und über die Kennzeichnung formaldehydhaltiger Stoffe, Zubereitungen und Fertigwaren; BGBl 1990/194
- Verordnung über das Verbot von Halogenen; BGBl 1990/576
- Verordnung über das Verbot von halogenierten Biphenylen, Terphenylen, Naphthalinen und Diphenylmethanen; BGBl 1993/210
- Verordnung über ein Verbot von 1,1,1-Trichlorethan und Tetrachlorkohlenstoff; BGBl 1992/776

Dabei handelt es sich vorwiegend um Verordnungen zum Chemikaliengesetz (ChemG, 1987), die in erster Linie auf eine qualitative Abfallvermeidung abzielen. Der Grad ihrer Umsetzung ist oft vom Ausmaß behördlicher Kontrollen abhängig.

- o Im Bereich der Gesetzgebung gibt es eine zweite Kategorie von Instrumenten, die mit marktwirtschaftlich orientierten Maßnahmen operieren. Dabei werden markteigene Instrumente zur Verbesserung der Umweltsituation genutzt und wirtschaftliche Anreize für branchenspezifische Verbesserungen geschaffen. Dafür geeignet sind: Umweltabgaben, Umweltzertifikate, Rücknahmeverpflichtungen und Pfandsysteme, die Vorschreibung von Rücklaufquoten (Zielverordnungen) und Förderungen.

Verordnungen auf der Basis des Abfallwirtschaftsgesetzes (AWG, 1990) sind:

- Rücknahme und Pfanderhebung von wiederbefüllbaren Getränkeverpackungen aus Kunststoffen; BGBl 1990/513
- Bestimmung von Problemstoffen; BGBl 1990/771
- Rücknahme und Schadstoffbegrenzung von Batterien und Akkumulatoren; BGBl 1990/514 i.d.F. BGBl 1991/3
- Verordnung über die Nachweispflicht für Abfälle (Altöle), (Abfallnachweisverordnung); BGBl 1991/65
- Trennung von bei Bautätigkeiten anfallenden Materialien; BGBl 1991/259
- Verordnung über die getrennte Sammlung biogener Abfälle; BGBl 1992/68 i.d.F. 1994/456
- Verordnung über die Kennzeichnung von Verpackungen aus Kunststoffen; BGBl 1992/137
- Verordnung über die Rücknahme, Pfanderhebung und umweltgerechte Behandlung von bestimmten Lampen (Lampenverordnung); BGBl 1992/144
- Verordnung über die Rücknahme von Kühlgeräten; BGBl 1992/408 i.d.F. 1992/662

- Verordnung über die Vermeidung und Verwertung von Verpackungsabfällen und bestimmten Warenresten (VerpackVO), BGBl 1992/645
- Verordnung über die Festsetzung von Zielen zur Vermeidung und Verwertung von Abfällen von Getränkeverpackungen und sonstigen Verpackungen; BGBl 1992/646
- o Schließlich lösen auch Entwicklungen und Einflüsse, die nicht öffentlichen Lenkungsmaßnahmen entspringen, die Einleitung von abfallverringenden Maßnahmen aus. Man kann dies als Selbstregulierung der Wirtschaft verstehen, bedingt durch gestiegene Abfallentsorgungskosten, Erwartungshaltung der Konsumenten sowie öffentlichen Druck auf die Wirtschaft in Umweltschutzangelegenheiten (Imagepflege).
- o Nicht zuletzt unterstützt auch das Umweltförderungsgesetz (BGBl 1993/185, § 1 (2) und § 2) durch betriebliche Umweltförderungen Maßnahmen zum Schutz der Umwelt durch Verringerung der Belastungen in Form von Luftverunreinigungen, klimarelevanten Schadstoffen, Lärm (ausgenommen Verkehrslärm) und Abfällen. Die Gewährung einer Förderung soll einen größtmöglichen Effekt für den Umweltschutz bewirken. Dabei ist insbesondere nach ökologischer Prioritätensetzung vorzugehen.

4.1 Betriebliche Abfallwirtschaftsplanung

Seit dem 1.7.1990 ist nach § 9 (2) AWG und nach § 353 GewO jedem Ansuchen um Genehmigung einer Betriebsanlage (Neuanlage, Anlagenänderung) ein Abfallwirtschaftskonzept beizufügen. Nach § 45 (6) ist ab dem 1.7.1993 auch von bestehenden Betrieben mit mehr als 100 Beschäftigten ein derartiges Konzept vorzulegen, welches folgende Punkte beinhaltet:

o Allgemeine Angaben

- Branche
- Zweck der Betriebsanlage
- Anzahl der im Betrieb Beschäftigten
- Kurze Beschreibung der zur Erreichung des technischen Zwecks der Betriebsanlage erforderlichen Verfahren und Vorgänge
- Auflistung von sonstigen Anlagenteilen

o Verfahrensbezogene Darstellung (verbal und/oder schematisch)

- Darstellung der für die betriebliche Abfallwirtschaft relevanten Verfahren, Prozesse und Anlagenteile unter Angabe der Kapazität, soweit möglich unter Zuordnung der Abfall- und Produktionsrückstandsmengen.
- Darstellung der Abhängigkeit der Abfall- und Produktionsrückstandsmenge von der Menge, Art und Qualität der eingesetzten Stoffe. (Stoffströme: Input, Output, innerbetriebliche Kreislauf- und Verwertungsschienen).
- Darstellung von Maßnahmen zur qualitativen und quantitativen Abfallvermeidung und -verwertung, unter Begründung, warum ein bestimmtes Verfahren gewählt oder eine bestimmte Maßnahme gesetzt wurde (ökologische und ökonomische Gründe).

o Abfallrelevante Darstellung

- Darstellung der anfallenden Abfälle (gegliedert nach gefährlichen, nicht gefährlichen Abfällen, Altstoffen sowie Altölen) unter Angabe von Art, Schlüsselnummer (ÖNORM S 2100 bzw. S 2101), Menge, besondere Eigenschaften, Verbleib/Übernehmer (extern, intern).
- Abfallogistik (nach Möglichkeit schematische Darstellung, Übersichtsplan, verbale Kurzbeschreibung technischer Vorkehrungen)

- Behandlung
 - Trennung
 - Lagerung/Zwischenlagerung
 - Bereitstellung
 - Entsorgungsintervalle
- o Darstellung der organisatorischen Vorkehrungen zur Einhaltung der abfallwirtschaftlichen Rechtsvorschriften wie insbesondere
- Liste der Genehmigungsbescheide für betriebliche Abfallbehandlungsanlagen
 - Abfallbesitzernummer
 - Aufzeichnungspflichten nicht gefährlicher Abfälle gemäß § 14 AWG
 - Meldepflichten für gefährliche Abfälle gemäß § 4 Abfallnachweis-Verordnung
 - Begleitscheinpflicht für gefährliche Abfälle gemäß § 5 Abfallnachweis-Verordnung
 - Bei Verkauf von Mineralöl (mehr als 24 l): Aufzeichnungspflicht gemäß § 14 Abs. 2 AWG
 - Bei Abfallzwischenlagerung über 1 Jahr im eigenen Betrieb oder Export durch den eigenen Betrieb: Abgabepflicht nach § 3 Abs. 2 ALSAG

o Abschätzung der zukünftigen Entwicklung

Soweit möglich sind abfallrelevante, betriebliche Entwicklungen in bezug auf Maßnahmen in anderen Bereichen (wie Abluft, Abwasser, Energieversorgung), Verfahrensänderungen in Produktions- und Verwertungsprozessen und Veränderungen der Verwertungs- und Entsorgungsbedingungen anzuführen.

Je nach Branche und Betriebstyp können einzelne der genannten Angaben unterbleiben, wenn sie nicht oder nur unwesentlich abfallrelevant sind.

Vor allem aus den Punkten verfahrensbezogene Darstellung und Abschätzung der zukünftigen Entwicklung sind Abfallvermeidungsmaßnahmen und -potentiale ablesbar. Die Übertragung dieser Daten von Betriebsebene auf eine summarische Darstellung der Abfallarten für ganz Österreich ist aufgrund der unterschiedlichen Informationsgehalte einerseits und wegen der Fülle solcher betrieblichen Konzepte andererseits äußerst schwierig und zeitintensiv und wurde deshalb bis heute nicht in Angriff genommen. Eine begrenzte Auswahl von Abfallwirtschaftskonzepten wurde jedoch untersucht, Ergebnisse sind im Kapitel 4.1.1 dargestellt.

Aus Gesprächen mit Betriebsvertretern geht klar hervor, daß die Pflicht zur Erstellung eines Abfallwirtschaftskonzeptes in sehr vielen Betrieben erstmals zu einer intensiven Auseinandersetzung mit Struktur, Problemen und wahren Kosten der betrieblichen Abfallwirtschaft geführt hat. Demnach wurde oft erst jetzt anerkannt, daß durch Verfahrensoptimierung und logistische Maßnahmen, bei denen auch abfallwirtschaftliche Kriterien berücksichtigt werden, ein unerwartet hohes Einsparungspotential gegeben sein kann. Dieses rechtfertigt mitunter sogar hohe Investitionen in spezielle Maßnahmen zur Abfallverminderung.

Inwieweit durch solche einzelne betriebliche Aktivitäten die gesamte abfallwirtschaftliche Situation in Österreich positiv beeinflußt wird, läßt sich nur zum Teil aus den Abfallwirtschaftskonzepten entnehmen, vielmehr werden dazu detaillierte Massenstromanalysen heranzuziehen sein. Für gefährliche Abfälle bildet dazu der Abfalldatenverbund eine gute Datenbasis. Für das Aufzeigen von Veränderungen im Bereich der nicht gefährlichen Abfälle wird zur Zeit ein Erfassungsplan entworfen.

Die durch die Abfallverminderungsdiskussion (und -pflicht!) hervorgerufenen Maßnahmen lassen sich in nachfolgende Kategorien einordnen:

o Organisatorische Abfallvermeidung

- Reduktion der Produktvielfalt (nur in Großbetrieben konsequent umsetzbar, Klein- und Mittelbetriebe können sich nur durch kundenorientierte Fertigung (hohe Flexibilität in der Produktion) am Markt behaupten)
- Kostenwahrheit, Input/Output-Analysen, Materialstromanalysen, Definition des Sollzustandes
- Mitarbeitermotivation und -schulung

o Technische Abfallvermeidung

- Rohstofflager (Verpackung, Transportlogistik, Reduktion der Rohstoffvielfalt, Verzicht auf problematische Materialien)
- Produktion (Produktreinheit, Ausschuß, Einsatz von Kreislaufsystemen, Verfahrensumstellung, etc.)
- Warenlagerung, Transport und Verpackung
- Teilenormierung, Steigerung der Reparaturfreundlichkeit

o Technische Abfallverwertung

- Betriebsinterne Verwertung von Produktionsabfällen
- Rohstoff- und Hilfsstoffrückführung (meist nach Aufbereitungsschritten wie Filtration, Destillation)
- Energienutzung ("Energetische Verwertung")
- externe Verwertung von Produktionsabfällen
- externe Verwertung von Produkten nach Verwendung bzw. Ablauf ihrer Lebensdauer (sortenreine Sammlung, Zerlegbarkeit in sortenreine Fraktionen, etc.)

4.1.1 Teilauswertungen von betrieblichen Abfallwirtschaftskonzepten

Das Umweltbundesamt hat zur Jahresmitte 1994 eine Auswertung einiger bis dato vorliegender Abfallwirtschaftskonzepte vorgenommen (UBA-IB-457, 1994). Die Auswahl der abfallrelevanten Betriebe wurde größtenteils mit den Fachabteilungen der Ämter der Landesregierungen getroffen. Für das Bundesland Wien konnte in Ermangelung einer Liste von Betrieben mit mehr als 100 Arbeitnehmern und wegen der Vielfalt der betrieblichen Tätigkeiten keine Auswahl vorgenommen werden.

Ausschlaggebend für die Auswahl waren folgende Gesichtspunkte:

- o Betriebe, die laut Abfalldatenverbund über 400 t/a gefährliche Abfälle erzeugen und mehr als 100 Arbeitnehmer beschäftigen
- o Abfallrelevanz
- o Branchen, für die keine Branchenkonzepte oder Projekte existieren bzw. in Ausarbeitung sind
- o Betriebe jener Branchen, über die keine bzw. wenige Daten der anfallenden Abfälle im Umweltbundesamt vorliegen
- o alle Energieversorgungsunternehmen zur Klärung der Reststoffsituation bei kalorischen Kraftwerken

Die im Umweltbundesamt vorliegenden Abfallwirtschaftskonzepte (AWK) sollten für die Plausibilitätsabschätzung von Massen herangezogen werden. Aus diesem Grund erfolgte eine Sichtung der Abfallwirtschaftskonzepte auf ihre Brauchbarkeit für den Bundes-Abfallwirtschaftsplan 1995 nach folgenden Kriterien:

- o Angabe von Massen
- o Nachvollziehbarkeit der angegebenen Massen
- o Vollständigkeit
- o Klarheit

Als schwierig erwies sich dabei, daß die Abfallwirtschaftskonzepte der einzelnen Betriebe sehr uneinheitlich waren sowie teilweise keine übersichtliche Zusammenstellung aller anfallenden Abfälle und keine Zuordnung zu den Schlüsselnummern der ÖNORM S 2100 enthielten.

Vom Umweltbundesamt wurden 121 Abfallwirtschaftskonzepte angefordert, mit Stand vom 20.7.1994 waren 69 im Umweltbundesamt vorliegend, von denen sich 51 für eine gemeinsame Auswertung als brauchbar erwiesen.

Diese Zahlen sollen deutlich machen, daß einerseits die von den AWK 's erwarteten Informationen für die Abfallwirtschaftsplanung tatsächlich geliefert werden können, andererseits jedoch eine bundesweite Gesamtauswertung und Plausibilitätsprüfung mit der derzeitigen Vorgangsweise nicht erzielt werden kann.

Die in den als brauchbar klassifizierten Abfallwirtschaftskonzepten angegebenen Massen wurden den Schlüsselnummern der ÖNORM 2100 zugeordnet. Dies ist die Voraussetzung für weitere Berechnungen sowie für eine Bewertung der Aussagekraft von Massenangaben in betrieblichen Abfallwirtschaftskonzepten.

Die Erfassung von in Betrieben anfallenden Abfallmassen läßt folgende Schlußfolgerungen zu:

- o Die im Umweltbundesamt vorliegenden Abfallwirtschaftskonzepte stellen keinen repräsentativen Querschnitt der abfallrelevanten Betriebe in Österreich dar.
- o Die Massenangaben in den Abfallwirtschaftskonzepten liefern keinen Beitrag zur Plausibilitätsabschätzung für den Bundes-Abfallwirtschaftsplan 1995.
- o Standardisierte Formvorschriften zur Vereinheitlichung der Abfallwirtschaftskonzepte erscheinen dringend geboten, weil die bisher vorgelegten Konzepte einerseits ein hohes Potential für durchzuführende positive abfallwirtschaftliche Maßnahmen aufzeigen und somit ein gutes und ausbaufähiges Planungsinstrument (vorwiegend auf betrieblicher Ebene) darstellen, andererseits untereinander derart unterschiedliche Strukturen aufweisen, daß sie für Vergleiche und Planungen auf überbetrieblicher Ebene bis hin zum Bundes-Abfallwirtschaftsplan derzeit nicht verwendbar sind.

4.2 Branchenspezifische Abfallwirtschaftsplanung

Ziel der Branchenkonzeppte ist es, die Vermeidungs- und Verwertungspotentiale der Abfälle verschiedener Branchen in Österreich zu beschreiben und zu quantifizieren. Insbesondere wird der derzeitige Stand der Technik der Abfallvermeidung und -verwertung dargestellt werden, der in Abstimmung und im Gleichklang mit anderen europäischen Auffassungen erfolgt. Diesbezüglich ist bereits vorhandenes know-how heranzuziehen und auf österreichische Verhältnisse abzustimmen.

Bei Redaktionsschluß lagen Branchenkonzeppte für die Bereiche

- o Landwirtschaft
- o Holz
- o Abfälle aus dem medizinischen Bereich
- o Farb- und Lackabfälle
- o Abfälle halogenfreier Lösemittel
- o Abfälle aus ledererzeugenden Betrieben
- o Chemischreinigung
- o CKW-Metalloberflächenreinigung

vor.

Für die KFZ-Branche liegt eine Systemstudie für die Entwicklung von Branchenkonzeppten vor und das Branchenkonzeppt Gießereiabfälle liegt in einer Rohfassung vor. Desweiteren steht ein Zwischenbericht über Nahrungs- und Genußmittelabfälle sowie über Abfälle der Zellstoff- und Papierindustrie zur Verfügung.

Des weiteren befinden sich zur Zeit folgende Konzeppte in Ausarbeitung:

- o Branchenkonzeppt halogenhaltige Lösemittel
- o Branchenkonzeppt Galvanik
- o Branchenkonzeppt Altöle und -schmiermittel
- o Branchenkonzeppt Textilindustrie

Neben den Branchenkonzeppten wurden auch einzelne Studien des Umweltbundesamtes mit der Zielrichtung Bestandsaufnahme und Ermittlung von Potentialen zur Abfallverringerung erstellt:

- o Zusammensetzung und Behandlung von Altölen in Österreich
- o Altautoentsorgung in Österreich, IST-Zustand und Perspektiven (UBA-IB-446 - Klagenfurt, Mai 1994)
- o Kommunale Klärschlämme in Österreich, IST-Zustand und Perspektiven (UBA-IB-447 - Klagenfurt, Juni 1994)
- o Reststoffe aus der Aluminium-Verhüttung (UBA-BE-096)
- o ECE task force on by-product utilization from stationary installations

Umsetzung von Branchenkonzepten

Möglichkeiten für Maßnahmen seitens des Bundes

- Veröffentlichung (Pressekonferenzen, Artikel in Fachzeitschriften, Aussendung an Behörden, wissenschaftliche und technische Einrichtungen, Interessierte, die Erstauflage 250-400 Stk. ist nach wenigen Monaten vergriffen.)
- Vorträge, Auflage der BK (z.B. UTEC, Verwertungs- und Entsorgungstage)
- Förderungen (im Rahmen des UFG, Möglichkeit wurde in die Richtlinie für die betriebliche Umweltförderung aufgenommen)
- Festlegung des derzeitigen Standes der Technik bei verschiedenen Verwertungs- und Entsorgungsverfahren im Rahmen von Richtlinien und Durchführungserlässen (Bindungswirkung für die genehmigenden Behörden)
- Forcierung freiwilliger Vereinbarungen
- Grundlage für abfallwirtschaftliche Teillösungen für Betriebe und Umweltgutachter, die sich einer freiwilligen betrieblichen Umweltüberprüfung und -zertifizierung unterziehen (EMAS-VO, ÖKO-Audit)
- Daten- und Erhebungsgrundlage für die Arbeiten zum Bundes-Abfallwirtschaftsplan

Möglichkeiten für Maßnahmen seitens der Interessensvertretungen

- Veröffentlichung und Verbreitung in branchenspezifischen Fachzeitschriften sowie durch direktes Ansprechen der Betriebe
- Seminare für Berater und Betriebe
- Spezielle Beratungsaktionen (WIFI) bei Fertigstellung eines Branchenkonzeptes in technischer (Verfahrensumstellung bzw. -optimierung) und ökonomischer (Aufzeigen von Förderungsmöglichkeiten, Rechtssicherheit, Image, usw.) Hinsicht

Weitere Schwerpunktsetzung für Branchenkonzepte

nach Stoffgruppen:

- Metallurgische Schlacken, Krätzen und Stäube
- Abfälle von Säuren und Laugen
- Salzabfälle
- Kunststoffabfälle
- Abfälle aus der Papier- und Zellstoffindustrie
- Aschen, Schlacken und Stäube aus der Verbrennung

nach Branchen:

- o Hochbau
- o Tiefbau
- o Erzeugung von Säge-, Fräs-, Hobelwaren, Holzkonstr.
- o Kanal-, Straßen- u. sonstige Reinigung
- o Erzeugung von Eisen und Stahl (auch Halbzeug)
- o Erzeugung von Zucker
- o Erzeugung von Bautischlerwaren und Holzmöbeln
- o NE-Metallgießerei
- o Großhandel mit landwirtschaftlichen Produkten, Nutz- und Schlachtvieh
- o Beherbergungswesen
- o Gesundheitswesen
- o Gaststättenwesen
- o Erzeugung von Metallmöbeln, Öfen und Schlosserwaren
- o Reparatur von KFZ und Fahrrädern
- o Eisenbahnverkehr
- o Bearbeitung von Metallen
- o Stahl- und Leichtmetallbau
- o Erzeugung von mehrspurigen KFZ (ohne Reparatur)
- o Wäscherei, Putzerei, Büglerei
- o Erzeugung von Blechwaren
- o Erzeugung von landwirtschaftlichen Maschinen und Ackerschleppern
- o Erzeugung von übrigen Arbeitsmaschinen
- o Chemische Industrie
- o Energieversorgungsunternehmen

4.3 Stoffbilanzen

In der Umweltschutzdiskussion der letzten Zeit gewinnen die Konzepte der **"Stoffflußanalyse"** und der **"Stoffbuchhaltung"** immer mehr an Bedeutung. Grund dafür ist die zunehmende Einsicht, daß den wachsenden Umweltbelastungen und der Erschöpfung der Ressourcen mit den heute institutionalisierten Instrumenten und der herkömmlichen "end-of-the-pipe"-Strategie nicht angemessen und wirksam genug begegnet werden kann.

Für den vorsorgenden Umweltschutz, der mit optimierten und effizienten Maßnahmen arbeitet, wird daher ein wirksames Instrument benötigt, das eine globale Sicht von Anthroposphäre und Umwelt in Form einer "stofflichen Gesamtschau" ermöglicht. Ähnlich wie man ein Mosaik nicht erkennen kann, wenn man nur einzelne Steine betrachtet, darf der Blick nicht mehr nur auf vereinzelte Outputkanäle aus der Anthroposphäre gerichtet sein, sondern muß ihren gesamten Stoffwechsel und seine Wechselwirkung mit der Umwelt miterfassen. Dadurch können Quellen, Stoffflüsse und Senken identifiziert werden. Ein taugliches Instrument hierzu, welches sich in Österreich bereits gut bewährt hat, ist das der Stoffflußanalyse. Bei einer Stoffflußanalyse geht es um die systematische Bestandsaufnahme von Quellen, Wegen und Senken eines chemischen Elementes (z.B. Chlor, Cadmium), einer Verbindung (z.B. FCKW's, PCB's) oder eines Materials (z.B. Holz, Kies, PVC) durch Anthroposphäre und Umwelt. Mit diesem Instrument können somit Herkunft, Entstehung, Umwandlung und Entsorgung von kritischen Stoffen erfaßt und aufgezeigt werden. Klassische Fragen wie etwa:

- o Was sind die hauptsächlichen Einsatz- und Anwendungsbereiche eines bestimmten Stoffes, und wer sind die wichtigsten Akteure im Stoffstrom?
- o Wo sind seine Quellen, wo befinden sich seine letzten Senken?
- o Wie verlaufen seine hauptsächlichsten Pfade durch die Anthroposphäre?
- o Wo werden Lager aufgefüllt, und wie groß sind sie?
- o Welche Stofffrachten werden in welche Umweltmedien eingetragen, und an welchen Stellen geschieht dies?
- o Was ist das Verhältnis seiner anthropogenen zu seinen geogenen bzw. natürlichen Flüssen?

- o Sind die Restflüsse dieses Stoffes langfristig umweltverträglich?,

konnten bisher in zahlreichen Stoffflußanalysen für Stoffe von meist ökotoxikologischer oder ressourcenökonomischer Relevanz beantwortet werden. Das eigentliche Potential des Instrumentes "Stoffflußanalyse" liegt aber in der Möglichkeit der **Planung** und der **Erfolgskontrolle** umweltpolitischer Maßnahmen.

So kann man damit folgende Fragen beantworten:

- o An welchen Stellen des verzweigten Stoffstrom-"Kanalsystems" kann man den Stofffluß möglichst effizient steuern?
- o Welcher Typ von Regelungsinstrument ist, je nach Ansatzpunkt, besonders wirksam?
- o Wo muß man ansetzen, um die Restflüsse in die Umwelt möglichst effizient zu reduzieren?
- o Was muß am System verändert werden, um eine möglichst optimale Rohstoffnutzung zu erzielen?
- o Haben die gesetzlichen Maßnahmen, die den entsprechenden Stoff betreffen, die gesetzten Ziele erreicht?

Trotz seines erheblichen Potentials kann das Instrument der Stoffflußanalyse nur eine Momentaufnahme des stofflichen Geschehens abbilden (Bilanzzeitraum meist ein Jahr). Langfristige Trends und Veränderungen im Aufkommen und in den Ge- und Verbrauchsmustern von Stoffen können mit dieser Methodik nicht erkannt und beschrieben werden. Vereinzelte Fallstudien aus Österreich (Asbest), Deutschland (Cadmium, Blei, Quecksilber), und der Schweiz (Cadmium) haben gezeigt, wie wichtig es ist, Stoffflußanalysen von Zeit zu Zeit zu aktualisieren und fortzuschreiben. Mehr noch als die geogenen bzw. natürlichen Flüsse, sind die vom Menschen verursachten einer sich schnell qualitativ wie quantitativ wandelnden Dynamik unterworfen. Um diese Dynamik abzubilden bedarf es daher der periodischen und systematischen Fortschreibung der auf das Notwendigste reduzierten Stoffflußanalyse - der **Stoffbuchhaltung**. Dieses Konzept einer periodischen Fortschreibung ermöglicht es zusätzlich auch in jene Bereiche vorzudringen, bei denen aus statistischen Gründen eine Veränderung des Systems über Jahre nur äußerst schwer zu erkennen ist, wie etwa die diffusen Einträge in die Böden. Daher wird in Zukunft die Stoffbuchhaltung, in Ergänzung zu den heute schon

bestehenden Meß- und Überwachungsprogrammen im Umweltbereich, zu einem effektiven und bedeutenden **Monitoringinstrument** werden.

Im Gegensatz zur Stoffflußanalyse, deren Methodik bereits an zahlreichen Beispielen erprobt und bewährt ist, gibt es zur Zeit weder ein erprobtes Rezept für die Stoffbuchhaltung, noch ist dieses Instrument auf betrieblicher, regionaler bzw. nationaler Ebene in Gebrauch. Das Umweltbundesamt hat daher eine Vorstudie **"Stoffbuchhaltung Österreich"** in Auftrag gegeben, wo Machbarkeit, Forschungsbedarf und Rahmenbedingungen für die Durchführung einer nationalen Stoffbuchhaltung untersucht wurden. Auftragnehmer war das Institut für Wassergüte und Abfallwirtschaft / Abteilung Abfallwirtschaft an der Technischen Universität Wien.

Die Studie hat gezeigt, daß zur Erstellung einer nationalen Stoffbuchhaltung noch zahlreiche organisatorische, logistische und methodische Fragen offen sind. Es ist zu erwarten, daß infolge der Aktualität des Themas schon in Kürze die bereits vorhandenen methodischen Ansätze weiterentwickelt, und wesentliche Fortschritte auf dem Gebiet der Stoffbilanzierung gemacht werden. Dennoch sind kurz und mittelfristig folgende Problembereiche ablesbar:

- o **Stoffauswahl:** Es kann nicht für alle Stoffe eine Buchhaltung geführt werden. Daher ist eine Auswahl zu treffen, die sich nach verschiedenen Kriterien richten kann: Minderung der Einträge in die Umwelt, Anwendungs- und Produktionsmenge, Erschöpfung natürlicher Ressourcen, Deposition von Abfällen, etc.. Eine brauchbare und transparente Strategie für die Gewichtung der Kriterien untereinander steht noch aus.
- o **Stoffdaten:** Die Verfügbarkeit, Qualität und der öffentliche Zugang zu Stoffdaten ist noch äußerst mangelhaft. Es muß auch noch abgeklärt werden auf welcher standardisierten Art stoffliche Daten erhoben werden sollen, und wer diese Daten verwaltet.
- o **Beteiligung der Wirtschaft:** Die Wirtschaft verfügt über den Großteil der Daten über Güter und Stoffe und besitzt daher eine Schlüsselstellung für eine erfolgreiche Stoffbuchhaltung. Sie muß damit von der Sinnhaftigkeit und der Brauchbarkeit dieses Instrumentes überzeugt werden.
- o **Wirkungsanalyse/Bewertung:** Das gegenwärtige Modell der Stoffbuchhaltung vermag nur darzustellen, wie sich ein Stoff in der Anthroposphäre und in der Umwelt verteilt,

schließt aber keine Wirkungsanalyse mit ein. Somit kann mit der Stoffbuchhaltung auch kein Bewertungsverfahren verknüpft werden. Für die umweltpolitisch handelnden Akteure ist es somit von besonderem Interesse, das Modell der Stoffbuchhaltung zu einem "Stoffstrommanagement" zu erweitern, welches neben einer detaillierten Wirkungsanalyse ein daran anknüpfendes Bewertungsverfahren mit einschließt. Gerade die jüngste Entwicklung auf dem Sektor Ökobilanzen hat aber gezeigt, daß bei Bewertungsverfahren noch erheblicher Forschungsbedarf besteht.

Das Pilotprojekt "Stoffbuchhaltung Zink Österreich", bei dem an einem konkreten Beispiel die Führung einer nationalen Stoffbuchhaltung für den Stoff Zink erprobt werden soll, befindet sich in Planung. Bei diesem Projekt soll auch versucht werden den Zinkhaushalt Österreichs darzustellen, um rechtzeitig Gegenmaßnahmen zur Verhinderung unerwünschter Anreicherungen und Verknappungen ergreifen zu können.

4.4 Sonstige Konzepte zur Abfallverringerung

4.4.1 PREPARE-Initiative

Branchenkonzepte auf übergeordneter Ebene und Abfallwirtschaftskonzepte auf Betriebsebene sind zwar Ausdruck einer intensiven Auseinandersetzung mit der Abfallwirtschaft; erkannte Verbesserungspotentiale und vorgeschlagene Maßnahmen müssen jedoch erst auf ihre Praxistauglichkeit überprüft und umgesetzt werden. Dies geschieht besonders effizient, wenn der Betrieb dabei durch externe Spezialisten unterstützt wird. Mit der seit kurzem für Pilotprojekte in Österreich eingesetzten PREPARE-Methode ("Preventive Environmental Protection Approaches in Europe") steht erstmals eine Vorgangsweise zur Verfügung, mit der in einem Betrieb systematisch die Vermeidung von Emissionen und der sparsame Umgang mit Ressourcen aufgebaut werden kann.

Die Erhöhung der Nutzungseffizienz der eingesetzten Materialien und Energieträger durch Innovationen führt zu klaren betriebswirtschaftlichen Vorteilen. PREPARE ist also eine Methode zur Erzielung von mehr Gewinn durch vorsorgenden Umweltschutz. Darüberhinaus wird zukünftigen Problemen vorgebeugt und das Image des Unternehmens in der Öffentlichkeit verbessert. Die Erfahrungen zeigen, daß durch Reduktion des Material- und Energieeinsatzes die für die Umstellung notwendigen Investitionen sich meist schon innerhalb eines Jahres amortisieren.

Vorgangsweise zur betrieblichen Abfallvermeidung mit Hilfe der PREPARE-Methode: zunächst wird ein Projektteam im Betrieb formiert. Ein externer Berater unterstützt das Projekt. Zusätzlich stehen auch Handbücher und Erhebungsbögen zur Verfügung, die bei der problemorientierten Bilanzierung von Stoff- und Energieströmen Hilfe leisten. Diese Bilanzen sollen gemeinsam mit allen anderen Betriebsunterlagen die nötige Transparenz liefern, um das Projektziel - Optimierung des vorsorgenden Umweltschutzes - zu erreichen. Das Projektziel geht also über die betriebliche Abfallvermeidung weit hinaus, viele der Pilotprojekte zeigen jedoch, daß die betriebliche Abfallwirtschaft eine der gravierendsten Schwachstellen ist. Die konsequente Abfallvermeidung hat sich als die wirkungsvollste Option herausgestellt, um diesen Schwachstellen sowohl im Sinne des vorsorgenden Umweltschutzes als auch unter der Forderung der Aufrechterhaltung bzw. Vergrößerung des betriebswirtschaftlichen Erfolges zu begegnen.

Die nachgewiesenen enormen kostensenkenden und umweltbelastenden Effekte dieser Methodik haben bereits die Bundesländer Steiermark, Oberösterreich und Niederösterreich dazu bewogen, eigene PREPARE-Programme in Angriff zu nehmen. Um in einer Anfangsphase möglichst viele erfolgreiche Beispiele zu schaffen, und gleichzeitig die PREPARE-Ergebnisse und -Erfahrungen zu verbreiten, wurde eine Förderungsmöglichkeit im Rahmen des ITF/ERP-Fonds geschaffen.

An PREPARE-Landesprogrammen beteiligte Betriebe können gefördert werden, wenn

- o die Entwicklung neuer Produkte und Verfahren im Bereich Umwelttechnologie stimuliert wird;
- o die Durchführung der PREPARE-Fallstudie bei einem beispielgebenden Betrieb durchgeführt wird;
- o noch kein anderer Betrieb derselben Branche bundesweit gefördert wird - Vermeiden von Doppelgleisigkeit (Bundesministerium für Wissenschaft und Forschung, 1994)

4.4.2 Umweltorientierte Betriebsberatung

Neben der PREPARE-Initiative haben auch andere Systeme Fuß gefaßt, die vor allem kleineren Betrieben und solchen, die sich nicht aus betrieblicher Notwendigkeit mit Stoffstromanalysen beschäftigen (Hotels, Einkaufszentren, Frisöre, etc.), eine entsprechende Beratung und Analyse anbieten.

4.4.3 Abfallkataster als Entscheidungsgrundlage für Behörden

Nicht nur die Betriebe, auch die Behörden (Länder und Gemeinden) benötigen umfangreiche Analysendaten zur Planung von Umweltschutzmaßnahmen im allgemeinen und abfallwirtschaftlichen Projekten im besonderen.

Gerade bei Gewerbeabfällen ist der Datenstand unzureichend. Gewerbeabfallanalysen zeigen eine beachtliche Heterogenität, selbst zwischen ähnlichen Betrieben innerhalb einer Branche. Ein Gewerbeabfallkataster bzw. Betriebsabfallkataster liefert der jeweiligen Gebietskörperschaft zuverlässige Planungsdaten für die Vermeidung, Verwertung und Entsorgung, seine Erstellung und Fortschreibung ist jedoch mit erheblichem Zeit- und Kostenaufwand verbunden. Dennoch haben sich bereits mehrere Landkreise in Deutschland zur Führung eines solchen Katasters entschlossen. In Österreich befinden sich derartige Systeme erst vereinzelt in Vorbereitung.

Für die Ausarbeitung von Betriebsabfallkatastern (BAK) können folgende Ziele genannt werden (Wuttke, 1992):

- o Analyse von Art, Menge und Zusammensetzung von betrieblichen Abfällen
- o Analyse auf verwertbare Komponenten und Altstoffe
- o Erfassung von Verwertungs- und Entsorgungswegen
- o Grundlage für die Gewerbeabfallberatung
- o Planungsgrundlage

Menge und Zusammensetzung von betrieblichen Abfällen können regional äußerst unterschiedlich sein und werden in erster Linie von der Gewerbestruktur beeinflusst. Neben der regionalen Gewerbestruktur haben folgende Faktoren Einfluß auf Menge und Zusammensetzung betrieblicher Abfälle:

- o **Innovationsniveau** der Betriebe

Dabei sind der Grad der Einführung emissions- und abfallarmer Produktionsverfahren ("clean technologies") von Bedeutung. Dazu ein Beispiel aus der Lackiertechnik: bei üblichen Anwendungen ohne materialbewußtes Verhalten werden bis zu 10 kg Rohstoffe (Lacke und Verdünnungen) eingesetzt, um 1 kg Lack auf ein Produkt aufzubringen. Beim Einsatz der besten verfügbaren Techniken genügen knapp mehr als 2 kg Einsatzmaterial um diesen Zweck zu erreichen. Dementsprechend kann auch der Abfallanfall reduziert werden (Schnitzer, 1992).

- o Realisierte **Maßnahmen zur Abfallvermeidung** (z.B. Ersatz von Einweg- durch Mehrwegverpackungen)
- o Maßnahmen zur **getrennten Erfassung und Entsorgung** von Abfällen
- o Möglichkeiten der **betriebsinternen Abfallverwertung**
- o die regionale **Entsorgungsstruktur** (Entsorgungskosten Restmüll, Absatzmöglichkeiten und Preise für Altstoffe)

Mit zunehmender Größe der betrachteten Region (Abfallverband, Bundesland, Bundesgebiet) wird durch den unterschiedlichen Einfluß der o.g. Faktoren die Aussagekraft der gewonnenen Ergebnisse verringert. Es ist daher erstrebenswert, die Erstellung eines BAK auf eines Entsorgungsregion (z.B. Abfallverband) zu beschränken.

Um Vermeidungs- und Verwertungspotentiale von betrieblichen Abfällen lokalisieren zu können, ist es notwendig, neben dem

Aufkommen und der Zusammensetzung von betrieblichen Abfällen auch die Verwertungsquoten für einzelne Abfallfraktionen zu kennen. Als Verwertungsquote wird der Anteil einer Altstofffraktion bezeichnet, der einer Verwertung zugeführt wird und nicht Deponievolumen oder Verbrennungskapazität beansprucht.

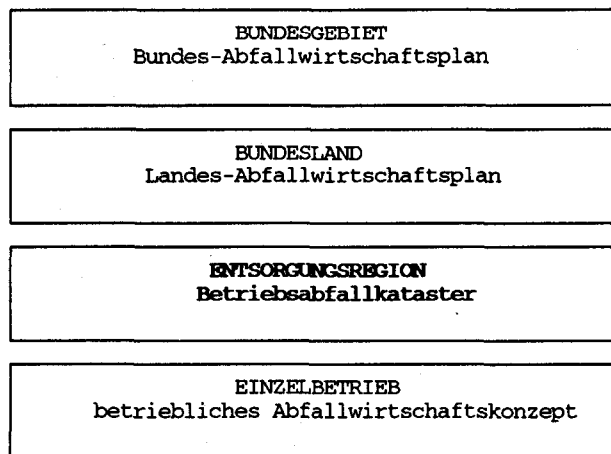
Neben der Erhebung der anfallenden Mengen von betrieblichen Abfällen ist die Erfassung aller relevanten regionalen Verwertungs- und Entsorgungseinrichtungen von Bedeutung. Der BAK stellt damit ein vermittelndes Instrument zwischen Abfallproduzenten und der verschiedenen Verwertungs- und Entsorgungswegen dar. Durch die Zusammenschau von Abfallentstehung und -entsorgung können für eine Region differenzierte Abfall- und Altstoffströme ermittelt werden. Damit ist der BAK als Planungsinstrument geeignet.

Im Zusammenhang mit den Entsorgungswegen ist auch der Einfluß kommunaler Abfall- und Gebührensatzungen von Bedeutung, die eine wesentliche Funktion bei der Steuerung der Altstoff- und Abfallströme haben. Diese Satzungen sollten daher bei der Erstellung des BAK erhoben und in die Überlegungen einbezogen werden.

Insbesondere Betriebe des Kleingewerbes haben aufgrund der geringen Mengen Schwierigkeiten beim Absatz von Altstoffen. Darüberhinaus besteht bei den Klein- und Mittelbetrieben häufig ein Wissensdefizit bezüglich der Abfallproblematik (Wustmann, 1989). Die Abfallentsorgung erfolgt häufig über kommunale Entsorgungseinrichtungen als Systemmüll. Für Linz wurde abgeschätzt, daß der Anteil der betrieblichen Abfälle an der Systemmüllabfuhr rd. 23 % beträgt (Ökologieinstitut, 1990).

Der BAK stellt ein Bindeglied zwischen betrieblichen Abfallwirtschaftskonzepten und Landesabfallwirtschaftsplänen sowie dem Bundes-Abfallwirtschaftsplan dar. Er dient zur Aufbereitung von Daten aus betrieblichen Abfallwirtschaftskonzepten und als

- o Grundlage für Landes- und Bundesabfallwirtschaftspläne
- o Planungsgrundlage für Entsorgungseinrichtungen
- o Planungsgrundlage für Verwertungseinrichtungen



Als Methoden zur Erhebung betrieblicher Abfälle kommen in Frage:

- o statistische Bestandsaufnahme
- o Ermittlung von Äquivalenzziffern
- o Analyse betrieblicher Abfälle bei Entsorgungseinrichtungen
- o Fragebogenerhebungen
- o Direkterhebung beim Abfallerzeuger

Beispielhaft wurde in Österreich eine Abfall-Ist-Zustandserhebung für betriebliche Abfälle im Einzugsbereich von zwei Abfallverbänden durchgeführt (Salhofer, Kanzian, 1994). Die in diesem Pilotprojekt erhobenen Daten in den Gebieten Horn (NÖ) und Fürstenfeld (Stmk) können zur Erstellung von Betriebsabfallkatastern herangezogen werden. Die vorliegende Studie wurde praxisgerecht ausgewertet, sodaß sie nicht bloß von akademischem Interesse ist, sondern für die beiden untersuchten Abfallwirtschaftsverbandsbereiche und teilweise auch angrenzende Gebiete eine wertvolle zukünftige Entscheidungshilfe darstellen. Für die Bundesländer Salzburg und Tirol werden derzeit ebenfalls Betriebsabfallkataster erstellt.

5. TECHNISCHE VERRINGERUNGSPOTENTIALE AUSGEWÄHLTER ABFALLSTOFFE

Auf der Grundlage von vorliegenden Begleitscheinauswertungen, Massenabschätzungen, Branchenkonzepten, Studien, Erhebungen und Literaturdaten wird für die relevanten Abfallstoffe ein Überblick über technische Vermeidungs- und Verwertungspotentiale gegeben. Zur Darstellung von Verringerungspotentialen als Summe von Vermeidungs- und Verwertungspotentialen werden Stoffe herangezogen,

- o die einen großen Massenanteil am Entsorgungsbedarf ausweisen,
- o für die praktikable Vermeidungs- und Verwertungstechnologien bestehen oder
- o die ein hohes Gefährdungspotential aufweisen.

Die Angaben zum "Technischen Verringerungspotential" ergeben sich aus einer Bewertung aller verfügbaren technischen und abfallwirtschaftlichen Daten und Unterlagen, wobei eine rein theoretische Betrachtung unter bestmöglicher Berücksichtigung offensichtlicher Hemmnisse für die Realisierung erfolgte. Unberücksichtigt bleiben daher Probleme der Marktgängigkeit von Produkten aus Sekundärrohstoffen, die Bereitschaft zur Errichtung von Anlagen, die Unverhältnismäßigkeit der Kosten, Zeitvorgaben für die Realisierung u.a. Die angegebenen Potentiale sind als grobe Schätzung zu betrachten.

Zur Absicherung dieser Werte sind weiterführende Untersuchungen notwendig, die vorwiegend praktische Aspekte zu berücksichtigen haben. Das praktische Wissen kommt in erster Linie direkt aus den Betrieben, weshalb die jeweiligen Dachverbände zur Durchführung solcher Untersuchungen aufgefordert sind.

5.1 Fette (z.B. Fritieröle)

Schlüsselnummer: 12302	Massenanteil - gesamt	rd.	0,1	%
	- gefährliche Abfälle	rd.	4,1	%
	Abgeberbetriebe gem. AbfDV	rd.	8.400	

Masse	40.000	t	Technisches Verringerungspotential bis zu 100 %
-------	--------	---	---

Altspeisefette und -öle sind gemäß BGBl 1990/771 Problemstoffe und unterliegen seit dem 15.2.1991 der Verordnung über die Festsetzung gefährlicher Abfälle (BGBl 1991/49). Sie sind als solche getrennt zu sammeln, um eine Reduktion der Belastung von Kläranlagen zu ermöglichen.

In Österreich werden jährlich rd. 259.000 t tierische und pflanzliche Fette zur Ernährung in den verschiedensten Bereichen eingesetzt (Österreichisches Statistisches Zentralamt, 1990). Abfallrelevant sind jedoch nur Mengen, die aus dem sogenannten "Heißgebrauch" (braten, backen, fritieren) resultieren. Berücksichtigt man die bei der Verwendung auftretenden Verluste (z.B. Fettaufnahme durch Nahrungsmittel, mit dem Spülwasser abgehende Teile, Schwund), kommt man zu einer theoretisch sammelbaren Menge von rd. 37.000 t/a. Auswertungen aus dem Abfalldatenverbund für das Bezugsjahr 1993 (Datenstand 6.6.1994) zeigen, daß bis dato rd. 8.000 t gesammelt und einer Verwertung zugeführt wurden.

Die größten Massen an gebrauchten Fetten und Fritierölen fallen in Haushalten an. Nachwievor wird aufgrund fehlender Informationen sowie ungenügender Entsorgungsmöglichkeiten nur ein Bruchteil (rd. 2,3 % !) des Sammelpotentials erfaßt. Der weitaus größte Teil wird unzulässigerweise über die Kanalisation entsorgt (rd. 30.000 t). Die Sammlung erfolgt sowohl bei den permanenten Problemstoffsammelstellen (Recyclinghöfe, Bauhöfe) als auch im Rahmen der periodischen Problemstoffsammlungen im Bringsystem.

Die in Gastronomiebetrieben anfallenden Fette und Fritieröle werden großteils von befugten Sammlern im Holsystem erfaßt. Im Gegensatz dazu fallen in der Industrie Speiseöle und Fritierfette mit weitgehend gleichbleibender Qualität an, die praktisch zur Gänze durch Sammelbetriebe im Holsystem erfaßt werden.

Von den im Jahr 1993 gesammelten rd. 8.000 t Altfetten wurden rd. 1.200 t exportiert und im Ausland zu Futtermitteln verar-

beitet, obwohl die Gesetzgebung in Österreich grundsätzlich auch diesen Verwertungsweg offenhält. Die im Inland verbliebene Menge wurde zur Seifenherstellung sowie zur Herstellung von Dieseltersatzstoff (nach Umesterung zu Methylester) verwendet. Von geringer quantitativer Bedeutung sind die Verlustschmiermittelerzeugung und die Kompostierung.

Insgesamt sind derzeit in Österreich drei Fettschmelzanlagen, vier Verseifungsanlagen und eine Anlage zur Biodieselherstellung mit einer gesamten Aufarbeitungskapazität von mindestens 12.500 t/a in Betrieb. Zusätzliche Kapazitäten werden durch die in Bau befindliche Anlage zur Biodieselherstellung geschaffen.

Im Bereich der Verlustschmiermittelerzeugung können gebrauchte Speiseöle nur zu einem geringen Teil verwertet werden, da die gestellten Qualitätsanforderungen sehr hoch sind.

Ist aufgrund der Unerfüllbarkeit von Qualitätsanforderungen eine stoffliche Verwertung der Altspeisefette und -öle nicht durchführbar, ist eine energetische Verwertung in entsprechenden Anlagen anzustreben. Dabei ist zu beachten, daß Altfette als sogenannte "nachwachsende Rohstoffe" eine ausgeglichene CO₂-Bilanz aufweisen und in vielen Bereichen fossile Brennstoffe substituieren können.

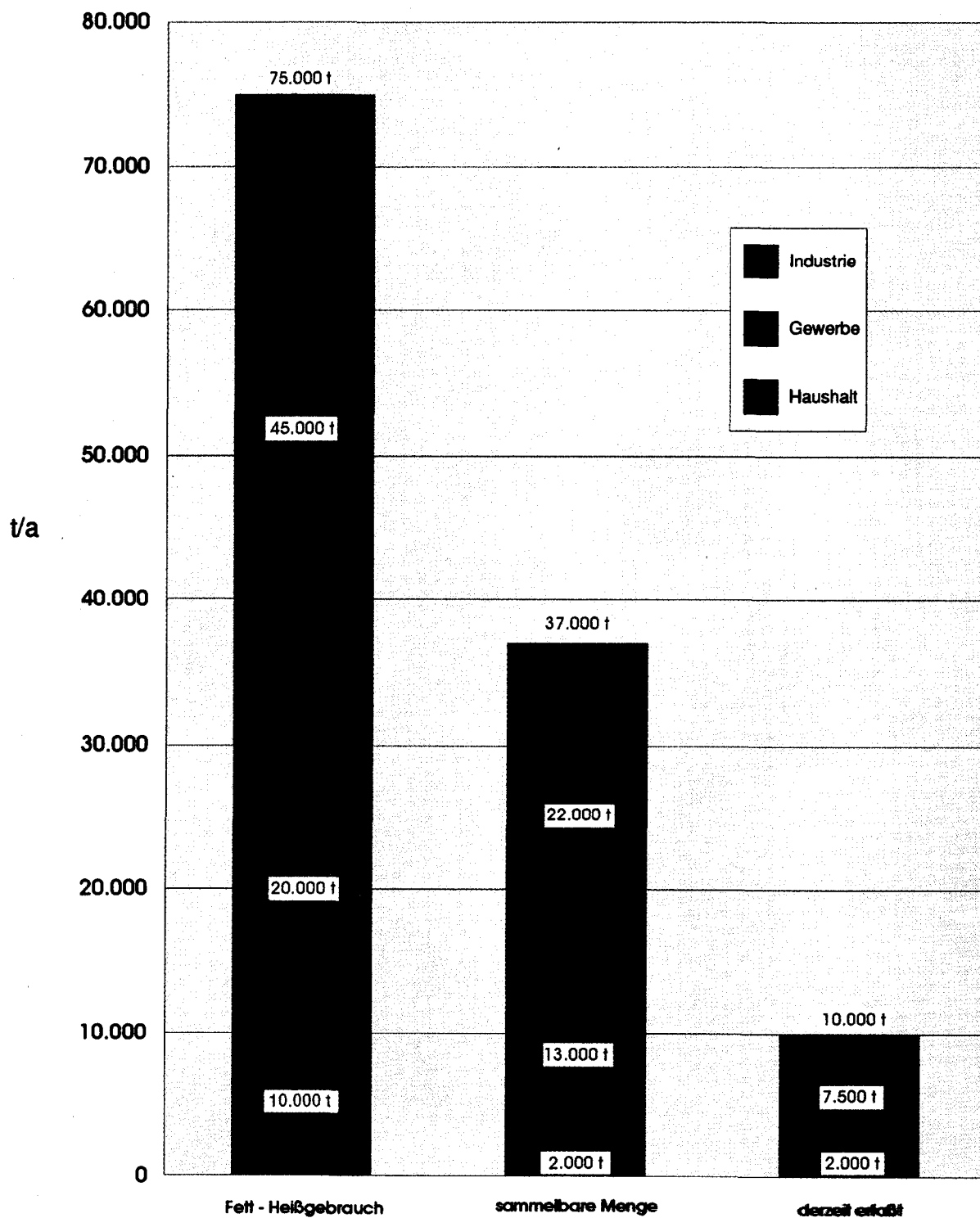
Vermeidungsmöglichkeiten können aufgrund unveränderter Bedarfsstrukturen nicht erkannt werden, jedoch stehen nach getrennter Sammlung mehrere Arten der Verwertung zur Diskussion.

Prinzipiell gibt es für die Verwertung von Altspeiseölen und -fetten folgende Möglichkeiten:

- o stoffliche Verwertung: Seifenherstellung
Futtermittelerzeugung
Schmiermittelherstellung
(Kompostierung)
- o energetische Verwertung: Herstellung von Methylester als Dieseltersatz
Verbrennung

Gebrauchte Speisefette können zu Flüssig- und Schmierseife sowie Seifenpulver verarbeitet werden. Diese stoffliche Verwertungsmöglichkeit wird derzeit von einigen Betrieben angewandt und erschließt einen kleinen, mengenmäßig begrenzten Absatzmarkt. Daneben werden die gebrauchten Fette und Fritieröle in Fettschmelzanlagen gereinigt und als Sekundärrohstoff an die chemische Industrie bzw. Futtermittelindustrie abgegeben.

Verteilung der aus dem Heißgebrauch anfallenden Fettmengen



Quelle: Fettstudie - Kurzfassung 12/91, erstellt von Austria Recycling im Auftrag der BWK

5.2 Häute und Lederabfälle

Schlüsselnummer: 14	Massenanteil - gesamt	rd.	0,3	%
	- gefährliche Abfälle	rd.	-	%
	Abgeberbetriebe gem. AbfDV	rd.	-	

Masse	127.100 t	Technisches Verringerungspotential über 50	%
-------	-----------	--	---

Das Hauptabfallproblem für lederverarbeitende Betriebe liegt bei kleinflächigen Stanz- und Schneideabfällen aus chromgegerbtem Leder. Bislang konnte hier durch Optimierung der Schneidetechniken versucht werden, zur Abfallverringerung beizutragen. Mittlerweile bemüht sich jedoch bereits ein Lederverarbeitungsbetrieb in Kärnten im Rahmen der Teilnahme der PREPARE-Initiative (siehe Kap. 4.4) um die Verarbeitung der Stanzabfälle in der eigenen Produktion (Herstellung "modischer Einlagen"). Dadurch kann ein beträchtlicher Anteil (derzeit 30 %) dieser Chromlederabfälle vermieden werden.

Die Lederherstellung ist zweifellos eine der ältesten Technologien, denn solange die Menschen ihren Fleischbedarf durch Erlegen und Schlachten von Tieren decken, fällt die Haut dabei als Abfall an. Erst durch die Veredelung zu Leder, das als Halbfertigprodukt im Zuge der Verarbeitung eine weitere Veredelung erfährt, wird der Abfallstoff Haut zum Wirtschaftsgut. Die Tätigkeit und Funktion des Gerbers entspricht somit - aus heutiger Sicht - der eines Abfallentsorgers bzw. -verwerter.

Aber ebenso alt wie die Lederherstellung selbst ist die damit zwangsläufig verbundene Belastung der Umwelt durch

- o Abwasser
- o Abluft
- o feste Abfälle

Die rohe Haut stellt ein verderbliches, fäulnisanfälliges Produkt dar, dessen Entsorgung/Verwertung deshalb möglichst rasch nach dem Schlachtvorgang erfolgen muß. Die zwecks mikrobieller Stabilisierung der Haut - üblicherweise mit Salz - durchgeführte Konservierung ist in der Wirkung zeitlich unbegrenzt und belastet die Umwelt - insbesondere das Abwasser - erheblich.

Die Gerbung der Haut stellt gleichfalls eine Form der "Konservierung" dar, die jedoch zeitlich unbegrenzt anhält und deren Endprodukt - das Leder - ein hohes Maß an Wertschöpfung beinhaltet.

Obwohl sich in den Jahren seit Ende des 2. Weltkrieges die Zahl der ledererzeugenden Betriebe in Österreich deutlich reduziert hat, ist - bedingt durch Rationalisierungsmaßnahmen und technische Entwicklungen - die Produktivität gleich geblieben und in einigen Bereichen sogar gesteigert worden. Erforderliche Umstrukturierungen infolge des Aufkommens von synthetischen Werkstoffen, sowie notwendige Adaptierungen am Umweltsektor wurden von einigen Betrieben nicht vollzogen.

Die tägliche Einarbeitungsquote der ledererzeugenden Betriebe Österreichs beträgt durchschnittlich 250 Tonnen Rohhaut; rund 60 % davon aus heimischer Provenienz! Verarbeitet werden - entsprechend der Produktpalette - Rindhäute, Kalbfelle, Kleintierfelle (Schafe, Ziegen) sowie Wilddecken.

Der österreichischen ledererzeugenden Industrie ist es in den vergangenen Jahren gelungen, die traditionelle Massenlederproduktion zu verlassen und in Bereichen der Herstellung qualitativ hochwertigster Leder, die höchsten Anforderungen entsprechen müssen - wie z.B. Leder für Auto-, Flugzeug-, Eisenbahntapezierung, Polstermöbel u.ä. - einen Spitzenplatz im Feld der internationalen Konkurrenz zu erringen.

Bei den ledererzeugenden Gewerbebetrieben dominiert neben Schuhober- und Taschenleder sowie Leder für Spezialzwecke (technische Leder, Musikinstrumentenleder, Pergament u.ä.) das Sämischleder für Bekleidungszwecke.

Der Exportanteil der ledererzeugenden Betriebe Österreichs beträgt mehr als 95 %! und stellt somit einen nicht unerheblichen Beitrag zum Ausgleich der Handelsbilanz dar (Exportländer: Skandinavien, BRD, USA, Australien, Canada, Japan usw.).

Die ledererzeugenden Betriebe Österreichs haben bereits vor geraumer Zeit in Zusammenarbeit mit dem Bundesministerium für Umwelt und dem Umweltbundesamt begonnen, ein Branchenkonzept zur Abfallvermeidung bzw. -verwertung zu entwickeln und zu erstellen.

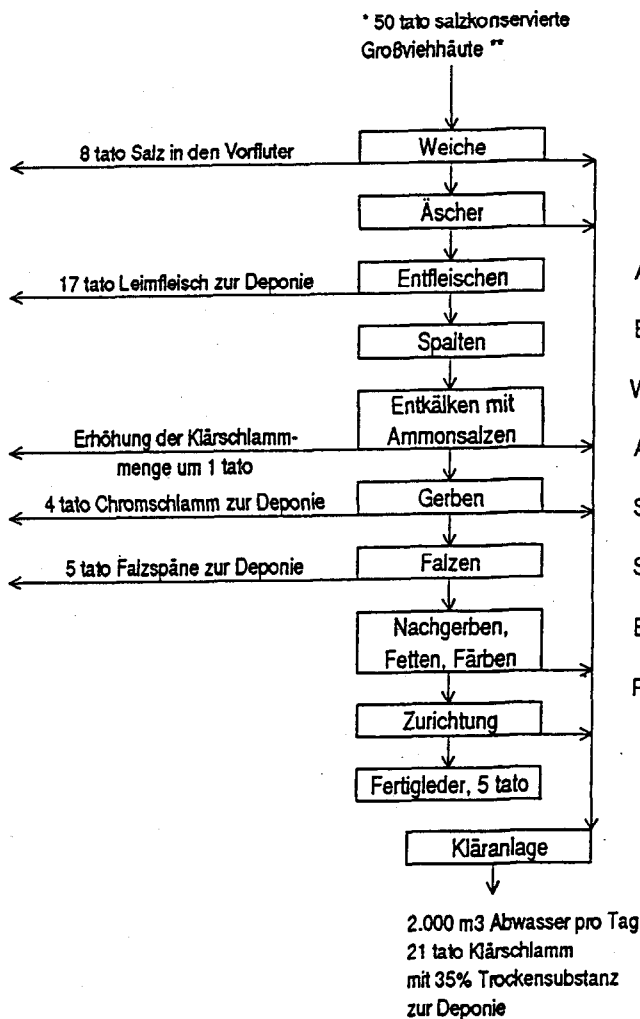
Durch Umsetzung dieses Branchenkonzeptes konnte vorwiegend durch technologische Innovationen gegenüber herkömmlichen Lederherstellungsverfahren eine Massenreduktion der Abfälle von ca. 40 % errechnet werden (Andres, 1995).

Im folgenden sind diese Innovationen anhand einer Gegenüber-

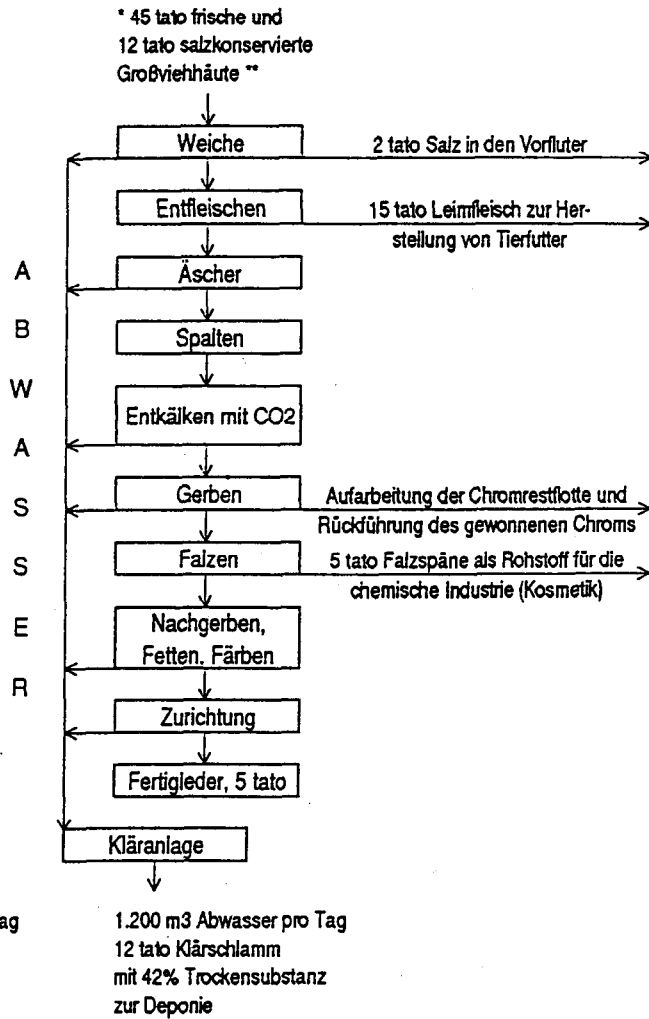
stellung zum konventionellen Verfahren dargestellt. Den Text für diese Darstellung hat die Fa. Wollsdorf Leder zur Verfügung gestellt, die alle nutzbringenden Innovationen konsequent umgesetzt und zum Teil sogar selbst entwickelt hat.

Verfahren zur Herstellung von Polsterleder

Konventionelles Verfahren



Wollsdorfer Verfahren



Zu deponierender Abfall: 47 tato
 Salz in den Vorfluter: 8 tato
 Vermiedener Abfall:
 Verwerteter Abfall:

12 tato
 2 tato
 21 tato
 20 tato

*) tato = Tonnen pro Tag

**) Beide Mengen entsprechen einer Frischhautmenge von 60 tato: beim Salzkonservieren verliert die Haut Wasser, andererseits kommt das Gewicht des Konservierungssalzes dazu, sodaß durchschnittlich eine Tonne Frischhaut nach der Salzkonservierung nur mehr 850 kg wiegt.

"Wie aus der umseitigen Grafik ersichtlich ist, verringert sich bei dem von Wollsdorf Leder praktizierten Verfahren die effektive Abfallmenge um 75 %. Für unser Unternehmen bedeutet das eine Reduktion der zu deponierenden Abfallmasse von 11.300 t/a auf 2.900 t/a.

Wirtschaftlich gesehen ergibt dies bei einem durchschnittlichen Deponiekostenaufwand von 2.000,-- /t eine jährliche Kosteneinsparung von 16,8 Mio Schilling.

Frischhauteinarbeitung

Konventionelles Verfahren

Hier werden Häute, die mit Kochsalz konserviert sind, verarbeitet. In der ersten Produktionsstufe, der sogenannten "Weiche", wird dieses Salz mit Wasser herausgewaschen und geht über meist vorhandene Abwasserreinigungsanlagen in den Vorfluter.

Wollsdorf Leder

Bereits 1987 begannen wir damit, die frischen, unkonservierten Häute bei einer Temperatur von 4 Grad C in einem Kühlhaus zu lagern - bei Zimmertemperatur würden diese Häute nach wenigen Stunden verderben. Parallel dazu haben wir als erste größere Lederfabrik gemeinsam mit unseren Partnern eine Logistikkette aufgebaut (Schlachthof - Hauthandel - Lederfabrik), die einen raschen Transport der Rohhäute vom Schlachthof ins Kühlhaus gewährleistet. Trotz dieser Maßnahmen sind auch wir auf salzkonservierte Ware angewiesen, da die Lieferung von Frischhäuten seitens der Schlachthöfe nur unregelmäßig erfolgt, wir aber kontinuierlich etwa 1.300 Häute pro Tag verarbeiten und salzkonservierte Ware als Puffer benötigen. Dennoch liegen wir mit 75 % an verarbeiteten Frischhäuten um 50 % über dem europäischen Durchschnitt. Abfallvermeidung: 6 t/d.

Grünentfleischung

Konventionelles Verfahren

Die aus der "Weiche" kommenden Häute werden nun im "Äscher"

weiterverarbeitet. Durch Zugabe von Kalk und Sulfiden werden die Haare aufgelöst. Gleichzeitig wird die Haut so aufgequollen, daß sie für die nachfolgenden mechanischen Prozesse eine gewisse Stabilität erreicht. Anschließend muß das auf der Haut verbleibende Fleisch entfernt werden, da es bei der Lederherstellung stört. Das so produzierte "Leimfleisch" kann nur mehr, da es ja mit Kalk und Sulfiden verunreinigt ist, als Abfall entsorgt werden.

Wollsdorf Leder

1991 haben wir gemeinsam mit einem italienischen Maschinenhersteller ein Verfahren entwickelt, das es erlaubt, die Häute vor dem Äscher zu entfleischen. Das hierbei anfallende Leimfleisch (Hautfleisch) ist frei von Chemikalien und kann als wertvoller Rohstoff der Tierfutterherstellung zugeführt werden. Abfallvermeidung 2 t/d und Abfallverwertung 15 t/d.

Entkalkung

Konventionelles Verfahren

In einem der nächsten Arbeitsgänge muß der Kalk aus der Haut entfernt werden. Konventionell geschieht dies mit Ammonsalzen, die den Stickstoffgehalt des Abwassers erhöhen und somit in der Kläranlage erheblichen Schlamm produzieren, der wiederum deponiert werden muß.

Wollsdorf Leder

Seit 1990 entkälken wir mit CO_2 . Daraus resultiert ein wesentlich geringerer Stickstoffanteil im Abwasser, welches wiederum eine Reduktion des zu deponierenden Klärschlammes bedeutet. Abfallvermeidung 1 t/d.

Gerben

Konventionelles Verfahren

Durch Zuhilfenahme von Chromsalzen wird die tierische Haut in Leder umgewandelt (Gerben). Die eingesetzten Chromsalze werden nicht vollständig vom Leder aufgenommen - ein Teil

bleibt im Abwasser. Dieser Rest wird mit Kalk ausgefällt und geht als Chromschlamm auf die Deponie.

Wollsdorf Leder

Bereits Mitte der 80er Jahre haben wir ein Verfahren entwickelt, womit das Chrom aus dem Abwasser ausgefällt und anschließend wieder in den Gerbprozeß zurückgeführt werden kann. Dadurch erreichen wir eine insgesamt Chromausnutzung von über 90 % gegenüber 60 % beim konventionellen Verfahren. Abfallvermeidung 4 t/d.

Falzen

Konventionelles Verfahren

Nach dem Gerben werden die Häute durch "Falzen" auf die genaue, vom Kunden gewünschte Stärke gebracht. Dabei werden Stärkeunterschiede durch "Abhobeln" der Hautunterseite ausgeglichen. Die dabei anfallenden Falzspäne werden deponiert, da kaum eine sinnvolle Verwendungsmöglichkeit besteht.

Wollsdorf Leder

Vor einigen Monaten ist es uns in Zusammenarbeit mit einem führenden Unternehmen der deutschen Großchemie gelungen, den Gerbprozeß so zu verändern, daß Falzspäne in einer Qualität anfallen, daß sie als wertvoller Ausgangsstoff für die Herstellung von Proteinen für die Kosmetikindustrie verwendet werden können. Abfallverwertung 5 t/d.

Die weiteren Verfahrensschritte zur Herstellung von Fertigleder unterscheiden sich bei uns nur in Details von jenen des konventionellen Verfahrens, daher verzichten wir hier darauf, näher auf sie einzugehen.

Kläranlage

Wie viele unserer Branche reinigen auch wir unsere Abwässer mit einer betriebseigenen vollbiologischen Kläranlage. Sie könnte vergleichsweise eine Stadt mit 60.000 Einwohnern entsorgen. 1986 wurde die 1978 erbaute Anlage auf den heutigen Stand gebracht. Während, laut Literaturangaben, Mitbewerber, die in der Größe mit unserem Unternehmen vergleich-

bar sind, täglich 2.000 m³ Abwasser produzieren, bei dessen Reinigung 21 t Klärschlamm pro Tag mit 35 % Trockensubstanz zur Deponierung anfallen, müssen wir lediglich 1.200 m³ pro Tag reinigen und erhalten dabei 12 t Klärschlamm/Tag mit 42 % Trockensubstanz, die es zu lagern gilt.

Die Unterschiede liegen hier vor allem in der Prozeßführung. So achten wir beim Einsatz der für die Lederherstellung notwendigen Chemikalien nicht nur auf deren Wirtschaftlichkeit und die Qualität des zu erzeugenden Leders, sondern auch auf die Klärschlammmenge.

Schließlich konnten wir seit 1991, durch die Adaptierung zahlreicher konventioneller Abwasserreinigung- und Schlammkonditionierungsmethoden, die Menge des anfallenden Klärschlammes deutlich verringern.

Es ist für uns eine Selbstverständlichkeit, daß das in den Vorfluter abgegebene Abwasser den strengsten österreichischen und internationalen Normen entspricht.
Abfallvermeidung: 9 t/d.

Technisch sind heute alle von uns angewandeten Prozeßschritte, mit Ausnahme der Falzspanaufbereitung bekannt. Bei einigen Prozessen, wie der Frischhauteinarbeitung oder der Grümentfleischung waren wir als Pioniere tätig.

Obwohl es in Mitteleuropa kaum noch Lederfabriken gibt, die ausschließlich nach dem konventionellen Verfahren arbeiten, glauben wir weltweit das einzige Unternehmen zu sein, das all diese Methoden bei der Verarbeitung anwendet.

Wirtschaftliche Aspekte

Neben der Reduktion der Deponiekosten gegenüber dem konventionellen Verfahren um 16,8 Mio Schilling im Jahr, bringt uns moderne Technologie noch weitere wirtschaftlichen Vorteile.

Frische Häute bringen eine um etwa 3 % höhere "Ausbeute" als gesalzene (Vergleich: benötigte kg Hautgewicht, das wir kaufen, mit m² Leder, das wir verkaufen). Außerdem sind die Häute weniger beschädigt, sodaß wir einen höheren Lederpreis erzielen. Vorteil: 8,8 Mio Schilling im Jahr.

Vom Chemikalieneinsatz ist die CO₂-Entkalkung billiger als jene mit Ammonsalzen. Ersparnis: 2,8 Mio Schilling im Jahr.

Durch höhere Ausnutzung des Chroms müssen weniger Chromsalze zugekauft werden. Ersparnis: 0,9 Mio Schilling im Jahr.

Selbstverständlich haben wir bei keiner unserer Maßnahmen Abstriche bei der Lederqualität gemacht. Leder ist ein Luxusprodukt, Qualitätsminderung wird vom Markt nicht toleriert."

5.3 Holzabfälle

Schlüsselnummer: 17 ohne 17201	Massenanteil - gesamt	rd.	9	%
	- gefährliche Abfälle	rd.	1	%
	Abgeberbetriebe gem. AbfDV		8	

Masse	3,5 Mio t	Technisches Verringerungspotential bis zu 100 %
-------	-----------	---

Das Massenpotential von Holzabfällen und Produktionsreststoffen wird mit rd. 3,5 Mio. t angegeben. Der Anfall erstreckt sich beginnend vom Holzeinschlag, über die Verarbeitung in Sägewerken und Industrie- und Gewerbebetrieben bis hin zum Konsumenten.

Soweit Holz dem Systemmüll- und Sperrmüllbereich zuzuordnen ist, wurden diese Massen bereits bei den Abfällen aus Haushalten und ähnlichen Einrichtungen berücksichtigt. Die aus der Holzverarbeitenden Industrie, dem Holzverarbeitenden Gewerbe rd. 874.000 t stammenden Restholzmassen werden bereits heute zu 98 % verwertet. Dieser hohe Verwertungsanteil ist mit großer Wahrscheinlichkeit auch bei Rinden, Schwarten, Spreißel, Sägemehl und -spänen gegeben.

Für den Bereich der Holzabfälle wurde vom Institut für Verfahrens-, Brennstoff- und Umwelttechnik der TU Wien unter Mitarbeit des Österreichischen Holzforschungsinstitutes sowie des Umweltministeriums und des Umweltbundesamtes ein Branchenkonzept erarbeitet, das aufbauend auf einer Bestandsaufnahme in der Holzverarbeitenden Industrie und im Holzverarbeitenden Gewerbe sowie im Haushalts- und Baubereich Angaben zur Vermeidung und Verwertung von Restholz und Holzabfällen enthält.

Restholz fällt in Sägewerken (Rinde, Vollholz, Sägespäne) und weiterverarbeitenden Betrieben (Sägespäne, Hobelspäne, Splitter, stückige Abfälle, Ausschuß, verunreinigte Abfälle) an. Altholz umfaßt gebrauchte Materialien (Paletten, Kisten, Eisenbahnschwellen, Bau- und Abbruchholz, Altmöbel u.a.), die für den ursprünglichen Verwendungszweck nicht mehr verwendbar sind. Bei Altholz ist zwischen naturbelassenen und behandelten bzw. imprägnierten Altholzsortimenten zu unterscheiden. Naturbelassenes Altholz aus Kabeltrommeln, Paletten, Kisten u.ä. kann, obwohl das Material bereits eine Verwendung durchlaufen hat, über Sortiervorgänge zurückgewonnen und damit stofflich verwertbar gemacht werden.

Vermeidung

Die Vermeidung des Restholzanfalls erfolgt am besten durch den Einsatz von präzise arbeitenden Maschinen, welche mit geringsten Toleranzen und Übermaßen arbeiten. Ein weiteres Vermeidungspotential ist durch organisatorische Maßnahmen bei der Rundholzbereitstellung durch eine Verbesserung bei der Holz Trocknung ausschöpfbar. Nachfolgend werden für einige Holzprodukte bereits durchgeführte Vermeidungsmaßnahmen vorgestellt sowie Angaben über die zukünftige Entwicklung gemacht.

Schnittholz

Grundsätzlich ergibt sich der Anfall von Resthölzern in der Sägewirtschaft aufgrund folgender Fakten und Zusammenhänge:

- o Rundholz hat einen annähernd runden Querschnitt, wogegen Schnittholz grundsätzlich kantig ist und zumeist einen rechteckigen, teilweise auch quadratischen Querschnitt hat.
- o Zusätzlich weisen die Stämme aufgrund ihres Wachstums eine gewisse Konizität und Krümmung auf.

Im Hinblick auf eine möglichst hohe Schnittholzausbeute begegnet man obigen Sachverhalten durch nachfolgende organisatorische und technische Maßnahmen:

- o optimale Ausformung des Langholzes (teilweise EDV unterstützt)
- o Durchmessersortierung (möglichst von 1 cm zu 1 cm)
- o Entrindung
- o Krummschnitteinrichtung
- o Schnittfugenminimierung durch Einsatz von Band- oder Doppelwellenkreissägen
- o Minimierung der Oberflächenrauigkeit

Obwohl sich die Ausbeuteoptimierung bereits auf sehr hohem Niveau befindet, werden Versuche zu einer alternativen Schnittholzproduktion unternommen. Erwähnenswert in diesem Zusammenhang sind das Schneiden mit Wasserstrahl oder Laser und die spanlose Herstellung von Kanthölzern durch Pressen nach Plastifizierung.

Weiters ist in Zukunft damit zu rechnen, daß durch eine Abkehr von der derzeit üblichen Schnittholzproduktion in 0,5 m

Längen hin zu auftragsbezogenen Längen eine weitere Reduzierung von Restholz bewirkt wird.

Eventuell könnte in Zukunft eine Erkennung innerer Holzfehler noch vor der Verarbeitung eine ausbeuteoptimierte Verarbeitung ermöglichen. Erste Ansätze solcher Techniken sind im Ausland bereits in Erprobung.

Spanplatten

Eine Verminderung des Industrierestholzanfalls erfolgt durch Reduzierung des Schleifübermaßes und durch teilweise industriellen Zuschnitt auf Verbrauchermaße.

Besäumabschnitte und Schleifstaub können wieder in die Produktion einfließen. Es kann davon ausgegangen werden, daß der Zuschnitt in Zukunft in noch höherem Maße kundenspezifisch durchgeführt werden wird, was eine weitere Verringerung des Plattenverschnitts beim Kunden bewirkt.

Weiters ist zu erwarten, daß neben den derzeit verwendeten Bindemitteln in Zukunft auch "natürliche" Klebstoffe auf Ligninbasis (aus Sulfitablauge hergestellt) zum Einsatz kommen werden.

Faserplatten

Der Einsatz des modernen Trockenverfahrens bewirkt den Wegfall der bisher problematischen Produktionsabwässer. Anfällende Produktionsreste können wieder eingesetzt werden. Ein EDV-unterstützter Zuschnitt auf Verbrauchermaße direkt beim Produzenten stellt eine optimale Ausbeute sicher. Es ist vorstellbar, daß in Zukunft völlig bindemittelfreie Faserplatten hergestellt werden können.

Massivholzplatten

Die Herstellung der Lamellen erfolgt durch den Einsatz von Bandsägen und Messermaschinen mit geringen Schnittverlusten. Auch Massivholzplatten werden auf Kundenwunsch in Fertigmaßen geliefert. Ein vermehrter Einsatz von Messermaschinen zur spanlosen Produktion der Lamellen könnte zu einer weiteren

Ausbeuteerhöhung des eingesetzten Holzes führen. Darüberhinaus ist eine Ausschußreduzierung durch entsprechende Maßnahmen bei der Sortierung und Auswahl der eingesetzten Hölzer zielführend.

Mit der Entwicklung der spanlosen Lamellenherstellung wurde ein wesentlicher Schritt in Richtung einer abfallarmen Produktionsweise gesetzt. Weitere Entwicklungen in dieser Richtung sind zu erwarten.

Furniere und Sperrholz

Eine Vermeidung von Resthölzern erfolgt primär über eine entsprechende Sorgfalt bei der Rohholzauswahl und -ausformung. Beim Furnierschälen ist es möglich, durch den Einsatz von Teleskopeinspannungen die Ausbeute dadurch zu erhöhen, daß die Restrollenverluste minimiert werden. Innere Fehler im Rundholz können derzeit nicht erkannt, sondern bei entsprechender Erfahrung aufgrund äußerer Merkmale nur vermutet werden. Während in anderen Bereichen, wie z.B. in der Medizin die Scanning-Technik mit gutem Erfolg verwendet wird, ist sie für den Einsatz in der Holzverarbeitung noch nicht praxistauglich. Es ist jedoch zu erwarten, daß diese Technik auch hinsichtlich einer Vermeidung von Restholz weiterentwickelt wird, was eine Minimierung von Ausbeuteverlusten bewirken könnte.

Wie bei der Furnierherstellung bieten auch bei der Sperrholzproduktion die Rundholzauswahl und -ausformung die besten Möglichkeiten einer wirksamen Restholzvermeidung. Der Einsatz von Maschinen zum Ausschneiden (Clippen) von Fehlstellen führt in Kombination mit Furnierklebeeinrichtungen zu einer zusätzlichen Ausbeuteerhöhung. Da die Sperrholzherstellung in der Regel direkt an die Furniererzeugung gekoppelt ist, gelten auch hier die bereits für die Furniere erwähnten Möglichkeiten.

Hobelwaren

Im Sinne einer höchstmöglichen Vermeidung von Ausschuß erfolgt eine sorgfältige Auswahl und Sortierung der verwendeten Hölzer. Trocknungsschäden werden durch eine möglichst schonende Trocknung gering gehalten. Durch den Einsatz modernster Technik bei der Schnittholzerzeugung liegt der Restholzanteil in Hobelwerken bei ca. 8 % des eingesetzten Holzes.

Inwieweit in Entwicklung befindliche neue Techniken (z.B. Planfräsen) zu einer weiteren Verringerung des Restholzanteiles beitragen können, ist derzeit noch nicht absehbar.

Möbel

In zunehmendem Maße werden von den möbelerzeugenden Firmen die Rohstoffe schon in Form von Zuschnitten mit Fertigmaßen eingekauft, um Verluste beim Zuschnitt weitestgehend zu vermeiden. Neuartige Produktionsverfahren mit wesentlichem Einfluß auf die Abfallvermeidung bei der Möbelherstellung sind in naher Zukunft nicht zu erwarten.

Parkett

Eine Vermeidung von Resthölzern erfolgt durch den Einsatz von modernen, präzise arbeitenden Maschinen, welche mit geringsten Toleranzen und Übermaßen arbeiten. Eine weitere Ausbeuteerhöhung erscheint einerseits durch organisatorische Maßnahmen bei der Rundholzbereitstellung sowie durch eine Verbesserung bei der Holz Trocknung machbar. Sowohl zu lange bzw. falsche Rundholzlagerung als auch Trocknungsfehler führen zu Holzverfärbungen, welche von den Kunden nicht angenommen werden und somit ausschlußverursachend sind. Es gibt Bemühungen, die Decklagen von Fertigparkett spanlos (durch Spalten) herzustellen. Diese Technik wird zu einer weiteren Restholzverminderung führen.

Fenster

Bei der Herstellung von keilgezinkten Kanteln ist es möglich, durch Fehlerauskappung die Ausbeute an brauchbarem Holz wesentlich zu erhöhen. Zum Teil werden die Eckverbindungen nicht durch Schlitz-Zapfen-Verbindungen, sondern durch Dübelung hergestellt, wodurch Fräsverluste vermieden werden. Eine weitere Vermeidung von Industrieresthölzern ist nur über Neuentwicklungen bei den Fensterprofilen zu erwarten.

Türen

Die Verwendung keilgezinkter Hölzer bewirkt eine Verringerung des Anfalls von, für die Türenproduktion unbrauchbaren Abschnitten, insbesondere bei den Rahmenhölzern. Aufgrund der

Tatsache, daß bei den derzeit gebräuchlichen Herstellverfahren nur noch geringe Mengen an Resthölzern anfallen, ist mit wesentlichen Neuerungen in naher Zukunft nicht zu rechnen. Eventuell könnte der Anfall von Resthölzern beim Zuschnitt und beim Kaliberschleifen (auf Enddicke) durch die Einhaltung geringerer Toleranzen verringert werden.

Fertighausbau

Unabhängig davon, in welcher Bauweise ein Holzhaus errichtet wird, können Resthölzer am wirkungsvollsten durch entsprechende Maßnahmen beim Holzeinkauf und -einsatz und durch eine exakte Planung vermieden werden. Ergänzt werden diese Maßnahmen durch die Verwendung von verleimten Hölzern. Die österreichische Fertighausindustrie hat insgesamt ein sehr hohes Niveau, auch hinsichtlich der Vermeidung von Resthölzern, erreicht.

Da Fertighäuser stets aus Einzelkomponenten, wie z.B. Schnittholz, Holzwerkstoffplatten, Fenstern, Türen, etc. errichtet werden, gelten sinngemäß die in den jeweiligen Abschnitten beschriebenen Vermeidungsmaßnahmen.

Dachtragwerke

Die Vermeidung von Resthölzern erfolgt primär durch die - auch aus wirtschaftlichen Gründen - notwendige exakte Auswahl des für den jeweiligen Bauteil optimalen Schnittholzes in Hinblick auf Länge und Qualität. Eine weitere Vermeidung erzielt man durch den Einsatz von Abbundmaschinen infolge der Präzision dieser Maschinen und des damit verbundenen minimalen Anfalles von Ausschussteilen. Ein weiterer Vorteil dieser Maschinen liegt im zentralen Anfall aller bearbeitungsbedingten Resthölzer.

Weiterentwicklungen von Trägern (spezielle Profile, Verbundkonstruktionen, etc.) erfolgen zumeist in Hinblick auf eine Materialeinsparung. Inwieweit derartige Maßnahmen gleichzeitig eine Verringerung von Abfällen bewirken, ist im Einzelfall zu prüfen.

Holzimprägnierungen

Die Vermeidung von Resthölzern erfolgt in mehrerer Hinsicht.

Durch entsprechende Maßnahmen wird schon bei der Holzauswahl versucht, eine möglichst hohe Ausbeute an imprägnierten Hölzern zu erzielen. Weiters werden teilweise vor dem Rundfräsen quadratische Querschnitte erzeugt, um den Anfall von schlecht verwertbaren Frässpänen möglichst gering zu halten.

Darüberhinaus wird in der Kesselimprägnierwirtschaft versucht, sämtliche Bauteile möglichst vor der Imprägnierung fertig zu bearbeiten (Ablängen, Fräsen, Bohren, etc.) um zu verhindern, daß imprägnierte Holzabfälle anfallen.

Derzeit sind verschiedene neuartige Werkstoffe und Wirkstoffkombinationen in Erprobung, wobei eine Verbesserung folgender Eigenschaften angestrebt wird:

- o Hohe Umweltverträglichkeit
- o Hohe spezifische Wirksamkeit gegenüber den zu erwartenden Schädlingen bei
- o möglichst geringen Anwendungsmengen

Bau- und Abbruchholz

Eine Vermeidung von Bau- und Abbruchholz ist nur durch Änderungen bei der Konstruktion bereits beim Bau von Neuanlagen erreichbar. Gelingt es die Nutzungsdauer von Bauwerken (durch Verbesserung von Bauweise oder Holzqualität) zu erhöhen, bedeutet dies ebenfalls ein Vermeiden von Abfall. Beispielsweise sollte für Parkettböden anstelle von melaminbeschichteten Holzbrettern Staffelh Holz verwendet werden. Dieses kann öfter abgeschliffen und neu versiegelt werden, während die beschichteten Platten nicht oder nur wenige Male renoviert werden können.

Eine nicht nur aus Gründen der Bauökologie anzustrebende Schadstoffentfrachtung neuer Bauteile erleichtert eine Wiederverwendung oder -verwertung nach Ende der Nutzungsdauer von Bauwerken. Bei Neubauten sollte daher der Einsatz von Holzschutzmitteln möglichst gering gehalten werden. Soweit möglich, sollte auf baulichen Holzschutz geachtet werden. Erst wo dieser nicht mehr ausreicht, sollen Holzschutzmittel angewendet werden. Eine weitere Schadstoffentfrachtung ist z.B. durch Verbot von besonders schadstoffhaltigen Holzzusatzstoffen (Holzschutzmittel, Klebemittel) oder durch Ersatz von schadstoffhaltigen Zusätzen und Holzschutzmitteln (z.B. Verwendung von "umweltfreundlichen" Schalölen) möglich. Hier ist vor allem der Gesetzgeber aufgerufen, durch legislative Maßnahmen unterstützend einzugreifen. Maßnahmen in dieser

Richtung können sich aber frühestens in 20 bis 30 Jahren auf die Bauschutzzusammensetzung auswirken.

Holzverpackungen

Ein kleiner Teil von Konsumverpackungen wird aus Holz gefertigt. Es handelt sich dabei vor allem um Verpackungen von Lebensmitteln der Luxusklasse (Wein- oder Champagnerkiste, Torten, Stollen, etc.). Solche Holzverpackungen sind mit der Leichtfraktion (Gelbe Tonne) zu sammeln und können daher (zumindest) energetisch verwertet werden. Ein Vermeidungspotential ist zwar prinzipiell gegeben, der Anwendungsbereich ist jedoch derart speziell und die anfallende Masse so gering, daß Veränderungen in diesem Bereich nicht diskussionswürdig erscheinen.

In der Industrie und im Gewerbe dienen Holzverpackungen vorwiegend als Transportbehältnisse (Obst- und Gemüsekisten, Paletten) und zur Transportsicherung (Holzverschlüge zum Schutz des Transportgutes). In diesen Bereichen sind sowohl das Massenpotential als auch die Möglichkeiten zur Vermeidung beachtlich. Durch Normierung von Holzverpackungen und deren Ausführung in wiederverwendbarer Form (stabile Bauweise) kann viel Rohmaterial eingespart werden. Zum bereits bestehenden System der Europaletten sollten daher weitere normierte Holzverpackungssysteme treten, um einen Großteil der Anforderungen mit wiederverwendbaren Verpackungen abdecken zu können.

Verwertung

Der überwiegende Anteil der bei der Produktion im Bereich der Holzverarbeitenden Industrie sowie des Holzverarbeitenden Gewerbes anfallenden, meist unbehandelten, naturbelassenen Industrieresthölzer wird verwendet für

- o innerbetriebliche energetische Verwertung (Raumwärme, Wärme für Trocknungsanlagen, Prozeßwärme, etc.)
- o innerbetriebliche und außerbetriebliche stoffliche Verwertung (Füllstoff, Keilzinkverleimung, Plattenproduktion)
- o Verkauf zur außerbetrieblichen energetischen Verwertung (private Haushalte, Industrie, Heizwerke)

- o Verkauf zur außerbetrieblichen stofflichen Verwertung (Plattenindustrie, Papier- und Zellstoffindustrie, Bauindustrie bzw. -gewerbe, Viehstreu in der Landwirtschaft, Kompostierung)

Besondere Bedeutung für die stoffliche Verwertung von Resthölzern aus holzverarbeitenden Betrieben haben die Span- und Faserplattenindustrie sowie die Papier- und Zellstoffindustrie. Im geringen Ausmaß wird Restholz zur Herstellung von Holzziegeln und Dämmstoffen eingesetzt. Die in diesen Bereichen bereits ausgenutzten Verwertungspotentiale werden im "Branchenkonzept Holz" ausführlich dargestellt. Darüberhinaus werden auch mögliche zukünftige Entwicklungen diskutiert.

Eine Erhöhung des Anteils der stofflichen Verwertung in der Plattenindustrie durch den Einsatz von unbehandeltem Altholz aus dem Haushalts- und Baubereich ist technisch möglich und sollte daher zukünftig verstärkt erfolgen.

Naturbelassenes, unbehandeltes Restholz soll zukünftig in verstärktem Ausmaß für die Energiegewinnung genutzt werden. Ebenso ist für verunreinigte Holzabfälle eine energetische Verwertung der derzeit praktizierten Deponierung vorzuziehen.

Zur energetischen Verwertung von Holzverpackungen stehen drei Hackschnitzelanlagen zur Verfügung, die Verträge mit der VHP (Verwertungsgesellschaft für Holzpackmittel und Paletten) abgeschlossen haben.

Aufbauend auf der umfassenden Bestandsaufnahme in Industrie und Gewerbe wurden für die stoffliche und energetische Verwertung von Rest- und Althölzern Qualitätsklassen ausgearbeitet.

Diese Qualitätsklassen sind nach den Gesichtspunkten stofflicher Verwandtschaft innerhalb der jeweiligen Klassen sowie nach steigendem Ausmaß an holzfremden Bestandteilen und chemischen Belastungen gebildet. Die Untergliederung der Restholz- und Altholzsortimente entspricht weitgehend der Stoffgruppenunterteilung für die holzverarbeitende Industrie, versucht jedoch auch gleichzeitig, sich an die Restholz-Systematik der österreichischen Forstinventur anzulehnen. Diese Einteilung berücksichtigt einerseits den Anforderungen an diese Stoffe zur Verbrennung in Feuerungsanlagen mit entsprechendem Ausrüstungsstandard und andererseits grundsätzlich den Anforderungen an die meisten stofflichen Verwertungsverfahren, wobei es aufgrund technologischer Anforderungen auch zu betriebsspezifischen Umgruppierungen der Klassen kommen kann.

Qualitätsklassen für Rest- und Althölzer	
Q1	Naturbelassene Rest- und Althölzer
Q1.1	Hackgut
Q1.1.1	ohne Rinde
Q1.1.2	mit Rinde
Q1.2	Stückrestholz (Kappholz, Schwarten, Spreisel, Holzemballagen)
Q1.2.1	ohne Rinde
Q1.2.2	mit Rinde
Q1.3	Holzspäne, Preßlinge
Q1.4	Holzstaub
Q2	Rinde
Q3	Bindemittelhaltige und halogenfrei beschichtete Rest- und Althölzer (Span- und Faserplattenreste, etc.)
Q3.1	unbeschichtet
Q3.1.1	Stückrestholz
Q3.1.2	Späne
Q3.2	beschichtet
Q3.2.1	Stückrestholz
Q3.2.2	Späne
Q4	Oberflächenbehandelte Rest- und Althölzer
Q4.1	Stückrestholz
Q4.2	Späne
Q5	Teerölimprägnierte Rest- und Althölzer
Q6	Salzimprägnierte Rest- und Althölzer
Q7	Halogenhaltige Holz-Kunststoff-Verbunde

Aufgrund fehlender Daten sind diese Qualitätsklassen und die daraus resultierende Zuordnung der einzelnen Sortimente noch durch praktische Versuche zu überprüfen und den in Österreich vorhandenen Technologien zuzuordnen. Diese Untersuchungen werden derzeit vom Institut für Verfahrens-, Brennstoff- und Umwelttechnik der TU Wien sowie vom Österreichischen Holzforschungsinstitut durchgeführt.

Zuordnung der Qualitätsklassen zu energetischen und stofflichen Verwertungsschienen

Energetische Verwertung

Naturbelassene Rest- und Althölzer (Q1) können in allen, dem Stand der Technik entsprechenden Feuerungsanlagen umweltgerecht verbrannt werden. Bei größeren Anlagen (Heizwerke, Industriefeuerungen) sind Entstaubungseinrichtungen vorzusehen.

Rinde (Q2) kann in speziell für die Rindenverbrennung ausgelegten Feuerungsanlagen (etwa Heizwerke) umweltgerecht verbrannt werden. Es sind Entstaubungseinrichtungen vorzusehen.

Rest- und Althölzer der Qualitätsklasse Q3 können, sofern die enthaltenen Bindemittel und Beschichtungen keinen Stickstoff aufweisen, in geeignet ausgelegten Industriefeuerungen mit guten Ausbrandbedingungen emissionsarm verbrannt werden. Rest- und Althölzer der Klasse Q3 mit stickstoffhaltigen Bestandteilen können in Industriefeuerungen, die keine Entstickungseinrichtungen aufweisen, unter Einhaltung des für diesen Qualitätsklassenbereich festgelegten Grenzwertes zugefeuert werden.

Über den Einsatz von Rest- und Althölzern der Qualitätsklassen Q4 bis Q7 können derzeit keine gesicherten Aussagen getroffen werden. Eine Verbrennung ist gemäß dem bisherigen Kenntnisstand nur in Feuerungsanlagen mit den modernsten Rauchgasreinigungsanlagen vertretbar. Inwieweit bestimmte, klar definierte Sortimente dieser Qualitätsklassen auch in weniger umfangreich ausgerüsteten Anlagen umweltgerecht verfeuert werden können bzw. welche technologischen Anforderungen eine Feuerungsanlage zur energetischen Verwertung derartiger Sortimente erfüllen muß, sollte künftig Gegenstand intensiver Forschungsaktivitäten sein.

Stoffliche Verwertung

Naturbelassene Rest- und Althölzer der Klasse Q1 können, sofern es die technologischen Voraussetzungen ermöglichen, sämtlichen stofflichen Verwertungsschienen zugeführt werden. Insbesondere die Plattenindustrie und die Papier- und Zellstoffindustrie kommen zur Verwertung naturbelassener Hölzer in Frage.

Rinde Q2 steht vorrangig für eine Kompostierung, als Bodenverbesserer oder als sogenannte Dekorrinde zur Verfügung. Ein Einsatz in der Plattenindustrie ist in geringen Anteilen möglich.

Unbeschichtete bindemittelhaltige Rest- und Althölzer (Q3.1) sind bis zu einem gewissen Anteil in der Plattenproduktion einsetzbar.

Die restlichen Qualitätsklassen sind für die stoffliche Nutzung kaum bis nicht in Betracht zu ziehen. Gründe hierfür sind einerseits humantoxikologische Einwände aufgrund gesundheitsschädlicher Verunreinigungen, andererseits technologische Randbedingungen, wie etwa ein hoher Reinigungsaufwand zur Entfernung von holzfremden Bestandteilen.

5.4 Abfälle aus der Aluminiumerzeugung

Schlüsselnummern: 31205, 31211, 31217	Massenanteil - gesamt	rd.	0,06	%
	- gefährliche Abfälle	rd.	2,3	%
Abgeberbetriebe gem. AbfDV			2	
Masse 22.200 t Technisches Verringerungspotential bis zu 100 %				

Folgende Abfallarten (gemäß ÖNORM S 2100) fallen bei der Sekundär-Aluminiumherstellung in erster Linie an:

31205	Leichtmetallkrätze, aluminiumhaltig	6.200 t/a
31211	Salzschlacken, aluminiumhaltig	15.000 t/a
31217	Filterstäube, NE-Metallhaltig - davon aus der Aluminiumerzeugung	1.000 t/a

Das Aufkommen des jeweiligen Abfalls ist von dem Einsatzmaterial für die Herstellung von Aluminium abhängig.

Salzschlacken fallen bei der Sekundäraluminiumproduktion, nach dem Salztrommelverfahren, also bei Erzeugung von Aluminium aus Schrotten, an. Weiters entstehen Krätzen bei Schmelzprozessen ohne Salz sowie Raffinationsprozessen, und diverse Filterstäube aus der Abluftreinigung.

Der Salzschlackenanfall wird durch den Zusatz von Alkalisalzen bestimmt. Die Aufgabe der Alkalisalze liegt darin, Verunreinigungen und Oxidationsprodukte aus der Schmelze aufzunehmen und das flüssige Aluminium vor Oxidation zu schützen. Diese Salzschnmelze besteht zum größten Teil aus Natriumchlorid, einem geringeren Teil aus Kaliumchlorid und als Flußmittel wird Flußspat zugesetzt. Salzschlacke besteht aus 4-15 % metallischem Aluminium, 15-35 % Al_2O_3 und Aluminaten, 55-75 % aus NaCl und KCl (Abdecksalz), 1-2 % Kalziumfluorid sowie Spuren an Schwermetallen. Der PCDD/PCDF-Gehalt liegt zwischen 2-20 mg/kg.

Aluminiumkrätze fällt bei jedem Schmelzvorgang von Aluminium und dessen Legierungen sowohl bei Raffinationsprozessen als auch in Gießereien an. Die Rückstände, die sich durch die Oxidation oder durch das Ausscheiden von Raffinationsprodukten an der Badoberfläche als schwimmende, feste oder pastöse Masse ausbilden, (metallischer oder nichtmetallischer Zusammensetzung) werden als Krätze bezeichnet. Krätzen können auch an der Ofenausmauerung anhaften.

Die entstehenden Abfallmengen an Krätze sind von der Oberflächenkorrosion der eingeschmolzenen Einsatzstoffe (Metalle, Legierungen) und den Arbeitsbedingungen abhängig. Die Zusammensetzung von Aluminiumkrätzen ist daher nicht sehr eindeutig definiert. Der Anteil an metallischem Aluminium liegt in einem Bereich zwischen 20 - 80 %. Der Rest besteht aus Al_2O_3 (20-50 %), sowie Chloriden, Fluoriden, Nitriden, Cyaniden und Phosphiden.

Die größten Massen an Krätzestäuben fallen bei der Aufarbeitung von Aluminiumkrätze durch Mahlen an. Kleinere Mengen können auch bei Bearbeitungsverfahren, Zerkleinerungsvorgängen, Transporten und in Entstaubungsanlagen anfallen.

Die Zusammensetzung von Krätzestaub ist ähnlich der Krätze, jedoch ist der Aluminiumgehalt wesentlich geringer.

Eine Vermeidung des Aufkommens von Schlacken und Krätzen läßt sich nur bedingt erreichen. Es könnte der Einsatz an Abdecksalzen verringert werden, womit eine Reduktion der entstehenden Rückstände die Folge wäre. Allerdings wird die Menge des einzusetzenden Abdecksalzes vom Einsatzmaterial und dessen Verunreinigungen bestimmt. Durch geeignete Vorbehandlung der Aluminiumschrotte kann jedoch eine Minimierung des Salzschlackenfalls erreicht werden. Vorbehandlungsverfahren nach dem Stand der Technik sind z.B. mechanische Verfahren (Sortieren und Shreddern), thermische Verfahren und kryolytische Verfahren.

Auch eine Veränderung der Zusammensetzung von Abdecksalzen würde keine nennenswerte Verringerung des Schlackenfalls mit sich bringen.

In Anlehnung an den Entwurf der TA-Abfall über die Vermeidung und Verwertung von Reststoffen und Abfällen aus Anlagen zum Schmelzen und zur Verarbeitung von Aluminium vom 13. März 1991 ist insbesondere die Verwertung von Aluminiumsalzschlacke, Aluminiumkrätze und Aluminiumkrätzestaub auch hierzulande zu fordern, wobei die anfallenden Massen für den rentablen Betrieb einer eigenen Verwertungsanlage nicht groß genug sein werden. Dem zufolge wäre dem Export zum Zwecke der Verwertung zuzustimmen.

In der BRD sind salzschlackenarme Schmelzverfahren in Entwicklung. Es wird der Einsatz anderer Schmelzaggregate als der üblicherweise verwendeten Trommelöfen geprüft. Es ist die Rede von Induktionsöfen, Herdöfen und der Plasmaschmelze als mögliche Zukunftstechnologie.

Stand der Technik in der BRD ist jedoch ein Verwertungsverfahren für alle drei genannten Abfälle. Dieses Salzschlacke-Löse-Kristallisationsverfahren wird in der BRD großtechnisch betrieben.

Bei diesem Verfahren werden die genannten Stoffe zu Aluminiumgranulat, Mischsalz und Tonerde verarbeitet.

Das Charakteristikum dieses Verfahrens sind zwei getrennte Bereiche: ein trockener und ein nasser Verfahrensbereich.

Im "Trockenbereich" erfolgt die Zerkleinerung des Materials auf ca. 1 mm mit einer mehrstufigen Brech- und Siebanlage. Das metallische Aluminium läßt sich aus den Schlackenbestandteilen aussieben und wird an Umschmelzwerke zurückgeführt. Im "Naßteil" wird das abgesiebte Material in warmem Wasser (65 Grad Celsius) gelaugt, die entstehenden Gase werden über eine Abgasreinigungsanlage abgeleitet. Gemeinsam mit den Filterstäuben aus dem Trockenteil werden die Schlämme aus der Abgaswäsche wieder der Lösestation zugeführt.

Die unlösliche Tonerde, welche in der Salzsole enthalten ist, wird nach Zugabe von Flockungsmitteln mit Hilfe von Filterpressen und anschließendem Nachwaschen stichfest abgetrennt. Die Tonerde wird als Rohstoff in der Zementindustrie verwendet.

Aus der entstehenden Salzsole wird das Salzgemisch mittels Eindampfung auskristallisiert, entwässert, gegebenenfalls auf die notwendigen Konzentrationen gebracht und dem Umschmelzwerk rückgeführt.

5.5 Abfälle aus der Eisen- und Stahlerzeugung

Schlüsselnummern: 31202, 15, 17-21, 31401, 25, 26, 31614, 15	Massenanteil - gesamt	rd.	5,6	%
	- gefährliche Abfälle	rd.	-	%
	Abgeberbetriebe gem. AbfDV	rd.	-	
Masse 2,17 Mio t Technisches Verringerungspotential 80-90 %				

Im folgenden werden nur die mengenmäßig bedeutenden Abfälle angeführt. Die Zahlen betreffen nur den für die Eisen- und Stahlerzeugung relevanten Teil bei Schlüsselnummern, die nicht nur diesem Prozeß zugeordnet werden können.

Stoffnummern	Bezeichnung	geschätzte Massen
31202	Kupolofenschlacken	6.000 t/a
31215	Gichtgasstäube	30.800 t/a
31217	Filterstäube, NE-metallhaltig	78.000 t/a
31218	Elektroofenschlacke	100.000 t/a
31219	Hochofenschlacke	1,100.000 t/a
31220	Konverterschlacke	450.000 t/a
31221	Sonstige Schlacken	200.000 t/a
31401	Gießerei-Altsand)	
31425	gebrauchte Formsande)	90.000 t/a
31426	Kernsande)	
31614	Schlamm aus Eisenhütten	20.000 t/a
31615	Schlamm aus Stahlwalzwerken	100.000 t/a

Geschätzte Masse in Summe: 2,17 Mio t/a

Davon entfallen auf
vorwiegend metallische Stoffe 230.000 t/a

Alle diese Abfälle werden heute noch als nicht gefährlich eingestuft. Einige Schlüsselnummern wurden jedoch in die ÖNORM S 2101 aufgenommen, daher kann davon ausgegangen werden, daß sie ein beträchtliches Gefährdungspotential besitzen. Diese Abfälle machen eine Masse von über 450.000 t/a aus.

Die Anlagen zur Eisen- und Stahlerzeugung im Sinne dieses Kapitels betreffen die integrierten Hüttenwerke in Linz und Donawitz, Elektrostahlwerke, Walzwerke und Gießereien.

Die mengenmäßig bedeutendsten Abfälle sind diverse Schlacken aus den metallurgischen Prozessen, allen voran Hochofen-

schlacke und Filterstäube. Die Vermeidung der Schlacken ist derzeit soweit vorangeschritten, daß sie an die physikalisch-chemischen Grenzen stößt. Eine weitere Vermeidung ginge entweder zu Lasten der Produktqualität, würde die einsetzbare Schrottmenge verringern oder die Verwertbarkeit der Schlacke in Frage stellen.

Hochofenschlacke wird in Österreich praktisch zur Gänze verwertet. 60 % werden als Hüttensand bei der Zementproduktion verwendet, 25 % für den Straßenbau und der Rest als Baumaterial, Straßensplitt, Sandstrahlmittel oder als Möllerbestandteil.

Aufgrund des hohen Anteils an Freikalk und der daraus resultierenden Gefahr einer schlechten Raumbeständigkeit sind Stahlwerksschlacken schwerer zu verwerten. In Österreich werden rund 23 % der Stahlwerksschlacken deponiert, 35 % werden im Straßenbau eingesetzt, 10 % werden als Eisenträger in der Zementherstellung verwendet, der Rest als Baumaterial und Dünger.

Die mengenmäßig bedeutendsten Abfälle aus dem Bereich der Gießereien sind Altsande (inklusive Formsande und Kernsande). Nach Angaben der österreichischen Gießereiindustrie (Branchenkonzept 1994) werden etwa 85 % der Sande derzeit deponiert (Stand 1992).

Bis zu 10.000 t/a werden in einem Zementwerk als Silikatträger (SiO_2 -Gehalt über 90 %) verwertet.

Nach Angaben der Gießereiindustrie könnte die gesamte anfallende Sandmenge vermieden oder verwertet werden. Die anfallende Sandmenge kann durch Verringerung des Sand/Guß-Verhältnisses verringert werden. Dies kann durch Verwendung kleinerer Formkästen oder durch optimierte Anordnung mehrerer Gußstücke in einer Form erreicht werden.

Als Verwertungsmöglichkeiten können thermische bzw. mechanische Sandregenerationsverfahren eingesetzt werden. Da aber der Großteil der österreichischen Gießereien Kleinbetriebe sind, muß aus Gründen der Kapazitätsauslastung eine zentrale Regenerationsanlage verwendet werden. Eine solche wird von der Firma B.U.S. in Steyr geplant.

Weitere Möglichkeiten sind der erwähnte Einsatz als Silikatträger in der Zementindustrie, sowie als Zuschlagstoff für Asphaltmischungen. Für diese beiden Anwendungen müssen verbindliche Kriterien formuliert werden.

Für den Einsatz im Zementdrehrohr dürfte der Gehalt an kritischen Schwermetallen (Tl, Cd und Hg) nicht über 1 mg/kg liegen. Ebenso müßte der Gehalt an organischen Substanzen begrenzt sein (Glühverlust 5 %).

Für die Anwendung im bituminösen Straßenbau ist in erster Linie das Eluatverhalten zu berücksichtigen (insbesondere CSB, Phenole, Zyanide, Fluoride, BTX).

Die Verwertung dieser Stäube und Schlämme erfolgt in integrierten Hüttenwerken durch erneuten Einsatz in den Hochofenprozeß um den Eisengehalt zu nutzen. In der Hütte Linz werden die Stäube aus dem LD-Prozeß brikettiert und anstelle von Kühlerz bzw. Kühlterschrott wieder in den LD-Prozeß eingesetzt. Dadurch kommt es zu einer Anreicherung an Buntmetallen. Diese kann soweit vorangetrieben werden, daß die Stäube an Buntmetallhütten zur Verwertung verkauft werden können.

Jedoch stellt diese Buntmetallfracht in den Stäuben ein Problem für die Verwertung und Behandlung dar. Erst ab einem Buntmetallgehalt von über 20 % ist die Verwertung in Buntmetallhütten wirtschaftlich. Das liegt vor allem am hohen Eisengehalt, der die Buntmetallverhüttung stört und daher in einer vorgeschalteten Aufbereitungsstufe (z.B. Wälz-Prozeß) verringert werden muß.

Andererseits belasten schon geringe Buntmetallfrachten die metallurgischen Prozesse im Hüttenwerk, sodaß der fortwährende Einsatz der Stäube zum Zwecke der Buntmetall-Anreicherung nur schwer durchzuführen ist.

In Zukunft müssen daher Verfahren zur selektiven Ausschleusung von Buntmetallen entwickelt und angewendet werden, um Stahlwerksstäube wiederverwenden zu können. Dies ist insbesondere deswegen wichtig, weil in der Autoindustrie vermehrt verzinkte Stahlbleche eingesetzt werden und daher in Zukunft die Zinkfrachten beim Schrottreycling steigen werden.

Da eine ökonomisch und ökologisch sinnvolle Aufbereitung buntmetallhaltiger Abfälle eine bestimmte Anlagenkapazität voraussetzt, müßte in Österreich - speziell für kleine Hütten und Gießereien - eine zentrale Anlage errichtet werden. Am Standort Arnoldstein ist derzeit ein Recyclingpark geplant, der auf die Technologie der ehemaligen Zinkhütte zurückgreifen wird und speziell auf die Behandlung und Verwertung buntmetallhaltiger Abfälle - unter anderem auch Stahlwerksstäuben - ausgerichtet sein wird.

5.6 Gießereiabfälle

Schlüsselnummern:	viele aus Gruppe 31 einige aus 35, 54, 55	Massenanteil - gesamt	rd.	0,3	%
		- gefährliche Abfälle	rd.	0,4	%
		Abgeberbetriebe gem. AbfDV	rd.	-	
Masse	111.000 t	Technisches Verringerungspotential rd. 75 %			

Das Abfallbranchenkonzept der Österreichischen Gießereiindustrie untersucht stoffspezifisch die vorhandenen Abfallverringerungspotentiale.

Grundsätzlich sind Vermeidungs- und Verwertungsschritte in jeder Gießerei gegeben. Sie werden besonders in den kleinen Gießereien Österreichs bei einigen Prozeßschritten noch nicht gebührend eingeschätzt und deshalb auch nicht zur Gänze ausgeschöpft.

Die Gründe liegen meistens in den kleinen Mengen, die in solchen Betrieben anfallen, sowie der fehlenden Kosten-Nutzenrechnung über längere Zeiträume, bei der zunächst die Barauslagen für die zugegebenermaßen zu großen Container und den Zustell- sowie Abtransport abschrecken.

Die offensichtlichen Vorteile des Abfallcontainer-Dienstes werden bei Gießereien, die räumlich nicht eingeschränkt sind, gewahrt, ein Lokalausgang bei ganz kleinen Betrieben (23 %) und einem Teil der nächsten Gruppe (26 %) ergab allerdings, daß die transportablen Kippbehälter im gedeckten Betriebsareal schon aus Gründen der Zustell- und Abstellmöglichkeit nicht realisiert werden können.

Die seinerzeitige Empfehlung des Gießerei-Umweltausschusses, für die Abfälle oben abgeschnittene und eindeutig gekennzeichnete Blechfässer zu verwenden, wurde aufgenommen und das Handling durch Anschweißen von Hebelbolzen erleichtert.

Bei der Durchführung von voraussichtlich auch in den einzelnen Bundesländern geplanten Umweltschutzseminaren, will man ergänzend entsprechende Hinweise technischer und organisatorischer Natur zur Verfügung stellen, weil die wichtigste Aufgabe der Abfallbehandlung, die notwendige Trennung, von "leichtfaßlichen" Empfehlungen, auch in den Sprachen der beschäftigten Gastarbeiter, begleitet werden muß.

Die Auswertung der einschlägigen Literatur und Vergleiche mit eigenen Feststellungen bzw. Schätzungen der Vermeidungs- und Verwertungspotentiale zeigt zunächst, daß die Literaturangaben von "Freund und Feind", aus welchen Gründen auch immer, zu hoch gegriffen waren und der Realität nur in einigen "glücklichen" Fällen entsprachen, denn sie haben sich nach zwei bis dreijähriger Beobachtung trotz der inzwischen eingetretenen Rezession und ihrer Minimierungsautomatik nicht in der angegebenen Höhe eingestellt.

Die nachfolgend tabellarisch zusammengestellten Werte stützen sich deshalb auf die Zahlen der vorhandenen Abfallwirtschaftskonzepte, durchgeführte Messungen, Erhebungen und Schätzungen. Eine genauere Bestimmung kann erst aufgrund der im gewissen Zeitabstand wiederholten Messung bzw. des Vergleiches einer Input-Output-Rechnung in einem einigermaßen stabilen Geschäftsgang vorgenommen werden.

Vermeidungs- und Verwertungspotentiale für einzelne Abfallarten (ÖNORM S 2100/1990) der österreichischen Gießereien						
Lfd. Nr.	Schlüsselnummer	Benennung des Abfalls	Menge in t/a	vermeidb. vermindb. regener.	verwertet	Entsorgung Deponie dzt. Sonderabfall
1.	31102	SiO ₂ -Tiegelbruch	190	--	--	190
2.	31103	Ofenausbruch aus metallurg. Prozessen	3.593	--	--	3.593
3.	31111	Hütten- und Gießereischutt	121	--	--	121
4.	31202	Kupolofenschlacke	5.985	5.900	1.000	4.985
5.	31204	Bleikrätze	keine industrielle Produktion 1992			
6.	31210	Zinkschlacke/Krätze	285	--	285	--
7.	31215	Gichtgasstäube	werden nach Konditionierung in Pos.3 inkludiert			
8.	31218	Elektroofenschlacke	5.586	5.086	500	5.086
9.	31401	Gießereialtsand	40.238	32.278	7.960	32.278
10.	31402	Putzereisand-, Strahlsandrückstände	3.561	--	--	--
11.	31407	Keramik	128	--	--	128
12.	31415	Formlehm	3	--	--	3
13.	31425	Gebrauchte Formsande, organisch gebunden	2.494	2.494	--	2.494
14.	31426	Kernsande	siehe Abfall ÖNORM S 2101			
15.	31424	Verbraucht Filter- und Aufsaugmassen	60	--	--	60
16.	31616	Schlamm aus Gießereien	4.501	4.501	--	4.501
17.	31640	Füll- u. Trennmittelsusp. (Mineral-, Feststoffanteile)	306	--	--	306
18.	35101	Filterstäube, eisenhaltiger Staub ohne schädli. Beim.	5.442	--	--	5.442
19.	35105	Eisenmetallenballagen und Behältnisse	171	171	171	--
20.	55374	Lösemittelwassergemische ohne halog. Lösemittel	179	werden in Kanal oder Fließgewässer eingeleitet		
21.	55909	Kernkleber	22	werden mit Altsand deponiert		
22.	57118	Kunststoffballagen inklusive Folien	47	--	Sammler	47
23.	91201	Kartonagen- u. Verpackungsm.	198	--	Sammler	198

Begleittext zu Vermeidungs- und Verwertungspotentialen des Materials nach ÖNORM S 2100:

1. SiO₂ - Tiegelbruch

Eine Verminderung dieses Abfalls könnte nur durch Verlängerung der Haltbarkeit bewirkt werden. Angesichts der verhältnismäßig kleinen Mengen, ist die Entwicklung eines neuen Zustellmaterials eher nicht zu erwarten.

2. Ofenausbruch aus metallurgischen Prozessen

Durch sorgfältigere Ausführung der Ofenausmauerung und schonendere Beschickungsweise, ließe sich die Haltbarkeit der Ausmauerung verlängern und damit ca. 5 % einsparen.

3. Hütten- und Gießereischutt

Dieser Abfall läßt sich, wie die ersten zwei Positionen, nicht im Kreislauf fahren, sodaß auch hier künftig ein Entsorgungsbedarf bestehen bleibt.

4. Kupolofenschlacke

Die Schlacke bildet sich aus dem im technologischen Prozeß notwendigerweise zugesetzten Kalkstein, aber auch Koksasche, Rost und eventuell dem Schrott anhaftenden Verunreinigungen, sowie feuerfester Ofenausmauerung. Um den Absatz dieses Materials zu begünstigen, wird die Schlacke granuliert, und ihre Verwertung als Streugut, für Bauzwecke, Auffüllungen bzw. Wegebau wäre gängige Praxis, die in den österreichischen Gießereien noch ungenügend genützt wird. Gegenwärtig werden knapp 17 % verwertet.

5. Bleikrätze

Im Jahre 1992 wurde von der Gießereiindustrie keine Erzeugung von Bleigußstücken gemeldet.

6. Zinkkrätze

wird gesammelt und bei lohnender Menge entweder dem Altwarenhandel oder der Hütte verkauft.

7. Gichtgasstäube

werden konditioniert und gemeinsam mit der Pos. 3 deponiert.

8. Elektroofenschlacke

Für dieses Material gilt ebenfalls der Schriftsatz der Pos. 4.

9. Gießereialtsand

Obwohl mehrere Möglichkeiten der Verwertung zur Verfügung stehen, werden sie zu wenig genützt und das Material größtenteils immer noch deponiert. Als Ursache wird der Mangel an direkten Kontakten mit den präsumptiven Abnehmern geortet. Bei der Regenerierung wartet man, nach einigen schlechten Erfahrungen, die eigentlich um eine Potenz billigere und erfolgversprechende Neuentwicklung ab.

10. Putzereisandrückstände, Strahlsandrückstände

Diese Rückstände eignen sich auch nicht für einen Materialkreislauf und werden deshalb nur deponiert. Die Überlegung sie als Verfüllmaterial etc. zu verwenden, wird derzeit geprüft.

11. Keramik

Eine verwertende Verwendung konnte von der in Österreich einzigen mit keramischem Material arbeitenden Gießerei bisher nicht gefunden werden, daher wird deponiert.

12. Formlehm

wird nur von der ebenfalls einzigen Glockengießerei in Österreich verwendet. Auch die kleine Menge läßt eine Deponierung mit dem übrigen bei den Glockenformen anfallenden Material zu.

13. Gebrauchte Formsande organisch gebunden

Diese Position ist mit der Position Kernsande, die in ÖNORM S 2101 aufscheint, was die Zusammensetzung betrifft, identisch.

14. Kernsande

Die Menge der bentonitgebundenen Kernsande ist zu klein und deshalb vernachlässigbar. Sie wird von der Position 9 mitterfaßt.

15. Verbrauchte Filter- und Aufsaugmassen

sind nach durchgeführten Eluatuntersuchungen unbedenklich und werden deshalb deponiert.

16. Schlamm aus Gießereien

Der meistens aus der Attrition stammende Gießereischlamm wäre unter Umständen zwar ein Wertstoff, die Entwässerung ist aber zu aufwendig. Das Material wird meistens einem Zwischenlager zugeführt, angetrocknet und deponiert. Beim Schlamm aus der Naßentstaubung könnte ein Teil des Schlammes, der die Qualität des Sandes noch nicht beeinträchtigt aber z.B. noch Kohlenstaub und Aktivbentonit enthält, dem Sandkreislauf zugeführt werden. Das Verfahren ist aber nicht leicht beherrschbar und wird nur in Verbindung mit einer Sandregenerierung angewendet. In Österreich findet es nicht statt, obwohl es Verminderungspotential besitzt.

17. Filterstäube, eisenhaltiger Schlamm ohne schädliche Beimengungen

werden konditioniert und in der Deponie entsorgt.

18. Eisenemballagen und Behältnisse

stellen Wertstoffe dar und gehen gegen Entgelt an den Altwarenhandel, der sie pakettiert und an die Hütte verkauft.

19. Lösemittelwassergemische ohne halogene Lösemittel

Soweit Feststoffe enthalten, wird zuerst sedimentiert, das Sediment nach Konditionierung deponiert und das Abwasser geht in den Kanal oder Fließgewässer.

20. Kernkleber

Die nach Anwendung in der Form übrig gebliebenen Reste werden als Sandanteil deponiert.

21. Kunststoffemballagen inklusive Folien

werden dem Abfallsammler angeliefert oder von diesem abgeholt.

22. Kartonagen- und Verpackungsmaterial

werden ebenfalls an die Karton- und Altpapiersammler weitergereicht.

Vermeidungs- und Verwertungspotentiale für einzelne Abfallarten (ÖNORM S 2101/1993) der österreichischen Gießereien							
Lfd. Nr.	Schlüsselnummer	Benennung des Abfalls	Menge in t/a	vermeidb. vermindb. regener.	verwert.	Entsorgung Deponie	dzt. Sonder-Abfall
1.	31108	Ofenausbruch aus metall. Prozessen	430	--	--	430	--
2.	31108	detto mit prod.schädl. Beimengung	15	--	--	--	15
3.	31205	Leichtmetallkrätze aluminiumhaltig	2.367	--	.367	--	--
4.	31206	Leichtmetallkrätze magnesiumhaltig	7	--	7	--	--
5.	31217	Filterstäube, NE-haltig	13	--	--	--	13
6.	31426	Kernsande, auch mit ihnen vermischte Altsande	34.537	29.537	4.600	29.537	--
7.	31440	Strahlmittelrückstände mit anwend.sp.Beimengungen	30	--	--	30	--
8.	31616	Schlamm aus Gießereien	31	--	--	31	--
9.	35502	Metallschleifschlamm	21	--	--	--	21
10.	54102	Altöle	106	--	--	--	106
11.	54116	Maschinenöle	63	--	--	--	63
12.	54202	Fette	14	--	--	--	14
13.	54402	Bohr-, Schleiföl und Emulsionsgemische	63	--	--	--	63
14.	54926	Gebrauchte Ölbindematerialien	47	--	--	--	47
15.	54927	Ölverunreinigte Putzlappen	67	--	--	--	67
16.	55209	Tetrachlorethan/Per	8	--	--	--	9
17.	55220	Lösemittelgem.halogenh.	23	--	--	--	23
18.	59305	Laborabfälle und Chemikalienreste	0,2	--	--	--	0,2

Begleittext zu Vermeidungs- und Verwertungspotentialen der Abfälle nach ÖNORM S 2101:

1. Ofenausbruch aus metallurgischen Prozessen

Obwohl diese Position den gefährlichen Abfällen zugezählt wird, ergaben die Eluatuntersuchungen autorisierter Anstalten, daß die Bewertungskriterien gemäß Abschnitt 3 der ÖNORM S 2101 nicht zutreffen und die Deklaration dieses Abfalls der Schlüsselnummer 31108 deshalb mit einem "N" (steht für nicht gefährlich) versehen wird. Für die Vermeidung und Minimierung gilt die Angabe beim Ofenaus-

bruch nach der Schlüsselnummer 31103, wonach ein Einsparungspotential von ca. 5 % möglich wäre.

2. Ofenausbruch mit produktionsspezifischen schädlichen Beimengungen

stellt einen gefährlichen Abfall dar und muß entsprechend entsorgt werden.

3. Leichtmetallkrätze, aluminiumhaltig

Diese Art Krätze wird an die Hütte im Austausch gegen Vorlegierung oder an den Altstoffhandel gegen Entgelt weitergegeben. Durch entsprechende "Oxidationsbremse" (Kühlung, Abdeckung der Badoberfläche, etc.) kann zwar das Metall weniger oxidieren und dadurch der Metallinhalt nicht besonders absinken, nachdem aber sogar ein Gemisch aus Schlacke und Krätze bei der Hütte abgesetzt werden kann, verlieren die früheren Behandlungsmethoden an Anreiz. Der Weg Krätze - Hütte und Vorlegierung im Austausch an die Gießerei ist einfacher. Verwertung bis 100 % möglich.

5. Filterstaub, NE-metallhaltig

aus der Schmelze, Abluftbehandlung und Putzarbeiten stellt gefährlichen Abfall dar und wird entweder - als Wertstoff an die Hütte geliefert, oder bei kleinen Mengen bzw. großer Entfernung von der Hütte, bleibt nur die Entsorgung als Sonderabfall über.

6. Kernsande, auch mit ihnen vermischte Gießereiabfallsande

Diese Position stellt die größte Menge unter den Stoffen dar, die innerhalb der österreichischen Gießereiindustrie der ÖNORM S 2101 zugeordnet sind.

Die richtige Entsorgungsart wäre eine thermomechanische Regenerierung, da Kernsande aus der BRD und Tschechien importiert werden und schon deshalb im Kreislauf wiedereingesetzt gehörten. Einige große österreichische Gießereien folgten mit wechselndem Glück diesem Weg, so sie es auch finanziell verkraften konnten. Die überwiegende Mehrheit der Gießereibetriebe wartet auf billigere und kleinere Anlagen, die sich auch am Markthorizont abzeichnen. Aus Konkurrenzgründen und unter Einfluß der Rezession, sind inzwischen

aber auch die Binderlieferanten wach geworden und begannen umweltverträglichere Kernverfahren mit Bindern auf niedrigem Schadstofffrachtniveau anzubieten.

Die Gießereien besannen sich wiederum, daß die Durchführung hausgemachter Selbsthilfe zur Schadstoffminimierung billiger kommt, als bei der EbS zu entsorgen.

Als überraschendes Resultat stellt sich dann bei der Zertifizierung von Eluatuntersuchungen der gebrauchten Kernsande heraus, daß nicht nur die tongebundenen Formsande, sondern auch die Kernsande mit wenigen Ausnahmen mit ihren Werten zwischen der Eluatklasse I und II zu liegen kommen, während die Ausnahmen aber trotzdem noch vor den Grenzwerten der Eluatklasse III b liegen und das gesamte Kernsandvolumen deponiert werden kann.

Obwohl die Rezessionsklagen nicht verstummen, zeigt sich an diesem Beispiel, daß man auch der Rezession positive Seiten abgewinnen kann, denn plötzlich wird für die Zulieferer auch der kleine Markt der Gießereiindustrie interessant.

Sollten sich die bisherigen Nachrichten über mechanische Sandregenerierungsanlagen mit ca. 3,5 Mio Schilling pro Anlage, einem Regeneratpreis von 200, --S/t und einer Amortisationszeit von 5-8 Jahren bewahrheiten, werden auch die jetzt bezahlten Deponiepreise fallen.

Obwohl auch höhere Regeneratsraten angegeben werden, hält man solche bis 85 % für möglich.

7. Strahlmittelrückstände mit anwendungsspezifischen Beimengungen

Für diese Position gibt es zwar auch Trenn- und Verwertungsmöglichkeiten, die sich aber angesichts einer Menge von 30 t leider nicht rechnen würden.

8. Schlamm aus Gießereien

auch hier stellen sich aufgrund der kleinen Mengen, die Kosten einer aufwendigen Entwässerung und weiteren Behandlung der Wiederverwertung entgegen.

9. Metallschleifschlamm

Werden die Grenzwerte bei Metallschleifschlamm nicht eingehalten (dies trifft in den meisten Fällen zu), ist dieser Schlamm als gefährlicher Abfall zu behandeln. Eine interne Behandlung ist zwar Stand der Technik, die Anlagenkosten von öS 250.000,-- - öS 750.000,-- mit öS

70.000,-- bis öS 140.000,-- Aufschlag für eine Kreislauf-führung und Kosten für Chemikalien, Schlamm Entsorgung, Wasser bzw. Betrieb mit Kapitaldienst aufgerundet, rechnet sich die Durchführung einer solchen Investition erst ab ca. 300 t/a aus. Die Amortisation liegt dabei zwischen 8 und 10 Jahren. Die Entsorgung muß deshalb über die Ebs vorgenommen werden.

10./15. Altöle, Maschinenöle, Schleiföle und Emulsionsgemische

Der Stand der Technik ist hier zur Behandlung zwar gegeben, die kleinste Anlagengröße liegt bei Ölemulsionen z.B. in der Nähe von 500 m³/a und die Kosten übersteigen die Finanzkraft der meisten österreichischen Gießereien. Für die gesamte Öl- und Fettgruppe, die Pos. 14 inklusive, ist es billiger und einfacher beim Sammler zu entsorgen.

Selbst bei ölverunreinigten Putzlappen Pos. 15, hatte in Österreich, ein in USA, GB und BRD durchaus übliches Putzlappenservice keine Chance.

16./17. Perchlorethylen (PER) und Lösemittel halogenhaltig

Die Verwendung von PER und halogenhaltigen Lösemittelgemischen in der einzigen NE-Metallgießerei, die es verwendet, ist im auslaufen.

Eine Behandlung der leichtflüchtigen halogenierten Kohlenwasserstoffe (Strippen, Adsorption oder Kombination beider Verfahren), ist am besten durch die Anwendungsvermeidung beider Stoffe zu ersetzen.

Die genannte Gießerei erprobt inzwischen erfolgreich eine Substitution durch wäßrige alkalische Lösungen.

5.7 Verbrennungsrückstände

5.7.1 Flugaschen und -stäube aus Feuerungsanlagen

Schlüsselnummer: 31301	Massenanteil - gesamt	rd.	1	%
	- gefährliche Abfälle	rd.	-	%
	Abgeberbetriebe gem. AbfDV	rd.	-	
Masse	400.000 t	Technisches Verringerungspotential	70-90	%

Der Einsatz der Flugasche in den Bereichen Zementindustrie und Beton- sowie Baustoffindustrie kann prinzipiell auf drei Wegen erfolgen:

- o als Rohmaterial für die Klinkerherstellung
- o als Zumahlstoff für Zement
- o als hydraulisch wirksamer Betonzuschlagsstoff.

Beim Einsatz von Flugasche als Zumahlstoff erfolgt eine gemeinsame Vermahlung von Flugasche und Zementklinker zu Flugaschezement im Zementwerk. Der Flugascheanteil beträgt maximal 20 %.

Bei der Anwendung von Flugasche als hydraulisch wirksamer Betonzusatzstoff erfolgt die Zumischung erst bei der Betonherstellung.

Im Jahr 1992 wurden in Österreich Braunkohlenflugaschen in folgendem Ausmaß behandelt und/oder verwertet:

- 70.000 t Flugasche werden mit Kalkhydrat vermischt und als Abdichtmaterial verwendet.
- 130.000 t dienen der Verfüllung von Kohleabbaufeldern.
- 70.000 t Flugasche des Kraftwerks St.Andrä werden als hydraulisches Bindemittel verwertet ("Flual")
- 5.000 t wurden als Verfüllmaterial ("SAM" = stabilisierte Asche Mischung) verwendet.

Steinkohlenflugasche wurden 1992 in folgendem Ausmaß behandelt und/oder verwertet:

- 70.000 t als Zumahlstoff für Spezialzemente oder als Rohmaterial
- 10.000 t in der Betonindustrie als Additiv-Zuschlagstoff.

5.7.2 Schlacken, Aschen aus Abfallverbrennungsanlagen

Schlüsselnummer: 31308	Massenanteil - gesamt	rd. 0,4	%
	- gefährliche Abfälle	rd. 14,8	%
	Abgeberbetriebe gem. AbfDV	19	
Masse	145.000 t	Technisches Verringerungspotential nicht schätzbar	

Aus der Sicht des Umweltschutzes muß eine Verringerung des Gefährdungspotentials der Rückstände aus der Restmüllverbrennung angestrebt werden. Eine Mengenreduktion kann - bei gleichbleibender Durchsatzleistung - nur durch Entfernung der unbrennbaren Anteile aus dem Restmüll (Glas, Metalle, Steine, etc.) erreicht werden. Durch diese Maßnahme kann der Heizwert des Restmülls und somit die potentielle Energieausbeute gesteigert werden. Zu einer Schonung des zur Verfügung stehenden Deponieraums kommt es allerdings nur bei gleichzeitiger Verwertung der unbrennbaren Materialien.

Grundsätzlich sollte eine Abfallverbrennungsanlage so betrieben werden, daß die Schlacken so weit als möglich mineralisiert und von Schadstoffen entfrachtet werden.

Zur Verbesserung der Umweltverträglichkeit von Rohschlacke sind folgende Maßnahmen anzuführen:

- o Schadstoffentfrachtung der Abfälle aus Haushalten und ähnlichen Einrichtungen, d.h. Abtrennung und separate Sammlung der Problemstoffe. Da die Qualität der Schlacke durch die Abfallzusammensetzung beeinflusst wird, kann durch deren Entfrachtung insbesondere der Schwermetalleintrag wesentlich vermindert werden.
- o Geeignete Abfallaufbereitung (Zerkleinern, Mischen) vor der Verbrennung, wodurch eine Verbesserung des Ausbrands erreicht wird.
- o Optimierung der Feuerungstechnik (Verbrennungsluftverteilung, intensive Schürung, ausreichende Verbrennungstemperaturen und Verweilzeiten am Rost). Durch diese Maßnahmen kann der Restkohlenstoffgehalt und der Gehalt an leichtflüchtigen Schwermetallen bzw. Schwermetallverbindungen erheblich abgesenkt werden.
- o Getrennte Erfassung der Kesselstäube, wodurch eine Verringerung des Cadmium- und Chloridgehaltes sowie vermutlich auch der organischen Schadstoffe in der Schlacke erreicht werden kann.

- o Getrennte Erfassung des Rostdurchfalls und Rückführung in die Verbrennung, wodurch der Anteil an Unverbranntem in der Schlacke gesenkt wird.

Durch Sekundärmaßnahmen kann die Qualität der Schlacke weiter gesteigert werden:

- o Abtrennung und Verwertung der Metallfraktionen (Fe-Fraktion, NE-Metallfraktion): Durch diese Maßnahme wird eine Rückführung der Metalle in den Rohstoffkreislauf bewirkt. Untersuchungen zeigten, daß durch die Entfernung des Eisens zusätzlich die Deponiefähigkeit der Schlacke verbessert wird: Metallisches Eisen wird über mehrere Zwischenstufen oxidiert, wobei pH-Wert-Verschiebungen auftreten und beachtliche Wärmemengen freigesetzt werden, sodaß der Deponiekörper über lange Zeiträume nicht zur Ruhe kommt (Hämmerli, 1993).
- o Abtrennung des Feinmaterials und Überkorns: Untersuchungen zeigen, daß sich insbesondere Salze, Schwermetalle und deren Verbindungen am Feinmaterial der Schlacke anreichern. In Einzelfällen kann der Glühverlust bis zu 20% betragen. Das Überkorn kann neben Inertstoffen auch unverbrannte Bestandteile beinhalten.
- o Schlackenwäsche (z.B. mit Waschwässern aus der nassen Rauchgasreinigung): Durch diese Maßnahme werden insbesondere die löslichen Bestandteile (Chloride, Sulfate, basenbildende Ionen) aus der Schlacke entfernt. Schlacke reagiert in Kontakt mit Wasser alkalisch, sodaß die meisten Schwermetalle aufgrund der Bildung schwerlöslicher Hydroxide nicht immobilisiert werden. Im stark alkalischen Milieu können allerdings manche Schwermetalle (z.B. Blei) unter amphoterer Hydroxide dennoch in Lösung gehen. Versuche zeigten, daß eine kontrollierte, zwei- bis dreiwöchige Schlackenalterung vor der Schlackenwäsche das Ergebnis verbessert. Die durch die Schlackenwäsche entstehende Abwasserproblematik muß im Einzelfall in Hinblick auf den zur Verfügung stehenden Vorfluter geprüft werden.
- o Schlackenschmelze: Schlacke aus Restmüllverbrennungsanlagen läßt sich bei einer Temperatur von rund 1300 Grad C aufschmelzen. Ziel dieser Maßnahme ist die Zerstörung organischer Inhaltsstoffe sowie die dauerhafte Immobilisierung von Schwermetallen. Weiters wird eine Volumenre-

duktion um ca. 50 % erreicht. Da die Schlacke vorwiegend aus Silikaten und Aluminiumoxid besteht, wird beim langsamen Abkühlen der Schmelze ein Alumosilikatglas gebildet, die Schlacke also verglast. Bei rascher Abkühlung fällt das Schmelzprodukt in kristalliner Form, aber mit den gleichen günstigen Auslaugeigenschaften an.

Beim Schmelzen unter oxidierenden Bedingungen werden die schwerflüchtigen Schwermetalloxide in das Netzwerk des Glases eingebunden und sind dann weitestgehend beständig gegen einen korrosiven Angriff von Säuren oder Laugen.

Unter reduzierenden Bedingungen, z.B. in Gegenwart von Kohlenstoff, und bei Temperaturen von etwa 1250 Grad C werden alle Schwermetalloxide, nicht jedoch die Hauptkomponenten CaO , MgO , Al_2O_3 und SiO_2 , zu den Metallen reduziert. Die hochsiedenden Schwermetalle verbleiben zunächst in der Schmelze, können aber durch Dichtentrennung von dieser abgetrennt und wiedergewonnen werden. Die niedrigsiedenden Metalle (Hg, Cd, Zn) werden zugleich mit den Salzanteilen der Stäube verdampft und müssen aus dem Abgas abgeschieden werden. Bei dieser Reaktionsführung erhält man ein Schmelzprodukt, das weitgehend schwermetallfrei ist, und getrennt davon Schwermetallfraktionen.

Bei den Schmelzverfahren entstehen zusätzliche Abgasmengen: Leichtflüchtige Stoffe dampfen beim erneuten Aufheizen im Schmelzprozeß wieder ab. Zusätzlich können in der Schmelze chemische Reaktionen ablaufen, z.B. die Zersetzung von Salzen, die zu weiteren gasförmigen Emissionen führen. Eine effiziente Reinigung der Abgase aus dem Schmelzprozeß ist daher unbedingt erforderlich. Die Abgasreinigungsrückstände sind jedenfalls gefährlicher Abfall und müssen entsprechend behandelt werden. Ist die Aufarbeitung der löslichen Salze nicht möglich, dann müssen diese Rückstände untertägig deponiert werden.

Der Energieaufwand für das Schmelzen der Schlacke ist sehr hoch (über 1 MWh/t). Er läßt sich jedoch verringern, wenn die Schlacke noch im heißen Zustand direkt nach dem Rostabwurf weiterbehandelt wird.

Großtechnische Anwendungen für Schlackenschmelzverfahren sind aus Japan bekannt. Auch im deutschsprachigen Raum gibt es mehrere Anbieter.

Verwertungsmöglichkeiten:

Das Gefährdungspotential unbehandelter Schlacke wird vor allem durch den Anteil wasserlöslicher Salze sowie durch den Gehalt an organischem Kohlenstoff bestimmt. Die Schwermetalle, die in unterschiedlichen Verbindungen vorliegen, sind hingegen nur in geringem Ausmaß mobilisierbar. Der Dioxin- bzw. Furangehalt ist so niedrig, daß keine negativen Auswirkungen auf die Umwelt zu erwarten sind.

Vor einer allfälligen Verwertung ist Schlacke aus Restmüllverbrennungsanlagen daher jedenfalls vorzubehandeln. Die Art der Behandlung zur Verbesserung der Umweltverträglichkeit ist abhängig von der Schlackequalität und von noch festzulegenden Anforderungen an die Verwertung.

In der Bundesrepublik Deutschland gibt es bereits entsprechende Regelungen (Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen - Technische Regeln, herausgegeben von der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall, Stand 1. März 1994). Grundsätzlich wird in der BRD Schlacke aus Restmüllverbrennungsanlagen als geeignet für den Einsatz im Straßen- und Wegebau, bei der Anlage von befestigten Flächen in Industrie- und Gewerbegebieten sowie sonstigen Verkehrsflächen und bei Erdbaumaßnahmen eingestuft. Voraussetzung dafür ist eine Abdichtung der eingebauten Schlacke zur Oberfläche hin. Regelmäßige Qualitätskontrollen der Schlacke müssen durchgeführt werden. Anforderungen an die Standorte sind festgelegt, z.B. ist der Einsatz für Baumaßnahmen in Trinkwasserschutzgebieten oder in Gebieten mit häufigen Überschwemmungen untersagt.

Derzeit werden in Österreich die Schlacken und Aschen aus der Müllverbrennung mit Zement und Wasser vermischt, und der daraus resultierende Schlackebeton zur Schüttung des Randwalls der Deponie Rautenweg verwendet. Das kleine Oberflächen-zu-Volumen-Verhältnis der verfestigten Reststoffe bedingt sehr niedrige Auslaugraten für die in der Schlacke enthaltenen Schadstoffe. In Auslaugversuchen wurden bezüglich der untersuchten Schadstoffe die Grenzwerte für Trinkwasser eingehalten. Eine weitere Sicherheitsmaßnahme ist die Ablagerung der verfestigten Verbrennungsrückstände auf einer gesicherten Deponie.

Bei einer Verwertung der Schlacken aus Restmüllverbrennungsanlage im Straßen- und Wegebau und bei Erdbaumaßnahmen müßten auch in Österreich Mindestanforderungen an die Schlackequali-

tät, an die Standorte, etc. festgelegt werden. Grundsätzlich sollte der Einsatz von Schlacke zu Bauzwecken kritisch betrachtet werden, da aufgrund der relativ geringen anfallenden Mengen vermutlich nur kleinere, an verschiedenen Standorten angesiedelte Bauprojekte in Frage kämen. Dadurch würde eine allenfalls erforderliche Nachsorge erschwert. Weiters ist zu berücksichtigen, daß Baustoffe aus Schlacke in Konkurrenz zu anderen Recyclingprodukten, z.B. Straßenaufbruch oder mineralischer Bauschutt, treten würden.

Als hochwertiger Einsatzbereich wäre z.B. die Verarbeitung des schwermetallabgereicherten Schmelzprodukts zu Mineralfasern denkbar. Diese Verfahren sind allerdings nicht Stand der Technik.

5.7.3 Flugaschen und -stäube aus Abfallverbrennungsanlagen

Schlüsselnummer: 31309	Massenanteil - gesamt	rd.	0,02	%
	- gefährliche Abfälle	rd.	1	%
Abgeberbetriebe gem. AbfDV			4	

Masse	9.700	t	Technisches Verringerungspotential nicht schätzbar
-------	-------	---	--

Bei der Restmüllverbrennung entstehen pro t verbranntem Müll max. 30 kg Flugasche. Die Flugasche weist hohe Gehalte an ökotoxischen Substanzen auf. So können folgende Richtwerte für die Verteilung der Schadstoffe angegeben werden (STUBEN-VOLL, 1989):

	PCDD/PCDF	Hg	Cd	Pb	Zn
Gehalt im Müll	11-255 ng I-TE/kg TS	0,003 kg/t	0,010 kg/t	1 kg/t	2 kg/t

(JOHNKE, 1991)

Flugasche	90%	5%	85%	37%	38%
Schlacke	--	5%	10%	60%	60%
Filterkuchen	10%	90%	5%	3%	2%

Darüber hinaus sind lösliche Salze wie Chloride und Sulfate in der Filterasche enthalten.

In Österreich fielen im Jahr 1991 ca. 10.000 t Filterasche aus der Restmüllverbrennung und ca. 8.000 t aus der Verbrennung gefährlicher Abfälle an.

In Österreich werden die Filterstäube aus der Abfallverbrennung unter Zusatz von verschiedenen Rückstandsfraktionen und Zumischung von Zement und Silikatzusätzen verfestigt und deponiert. Dieses Verfahren führt zu erhöhten Abfallmassen, wobei das Deponievolumen nicht wesentlich erhöht wird.

In Zukunft sollte jedoch eine weitergehende Behandlung von Filteraschen und Kesselstäuben angewandt werden, mit dem Ziel, eine weitestgehende Entfrachtung und Immobilisierung von problematischen Inhaltsstoffen und nicht zuletzt eine Schließung der Stoffkreisläufe (z.B. Wiederverwertung der Schwermetalle aus den Rückständen) zu erreichen.

Folgende Möglichkeiten und Verfahren zur Verbesserung der Umweltverträglichkeit von Filter- und Kesselstäuben sind anzuführen.

- o Inputänderungen
- o feuerungstechnische Maßnahmen.

Folgende weitergehende Verfahren zur Verbesserung der Umweltverträglichkeit von Flugaschen, die sich im Versuchsbetrieb befinden, sind bekannt (SCHLAG, 1992), (GLEIS, HOFFMANN, 1992):

- o Hagenmaier-Verfahren zur Dioxinzerstörung
- o 3R-Verfahren, MR-Verfahren (Auswaschen durch saure, neutrale und/oder alkalische Flüssigkeiten)
- o chemische Behandlung bei niedriger Temperatur (400°C) in reduzierender Atmosphäre zur Dioxinzerstörung
- o thermische Behandlung bei Temperaturen > 1200°C zum Einschmelzen:
 - Plasma-Schmelzverfahren der Fa. Krupp-MaK
 - Elektrisch beheizte Schmelzverfahren
SOLUR-Verfahren
DEGLOR
 - Babcock-Induktiv-Schmelz-Verfahren
 - Brennstoffbeheizte Schmelzverfahren
CORMIN-Verfahren
Flammenkammer-Einschmelzverfahren (FLK)
Brenn-Schmelz-Verfahren der Fa. Babcock

Einen genaueren Überblick über bekannte Verfahren gibt GLEIS, HOFFMANN, (1992).

Bei dem naßchemischen Prozeß (z.B. MR, 3R), der beispielsweise in der Restmüllverbrennungsanlage Flötzersteig eingesetzt wird und zum Einsatz in der Anlage in Wels angeboten wurde, wird durch saure Wäsche der Filterstäube 70-90% des Cadmiums und bis zu 30-50% des Zinks extrahiert. Weiters erfolgt eine intensive Nachwäsche zur besseren Chloridauswaschung. Das Filtrat enthält u.a. die Schwermetalle und muß einer Abwasserbehandlung zugeführt werden. Die dabei entstehende Salzfracht muß im Einzelfall im Hinblick auf den zur Verfügung stehenden Vorfluter geprüft werden. Die Verwertung der Schwermetalle in dem bei der Abwasserreinigung anfallenden Neutralisationsschlamm sollte angestrebt werden.

Die derart behandelte Asche soll in einem Drehrohrofen thermisch behandelt werden, wobei Quecksilber völlig entfernt wird und die anhaftenden Dioxine bis unter die Nachweisgrenze zerstört werden (600°).

Die Anwendung der thermischen Verfahren bewirkt eine Zerstörung der Dioxine.

Bei Anwendung von Schmelzverfahren kann durch Zusatz geeigneter Zuschlagsstoffe zusätzlich erreicht werden, daß insbesondere ein Teil der Schwermetalle in der Glasphase immobilisiert werden. Die dabei entstehenden Emissionen an verdampften Salzen und Schwermetallverbindungen (Glasgalle) müssen abgeschieden werden. Die Stoffe sind jedenfalls gefährlicher Abfall und gegebenenfalls aufzuarbeiten. Sofern eine Aufarbeitung der löslichen Salze nicht möglich ist, sind diese Rückstände untertägig zu deponieren.

Die derart behandelten Filterstäube sind jedenfalls noch schwermetallhaltig und bis jetzt nicht verwertbar und müssen deponiert werden. Versuche zeigten, daß Filterstäube mit hohem Salzgehalt kaum zur thermischen Behandlung geeignet sind, da eine schlechte Einbindung ins Glas erfolgt.

Zementherstellung unter Zusatz von Filterstäuben und Einschmelzverfahren ist noch nicht Stand der Technik.

Wie bereits beim Abschnitt Schlacken und Aschen aus der Abfallverbrennung ausgeführt wurde, ist die Ausarbeitung rechtlich verbindlicher Kriterien und Methoden zur Beurteilung einer umweltverträglichen Entsorgung von Rückständen aus der Abfallverbrennung unbedingt erforderlich.

In Zukunft wird jedenfalls eine chemisch-physikalische sowie eine thermische Behandlung von Filterstäuben anzustreben sein, mit dem Ziel, Rückstände mit geringem Elutionspotential zu erhalten, um zumindest eine gefahrlose Ablagerung zu ermöglichen.

Dennoch weisen die derart behandelten Flugstäube zwar geringes Elutionsverhalten, jedoch hohe Schadstoffgehalte auf. Inwieweit daher eine ökologisch und ökonomisch sinnvolle Verwertung möglich ist, kann derzeit nicht abgesehen werden.

5.7.4 Feste salzhaltige Rückstände aus der Rauchgasreinigung von Feuerungsanlagen für konventionelle Brennstoffe

Schlüsselnummer: 31314	Massenanteil - gesamt	rd.	0,2	%
	- gefährliche Abfälle	rd.	7,7	%
	Abgeberbetriebe gem. AbfDV		0	!
Masse 75.000 t Technisches Verringerungspotential nicht schätzbar				

Feste salzhaltige Rückstände aus der Rauchgasreinigung von Feuerungsanlagen für konventionelle Brennstoffe umfassen Reststoffe

- o aus der Wirbelschichtfeuerung mit Trockenadditivverfahren zur SO_2 -Abscheidung als Gemisch aus Flugasche und Reaktionsprodukten
- o und Reststoffe aus trockenen und quasi-trockenen Entschwefelungsverfahren als Gemische aus Flugasche und Reaktionsprodukten mit einem vom Vorentstaubungsgrad abhängigen Flugaschengehalt.

Reststoffe aus dem Trockenadditiv(TAV)-Verfahren

Durch die Umrüstung einiger kalorischer Kraftwerke vom Trockenadditivverfahren auf Trockensorptions- bzw. Sprühabsorptionsverfahren wurde im Jahr 1992 eine Verringerung der Trockenadditivreststoffe (TAR) auf ca. 35.000 Tonnen erreicht. Im Vergleich dazu fielen im Jahr 1990 in Österreich ca. 115.000 Tonnen TAR aus den kalorischen Kraftwerken an. Diese Reststoffe werden zur Zeit schon teilweise verwertet, der Hauptanteil wird auf Deponien abgelagert. Die Anfallsmenge an TAR wird durch weitere Umrüstungen sich bis zum Jahr 2005 weiter auf ca. 5.000 Tonnen pro Jahr reduzieren.

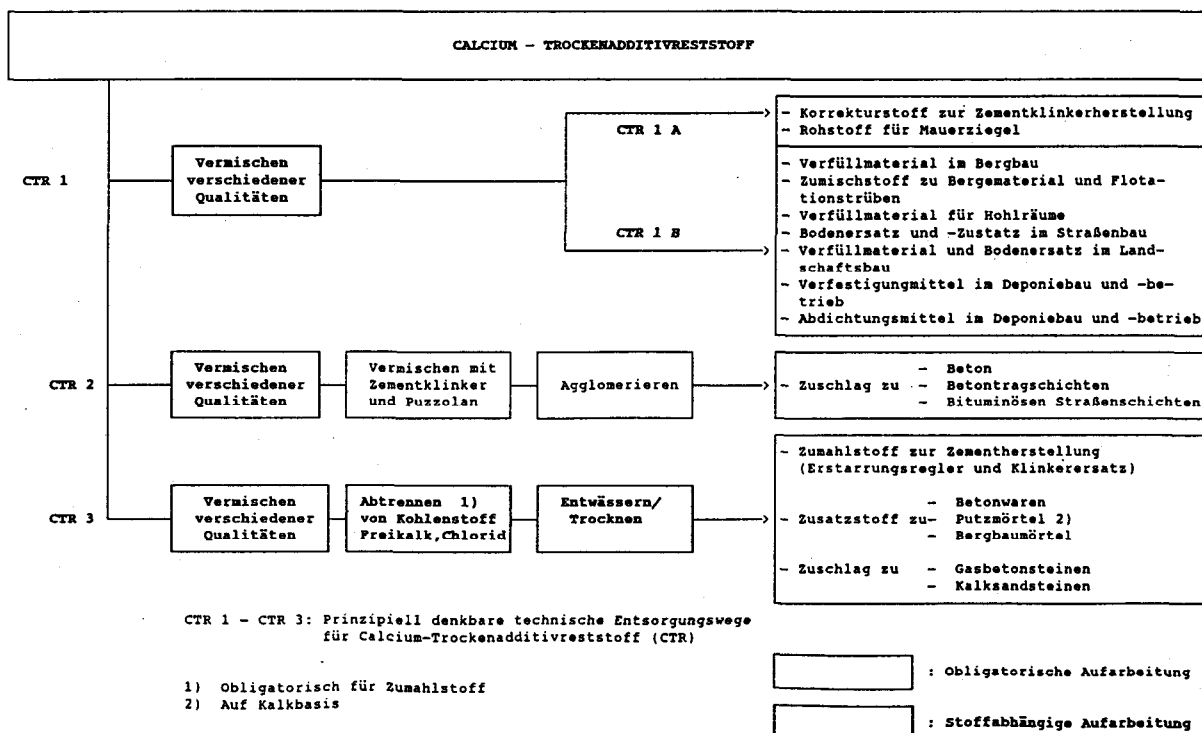
Im Hinblick auf eine Verwertung dieser Produkte in der Zementindustrie sind insbesondere die hohen Gehalte an Freikalk und an Sulfit begrenzende Faktoren.

Bei Trockenadditivverfahren wird in Österreich feingemahlene Kalksteinmehl dem Brennstoff bzw. dem Feuerraum zugeführt. Die Entschwefelung erfolgt durch Reaktion des SO_2 mit dem Kalziumadditiv. Bei entsprechender Zugabe des Additiv können auch weitere Schadstoffe, wie z.B. SO_3 , HF und HCl aus dem Rauchgas entfernt werden.

Die Sulfatreaktion findet im Kessel statt. Die Flugasche mit dem so gebildeten Kalkprodukt (CaSO_4 , CaCl_2 , CaF_2 , CaCO_3 und unreaktiertes Additiv) werden in Staubabscheideaggregaten abgeschieden. In erster Linie bestimmt der Schwefelgehalt der Kohle die Menge an Additiv - und somit die Menge an TAR - die zur Einhaltung einer Emissionsgrenzwertes zugegeben werden muß.

Ein weiterer Faktor ist die Oberflächenaktivität des Additivs. Zusätzlich läßt sich die Additiveinsatzmenge durch Rückführen eines Teiles des Reststoffes und Reaktivieren des darin vorliegenden unverbrauchten Kalziumoxids senken. Anhand dieser Erläuterung wird deutlich, daß der Anfall an Reststoffen aus dem Trockenadditivverfahren durch die Wahl des eingesetzten Additivs sowie durch Verfahrensmodifizierung wesentlich reduziert werden kann (CaCO_3 , Ca(OH)_2 , Ca(OH)_2 mit Aschenrückführung).

Die folgende Abbildung zeigt prinzipiell denkbare Entsorgungswege für den TAR ohne technische und wirtschaftliche Bewertung. Zur Zeit ist international gesehen eine industrielle Verwertung dieser Reststoffe nur auf Einzelanwendungen beschränkt. Voraussetzung für eine Verwertung in Bereichen mit hohen Qualitätsanforderungen (z.B. Beton- und Baustoffindustrie) sind jedenfalls Aufbereitungsschritte.



Prinzipiell denkbare Entsorgungswege für den Trockenadditivreststoff (TAR) (Ministerium für Umwelt Baden-Württemberg, 1990)

Im Jahr 1992 wurden in Österreich 15.000 Tonnen des Trockenadditivreststoffes von Riedersbach, Timelkam und Klagenfurt (Gesamtanfallsmenge ca. 35.000t/1992) mit Flugaschen und anderen Rauchgasreinigungsprodukten vermischt zur Verfüllung von alten Schottergruben verwendet.

Reststoffe aus dem Sprühabsorptions- und Trockensorptionsverfahren

Das Sprühabsorptionsverfahren ist in Österreich in zwei Kraftwerken zur Verminderung der Emissionen an Schwefeldioxid in Betrieb (Dürnrohr, FHKW-Mitte Salzburg). Dabei fielen im Jahr 1992 ca. 35.000 Tonnen Reststoffe an.

Nach der Umrüstung der kalorischen Kraftwerke von St. Andrä und Zeltweg bis 1994 auf ein Trockensorptionsverfahren und des Kraftwerkes Timelkam bis spätestens 1995, wird ab diesem Zeitpunkt mit einem Anfall von ca. 70.000 bis 80.000 Tonnen an Rauchgasentschwefelungsreststoffen zu rechnen sein. Die gesamte Menge an Natrium-Sulfatreststoff (2.500 Tonnen) von St. Andrä wurde 1992 in der Zementindustrie eingesetzt.

Die Sprühabsorptionsreststoffe (SAR) des Kraftwerkes Dürnrohr werden auf einer speziell abgedichteten Deponie abgelagert. Analysen zeigen, daß in diesem Reststoff ca. 20 % Flugasche enthalten ist. Die SAR des FHKW-Mitte Salzburg werden nach einem Aufbereitungsschritt unter behördlicher Genehmigung in einer aufgelassenen Schottergrube als landfilling Material eingebracht. Versuche zur Verwertung der Reststoffe aus dem Sprühabsorptions- und Trockensorptionsverfahren werden in Österreich und international seit Jahren durchgeführt. So zeigt beispielsweise eine umfassende Veröffentlichung der EVN (1990) verschiedene Verwertungswege auf.

Die Verwendung des Sprühabsorptionsproduktes des Kraftwerkes Dürnrohr in der Baustoffindustrie als Grundstoff für Schmal- und Dichtwandbaustoffe steht kurz vor seiner großtechnischen Verwirklichung. Als Injektionsgut bei Schmalwänden wird eine Dichtungsmasse aus Betonit, Zement, Füller (Steinmehl) und Wasser verwendet. Es wurde versucht, die Steinmehlkomponente teilweise durch diesen Reststoff zu ersetzen. Die Ergebnisse zeigten, daß die Durchlässigkeit bei REA-Schmalwandmörtel mit der von Schmalwandmörteln vergleichbar ist. Die Auslaugkonzentration von REA-Schmalwandmörtel zeigt jedoch erhöhte Werte für Chlorid und Sulfat gegenüber einem herkömmlichen Schmalwandmörtel, sie liegen jedoch unter dem Trinkwasser-

grenzwert (Neumann, 1989). Die vorangegangenen Forschungs- und Entwicklungsarbeiten sowie einschlägige Pilotprojekte haben durchaus positive Resultate erbracht.

Als Einsatzgebiet für Reststoffe des FHKW-Mitte Salzburg werden zur Zeit Versuche zur Verfestigung von Abfällen bzw. zur Immobilisierung von Schadstoffen durchgeführt.

5.000 Tonnen des Sprühabsorptions- (SAR) und Trockensorptionsreststoffes (TSR) von den Kraftwerken Dürnrohr und Salzburg (Gesamtanfallsmenge ca. 35.000t/1992) wurden im Jahr 1992 als Verfestigungsmaterial für die Deponierung von gefährlichen Abfällen (Stabilisierungsmaterial) oder als Grundstoff zur Herstellung von Deponieabdichtungen verwendet.

Grundsätzlich ist aus der Sicht des Umweltbundesamtes festzustellen, daß Verfahren zur Verfestigung von Abfällen bzw. zur Herstellung von REA-Schmalwandmörtel, Oberflächenabdichtungen u.a. in den Grenzbereich zwischen eingeschränkter Verwertung und Deponierung einzuordnen sind und jedenfalls - insbesondere im Hinblick auf mögliche Grundwasserbeeinträchtigungen - im Einzelfall kritisch zu prüfen sind.

Generelle Verwertungsmöglichkeiten in der Baustoffindustrie für Produkte aus jenem Sprühabsorptionsverfahren, das im Kraftwerk Dürnrohr eingesetzt wird, ergeben sich nach der Aufarbeitung durch folgende Verfahren:

- o Oxidationsverfahren zur Herstellung von technischem Anhydrit
- o Müller-Kühne-Verfahren zur Herstellung von Schwefelsäure und Portlandzementklinker

Wie in einem Artikel über vierjährige Betriebserfahrungen des Heizkraftwerkes Sandreuth der EWAG angeführt wird (VGB, 1991), zeigen diese zwar, daß die Anlage zur Erzeugung von technischem Anhydrit in den vergangenen Jahren nicht befriedigend arbeitete, das Verfahren jedoch dadurch keineswegs in Frage zu stellen sei. Die in 5000 Vollaststunden bisher erzeugten 15.000 Tonnen Anhydrit bestätigen die grundsätzliche Konzeption des Verfahrens. Die Verwertung in der Zementindustrie als Erstarrungsregler ist entsprechend den Ausführungen der EVN (1990) gesichert.

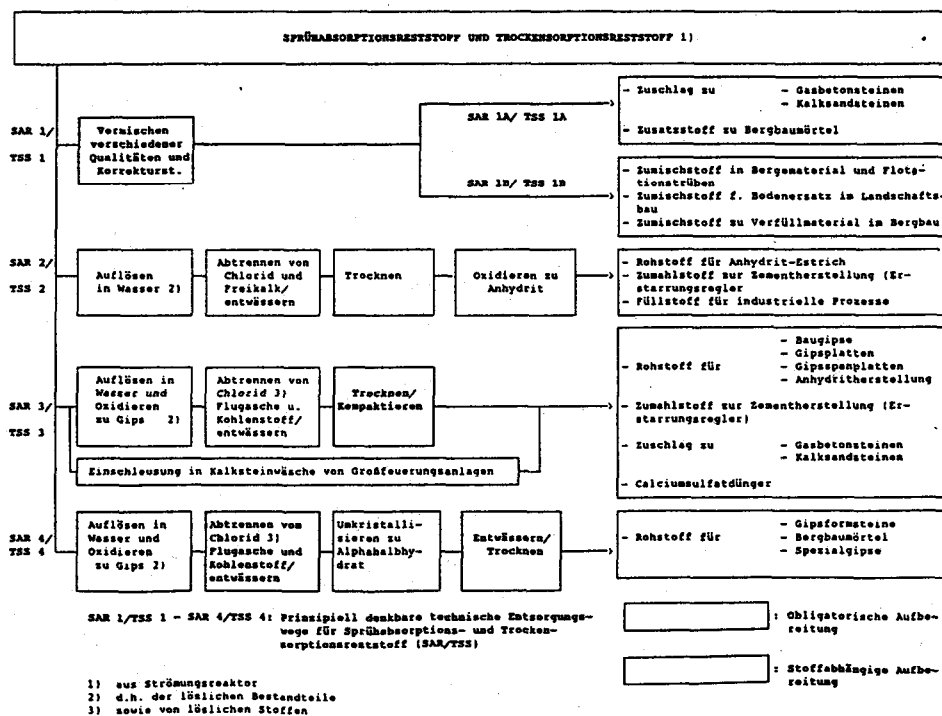
In dieser Veröffentlichung wird zum Müller-Kühne-Prozeß festgestellt, daß mit diesem Verfahren normgerechter

Portlandzementklinker erzeugt werden kann, wobei die Frage der Chloridausschleusung noch zu klären wäre. Es wird berichtet, daß von der Donau-Chemie-AG ein entsprechendes Verfahrenskonzept zur Patenterteilung eingereicht wurde.

Zur Verringerung des Anfalls des Rauchgasentschwefelungsproduktes/Flugaschengemisches sollte jedenfalls eine getrennte Abscheidung von Flugasche und REA-Produkt erfolgen. So wird beispielsweise die Flugasche des Kraftwerkes Dürnrohr (ca. 52.000 Tonnen im Jahr 1992) zu hundert Prozent in der Zement- und Betonindustrie verwertet. Hingegen erfolgt im FHKW-Mitte Salzburg aufgrund des unzureichenden Brennstoffausbrandes keine Vorabscheidung der Flugasche. Der Schwermetallgehalt dieses Produktes ist demnach erhöht gegenüber dem Reststoff aus der Entschwefelung.

Das Sprühabsorptionsverfahren beruht auf der Reaktion der Rauchgaskomponenten SO_2 , SO_3 , HCl und HF mit einer kalkhaltigen Suspension (30 - 50 Gew.-%). Die Absorptionssuspension wird über ein Zerstäubersystem in den Sprühreaktor im Gleichstromprinzip eingedüst.

Die folgende Abbildung zeigt prinzipiell denkbare Entsorgungswege für Sprühabsorptionsreststoffe ohne technische und wirtschaftliche Bewertung.



Prinzipiell denkbare Entsorgungswege für Sprühabsorptionsreststoffe (Ministerium für Umwelt Baden-Württemberg, 1990)

Hinsichtlich der Deponierung ist festzustellen, daß Analysendaten zeigen, daß die verfestigten Sprühabsorptions- und Trockensorptionsreststoffe ein gegenüber den nicht verfestigten wesentliche verbessertes Eluationsverhalten aufweisen.

Aufgrund des hohen Gehaltes an Freikalk, Calcit, Sulfat und Chlorid sind die Eluate unverfestigter Reststoffe durch hohe pH-Werte und Leitfähigkeit charakterisiert. Die Mobilisierungsrate für Schwermetalle ist dementsprechend vermindert. Die Freisetzung von Sulfit ist relativ gering.

Bei einer gemeinsamen Deponierung von unbehandelten Sprühabsorptions-, Trockensorptions- oder Trockenadditivreststoffen und Abfällen mit organischen Anteilen kann es im anaeroben Milieu zur Freisetzung von H_2S kommen. Die Ablagerung auf einer Monodeponie vermeidet derartige Abläufe. Bei der Deponierung dieser unbehandelten Reststoffe werden beim Kontakt mit Regenwasser oder Grundwasser im wesentlichen Salze (Chloride, Sulfate) frei, die zu einer erhöhten Belastung der Sickerwässer führen. Weiters können Schwermetalle freigesetzt werden, wobei u.a. die Löslichkeit von Schwermetallen mit steigendem pH-Wert abnimmt. Der pH-Wert der Eluate dieser Reststoffe liegt kurzfristig deutlich über pH 12 und kann sogar bis pH 14 reichen.

Es kann jedenfalls davon ausgegangen werden, daß in Einzelfällen die Grenz- oder Richtwerte der Trinkwasserverordnung für pH-Wert, Chlorid, Sulfat und für Leitfähigkeit in den Eluaten um Größenordnungen überschritten werden. Zur Verbesserung des Deponieverhaltens, insbesondere zur Stabilisierung anorganischer löslicher Bestandteile wie Salze, ist daher eine Reststoffbehandlung unbedingt erforderlich. Unbehandelte Reststoffe aus dem Sprühabsorptions-, Trockensorptions- und Trockenadditivverfahren sind gemäß der deutschen TA-Abfall, sofern die Verwertungsprüfung negativ ist, auf Deponien für besonders überwachungsbedürftige Abfälle abzulagern (Monodeponien).

Die Reststoffe aus dem Trockenadditivverfahren unter Zusatz von Na_2SO_4 sind hinsichtlich ihrer guten Löslichkeit und schlechten bis technisch nicht durchführbaren Konditionierung im Falle der Deponierung aufgrund der Löslichkeit von Na_2SO_4 untertägig abzulagern. In Österreich wurden diese Produkte auf einer speziell abgedichteten Deponie abgelagert. Zur Zeit wird und wurde bereits das Trockenadditivverfahren auf die Trockensorption umgerüstet. Die hohen Kosten, die mit der Ablagerung auf Deponien für besonders überwachungsbedürftige

Abfälle bzw. auf Untertagedeponien verbunden sind, können den finanziellen Spielraum für erforderliche Aufbereitungsverfahren schaffen, die eine Verwertung in der Bauindustrie ermöglichen.

Zur Sinnhaftigkeit zusätzlicher Anstrengungen zur großtechnischen Verwertung dieser Produkte ist allerdings zu bemerken, daß es zahlreiche Verfahren zur Rauchgasentschwefelung gibt, deren Reststoffe ohne aufwendige Aufarbeitung zu 100 % uneingeschränkt verwertet werden können. Jene Verfahren, beispielsweise das Kalk/Kalksteinwaschverfahren, die ein quantitativ verwertbares Produkt liefern, sind aus der Sicht der Abfallvermeidung zu bevorzugen. Es konnte nachgewiesen werden, daß der Einsatz von Gips in der Baustoffindustrie keine Probleme bereitet. Gegenwärtig zeigt sich auch, daß die Verwertung von REA-Gips in Österreich fast zu 100 % erfolgt. Der Bau weiterer Anlagen, deren Rauchgasreinigung zu solchen Endprodukten führt, ist daher aus der Sicht der Abfallvermeidung nicht sinnvoll.

Da jedoch in Österreich Anlagen mit Trockenadditiv-, Trockensorptions- und Sprühabsorptionsverfahren existieren bzw. noch längere Zeit laufen werden und geplant sind, sollten die Anstrengungen zur Verwertung der jetzt anfallenden Reststoffe mit dem Ziel einer mindestens 70 %-igen Verwertung bis zum Jahre 1996 in der Baustoffindustrie forciert werden. Voraussetzung dafür ist jedenfalls, daß ökologisch sinnvolle Produkte geschaffen werden.

Die technische Verwertungsmöglichkeiten des SARs sind noch beschränkt, weil dieser Reststoff aus einer Salzmischung besteht, die eine große Anzahl von Verunreinigungen, wie zum Beispiel Schwermetalle, die die Verarbeitung erschweren, enthält (siehe Tabelle).

Überblick über die technischen Verwertungsmöglichkeiten des SARs

Anwendung	Behandlung	Produktion von Baumaterial	Stand der Technik	Probleme
Landschaftsbau	nicht notwendig	ev. mit Bindern, Additiven und Wasser vermischt	betriebl. Anwend. (z.B. Borken)	Verfügbarkeit von großen Massenströmen
Deponie - Grundabdichtung	nicht notwendig	mit Bindern, Additiven und Wasser vermischt	Versuchsstudien	Festigkeit, Vollständigkeit, Löslichkeit von Verunreinigungen
- Wände	nicht notwendig	mit Bindern, Additiven und Wasser vermischt	Pilotstudien	
- Abdeckung	nicht notwendig	mit Bindern, Additiven und Wasser vermischt	betriebl. Anwend. (in Schweden)	
Lärmschutzwände, Dämme	nicht notwendig	ev. mit Bindern, Additiven und Wasser vermischt	Überlegungen	Materialeigenschaft, Verfügbarkeit, Auflösbarkeit, Kosten
Hohlraumverfüllung von Minen	nicht notwendig		betriebl. Anwend.	
Mörtel	nicht notwendig	mit Bindern, Additiven und Wasser vermischt	betriebl. Anwend.	Kosten
Bindemittel für Zement	ev. notwendig (Cl ?)	Klinkerzugabe	Überlegungen Pilotstudien	Dosierung, Homogenität, Sulfitoxidation im Mörtel
Betonzuschlagstoff	nicht notwendig	Betonzuschlagstoff	Eignung getestet	chem. Beständigkeit, Festigkeit
Zuschlagstoff für Baustoffe	Pelletierung, Brikkettierung nach Binder-u. Additivzugabe	produktionsabh.	betriebl. Anwend.	chem. Beständigkeit, Festigkeit
Zuschlagstoff für Kreide-Sandstein	nicht notwendig	Zugabe hängt vom Reststoff ab	betriebl. Anwend.	Chlor-Korrosion im Autoklav
Zuschlagstoff für porösen Beton	nicht notwendig	Zugabe hängt vom Reststoff ab	Überlegungen	Korrosion im Autoklav
Füllmaterial für Kunststoff und Papier			Überlegungen	
Anhydrit	Sulfatoxidation	ähnlich wie bei gewöhnlich Anhydrit	betriebl. Anwend.	hohe Kosten
Zementproduktion		Müller-Kühne-Prozeß	Pilotstudien	
Eindickung von Klärschlämmen			betriebl. Anwend.	Bildung von Hydro-sulfit bei hoher Sulfatkonzentration

Bei der Angabe der Massen an gefährlichen Abfällen aus der Rauchgasreinigung ist zu beachten, daß gem. § 10 ALSAG die Behörde in begründeten Zweifelsfällen durch einen Bescheid festzustellen hat, ob eine bewegliche Sache Abfall ist oder als Abfall im Sinne des § 6 ALSAG vorliegt.

Es kann daher angenommen werden, daß die oben geschätzte Masse an gefährlichen Abfällen im Sinne des Abfallwirtschaftsgesetzes deutlich niedriger ist als die im Text angegebenen Massen.

5.7.5 Rea-Gipse

Schlüsselnummer: 31315	Massenanteil - gesamt	rd.	0,3	%
	- gefährliche Abfälle	rd.	-	%
	Abgeberbetriebe gem. AbfDV	rd.	-	

Masse	100.000	t	Technisches Verringerungspotential	bis zu 100	%
-------	---------	---	------------------------------------	------------	---

In Österreich fielen im Jahr 1992 ca. 75.000 t REA-Gips in den Kraftwerken Mellach, Riedersbach, Voitsberg, Simmering und Linz an. Der aus Entschwefelungsanlagen anfallende Gips (REA-Gips) entspricht sowohl in seiner chemischen als auch in seiner mineralogischen Zusammensetzung meist den Anforderungen, welche für die Verwertung als Baugips notwendig sind.

Beim Einsatz von geeigneten Kohlen sind auch keine zusätzlichen Reinigungsschritte zur Eliminierung von zu hohen Chlorid-, Fluorid- und Schwermetallanteilen notwendig. Qualitätsprobleme gibt es bei Kohlen minderer Qualität (z.B. Salzkohlen). Diese Feststellung gilt auch bei der Entschwefelung der Abgase bei ölgefeuerten Kraftwerken. In diesem Fall ist es jedoch unbedingt erforderlich, vor der Entschwefelungsstufe eine Abscheidung der Ölasche vorzusehen.

Verwertung in der Gipsindustrie

REA-Gipse können aufgrund der chemischen und mineralogischen Zusammensetzung besonders in verschiedenen Bereichen der Gipsindustrie als Rohstoff bzw. Substitut für Naturgips und/oder Anhydrit eingesetzt werden.

Im Hinblick auf die Qualitätsanforderungen sind für den REA-Gips vor allem das leicht lösliche Chlorid und der Freikalk von Wichtigkeit. Eine weitere, jedoch nicht angegebene wichtige Größe ist die Abbindezeit (Versteifungsbeginn und -ende), die möglichst konstant sein sollte.

Chlorid führt zur Herabsetzung der Druck- und Biegezugfestigkeit von Gipsbaustoffen, und in Verbindung mit Erdalkalimetallen durch eine Auskristallisation an der Oberfläche zu Ausblühungen. CaO bewirkt bei Aufnahme von Wasser Treiberscheinungen, und in Verbindung mit Flugasche sind unkontrollierbare Abbindereaktionen möglich.

Neben baustofftechnischen Aspekten ist zusätzlich eine Färbung von Gipsprodukten durch Inhaltsstoffe zu beachten. Das gilt für Flugaschenanteile und höhere Gehalte an Eisen-Mineralen.

Baugips muß, sofern der REA-Gips eine im Vergleich zu Naturgips andere Kornform und -größe und damit teilweise unterschiedliche physikalische Eigenschaften hat, zur Erzielung der gewünschten Produkteigenschaften unter Umständen eine größere Anzahl von Stellmitteln zugegeben werden.

Auf die Qualität von Gipsplatten (Karton-, Wandbau-, Decken-, Faserplatten) und Gipsspanplatten kann überwiegend der Kalziumchlorid-Gehalt aller Reststoffe negative Auswirkungen haben. Durch die hygroskopische Eigenschaft von Kalziumchlorid und dem damit verbundenen höheren Wassergehalt in den Platten läßt deren Formstabilität nach.

Bei einer nadeligen Kornform steigt durch das höhere Porenvolumen ebenfalls die Wasseraufnahme. Die nadelige Kornform ist bei der Herstellung von Gipsspanplatten nach dem "Halbtrockenverfahren" nicht von Bedeutung. Gipsfaserplatten können auch aus den Reststoffen und Altpapier, wie normale Gipsfaserplatten, auch der Basis von b-Halbhydrat hergestellt werden. Eine Produktion auf Basis von a-Halbhydrat existiert wegen der hohen Herstellungskosten derzeit nicht.

Der Einsatz der Reststoffe ermöglicht aufgrund der hohen Reaktivität der Gipskristalle und der damit verbundenen kürzeren Abbindezeit eine Einsparung von Beschleunigern sowie durch die im Vergleich zu Naturgips höhere Festigkeit eine Herabsetzung der Haltezeiten in der Presse, die den neuen Aggregaten in der traditionellen Spanplattenerstellung entspricht. Notwendig dazu ist aber, neben einem b-Halbhydrat mit besonderer Kristallform, eine sorgfältige und spezielle Aufbereitung des Altpapiers bzw. die Verwendung von bestimmten Papierfasern.

Für alle Anwendungsbereiche der Reststoffe in der Gipsindustrie gilt, daß der Einsatz in bestehenden Produktionsanlagen möglicherweise geringfügige produktionstechnische Umstellung und anwendungsspezifische Produktoptimierungen verlangt. Feinteilige und feuchte Reststoffe können in der Regel in den Anlagen schlecht verarbeitet werden, da die Aufbereitungs- und Brennprozesse für grobstückigen Naturgips ausgelegt sind. Getrocknet und kompaktiert sind sie jedoch einsetzbar und durchaus mit Naturgips zu vergleichen.

Verwertung in der Zementindustrie

In diesem Industriebereich wird REA-Gips zusammen mit Anhydrit als Erstarrungsregler eingesetzt. Die Verwendung von technischen Anhydrit aus REA-Gips ist aufgrund seines teilweise abweichenden Verhaltens (schlechtere Löslichkeit) von Naturanhydrit beschränkt und zur Zeit noch nicht Stand der Technik. Das mengenmäßige Verhältnis von REA-Gips und Anhydrit zueinander ist abhängig von der herzustellenden Zementart, da beide Komponenten unterschiedlich schnell mit dem Tricalciumaluminat des Klinkers reagieren.

Im Hinblick auf die gewünschte Reinheit des REA-Gipses orientiert sich die Zementindustrie an den Anforderungen der Gipsindustrie. In der Zementindustrie können auch höhere Gehalte an verunreinigenden Inhaltsstoffen des REA-Gipses toleriert werden, zumal der Mengenanteil der Calciumsulfate im Zement nur maximal 5 % beträgt. Weitere Störungen werden durch höhere Gehalte an freiem Kalzium- und Magnesiumoxid hervorgerufen. Leichtlösliche Chlorid-, Fluorid- sowie Alkaliverbindungen können durch die Umsetzung mit Sulfaten, Aluminaten und Silikaten ebenfalls Beeinträchtigungen hervorrufen.

5.7.6 Schlacken und Aschen aus Abfallpyrolyseanlagen

Schlüsselnummer: 31316	Massenanteil - gesamt	rd.	0,04	%
	- gefährliche Abfälle	rd.	1,5	%
	Abgeberbetriebe gem. AbfDV		3	

Masse	15.000	t	Technisches Verringerungspotential	nicht schätzbar
-------	--------	---	------------------------------------	-----------------

Die drei Abgeberbetriebe gemäß Abfalldatenverbund meldeten zusammen nur 39 t dieses Abfalls, der Rest scheint im Datenverbund nicht auf (Datenstand 6.6.1994)!

Bei der Abfallpyrolyse ist die Zusammensetzung der Aschen und Schlacken stark vom Einsatzprodukt abhängig. Mögliche Nachbehandlungs- und Verwertungsmaßnahmen sind hier dem jeweiligen Einsatzfall anzupassen. Bei Pyrolyseanlagen für Restmüll fallen pro Tonne Müll rund 360 - 380 kg Feststoffe an, die zum größten Teil aus Pyrolysekoks, Brennkammerstaub und Zyklonstaub bestehen.

Diese oft als Schlacken und Aschen bezeichneten Abfälle weisen hohe Kohlenstoff- und Schadstoffgehalte auf, sind derzeit nicht verwertbar, sie müssen nachbehandelt und deponiert werden. Verschiedene Verfahren zur Nachbehandlung oder zur Verwertung dieser Abfälle sind in Entwicklung (Schmelzkammerverfahren, Konditionierungsverfahren mit Kalk).

Die Brennkammerstäube weisen unter anderem hohe Gehalte an Ammonium, Blei und Cadmium auf und ihre Schadstoffgehalte liegen deutlich über den Werten des Schmelkokses und des Zyklonstaubes. Diese Abfälle müssen ebenfalls nachbehandelt und deponiert werden.

5.8 Baurestmassen

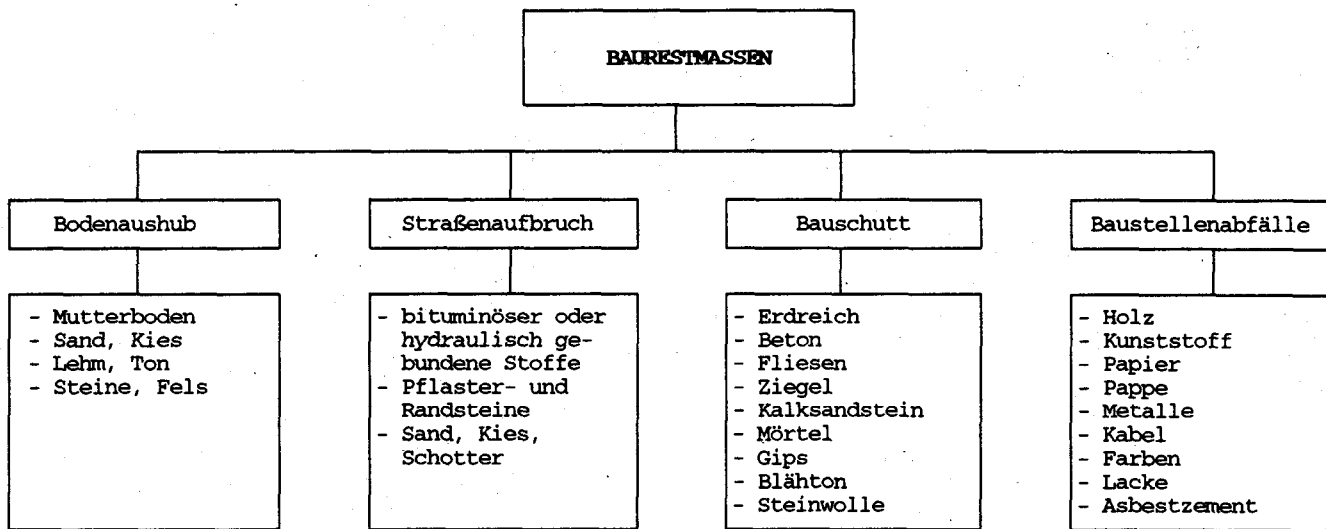
Schlüsselnummern: 31409-13, 27, 37, 41 91206	Massenanteil - gesamt	rd.	56	%
	- gefährliche Abfälle	rd.	0,15	%
	Abgeberbetriebe gem. AbfDV		76	
Masse	22 Mio t	Technisches Verringerungspotential	rd.	%

Neuesten Schätzungen zufolge kann das Massenpotential für Baurestmassen mit knapp 22 Mio t/a beziffert werden. Nachstehende Tabelle gibt einen Überblick über die zu den Baurestmassen zählenden Schlüsselnummern.

SN	Bezeichnung gemäß ÖNORM S 2100	BAWP 1995
31409	Bauschutt (keine Baustellenabfälle)	2.650.000
31410	Straßenaufbruch	1.830.000
31411	Bodenaushub	15.390.000
31412	Asbestzement	35.000
31413	Asbestzementstäube	5
31427	Betonabbruch (in SN 31409 enthalten)	.
31437	Asbestabfälle, Asbeststäube	500
31441	chemisch verunreinigter Bauschutt	1.000
91206	Baustellenabfälle (kein Bauschutt)	2.000.000
Summe in t/a (gerundet)		22 Mio

In dieser Masse nicht enthalten ist das Bau- und Abbruchholz, das im allgemeinen ebenfalls den Baurestmassen zugeordnet wird. Das Aufkommen für diese Schlüsselnummer 17202 kann mit rd. 360.000 t/a angegeben werden.

Nachfolgend werden für diese Abfälle zusammenfassend Vermeidungs- und Verwertungsansätze beschrieben, die in ausführlicher Form in der UBA-Studie "Baurestmassen - Vermeidung, Verwertung und Behandlung (1995) dargestellt sind.



SN 31409 Bauschutt

Bauschutt ist ein Produkt des Prozesses Bautätigkeit und fällt im Zuge der Errichtung von Neubauten oder bei Abbrüchen an. Gänzliche Vermeidung dieses Produktes ist gleichbedeutend mit nicht vorhandener Bautätigkeit oder der totalen Substitution der mineralischen Baustoffe im Bauwesen. Beide Varianten sind unrealistisch. Die Vermeidung kann daher nur in Form einer Mengenreduzierung des Bauschuttes bestehen. Dazu stehen mehrere Möglichkeiten zur Verfügung.

Eine dieser Möglichkeiten besteht darin, die Nutzungsdauer von Bauwerken und Bauteilen besser auszuschöpfen. Geänderte Nutzungsanforderungen an ein Bauwerk müssen nicht automatisch den Abbruch des Gebäudes bedeuten, vielmehr sollte die Erhaltung des bestehenden Bauwerkes auch als eine Möglichkeit gesehen werden. Beispielsweise können mobile Raumteilsysteme unterschiedlichen Nutzungsanforderungen leichter angepaßt werden, als starre Wandkonstruktionen.

Vor allem beim Vorliegen von Fertigteilbauweisen, die im Industriebau durchaus die an sie gestellten Forderungen erfüllen konnten, ist statt eines Totalabbruches die Möglichkeit der Demontage zu berücksichtigen. Im allgemeinen ist der Ausgangsgebrauchswert der einzelnen Elemente (Träger, Säulen, Decken- und Wandelemente) nach der Demontage sehr hoch. Eine Gegenüberstellung von Kosten und Nutzen bei der Demontage und bei einem Abbruch mit anschließendem Recycling für die gleiche Zielsetzung (Zielgebrauchswert) zeigt, daß in vielen Fäl-

len die Demontage die energetisch, ökologisch und wirtschaftlich sinnvollere Variante darstellt. Mettke (1992) berichtet darüber anhand einiger Beispiele aus dem Industriebau. Verfahrensbedingte Überbeanspruchungen an den Bauelementen können örtlich auftreten und müssen bei der konstruktiven Bemessung berücksichtigt werden. Wird die Möglichkeit der Demontage bereits bei der Planung der Bauwerke berücksichtigt (Maßgeblich bei der Wahl der Verbindungsmittel) so wird dieser Methode zukünftig, vor allem regional größere Bedeutung zukommen.

Auch die bisher mit dem Rückbau von Gebäuden, die nicht in Fertigteilbauweise hergestellt wurden, gemachten Erfahrungen zeigen, daß einzelne Bauteile direkt wiederverwendet werden können. Positive Erfahrungen aus Dänemark und Deutschland liegen bereits vor.

Zu einer qualitativen Verbesserung des Bauschuttes kommt es durch den getrennten Ausbau kontaminierter und stofflich verschiedener Bereiche eines Bauwerkes. Falls möglich sollten größere, baustoffhomogene Bereiche der Bauschuttaufbereitung getrennt zugeführt werden, damit eine definierte Qualität des Recyclinggranulates erzielt wird.

Es soll jedoch nicht unberücksichtigt bleiben, daß Demontage- und Rückbaumaßnahmen längere Verweilzeiten auf den Baustellen bedingen, als der Totalabbruch und daher die Akzeptanz bei Anrainern, vor allem bei langer Rück- und Neubauzeit nicht immer gegeben sein wird. Abhilfe können hier die Anwendung lärmarmen Maschinen, lärm- und emissionsmindernde Maßnahmen oder andere Ausgleichsmaßnahmen bringen. Nur so werden Betroffene von der ökologischen Sinnhaftigkeit der Maßnahmen zu überzeugen sein.

Für den Einsatz von Recyclinggranulaten aus Bauschutt wird für die Grobfraktionen ($\phi > 4$ mm) ein Einsatz als Zuschlagstoff auch für Konstruktionsbeton im Hochbau langfristig angestrebt. Dazu sind allerdings einige Änderungen im Bereich der Normungen erforderlich, damit die spezifischen Eigenschaften des Recyclingmaterials bei der Festlegung der Betonqualität und Bemessung von Bauteilen berücksichtigt werden können.

Die Herstellung von Mauerwerkssteinen aus Recyclinggranulat und natürlichen Zuschlägen hat sich sowohl aus technischer Sicht als auch betriebswirtschaftlich bewährt.

SN 31410 Straßenaufbruch

Es ist anzunehmen, daß auch in Zukunft Erhaltungsmaßnahmen an Straßen und Autobahnen in großem Umfang durchgeführt werden müssen, um die Bausubstanz zu erhalten und die Verkehrssicherheit nicht zu gefährden. Zur Vermeidung von Altasphalt erscheint es die wirksamste Maßnahme zu sein, das Verkehrsaufkommen, die Achslasten und/oder die Geschwindigkeit zu verringern, um dem ständig steigenden Erneuerungsbedarf von Verkehrsflächen entgegenzuwirken. Eine deutliche Verringerung des Verkehrsaufkommens im Straßenverkehr ist jedoch trotz bereits etablierter verkehrspolitischer Instrumente zumindest bis zum Jahr 2000 insgesamt nicht aus den derzeitigen Trends ablesbar.

Ein weiterer wesentlicher und jedenfalls langfristig wirksamer Lösungsansatz zur Vermeidung von Straßenaufbruch besteht darin, daß man die Straßenbeläge und -konstruktionen in Zukunft so herstellt, daß eine möglichst lange Haltbarkeit gewährleistet ist. Dazu gehören folgende Maßnahmen:

- o Anwendung nur hochwertigster, widerstandsfähiger Deckschichten, z.B. Splitt-Mastix-Asphalt,
- o Verstärkung der gebundenen Straßenbefestigung und
- o Entwicklung neuer langzeitbeständiger Baustoffe und Baukonstruktionen im Straßenbau. Diese sollten selbstverständlich in ihrer stofflichen Zusammensetzung umweltverträglich sein und ohne großen Energieaufwand hergestellt werden.

Weitere Vermeidungsmöglichkeiten sind:

- o Vermeidung korrosiver Einflüsse, z.B. durch Streumittel, Düngemittel bei hydraulisch gebundenen Straßenbaustoffen
- o Weiterentwicklung und Förderung grabenloser, unterirdischer Methoden zur Errichtung, Reparatur und Wartung von Versorgungsleitungen, Abwasserrohren u.dgl.

Bedingt durch den lagenweisen Aufbau ist eine getrennte Gewinnung des Straßenaufbruchs, also der Fraktionen Asphalt, Beton usw. im Vergleich zum Hochbau relativ leicht möglich. Dies hat dazu geführt, daß im Vergleich zu anderen Baurestmassen die Verwertungsquoten derzeit bereits hoch sind. In Österreich wird nur mehr ein relativ geringer Altasphalt-Anteil deponiert. Für den Straßenaufbruch insgesamt im Jahr 1991 wurde die Verwertungsquote auf 70 bis 90 % geschätzt.

Bei der Verwertung dominieren die "kalten" Verwertungstechnologien, also der Einbau des kalt gewonnenen Fräsasphaltes oder des gebrochenen Altasphaltes ("KRC") in den Unterbau oder für Ausgleichsschichten im Straßenbau. Für den Unterbau, für Ausgleichsschichten, Lärmschutzwälle, Künettenverfüllungen u.dgl. können jedoch auch andere, gegebenenfalls minderwertigere Recycling-Baustoffe verwendet werden. Um nun auch der Forderung des Abfallwirtschaftsgesetzes nach der Schonung natürlicher Rohstoffreserven Rechnung zu tragen, sollte in Zukunft mehr Altasphalt bei der Herstellung von Asphaltmischgut verwendet werden. In dieser Weise kann sowohl Bitumen als auch natürliches Gestein, das bei der Asphaltherstellung verbraucht wird, eingespart werden. Dabei darf auch der Aspekt der Wiederverwertung des Bitumens als relativ wertvolles, durch Erhitzen reaktivierbares Bindemittel nicht übersehen werden.

Die Grenzen der Verwertungsmöglichkeiten bei der Herstellung von Asphaltmischgut liegen einerseits in der Technologie der Herstellung von Asphaltmischgut, aber auch in der alterungsbedingten Versprödung von Asphalt und schließlich auch darin, daß für Deckschichten - z.B. für die obersten 4 cm des Fahrbahnaufbaues - nur hochwertige, genau dosierte Mischungen verwendet werden können.

SN 31411 Bodenaushub

Eine Vermeidung des Aufkommens an Bodenaushub ist gleichbedeutend mit einem geringeren Aushubvolumen. Deshalb müssen Maßnahmen zur Vermeidung von Bodenaushub bereits in der Planung von Bauvorhaben Berücksichtigung finden:

- o Bei der Festlegung des Niveaus von Erschließungsstraßen wird bereits im wesentlichen der folgende Bodenaushub vorgegeben.
- o Das Niveau des Kellergeschoßes in Neubaugebieten bestimmt endgültig das dort anfallende Aushubvolumen.
- o Beim Wegebau ist bei der Ausführung von Einschnitten, Dämmen, Rampen, etc. verstärkt auf einen Massenausgleich zu achten. Aus wirtschaftlichen Gründen wird dieser Punkt in zahlreichen Fällen schon jetzt gut erfüllt.

Für eine Wiederverwendung bzw. Verwertung von Bodenaushub ist die getrennte Erfassung und Lagerung desselben unumgänglich.

Einen ersten Schritt in diese Richtung bildet die Verordnung des Bundesministers für Umwelt über die Trennung von bei Bau-tätigkeiten anfallenden Materialien (BGBI 1991/259). Diese sieht vor, daß Bodenaushub ab einer Masse von 20 t zu trennen ist. Im Falle des Bodenaushubs ist die Trennung möglichst am Anfallsort durchzuführen. Eine weitere Aufbereitung des Bodenaushubs vor Ort zu hochwertigerem Material ist sinnvoll für Kies, mit Abstrichen auch für Sand möglich.

Um Möglichkeiten der Verwertung aufzuzeigen, muß eine grobe Differenzierung nach der Art des Bodens erfolgen. Eine ausführliche Auflistung von Bodenklassen sowie deren Entsorgungs- und Verwertungsmöglichkeiten sind dem "Leitfaden zur Behandlung von Erdaushub für das Land Rheinland-Pfalz" zu entnehmen (1988). Spezielle Verwendungsmöglichkeiten im Baubereich sind beispielsweise:

- o Lärmschutzwälle
- o Ungebundene Verkehrsflächen und Wegebau
- o Unterbau
- o Hinterfüllung und Überschüttung
- o Verfüllung von Leitungsgräben
- o Bodenverfestigung und Untergrundverbesserung
- o Tragschichten ohne Bindemittel
- o Hydraulisch gebundene Tragschichten
- o Tragschichten mit bitumin. Bindemitteln
- o Bituminöse Deck- und Binderschichten
- o Betontragschichten

Der Massenausgleich (direkte Wiederverwertung), d.h. die Verwendung des anfallenden Aushubs bei anderen baulichen Schritten stellt den Übergang von der Vermeidung zur Verwertung dar. Hierbei muß in erster Linie auf die Minimierung der Transportwege geachtet werden. Eventuell können geogene Besonderheiten eines Bodenaushubes das Verführen dieses Materials beschränken. Die direkte Verwertung organischer Böden (Mutterboden) sollte massiv unterstützt werden, da diese belebten Böden von besonderer ökologischer Bedeutung sind.

Bei Großbauvorhaben ist ein örtlicher Massenausgleich anzustreben. In Neubaugebieten sollte der Bodenaushub für landschaftsgestalterische Zwecke genutzt werden. Zur Förderung des Informationsaustausches sollten Bodenaushubbörsen eingerichtet werden. Sehr zufriedenstellende Ergebnisse und eine Zusammenfassung der Erfahrungen sind besonders von der Frankfurter Bodenbörse bekannt. Aufgrund der Kenntnis der Bodenaushubmassen kann auch der Erfolg von Strategien zur Vermei-

dung beurteilt werden (Erfolgskontrolle). Besonders groß ist jedoch die Gefahr, daß gemeinsam mit dem Bodenaushub auch andere Abfälle beim Massenausgleich eingebracht werden, sodaß ein effektives Kontrollsystem entwickelt werden müßte.

Über gewisse Zeiträume kann eine Zwischenlagerung sinnvoll und notwendig sein, entsprechende Flächen müßten im Zusammenhang mit einer einzuführenden Bodenaushubbörse geschaffen werden. Für die Zwischenlagerung sind entsprechende Anforderungen vorzuschreiben, eine zeitliche Begrenzung der Lagerzeit ist festzusetzen.

Die Ablagerung von nicht verunreinigtem Bodenaushub auf Mülldeponien sollte, abgesehen vom für die Errichtung, den Betrieb und die Stilllegung der Deponie notwendigen Bodenaushub zukünftig untersagt werden. Die Einrichtung von Bodenaushubbörsen, Zwischenlager, etc. muß diesem Schritt jedoch vorangehen und mit Nachdruck gefördert werden.

SN 31427 Betonabbruch

Eine Vermeidung kann vor allem durch qualitativ hochwertige Betonoberflächen und Korrosionsschutz erreicht werden. Gegen betonangreifende Stoffe und Betonschäden kann man entweder bei der Herstellung des Betons und der Errichtung des Bauwerkes oder nachträglich durch Schutz- oder Sanierungsmaßnahmen Vorkehrungen treffen. Entscheidend für die Qualität der Betonoberfläche ist dabei ihre Undurchlässigkeit für Wasser und Kohlendioxid.

Für die Sanierung von bereits eingetretenen Korrosionsschäden gibt es im wesentlichen drei Konzepte:

- Konzept 1: Beschichten des Stahls
- Konzept 2: Fernhalten des Wassers
- Konzept 3: Repassivierung des Stahls

Betonabbruch ist bereits jetzt ein wertvoller Sekundärrohstoff, der bei der Errichtung von Straßen, beim Füllen von Leitungsgräben und bei Hinterfüllungen die Primärrohstoffe ersetzen kann. Aufbereitete, frostsichere Betonabbruch-Granulate erreichen bereits Marktpreise, die nur wenig unter denen von Primärrohstoffen liegen. Auch die Verwertung von Betonabbruch als Zuschlagsstoff im Straßenbau (Betonbauweise) wird in Österreich bereits in großem Maßstab praktiziert. Diese beiden, bereits etablierten Verwertungspfade wären jedenfalls dann verstärkt zu fördern, wenn es regional oder bundesweit

zu einem Überschuß an verwertbaren Recycling-Granulaten kommen würde.

Noch im Aufbau befindet sich derzeit die Verwertung von Betonabbruch als Zuschlagsstoff im Hochbaubereich und bei der Herstellung von Betonfertigteilen und Betonsteinen. Hier wären einschlägige technische Regelwerke, die die Eigenschaften verwertbarer Granulate festlegen, bzw. einschlägige Normen dringend erforderlich. Einsatzgebiete für Betonabbruch bestehen beispielsweise bei der Herstellung von Betonfertigteilen mit geringeren Festigkeitsansprüchen, z.B. Böschungssprossen aus Beton, Mantelbetonsteine, Rasengittersteine und Fertigteile bzw. Betonsteine für eingeschossige Bauten.

SN 31412 Asbestzement

SN 31413 Asbestzementstäube

SN 31437 Asbestabfälle, Asbeststäube

Produktions- und Anwendungsverbote, die durch die Asbestverordnung (BGBl 1990/324) in den Jahren 1991 bis 1994 wirksam wurden bzw. noch werden, haben eine wichtige Funktion und auch Signalwirkung für die Vermeidung asbesthaltiger Güter. Die Asbestverordnung enthält eine Liste von rd. 20 verschiedenen Gütern bzw. Anwendungsbereichen für Asbest, die nicht oder nur mehr unter gewissen Voraussetzungen hergestellt, in Verkehr gesetzt und verwendet werden.

Anzustreben ist ein vollständiges Verbot des Inverkehrbringens von Asbest oder eine weitestgehende, über die derzeitigen Bestimmungen der Asbestverordnung hinausgehende Einschränkung der Anwendung von Asbest.

Schwach gebundener Asbest stellt eine "chemische Altlast" in der bestehenden Bausubstanz dar. Da er spätestens ab 1993 nicht mehr in Österreich verwendet wurde, müssen die vorrangigen Ziele eines Abfallwirtschaftskonzeptes für Asbestabfälle folgend sein:

- o Das Aufsuchen und die Kartierung von schwach gebundenem Asbest in Bauwerken
- o Das Entfernen dieser Asbestbestände spätestens vor Abbruch der Bauwerke (Asbestsanierung) und
- o Die Ablagerung der einschlägigen Abfälle aus der Asbestsanierung in verfestigter Form

Schwach gebundener Asbest wird nicht mehr und darf auch in Zukunft nicht mehr in Säcken verpackt in ungebundener Form

abgelagert werden, da die Gefahr einer Faserfreisetzung zu groß ist. Bis auf Weiteres sollte nach der "Richtlinie für die Behandlung asbesthaltiger Abfälle" des Umweltministeriums (Mai 1992) vorgegangen werden, welche eine Verfestigung von Spritzasbest und Asbeststaub am Anfallort vorsieht.

Asbestzementprodukte (= fest gebundener Asbest) für den Hochbaubereich werden seit Jänner 1993 in Österreich nicht mehr hergestellt. Bei Reparatur- und Abbrucharbeiten an bestehenden Bauwerken müssen Asbestzementprodukte entfernt und gesondert entsorgt (deponiert) werden. Jedenfalls muß das Einbringen jeglicher Art asbesthaltiger Abfälle in Aufbereitungsanlagen vermieden werden. Staubemissionen bei Behandlung, Zwischenlagerung, Transport und Ablagerung sind zu vermeiden.

SN 31441 Chemisch verunreinigter Bauschutt

Eine Vermeidung von chemisch verunreinigtem Bauschutt ist nur durch den Verzicht auf wassergefährdende bzw. gefährliche Stoffe und/oder durch mehr Anlagensicherheit möglich.

Konzepte und Bestrebungen zur Einschränkung der Anwendung besonders toxischer, biologisch resistenter Stoffe müssen unterstützt werden. Weitere, auf Basis der österreichischen Chemikaliengesetzgebung erlassene Anwendungsverbote würden die Gefahr der Entstehung kontaminierter Baurestmassen und kontaminierter Böden verringern. Auch bei der Zulassung von Bauhilfsmitteln ist deren Toxizität und Abbaubarkeit stärker als bisher zu berücksichtigen.

Vorkehrungen gegen schwerwiegende Kontaminationen von Bauteilen müssen getroffen werden. Auffangwannen und Katastrophenschächte aus Beton und Mauerwerk sollten auch im Katastrophenfall nur für eine beschränkte Zeit mit wassergefährdenden Stoffen in Berührung kommen. Dies sollte beim Erstellen von Katastrophenplänen und Sicherheitskonzepten für Anlagen, in denen die wassergefährdenden Flüssigkeiten vorhanden sind oder vorhanden sein können, berücksichtigt werden. Weiters ist für gefahreneigete Anlagen stets zu beachten, daß eine bauliche Anordnung unter der Geländeoberkante ein erhöhtes Risiko eines unkontrollierbaren "Verschütten und Vergessens" nach sich zieht.

Abbruchgebäude, welche mit hoher Wahrscheinlichkeit auch jetzt schon aufgrund ihrer Geschichte chemisch verunreinigte Bau- bzw. Anlagenteile enthalten, sollten vor dem Abbruch an

den Verdachtsstellen und den angrenzenden Bereichen beprobt werden.

SN 91206 Baustellenabfälle

Durch ein sorgfältiges Abtrennen der Baustellenabfälle von mineralischen Materialien bereits an der Baustelle, kommt es jedenfalls zu einer qualitativen Verbesserung des Bauschuttes und damit des bauschuttbürtigen Recyclingsmaterials. Für die Entsorgung der Baustellenabfälle ergeben sich im Gegenzug Mengenreduktionen von etwa 25 Massen-% durch die getrennte Erfassung des mineralischen Anteils. Desweiteren sind damit positive Auswirkungen im Falle einer energetischen Nutzung der Baustellenabfälle gegeben.

Rückbauvorhaben werden bereits in zahlreichen Ländern (BRD, CH, DK) durchgeführt. In Österreich wird Rückbau derzeit noch vor allem im Zusammenhang mit Umbaumaßnahmen, z.B. an Industrieobjekten durchgeführt. Der kontrollierte Abbau von Gebäuden wird zukünftig an Bedeutung gewinnen.

Schadstoffbelastete Materialien und gefährliche Abfälle sind soweit als möglich von den Baustellenabfällen fernzuhalten. Beispielsweise kann der Einsatz von chemischen Brandschutzmitteln und Fungiziden durch konstruktive Maßnahmen reduziert werden. Im Bereich des Wohnbaus werden seitens der Baustoffproduzenten vermehrt "schadstofffreie" "ökologische" oder "umweltfreundliche" Baustoffe angeboten. Es ist zu prüfen ob diese Materialien die in sie gesetzten Erwartungen erfüllen.

Die Anwendung von Verbundmaterialien mit nahezu untrennbaren Materialverbunden sollte auf ein Minimum reduziert werden. Lassen sie sich nicht vermeiden, so ist die Wiederverwertung von ganzen Bauteilen anzustreben (Stahlbeton, glasfaserverstärkte Baustoffe, Sandwichkonstruktionen usw.). Für die Entsorgung zeigt beispielsweise die Anwendung punktueller Verbindungsmittel (Schrauben, Nieten, Nagel) Vorteile gegenüber flächenhafter Verbindungen (Kleben, Aufschweißen). Leicht lösbare Verbindungen sind anzustreben.

Sortieranalysen von Baustellenabfällen haben gezeigt, daß mehr als die Hälfte des Volumens von brennbaren Abfällen bestimmt wird. Das bedeutet, daß unter Berücksichtigung der zukünftig an die Deponierung von Reststoffen zu stellenden Anforderungen eine thermische Behandlung der Baustellenabfälle erforderlich sein wird. Dies setzt allerdings entsprechende emissionsmindernde Einrichtungen an den Verbrennungsanlagen voraus.

Da aus heutiger Sicht nur unzureichende Verbrennungskapazitäten vorhanden sind, wird bei der Planung und Errichtung geeigneter Anlagen der eventuelle Einsatz von Baustellenabfällen zu berücksichtigen sein. Weiters ist die Möglichkeit des Einsatzes von bestimmten, unbelasteten und sortierten Fraktionen (Holz, Kunststoffe) in bereits bestehenden industriellen Anlagen zu überprüfen.

5.9 Ölverunreinigte Böden

Schlüsselnummer: 31423	Massenanteil - gesamt	rd.	0,1	%
	- gefährliche Abfälle	rd.	4,6	%
	Abgeberbetriebe gem. AbfDV		725	
Masse	45.000 t	Technisches Verringerungspotential	60-80	%

Der überwiegende Anfall von Ölverunreinigtem Boden ist auf Unfälle die Sanierung von Altlasten zurückzuführen.

Betrachtet man die Herkunft der Abfallstoffe, ist ein kurzfristiges Vermeidungspotential nicht erkennbar. Es ist im Gegenteil davon auszugehen, daß durch die Sanierung von Altlasten insbesondere infolge des Sanierungsbedarfs von Standorten bei Mineralöllagerungen diese Abfallmassen zukünftig weiterhin ansteigen werden. Dieser Trend ist auch deutlich aus der Veränderung der Massenschätzung (BAWP 1992: 25.000 t/a, BAWP 1995: 45.000 t/a) ablesbar. Weiters werden von den heute rd. 3.700 Tankstellen österreichweit etwa 1.000 in nächster Zeit geschlossen, was zu einem vorübergehenden Anstieg der Masse an Ölverunreinigtem Boden führen dürfte.

Für die Behandlung von Ölverunreinigtem Erdreich stehen trotz steigender Massen ausreichend Anlagen mit einer Maximalkapazität von rd. 120.000 t/a zur Verfügung (stationäre und mobile Anlagen).

Langfristig muß jedoch ein erhebliches Vermeidungspotential vor allem im Bereich von Anlagen mit Lagertanks erschlossen werden, indem man bereits heute bei Neuanlagen und bei der Sanierung von bestehenden Anlagen entsprechende Vorkehrungen trifft, welche Leckagen auf jeden Fall verhindern (Zentralfüllschächte, doppelwandige Tanks, etc.). Zu diesem Zweck schreibt die Störfallverordnung vom 28.11.1991 (BGBl 1991/593) im § 3 vor, daß Inhaber von "gefahrengeneigten Anlagen" selbst dafür zu sorgen haben, daß die bescheidgemäßen Auflagen bezüglich des Anlagenzustandes während der gesamten Betriebsdauer eingehalten werden und daß alle erforderlichen Vorkehrungen getroffen werden, um Störfälle zu vermeiden und - sollten sie doch auftreten - die Auswirkungen so gering wie möglich zu halten. Als mögliche zu berücksichtigende Störfallursachen sind in der Verordnung explizit

angeführt:

- o Leckagen an Behältern oder Rohrleitungen,
- o Ausfälle wesentlicher Steuer- oder Regeleinrichtungen,
- o Bedienungsfehler,
- o Unfälle beim innerbetrieblichen Transport,
- o Erdbeben, Hochwasser, Blitzschlag, Ausfälle der öffentlichen Energieversorgung, von außen einwirkende Brände oder Explosionen
- o sowie Eingriffe Unbefugter.

Die Vorkehrungen zur Erfüllung der genannten Pflichten sind nach dem Stand der Technik einzurichten. Die Störfallverordnung betrifft nicht nur Anlagen, in denen Öle manipuliert werden, sondern sie bezieht sich allgemein auf "gefährdungsneigte Anlagen". Deshalb kann in Analogie zur Schlüsselnummer 31423 auch bei einigen anderen Abfallstoffen (z.B. sonstige verunreinigte Böden SN 31424, Aufsaugmassen SN 31434 und 31435) ein langfristiges Vermeidungspotential durch die vorgeschriebene Störfallvorsorge und -abwehr erwartet werden.

Die genauen Anforderungen an Betriebseinrichtungen, in denen brennbare Flüssigkeiten gelagert oder manipuliert werden, sind in der Verordnung über brennbare Flüssigkeiten vom 14.5.1991 (BGBI 1991/240) enthalten. Dort wird auch die erforderliche Sicherheitsausrüstung, die letztlich auch der Störfallvorsorge dient, detailliert beschrieben.

5.10 Altautos

Schlüsselnummer: 35103	Massenanteil - gesamt	rd.	0,6	%
	- gefährliche Abfälle	rd.	24,5	%
	Abgeberbetriebe gem. AbfDV	rd.	-	

Masse	240.000 t	Technisches Verringerungspotential	rd.	85	%
-------	-----------	------------------------------------	-----	----	---

Bestandsaufnahme

Von den heute in Österreich angemeldeten 3,3 Millionen Personen- und Kombinationskraftwagen werden jährlich rd. 8 % stillgelegt. Bei einer mittleren Masse von 1.000 kg pro Kraftfahrzeug ist mit einem Abfallaufkommen von rund 240.000 t/a zu rechnen.

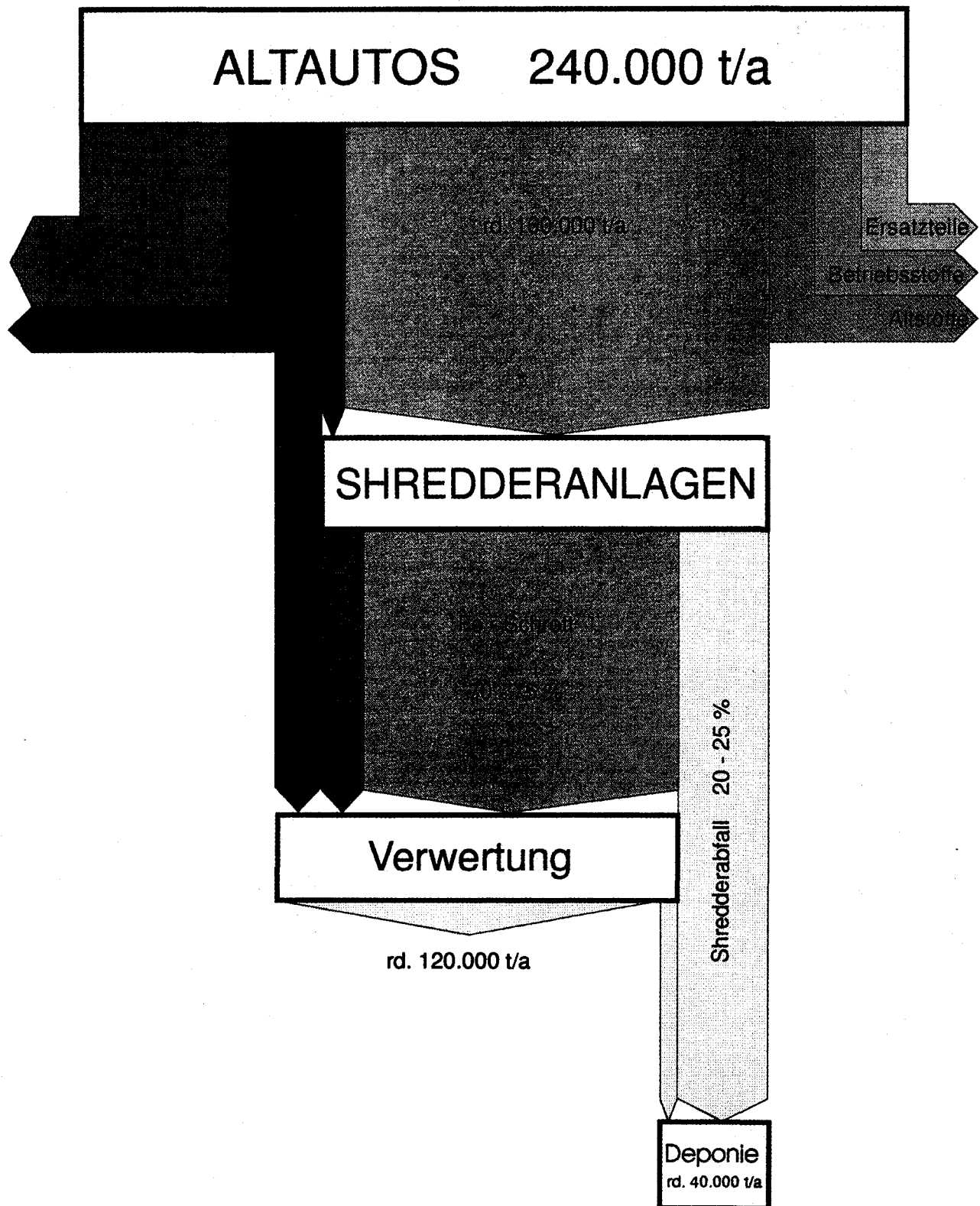
Die Bestandsaufnahme der Situation der Altautoentsorgung in Österreich zeigt, daß in der Regel die aus dem Verkehr genommenen Fahrzeuge zunächst auf dem Sammelplatz eines Schrotthändlers landen. Die Zwischenlagerung erfolgt vorwiegend im Freien auf unbefestigten Plätzen, meist werden die Fahrzeuge übereinander gestapelt. Je nach Bedarf werden benötigte Ersatzteile vom Betreiber, zumeist aber vom Kunden selbst ausgebaut. Im allgemeinen wird bei den Betrieben kein sortiertes Ersatzteillager geführt. Die den Fahrzeugen entnommenen Ersatzteile und Altstoffe sind quantitativ von untergeordneter Bedeutung, Betriebsstoffe werden nur teilweise entfernt. Um Mißständen zu entgegnen, werden in den Erlässen des Bundesministeriums für Umwelt

- o Zl. 08 3503/12-V/4/93-Gö vom 17.5.1993
- o Zl. 08 3503/28-V/4/93-GI vom 14.9.1993

Mindestanforderungen für die Altautoentsorgung und Vorgaben zum Stand der Technik der Verwertung definiert.

Die Verwertung bzw. Weiterverwendung von gebrauchten Teilen ist in Österreich eine gut etablierte Praxis und kann durch die flächendeckend vorhandenen rund 5.000 Fachwerkstätten wahrgenommen werden. Darüberhinaus stehen rund 3.900 Tankstellen, von denen etwa 70 % über eine Servicestation mit Hebebühne verfügen, zur Verfügung.

Altautoverwertung in Österreich Ist - Zustand 1993



Die auf diese Weise mehr oder weniger entfrachteten und teildemontierten Fahrzeuge werden zur weiteren mechanischen Bearbeitung an Shredderbetriebe weitergegeben oder mit Hilfe von Schrottscheren und -pressen zu Paketen verarbeitet. Letztere werden sowohl im Inland als auch im Ausland eingeschmolzen. Wegen des hohen Kunststoffanteiles muß bei der sekundären Metallverhüttung mit einem zusätzlichen Ausstoß von Luftschadstoffen gerechnet werden.

In Österreich sind derzeit flächendeckend bereits Shredderbetriebe an folgenden Standorten verfügbar:

- o Amstetten
- o Götzis
- o Hall i.T.
- o Lambach
- o Laxenburg
- o Knittelfeld

Für flüssige Betriebsstoffe, wie Kühlflüssigkeit und Bremsflüssigkeit, stehen Recyclinganlagen im Ausland zur Verfügung. Für die energetische Verwertung gefährlicher Flüssigabfälle, einschließlich Altöl, stehen in österreichischen Industriebetrieben und bei den Entsorgungsbetrieben Simmering ausreichende Kapazitäten zur Verfügung.

Die zu den sechs österreichischen Shredderbetrieben gelangenden Autowracks werden dort in die Fraktionen

- o Eisenschrott
- o NE-Metalle (vorwiegend Aluminium und Kupfer) und
- o Shredderleichtfraktion (= Shredderabfälle) getrennt.

Die metallischen Fraktionen werden in der sekundären Metallverhüttung aufgearbeitet. In den Shredderbetrieben fallen in Summe rd. 70.000 - 80.000 t/a Shredderabfall an. Davon sind rd. 40.000 Tonnen auf die Aufarbeitung von Autowracks zurückzuführen, der Rest ist dem ebenfalls in den Shredderanlagen aufgearbeiteten Sammelschrott (z.B. Haushaltsgeräte, leichter Sammelschrott aus Gewerbe und Landwirtschaft) zuzuordnen. Shredderabfälle werden heute deponiert.

Abfallvermeidung

Aus der Entwicklung des Fahrzeugbestandes der letzten Jahrzehnte läßt sich eine weitere deutliche Steigerung des Altfahrzeugaufkommens ableiten. Zusammenfassend sind für eine effiziente Abfallvermeidung Maßnahmen in folgenden Bereichen erforderlich:

- o Verringerung des Ressourcenverbrauchs sowohl bei der Herstellung und Produktnutzung als auch bei der Verwertung bzw. Abfallbehandlung
- o Verminderung des Abfallaufkommens und der Emissionen
- o Verringerung des Schädigungspotentials
- o Erhöhung der Nutzungsdauer
- o Verbesserung der Verwertbarkeit

Wendet man diese theoretischen Ansätze auf die Produktion und Nutzung von Kraftfahrzeugen an, so ergibt sich eine Vielzahl von Möglichkeiten. Qualitative Abfallvermeidung läßt sich z.B. durch den Verzicht auf toxische oder umweltschädigende Inhaltsstoffe erreichen (z.B. Ersatz von FCKW, Ersatz von PVC-haltigem Material in Formteilen).

Die eigentliche Vermeidung ist jedoch das Nicht-Entstehen von Abfällen, d.h. die Vermeidung eines Teils der Neuproduktion. Die einfachste Lösung liegt in der Vermeidung von erzwungener Mobilität, etwa durch entsprechende raumplanerische Festlegungen sowie in der Substitution des Automobilverkehrs durch umweltverträglichere Verkehrsformen. Aber auch bei der Nutzung der Fahrzeuge bieten sich einige Lösungen an. Die längere Nutzung von Automobilen sowie die gemeinschaftliche Nutzung (z.B. im Rahmen des "Car-Sharing" Konzept "Bahn + Leihauto", u.a.) führen dazu, daß entsprechend weniger Automobile neu produziert werden müssen. Massenmäßig entscheidende Vermeidungspotentiale sind langfristig nur durch eine Änderung der Fahrzeugnutzungsgewohnheit möglich.

Abfallverwertung

Die derzeitige Form der Altfahrzeugverwertung zielt vor allem auf die Rückgewinnung der metallischen Anteile ab. Die Materialanteile Glas, Gummi, Kunststoff, Textilien, Keramik u.a. gelangen in den Shredderabfall. Bei einem Altfahrzeug mit einem Leergewicht von rd. 800-1000 kg entstehen ca. 200-250 kg Shredderabfall.

Die stoffliche Zusammensetzung eines Autos hat sich in den letzten Jahren erheblich gewandelt. Künftig anfallende Alautos werden mehr Kunststoffe enthalten, die bei gleichbleibenden Entsorgungswegen letztendlich die Masse an Shredder-rückständen erheblich erhöhen werden. Durch die Kontamination von Shredderabfall z.B. mit Betriebsflüssigkeiten gestaltet sich die Verwertung bzw. Entsorgung zunehmend schwieriger.

Für die Fahrzeugherstellung werden erhebliche Mengen an Energie und Ressourcen verbraucht. Der Anteil der Automobilproduktion beträgt 10-20 % am Verbrauch der wichtigsten Metalle und 8 % am Kunststoffverbrauch (Pautz, 1991). Daraus wird deutlich, daß neben den Möglichkeiten zur Rohstoffeinsparung bei der Konstruktion die Verfahren zur Verwertung, wie z.B. die Wiederverwendung von Austauschteilen und die Rückführung der Werkstoffe in den Wirtschaftskreislauf große volkswirtschaftliche Bedeutung haben.

Die Zielsetzung einer möglichst weitgehenden Verwertung der anfallenden Alautos erfordert technische Maßnahmen auf den folgenden vier Ebenen:

1. KFZ-Werkstatt bzw. "Do-it-yourself"-Aktivitäten: Verwertung von gebrauchten Teilen.
2. Demontagebetrieb: Entfernung von gefährlichen und getrennt verwertbaren Materialien vor einer weiteren mechanischen Aufbereitung.
3. Shredderbetrieb: Mechanische Aufbereitung der vorbehandelten Altfahrzeuge als Voraussetzung für die umweltverträgliche Verwertung der getrennten Stoffgruppen.
4. Recyclingbetriebe: Umweltverträgliche Verwertung der getrennten Stoffgruppen unter besonderer Beachtung der Energiebilanz.

Die erfolgreiche Umsetzung der Alautoverwertung erfordert flächendeckend die Verfügbarkeit von dem Stand der Technik entsprechenden Betriebsanlagen.

Diese betrieblichen Anlagen sind für Reparaturarbeiten, insbesondere für die Ver- und Entsorgung mit flüssigen Betriebsmitteln aller Art ausgestattet, sodaß die Aufgabe der Demontage von Teilen und Materialien von diesen Betrieben durchgeführt werden kann.

Ergänzend dazu ist in Österreich der "Do-it-yourself"-Bereich traditionell stark ausgebildet und ein wesentlicher Faktor der Volkswirtschaft. Diese privaten Eigeninitiativen können unter Einbeziehung der KFZ-Werkstätten im Hinblick auf Qualitätssicherung (siehe gesetzliche Verpflichtung für Sicherheitsplakette inklusive Abgastest) technisch befürwortet werden.

An die Zwischenlagerung und Vorbehandlung von Altkraftfahrzeugen sind zur Anpassung der heutigen Altautoentsorgung an den Stand der Technik technische Mindestanforderungen zu stellen. Diese sind in nachstehender Tabelle zusammengefaßt.

**Mindestanforderungen für die Zwischenlagerung und
Behandlung von Altautos gemäß Stand der Technik**

1. Eingangskontrolle und Zwischenlagerung auf befestigten Flächen mit Erfassung und Behandlung von Niederschlagswässern oder Überdachung
2. Entfernung sämtlicher loser Abfälle und Druckbehälter (z.B. Feuerlöscher, Flüssiggaskartuschen, Spraydosen)
3. Entfernung der Kraftstoffe
4. Entfernung von FCKW aus Klimaanlage (falls vorhanden)
5. Herausnahme der Starterbatterie
6. Ablassen von Motor- und Getriebeöl
7. Absaugung der Bremsflüssigkeit aus dem Vorlagebehälter
8. Entfernung des Abgas- Katalysators
9. Demontage der Räder und Reifen
10. Weiterbehandlung im Shredder zwecks mechanischer Aufbereitung in getrennte Stoffströme.
Die bisher - noch nicht - verwertbaren Shredder-rückstände sind gemäß ÖNORM ordnungsgemäß auf Deponien abzulagern.

Diese technischen Mindestanforderungen wurden bereits im Er-
laß des Bundesministerium für Umwelt, Z1.08 3503/12-V/4/93
vom 17.5.1993 erhoben und sollten als Verordnung für verbind-
lich erklärt werden. Die Einhaltung der Anforderungen ist
durch eine intensive Kontrolltätigkeit durch die Behörden
sicherzustellen.

Perspektiven

Ausgehend von den heute anfallenden 240.000 Tonnen pro Jahr sind an die zukünftige Entsorgung die folgenden Forderungen zu stellen:

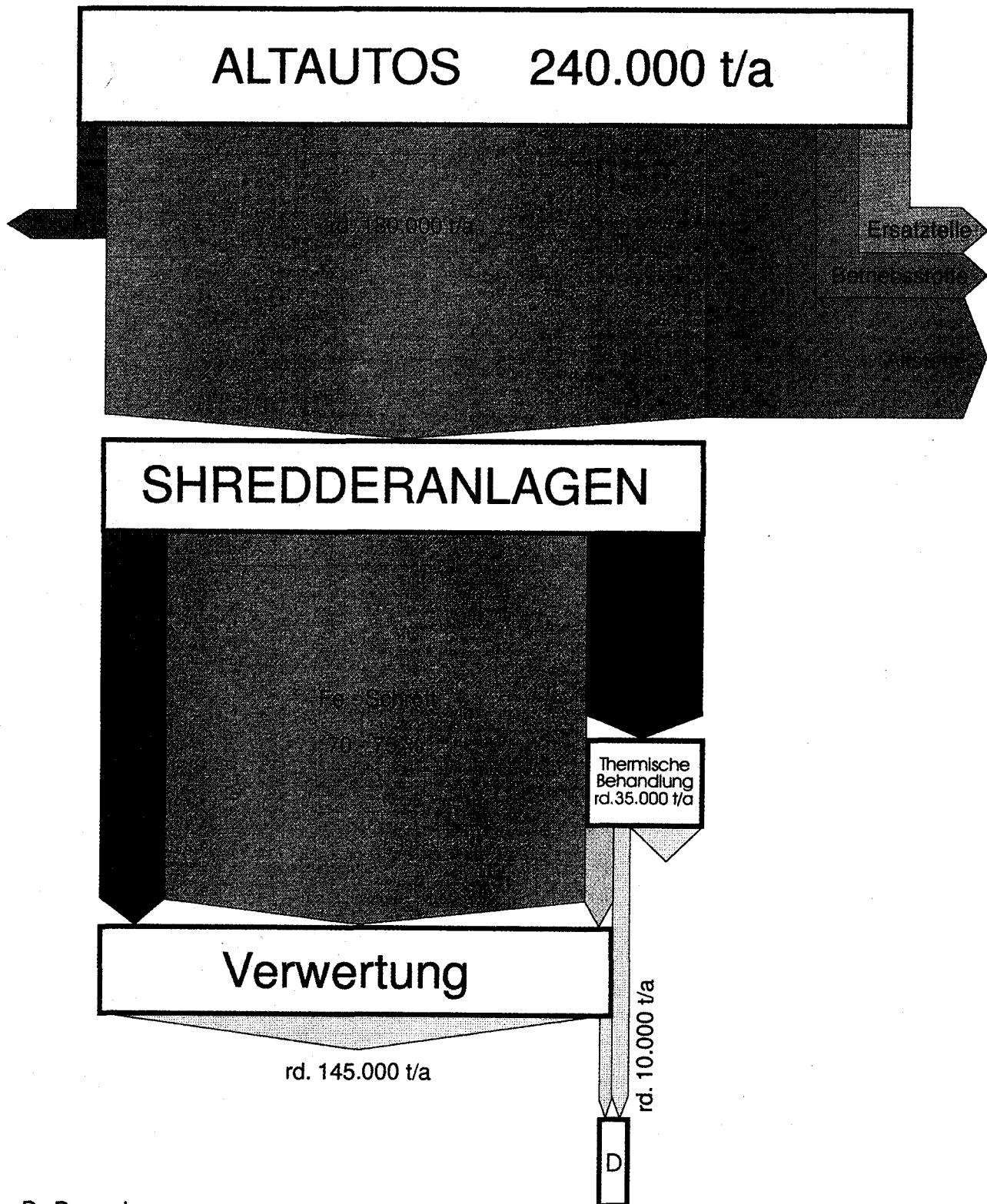
- o Ersatzteile sind im Rahmen der Marktbedingungen soweit wie möglich einer erneuten Nutzung zuzuführen. Ein gezielter Ausbau von Tauschaggregaten und Ersatzteilen erfolgt heute nur bei 10 bis 20 % der Altautos.
- o Betriebsstoffe sind zu entfernen und einer nachfolgenden Verwertung oder Behandlung zuzuführen. Dazu zählen Kraftstoffe, Brems- und Kühlerflüssigkeiten, Motor-, Getriebe-, Differentialöle, Scheibenwaschwässer mit einer geschätzten Gesamtmasse von rd. 5.000 Tonnen pro Jahr. Die für die Behandlung dieser Stoffe notwendigen Kapazitäten sind in Österreich vorhanden.
- o Altstoffe, wie Reifen, Kunststoffe, Glas, Batterien, Katalysatoren, Textilien sind zu demontieren und in geschlossene Materialkreisläufe zurückzuführen. Reifen, Batterien und Abgas-Katalysatoren werden bereits einer Verwertung zugeführt. Da die Verwertung nur zielführend sein kann, wenn ein Markt für die Produkte vorhanden ist, ist aus heutiger Sicht eine umfassende Verwertung aller Altstoffe kurzfristig nicht realisierbar.
- o Die verbleibenden entfrachteten und teildemontierten rd. 180.000 Tonnen pro Jahr Altfahrzeuge sind in Shredderanlagen weiterzuverarbeiten. Dazu wird die heute eingesetzte Technologie der Werkstofftrennung bei einigen Anlagen zu verbessern sein.
- o Dadurch können jährlich rd. 15.000 Tonnen Nicht-Eisenmetalle (vor allem Aluminium und Kupfer) und rd. 130.000 Tonnen Eisenmetalle zurückgewonnen und der sekundären Metallgewinnung zugeführt werden. Durch den Einsatz von entfrachtetem Shredderschrott können die von Kunststoffresten, insbesondere PVC, verursachten zusätzlichen Schadstoffemissionen aus Stahlwerken reduziert werden.
- o Nach Durchführung dieser Maßnahmen werden rd. 35.000 t/a Shredderabfälle anfallen. Diese Abfälle werden im Vergleich zu den heute anfallenden eine günstigere Eluatklasse aufweisen. Der Entwurf der Deponieverordnung des Umweltministeriums sieht einen Grenzwert für den Gesamtge-

halt an organischem Kohlenstoff von 5 Masseprozent im abzulagernden Abfall vor. Dies soll nach einer Übergangsfrist von 10 Jahren in Kraft treten. Zur Einhaltung dieses Grenzwertes wird die thermische Behandlung der Shredderabfälle notwendig werden.

Danach wären noch rd. 10.000 t/a einer Deponierung zuzuführen, wodurch das erforderliche Deponievolumen gegenüber heute auf rund ein Viertel verringert werden könnte.

Altautoverwertung in Österreich

Soll - Zustand



D...Deponie

5.11 Elektronikschrott

Schlüsselnummer:	Massenanteil - gesamt	rd.	0,2	%
	- gefährliche Abfälle	rd.	0,3	%
	Abgeberbetriebe gem. AbfDV	rd.		
Masse	80.000	t	Technisches Verringerungspotential	über 50 %

In der Abfallwirtschaft wird der Begriff "Elektronikschrott" oft als Synonym für alle Abfälle verwendet, die elektronische Bauteile enthalten. In der Spezialliteratur werden zur detaillierten Beschreibung weitere Begriffe verwendet, die jedoch oft unterschiedlich gebraucht werden. Daher ist es notwendig, an dieser Stelle die wichtigsten Definitionen mit jener Bedeutung wiederzugeben, die im folgenden Text verwendet wird (Rettenbacher, 1993).

Elektronikgeräte

Elektronikgeräte sind all jene Geräte, die zu ihrer Funktionserfüllung auf der Technik der Elektronik beruhen. Sie enthalten elektrische oder elektronische Bauteile, die durch Strom betrieben werden. Elektronikgeräte sind fabriksneu oder in einem funktionstüchtigen Zustand.

Elektronikaltgeräte (EAG)

Elektronikaltgeräte sind Elektronikgeräte, die aus technischen, wirtschaftlichen und/oder sonstigen Gründen von ihrem Eigentümer nicht mehr verwendet werden und derer sich er entledigen will oder entledigt hat. EAG können noch in einem funktionstüchtigen Zustand sein. Sie sind in weitgehend vollständigem, nicht demontiertem Zustand. Synonym "Elektronik-Geräteschrott".

Elektronikschrott (ES)

Jene elektronischen Teile und Komponenten (z.B. Leiterplatten), die durch Demontage aus EAG gewonnen werden oder als Produktionssrückstände (z.B. Fehlchargen) in der Elektronikindustrie anfallen.

Investitionselektronik

Computer und andere Elektronikgeräte, die ihren Verwendungs-

bereich im Gewerbe sowie in Industrie- und Dienstleistungsunternehmen haben.

Konsumelektronik

Elektronikgeräte, die ihren Verwendungsbereich in Privathaushalten haben.

Weißware

Elektronikgeräte für die Anwendung im Haushalts- und Küchenbereich. Diese Geräte werden weiter in Großgeräte (z.B. Herd, Kühlschrank) und Kleingeräte (z.B. Handmixer, Elektrozahnbürste, Haarföhn) untergliedert.

Braunware

Elektronikgeräte für die Anwendung im Unterhaltungsbereich. Typisch dafür sind Audio-Geräte (z.B. Radio, HiFi-Anlage, CD-Spieler, Walkman) und Video-Geräte (z.B. Fernsehapparat, Videorecorder, Cam-Corder).

Geräte der Informationstechnik

Geräte für die Anwendung in der elektronischen Datenverarbeitung (z.B. Computer und Peripheriegeräte wie Drucker, Monitor, Tastatur).

Daten- und Telekommunikationsgeräte

Elektronische Geräte, die zur Datenübertragung jeder Art und zu Kommunikationszwecken dienen.

Neben dieser begrifflichen Abgrenzung muß auch noch die abfallwirtschaftliche Zuordnung im Detail betrachtet werden, denn für "Elektronikschrott" gibt es weder (eine) einheitliche Schlüsselnummer(n) in der ÖNORM S 2100, noch eine exakte Erfassung der Abfallmassen durch getrennte Sammlung. Ein Großteil dieses Abfalls wird deshalb mit dem Haus- bzw. Sperrmüll entsorgt. Schätzungen zufolge ist mit einem Gesamtanfall von rd. 80.000 t/a zu rechnen. Zu einem ähnlichen Ergebnis gelangen Erhebungen des Elektronikschrottausschusses (1993):

Elektronikschrott	Masse in Tonnen
Bildröhrenglas (Schirmglas 13 % Barium)	2.000
Bildröhrenglas (Konusglas 15 % Bleioxid)	1.000
Kunststoffbauteile, KS-Gehäuse, KS-Folien, Schaumstoffe	20.000
Eisenschrott (Bauteile, Profile, Bleche)	40.000
Nicht-Eisen-Metalle (sortiert und gemischt)	2.400
Leiterplatten, Stecker	800
Holz	400
Kondensatoren	200
Batterien, Akkus	80
Quecksilberschalter, Bildröhrenbeschichtung	5

Zum Problem der Zuordnung im Abfallkatalog ist anzumerken, daß bereits verschiedene Ansätze zur Klassifizierung existieren. Beispielsweise werden in einem Genehmigungsbescheid des Amtes der Vorarlberger Landesregierung für eine Anlage zur Aufarbeitung von Elektronikaltgeräten folgende Schlüsselnummern genannt:

SN 31433 Glas, Keramik m. prod.spez.Beim. (Lampen)
SN 35322 Bleiakumulatoren
SN 35323 Nickel-Cadmium-Akkumulatoren
SN 35324 Knopfzellen
SN 35326 Hg,Hg-rückstände, Hg-dampflampen, Leuchtstoffröhren
SN 35327 NE-Metallemballagen und -behältnisse mit Restinh.
SN 55509 Druckfarbenreste, Kopiertoner
SN 57127 Kunststoffemball.,-behältn.m.schädl.Restinh.
SN 59901 polychlorierte Biphenyle, Terphenyle (PCB, PCT)

In anderen Quellen wird des öfteren die SN 54110 oder 54111 verwendet, um herauszustreichen, daß in elektrischen und elektronischen Geräten PCB-haltige Kondensatoren enthalten sein können (hohes Gefährdungspotential).

All diese Einstufungen sind für den Bereich der Abfallwirtschaftsplanung und damit auch für die Massenermittlung unbrauchbar. Vorgaben sowohl für die Klassifizierung als auch für die richtige Handhabung dieser Abfälle (getrennte Sammlung, Entfrachtung von den gefährlichen Komponenten, u.a.) sind dringend vonnöten.

Möglichkeiten zur Abfallvermeidung zu diskutieren, mag hier ironisch anmuten, haben wir es doch im Bereich der Elektronikbranche mit steigenden Produktions- und Verkaufszahlen zu tun, unter dem zusätzlichen Druck einer rasanten technischen

Entwicklung und Innovationstätigkeit, die heute gehandelte Artikel morgen schon zu unbrauchbaren Altgeräten werden lassen.

Unter diesen Einflüssen kann Abfallvermeidung daher noch nicht (durch welche Maßnahmen auch immer) eine Reduktion der Masse bewirken. Erst wenn weitere Innovationen dem Endverbraucher keine wesentlichen Vorteile und Informationsgewinne bringen, kann sich die jährliche Abfallmasse stabilisieren und verringern. Begleitend zu diesem von abfallwirtschaftlichen Maßnahmen nicht beeinflussbaren Zyklus können jedoch vor allem in 2 Bereichen Strategien ausgearbeitet werden, die einerseits die Gefährlichkeit der Abfälle verringern helfen (qualitative Vermeidung) und andererseits den Massenanstieg dämpfen bzw. den Zeitpunkt der Massenverringerung vorverlegen:

1. Qualitative Vermeidung:

Die Verwendung toxischer und gefährlicher Produkte ist unbedingt zu vermeiden, wenn ungefährliche Ersatzstoffe zur Verfügung stehen (z.B. ungiftige Wachse statt PCB in Kondensatoren) oder die notwendige Funktionalität durch andere technische Maßnahmen, die mit der Verwendung ungefährlicher Stoffe das Auslangen finden, erreicht werden kann.

2. Wiederverwendung elektrischer und elektronischer Bauteile:

Rasch aufeinanderfolgende Innovationsschübe bewirken natürlich, daß "Altgeräte" schon frühzeitig zu Abfall werden; andererseits haben genau diese Innovationen in der Elektronikbranche zu Wareneinsatzminimierung und Produktminiaturisierung geführt.

Diese - letztlich auch für die Abfallwirtschaft - positive Auswirkung beruht vor allem auf der Entwicklung hochintegrierter Schaltkreise, die für ihre jeweilige Aufgabe optimiert sind. Solche Bauteile sind nicht universell verwendbar. Eine "Rückentwicklung" in Richtung genormter Kleinbauteile, die überdies nicht in die Platine gelötet, sondern für eine leichte Entnahme zum Zwecke der Wiederverwendung in geeignete Sockel eingesteckt werden müßten, ist nicht anzustreben!

Neben den integrierten Schaltkreisen bestehen Elektronikgeräte aber noch aus einer Vielzahl weiterer Bauelemente.

Bei vielen davon ist durch eine entsprechende technische Normierung und durch Produktgestaltung im Hinblick auf leichte Zerlegbarkeit die Wiederverwendung möglich. Auf diese Weise kann ein beträchtlicher Teil des Abfalls vermieden werden, ohne daß innovative Lösungen in ihrer Anwendung behindert werden. Beispiele für wiederverwendbare Bauelemente sind: Netzgleichrichter zur Stromversorgung elektronischer Bauteile, Displays und Bildröhren, Stromversorgungs- und Datenübertragungskabel samt ihren Steckverbindungen, nahezu alle mechanischen Bauteile wie Audio-, Video-, Datenlaufwerke, Lüftungsventilatoren, Elektromotore, Getriebe, Pumpen und dergleichen.

Schließlich sollten Elektronikgeräte so konzipiert sein, daß nach Entnahme der wiederverwendbaren Bauteile das weitere Zerlegen in folgende Fraktionen auf einfache Weise erfolgen kann:

- o Gefährliche Stoffe enthaltende Bauteile, die im Sinne der qualitativen Abfallvermeidung einen äußerst geringen Anteil ausmachen sollten.
- o Stofflich zu verwertende Fraktionen aus Metallen und Kunststoffen. Bei den Kunststoffen verhindert die derzeit angewandte Imprägnierung mit Flammschutzmitteln die stoffliche, aber auch die energetische Verwertung außerhalb von Abfallverbrennungsanlagen; geeignete Alternativen sind jedenfalls zu diskutieren.
- o Restmüll.

Die Umsetzung dieser Wiederverwendungs-/Verwertungskaskade setzt neben den bereits genannten technischen Normierungen und der zielorientierten Produktgestaltung auch die Rücknahme der Elektronikaltgeräte voraus. Diese hat aus allen Bereichen (Investitionselektronik und Konsumelektronik) derart zu erfolgen, daß wiederverwendbare Teile unbeschädigt bleiben und das Zerlegen der Geräte einfach und schnell (d.h. möglichst wirtschaftlich) durchgeführt werden kann. Mit Systemen, die diesen Forderungen gerecht werden, hat sich auch das Institut für Umwelt und Wirtschaft der WU-Wien beschäftigt (U. Schubert et al, 1994).

Dabei werden die vier kreislaufwirtschaftlichen Organisationsformen

- o Kommunalsystem
- o System der erweiterten Hersteller-/Inverkehrbringerverantwortung
- o Anfallstellenverantwortung und
- o Poolsystem

hinsichtlich ihrer umweltrelevanten, rechtlichen, wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Kriterien beurteilt und abschließend tabellarisch einander gegenübergestellt.

Eine Entscheidung für ein konkretes System ist aus den erarbeiteten Kriterien allgemein nicht abzuleiten. Zu vielfältig sind die "trade-offs", um eine eindeutige Dominanz eines Ansatzes erkennen zu lassen, werden doch verschiedene Interessensgruppen verschiedene eigene Vor- und Nachteile in den angeführten Systemcharakteristika sehen.

	Kommunalsystem	System erweiterter Hersteller-Inverkehrbringer-verantwortung	Poolsystem	Anfallstelle
Charakteristik	Entsorgungspflicht der Kommune	Rücknahmeverpflichtung des Inverkehrbringers	Rücknahmeverpflichtung des Poolträgers	Entsorgungspflicht der Anfallstelle
Behandlung der Güter	anonym	nicht anonym	anonym	anonym: in bezug auf Hersteller; nicht anonym in bezug auf Anfallstelle
Anreiz zu ökologischer Produktgestaltung	nein	ja	gering	indirekt über Akteursketten
Schlüsselprobleme	- keine Vermeidungsanreize - keine Vermeidung gefährlicher Stoffe - keine Trennung von Stoffen	- Altgeräte (lange Übergangsfrist - Direktimporte - Nichtexistenz des Inverkehrbringers	- Altgeräte - Direktimporte - Vermeidungsanreiz gering - keine klare Verantwortungszuordnung über den Inverkehrbringer - wegen fehlender Selbstregulierung, müssen alle organisatorischen Schritte durch Gesetze geregelt werden. ->hoher Verwaltungs- und Kontrollaufwand	- Schaffung des Anreizes zu ökologischer Produktgestaltung über gesamte Akteurskette - fehlende wirksame Rahmenbedingungen - Koppelung mit Versorgung über Druck ausgehend von entsprechenden Rahmenbedingungen
Instrumente zur Verbesserung des Systems	- Verordnung zur Mülltrennung - Gebührensystem: mengenmäßig, qualitativ - Auflagen für Produktkonzeption - Verbot bestimmter Stoffe - Vorgabe von Entsorgungs- und Verwertungsstandards - Hauptlast bei Endverbraucher - Forschungsbedarf für Weiterentwicklung der Verwertungs- und Reste-Behandlungstechnologien trägt die öffentliche Hand	- Regeln zur Kontrolle - Vorgabe von Reste-Behandlungs- und Verwertungsstandards	- Verordnung zur Einführung bei obligatem System - Auflagen für Produktkonzeption - Verbot bestimmter Stoffe - Vorgabe von Entsorgungs- und Verwertungsstandards - Forschungsbedarf für Weiterentwicklung der Verwertungs- und Entsorgungstechnologien.	- Regeln zur Kontrolle - Vorgabe von Standards zur Reste-Behandlung und Verwertung - Zertifizierung von Reste-Behandlern und Verwertern
Kostenprinzip	Gemeinlastprinzip	Verursacherprinzip	Hybridform	Verursacherprinzip
Regulierung	von außen (hoher Interventionsbedarf)	selbstregulierend	von außen (hoher Interventionsbedarf)	selbstregulierend

5.12 Batterien

Schlüsselnummern: 35322, 23, 24, 35, 36	Massenanteil - gesamt	rd.	0,05	%
	- gefährliche Abfälle	rd.	2,1	%
Abgeberbetriebe gem. AbfDV		rd.	6.200	
Masse 21.000 t Technisches Verringerungspotential über 90 %				

Das Massenpotential kann mit rd. 21.000 t/a beziffert werden, davon entfallen rd. 19.000 t/a auf Bleiakkumulatoren, der Rest auf Konsumbatterien und -akkumulatoren.

Nach Unterlagen des Österreichischen Statistischen Zentralamtes, Prof. Vogel, und einer Studie der Fa. ABB Industrie GesmbH beträgt der derzeitige Inlandsverbrauch an Batterien jährlich ca. 2.600 Tonnen oder 75 Mio. Stück. Diese Masse kann gleichzeitig als die pro Jahr anfallende Abfallmasse an Altbatterien angesehen werden.

Demgegenüber ist in der folgenden Tabelle eine geringere Gesamtmasse ausgewiesen. Die Differenz zwischen Batterieabsatz und Abfallanfall kann nur zum Teil durch mehrjährigen Betrieb (Akkus) bzw. Lagerung erklärt werden. Ein Teil dieser Fehlmasse dürfte daher auf den mit dem Restmüll aus Haushalten entsorgten Anteil zurückzuführen sein.

Jährliche Abfallmasse an Konsumbatterien und -akkumulatoren (Angaben in t)		
SN 35335	Zink-Kohle-Batterien	1.300
SN 35336	Alkali-Mangan-Batterien	355
SN 35323	Nickel-Cadmium-Akkumulatoren	180
SN 35324	Knopfzellen	100
Summe (gerundet)		1.900

Die Entsorgung der verbrauchten Konsumbatterien in Österreich erfolgt

- o durch Zwischenlagerung bei Händlern und auf diversen Lagerplätzen,
- o durch Exporte.

Ein Teil der Konsumbatterien wird noch immer über die Restmülltonne unzulässigerweise auf Deponien verbracht.

Die genannten "Altbatterieentsorgungsarten" sind nicht befriedigend und entsprechen nicht den Grundsätzen einer modernen Abfallwirtschaft. Batterien sollen einer Anlage nach dem Stand der Technik zugeführt werden. Wegen der geringen Masse ist die Wirtschaftlichkeit einer eigenen österreichischen Anlage fraglich. In einem solchen Fall wäre, um die Entsorgungssicherheit zu gewährleisten, die Behandlung in einer bestehenden Anlage in einem der EU-Nachbarstaaten zu befürworten.

Elektrochemische Zellen sind die einzig verfügbaren Speicher elektrischer Energie. Sie werden neben den derzeitigen Anwendungen auch bei zukünftigen, umweltfreundlichen Technologien (z.B. Strom-/Solar-Fahrzeuge) verstärkt eingesetzt werden. Für elektrochemische Zellen als Ganzes gibt es somit keine Vermeidungsmöglichkeiten. Über 90 % der technischen Akkumulatoren und Autobatterien werden bereits heute verwertet und die gewonnenen Stoffe wieder dem Produktionsprozeß zugeführt.

Durch in Österreich neu entwickelte Lade- und Regenerationsverfahren kann die Lebensdauer von Bleiakkumulatoren auf das zwei- bis dreifache erhöht werden, wodurch auch ein beträchtliches Abfallvermeidungspotential geschaffen wird.

Im Teilbereich der Konsumbatterien (Zink/Kohle-, Alkali/Mangan-, Nickel/Cadmium (Ni/Cd) - Batterien, Knopfzellen) existieren jedoch erhebliche Vermeidungsmöglichkeiten. Heute werden in vielen Kleingeräten Batterien verwendet, sie sind jedoch nur bei mobilen Geräten notwendig. Stationäre Geräte lassen sich zudem um vieles billiger mit Strom aus der Steckdose versorgen (siehe Tabelle).

STROMQUELLE	RELATIVE KOSTEN JE LEISTUNGSEINHEIT
Steckdose	1
Ni/Cd - Akku	50 - 100
Primärzellen	2000 - 5000

Bei ständiger Verwendung von mobilen Geräten ist der Einsatz von geeigneten Sekundärelementen sowohl aus abfallwirtschaftlicher Sicht wie auch aus Kostengründen vorteilhaft.

Der Ni/Cd - Akku und Lithiumsysteme sind zur Zeit die einzigen im Handel befindlichen wiederaufladbaren Konsumbatterien, andere Typen gibt es aber bereits in technologisch weit ausgereifter Form (z.B. die wiederaufladbare alkalische Zink/-Braunstein-Batterie, RAM).

Den geringen Vermeidungsmöglichkeiten stehen bereits ausgereifte Verwertungsverfahren gegenüber. Bei technischen Akkumulatoren und Autobatterien werden sie schon seit einiger

Zeit in der Praxis verwendet. Mehr als 95 % der Altakkumulatoren werden verwertet und die gewonnenen Stoffe wieder dem Produktionsprozeß zugeführt.

Auch bei Konsumbatterien ist die stoffliche Verwertung möglich. Sie ist auch sinnvoll, weil wertvolle Rohstoffe wiedergewonnen werden, die andernfalls als toxische und wassergefährdende Komponenten die Umwelt belasten. Für die praktische Umsetzung der Verwertung von Konsumbatterien sind weitere Maßnahmen zu fordern.

Ungefähr 40 % der Batterieinhaltsstoffe besteht aus Schwermetallen, der Rest aus Elektrolyten, Kunststoffen, Kohle und Wasser.

Im Bereich der Konsumbatterien existieren verschiedene Vermeidungsmöglichkeiten, da heute in vielen stationären Kleingeräten Batterien eingesetzt werden, obwohl diese eigentlich nur für einen mobilen, netzunabhängigen Betrieb notwendig wären.

Bei ständiger Verwendung mobiler Geräte ist der Einsatz geeigneter Sekundärelemente sowohl aus abfallwirtschaftlicher Sicht wie auch aus Kostengründen vorteilhaft. Dabei ist zu bedenken, daß nicht für alle batteriebetriebenen Geräte der Einsatz von Akkus sinnvoll ist.

Die Gründe dafür liegen in den unterschiedlichen Entladungseigenschaften verschiedener Batterietypen:

Nickel/Cadmium-Akkus eignen sich aufgrund ihres geringen Innenwiderstandes vorwiegend für die Entnahme hoher Spitzenströme (kurzzeitig), obwohl sie insgesamt geringe Energiedichten aufweisen, was einen kürzeren Entladezyklus zur Folge hat (3 - 5 Zyklen entsprechen der Energiemenge einer Alkali/Manganbatterie).

In netzunabhängigen elektronischen Speichergeräten ist der Einsatz von Nickel/Cadmium-Akkus nicht ohne weiteres empfehlenswert. Bei Vollentladung zeigen z.B. Alkali/Manganbatterien nur einen langsamen Abfall der Restspannung, der Ladezustand ist besser kontrollierbar und somit die Gefahr eines Datenverlustes durch die entladene Batterie geringer.

Geräte mit sehr geringem Stromverbrauch wie z.B. Wanduhren oder solche Geräte, die nur selten benutzt werden, lassen sich besser mit Primärelementen betreiben. Nickel/Cadmium-

Akkus zeigen nämlich eine relativ hohe Selbstentladung, die bei erhöhter Temperatur noch zunimmt.

Die etwas niedrigere Nennspannung des Nickel/Cadmium-Akkus stellt üblicherweise keinen Nachteil dar. Nur bei 9 Volt-Blocks kann es passieren, daß ein Apparat (z.B. Funkgerät) nicht funktioniert, wenn dieser Akku wie ein Primärelement mit 6 Zellen (7,5 Volt) anstelle der heute üblichen 7 Zellen (8,7 Volt) aufgebaut ist.

Der Ni/Cd-Akku ist zur Zeit die einzige am Markt befindliche wiederaufladbare Konsumbatterie, andere Typen gibt es aber bereits in technologisch ausgereifter Form (z.B. die wiederaufladbare alkalische Zink/Braunsteinbatterie).

Ein Ersatz der Zink-Kohle- oder Alkali-Mangan-Batterien durch Ni/Cd-Akkus ist aus der Sicht des Umweltschutzes mit Vorsicht zu betrachten:

Das Gefährdungspotential eines Ni/Cd-Akkus liegt auf Grund des Cadmiumgehaltes um 500mal höher als das Gefährdungspotential herkömmlicher Konsumbatterien. Allerdings ist dabei die längere Nutzungsdauer von Ni/Cd-Akkus gegenüber Primärelementen zu berücksichtigen.

Dennoch verlangt ein vermehrter Einsatz der Ni/Cd-Akkus auf alle Fälle ein funktionierendes Rücklaufsystem mit hohen Rücklaufquoten, was nur mit einer Pfandregelung (hoher Pfandbeitrag) verwirklichtbar ist.

Zusammengefaßt soll gesagt werden, daß die stoffliche Verwertung von Konsumbatterien notwendig und sinnvoll ist, da wertvolle Rohstoffe in den Produktionskreislauf rückgeführt werden können, die andernfalls als toxische und wassergefährdende Komponenten die Umwelt belasten.

5.13 Quecksilber, quecksilberhaltige Rückstände,
Quecksilberdampflampen, Leuchtstoffröhren

Schlüsselnummer: 35326	Massenanteil - gesamt	rd. < 0,01 %
	- gefährliche Abfälle	rd. 0,1 %
	Abgeberbetriebe gem. AbfDV	rd. 3.350

Masse	1.200 t	Technisches Verringerungspotential	über 90 %
-------	---------	------------------------------------	-----------

Derzeit werden in Österreich rd. 6 - 10 Mio Stück Leuchtstoffröhren pro Jahr verbraucht. Etwa 90 % davon fallen bei Großverbrauchern (Industrie, Gewerbe, Gemeinden) an. Die restlichen 10 % verteilen sich auf Kleinverbraucher und Haushalte. Bei einem Gewicht von durchschnittlich 220 g pro Röhre ergibt sich eine Gesamtmasse von rd. 1.200 Tonnen.

Für die Aufarbeitung der in Österreich anfallenden Leuchtstoffröhren stehen derzeit drei Anlagen zur Verfügung. Dabei handelt es sich um zwei stationäre Anlagen, wobei in einer davon auch Sonderbauformen (nicht stabförmig) aufgearbeitet werden können. Bei der dritten in Betrieb befindlichen Aufarbeitungsanlage handelt es sich um eine mobile Anlage. Weiters befindet sich eine Anlage in Niederösterreich im Genehmigungsverfahren.

Um eine möglichst vollständige Erfassung der verbrauchten Entladungslampen zu gewährleisten und umweltgefährdende Entsorgungswege (z.B. Ablagerung auf Mülldeponien) zu vermeiden wurde eine Rücknahmeverpflichtung für den Handel und eine Pfandregelungen eingeführt. Diese Verpflichtungen sind in der Verordnung über die Kennzeichnung, Rücknahme und Pfanderhebung von bestimmten Lampen (BGBl 1992/144) festgelegt und seit 14. März 1992 in Kraft.

Leuchtstofflampen sind wegen ihrer hohen Lichtausbeute bei geringem Energiebedarf und einer langen Lebensdauer weit verbreitet. Sie können rd. 40 % der eingesetzten elektrischen Energie in Licht umwandeln, während die Lichtausbeute in konventionellen Glühlampen lediglich 10 % beträgt (siehe Tabelle). In beiden Fällen kann jedoch die Einsatzdauer der Lampen durch richtige Handhabung (z.B. kein kurzfristiges Ein- und Ausschalten) wesentlich beeinflusst werden. Die Entwicklung von sogenannten "Energiesparlampen" wird den Anteil

der Leuchtstofflampen bei der Lichterzeugung noch weiter erhöhen.

Lichtausbeute und mittlere Lebensdauer einiger ausgewählter Lampenarten		
Lampenart	Lichtausbeute lm/W	mittlere Lebensdauer Std.
Glühlampe	bis ca. 18	1.000
Halogenlampe	bis ca. 30	2.000
Leuchtstofflampe	bis ca. 100	12.000
Kompaktleuchtstofflampe	bis ca. 80	8.000
Metallhalogendampflampe	bis ca. 100	8.000
Natriumdampfhochdrucklampe	bis ca. 150	16.000
Natriumdampfniederdrucklampe	bis ca. 180	9.000

Im Mittel besteht eine Leuchtstofflampe zu 92 % aus Glas, die restlichen 8 % setzen sich aus Metallen, Kitt, Isolatoren, Leuchtstoff (2 %) u. a. zusammen, wobei die umweltrelevanten Stoffe, wie z. B. Cadmium, Quecksilber, Antimon und Seltene Erden, vor allem im Leuchtstoff enthalten sind. Die folgende Leuchtstoffanalyse zeigt das Vorhandensein zahlreicher umweltrelevanter Elemente und deren anteilmäßige Aufteilung auf die Masse der in Österreich jährlich anfallenden Leuchtstoffröhren.

Umweltrelevante Inhaltsstoffe im Leuchtstoff - Angaben zu Schadstofffrachten bezogen auf die Gesamtmasse			
chem. Element	Leuchtstoff-Mischprobe Gehalt in mg/kg (ppm)	Toxizität	Schadstofffracht für 1.200 t/a in g
Chrom (Cr)	10	relativ toxisch (als Cr6+)	240
Kobalt (Co)	5	hochtoxisch	120
Nickel (Ni)	21	als Aerosol toxisch	500
Arsen (As)	62	hochtoxisch	1.500
Molybdän (Mo)	7	hochtoxisch	170
Cadmium (Cd)	4.480	hochtoxisch	108.000
Antimon (Sb)	5.570	relativ toxisch	134.000
Barium (Ba)	2.450	relativ toxisch	58.800
Quecksilber (Hg)	2.730	hochtoxisch	65.500
Vanadium (V)	5	hochtoxisch	120
Blei (Pb)	85	hochtoxisch	2.040

Die umweltrelevanten Inhaltsstoffe in Leuchtstoffröhren bilden die Grundlage für die Forderung nach einer ökologisch orientierten und umfassenden Verwertung bzw. Entsorgung. Beim Zerschneiden der Glasröhre unter unkontrollierten Bedingungen gelangen diese Schadstoffe in die Umwelt und stellen eine potentielle Gefährdung für den Menschen, für Flora und Fauna sowie für Grundwasser und Bodenleben dar. Die derzeitige Emissions- bzw. Immissionsbelastung durch ausgediente Leucht-

stoffröhren läßt sich schwer abschätzen, da der derzeit in den Haus- und Gewerbemüll gelangende Anteil nicht bekannt ist.

Neben Quecksilber sind Antimon, Arsen, Blei und in Lampen, die vor 1982 hergestellt wurden, noch Cadmium als umweltrelevante Bestandteile enthalten. Aus dieser Zusammensetzung erkennt man, daß durch Abtrennung der Leuchtstoffe von den Fraktionen Glas, Metall und den Reststoffen eine erhebliche Reduktion des Gefährdungspotentials von Leuchtstoffröhren erreicht werden kann.

Seit etwa 35 Jahren ist Halogenphosphat der Standardleuchtstoff in den Leuchtstofflampen. Wegen des geringen Preises ist die Aufarbeitung dieses Leuchtstoffes nicht wirtschaftlich.

Weil etwa 1 % Antimon enthalten ist, ist die Ablagerung auf einer Deponie für gefährliche Abfälle notwendig. Dies erscheint wegen der geringen Menge (etwa 2 % vom Lampengewicht) auch ökologisch vertretbar. Nach Auskunft der lampenerzeugenden Industrie werden die verwendeten Leuchtstoffe immer hochwertiger, sodaß in den nächsten Jahren auch die Rückgewinnung der Leuchtstoffe (sog. Dreibandenleuchtstoffe) wirtschaftlich interessant werden könnte.

Die lichttechnischen Vorteile dieser "Dreibandenlampen" werden mit einem hohen Leuchtstoffpreis erkaufte (Kühl, 1989). Die Aufarbeitung dieser Dreibandenleuchtstoffe wird wirtschaftlich, wenn sie aus dem Gemisch von Leuchtstoffen separiert und so aufgearbeitet werden können, daß sie qualitativ neuwertigen Leuchtstoffen entsprechen. Bei dem Verfahren zur Leuchtstoffrückgewinnung, das sich derzeit im Entwicklungsstadium befindet, handelt es sich um ein physikalisch-optisches System mit computergesteuerter Auswertung. Der wiedergewonnene Leuchtstoff enthält unter anderem die beiden sehr teuren Elemente Yttrium und Europium und könnte von einem Leuchtstoffhersteller verwertet werden (Frankenbach, persönliche Mitteilung).

Leuchtstofflampen sind Quecksilberdampf-Gasentladungslampen, bei denen die Ultraviolettstrahlung des Quecksilbers in einer innen auf das Rohr aufgetragenen Schicht von Leuchtstoff in sichtbares Licht umgewandelt wird. Quecksilber steht wegen seiner für Metalle extrem hohen Verdampfungsgeschwindigkeit verbunden mit seiner Toxizität (Nervengift) im Vordergrund des Interesses. In den Lampen liegt das Quecksilber nur zu

einem sehr geringen Teil in Dampfform vor, der weitaus größte Teil ist auf der Leuchtstoffschicht kondensiert. Außer dem Quecksilberdampf sehr geringen Drucks (einige mikrobar) enthält das Rohr noch ein Edelgas von einigen mbar, meist Argon, um die Zündung zu erleichtern. Die Bezeichnung "Neonröhre" trifft also auf Leuchtstoffröhren nicht zu. Laut einer umfangreichen Untersuchung der in Österreich angebotenen Entladungslampen unterliegt der Quecksilbergehalt der Lampen je nach Type, Leistung und Hersteller beachtlichen Schwankungen (Schmidt, 1990). Der Quecksilbergehalt konnte durch technische Verbesserungen im Laufe der letzten Jahre wesentlich reduziert werden und beträgt je nach Lampentyp zwischen 5 und 325 mg pro Lampe (siehe Tabelle).

Lampentype	Schwankungsbreite des Hg-Gehaltes
Leuchtstofflampe	12 - 35 mg/Stück
Kompaktleuchtstofflampe	5,5 - 15 mg/Stück
Metallhalogen-, Quecksilber- und Natriumdampflampen	15 - 325 mg/Stück

Grundsätzlich ist es technisch möglich, Quecksilber, Leuchtstoff, Glas und Aluminium von solcher Reinheit zurückzugewinnen, daß sie zur erneuten Produktion von Leuchtstoffröhren verwendet werden können (Rat der Sachverständigen, 1990). Dazu sind eine Reihe von Verfahren mit mehr oder weniger praktischer Erprobung bekannt. Eine Zusammenfassung der derzeit angewandten Verfahren ist der folgenden Tabelle zu entnehmen. Dabei wurden nur jene Technologien berücksichtigt, die eine Verwertung der anfallenden Stoffe vorsehen.

Bei den derzeit angewandten Verfahren wird entweder die gesamte Leuchtstoffröhre zerkleinert und danach die einzelnen Fraktionen sortiert, oder die Lampe schrittweise zerlegt (Rössert, 1991). Für die Verwertung dieser einzelnen Fraktionen sind der wechselseitige Verunreinigungsgrad und der Restgehalt an Quecksilber von Bedeutung. Bei Verfahren, in denen die Leuchtstoffröhren schrittweise zerlegt werden, ist eine weitgehende Wiederverwertung der Bestandteile möglich. Die nach der Abtrennung der Lampenenden und Entfernung des Leuchtstoffes vorliegenden Glasröhren aus hochwertigem Na-Silikat-Kalkglas können wieder zur Lampenherstellung dienen. Diese Verfahren wurden in Zusammenarbeit mit Lampenherstellern ausgearbeitet und weiterentwickelt und sind durch einen hohen apparativen Aufwand gekennzeichnet, können jedoch hohen

Recyclingansprüchen gerecht werden.

Werden jedoch die ganzen Leuchtstoffröhren zerkleinert und danach in einzelne Fraktionen aufgeteilt (Siebe, Schwimmsink-Verfahren), so sind diese mit Leuchtstoff und Quecksilber verunreinigt. Der quecksilberhaltige Leuchtstoffstaub kann entweder durch Abwaschen oder Ausblasen entfernt werden (Kitzerow, 1989; GUA, 1991). Die dabei anfallenden Schlämme bzw. verbrauchten Aktivkohlefilter müssen vorläufig bis zum Vorliegen entsprechender Regenerationstechnologien deponiert werden. Für die Entfernung von 20 g Quecksilber sind ca. 100 kg Aktivkohle erforderlich. Die Mengen an verbrauchten Aktivkohlefiltern sind also nicht unerheblich. Eine Rückgewinnung des Quecksilbers bei gleichzeitiger Regeneration des Aktivkohlefilters ist technisch möglich.

Der Rücklauf von Leuchtstoffröhren in unbeschädigtem Zustand ermöglicht vielleicht schon bald die mehrmalige Verwendung der Lampen. An der TU Graz, Institut für Thermische Verfahrenstechnik und Umwelttechnik wurde ein Verfahren entwickelt, das es gestattet, nur die verbrauchten Wolframelektroden und Lampenfüße auszutauschen, der Glaskörper mit seiner Leuchtstoffbeschichtung bleibt erhalten. Lediglich der an der Beschichtung anhaftende Quecksilberschleier (entsteht durch den langjährigen Betrieb) wird mit Hilfe eines speziellen thermischen Verfahrens entfernt. "Abgesaugtes" Quecksilber wird bei der Wiederbefüllung der Röhren verwendet, sodaß für diese toxikologisch relevante Komponente - im Gegensatz zu den meisten anderen Verfahren - der Stoffkreislauf geschlossen wird.

Tabelle: Verfahren zur Leuchtstoffröhrenaufbereitung

Verfahren	Kommentar
AQUA-CONTROL - Zerschneiden der ganzen Lampen in einer Polysulfidlösung, dabei wird das Hg in unlösliches Quecksilbersulfid umgewandelt - Waschen des Bruches - Trennung in Glas und Metallfraktion	mobiles Verfahren, alle Lampenformen als Input möglich, einfache und billige Hg-Immobilisierung (wird als Schlamm deponiert) Waschanlagen für Glas- und Metallschrott erst in Planung, daher noch kein Recycling
HERBORN - Mechanisches Zerschneiden der ganzen Leuchtstoffröhren - Gesamtschrott mit Hilfe eines Saugsystems über Abscheider führen: Hg-Dämpfe in Aktivkohlefilter abscheiden - Glas- und Metallfraktion in einem Nachbrenner von Hg befreien	mobile Anlage; beim Umladen des Lampenschrotts kann Hg freigesetzt werden; Restkonzentration an Hg im Lampenschrott unter Umständen sehr hoch, Recycling problematisch
KÜHL - Variante 1: Zerkleinerung - Siebung - Ausheizen der Feinfraktion - Variante 2: Zerkleinerung - Ausheizen des gesamten Lampenschrotts - Siebung	stationäre Anlage, alle Lampenformen verarbeitbar; durch Restgehalt von Hg und wechselseitiger Verunreinigung ist in jedem Fall ein Recycling problematisch, Variante 1 bringt größtmögliche Quecksilberentfrachtung, Variante 2 erlaubt zehnmal höheren Durchsatz
KUSTERS - stufenweise Zerkleinerung der Lampen - Entfernung der eisenhaltigen Metallfraktion - Auftrennung der Fraktionen Glas, Lampenfassungen und chemische Abfälle	stationäre Anlage mit unverhältnismäßig hohem apparativen Aufwand, kein Recycling der Fraktionen vorgesehen, alle Lampenformen können behandelt werden
MRT - Zerkleinerung der Lampen - Auftrennung mittels Flachsieb - Destillation der Feinfraktion, Nachverbrennung der restlichen Fraktionen	stationäre Anlage, Einsatz vieler quecksilberhaltiger Materialien möglich (Thermometer, Barometer, Amalgam, Altbatterien); Rückgewinnung des Quecksilbers; Hg-Gehalte in Glas- und Metallschrott sehr gering - Ablagerung auf Gewerbemülldeponie möglich (lt. Anbieter)
RECYTEC - Zerkleinerung - Siebung - Sammeln des Leuchtstoffes - Reinigung des Schrotts mit Wasser unter Zugabe von Tetrafluoroborsäure - Abscheidung der Metalle mit Elektrolyse	stationäre Anlage, hoher Recyclinganspruch (teilweise Verfahren erst in Ausarbeitung), Aufarbeitung aller Lampenformen möglich; Deponierung des Schrotts als Gewerbemüll nach Extraktion einiger Schwermetalle
FRANKENBACH - Abtrennung der Aluminiumkappen - Brechen des Vakuums und Abtrennung der Lampenenden - Ausblasen des Leuchtstoffs - Zerkleinern der Glasröhren	stationäre Anlage, verarbeitet nur stabförmige Leuchtstoffröhren, Aluminiumkappen und Glasschrott verwertbar - dadurch hohe Recyclingquote, lediglich geringe Mengen an zu deponierendem Material. Ein ähnliches Verfahren verwendet ein Leuchtstoffröhrenproduzent (Firma Osram), der auch an einer Wiedergewinnung des Dreihandlenleuchtstoffes forscht.

5.14 Galvanikschlämme

Schlüsselnummer: 511	Massenanteil - gesamt	rd.	0,06	%
	- gefährliche Abfälle	rd.	2,6	%
	Abgeberbetriebe gem. AbfDV	rd.	220	
Masse 25.000 t Technisches Verringerungspotential über 50 %				

Im Datenverbund scheinen 220 Abgeberbetriebe auf, die zusammen nur 3.800 t dieser Abfälle meldeten (Datenstand 6.6.1994).

Bei den unterschiedlichen Prozessen zur galvanotechnischen Behandlung und Beschichtung von Oberflächen (Galvaniken, Leiterplattenfertigungen, Beizereien, Feuerverzinkereien, Chromatierung, Phosphatierungen, Anodisierung, Brünierung, Härterei u.a.) fallen durch die konventionelle Abwasserreinigung und chemisch-physikalische Abwasserbehandlung (Entgiftung, Neutralisation, Schwermetallfällung) in ihrer Zusammensetzung meist stark variierende, voluminöse, wasserreiche (60 - 70 % Wassergehalt), thixotrope, wert- und schadstoffhaltige vermischte Neutralisations- und Galvanikschlämme an.

Neben der eigentlichen Galvanikschlammern sind noch weitere Abfallarten wie flüssige Konzentrate, Halbkonzentrate und Eluate (z.B. hochkonzentrierte Spülwässer, nicht mehr regenerierbare Prozeßbäder) sowie verunreinigte Materialien (z.B. Anodensäcke, Filterhilfsmittel) in die Betrachtung miteinzubeziehen, weil sie zur gemeinsamen Verwertung mit Hilfe kombinierter Verfahren geeignet sind.

Dementsprechend liegen je nach Produktionsprogramm und Verfahren neben den Basismetallen Eisen und Aluminium die im Galvanikprozeß eingesetzten NE-Metalle Zink, Chrom, Kupfer, Nickel, Zinn, Blei u.a. (in Österreich praktisch kein Cadmium) sowie Kalzium, Natrium, u. a. aus den Fällungschemikalien miteinander vermischt vor.

Nach bisherigen Recherchen kann angenommen werden, daß in Österreich etwa 10.000 - 25.000 t/a buntmetallhaltige Galvanikschlämme (SN 511, 512) aus Gewerbe und Industrie anfallen. Insgesamt sind etwa 500 Betriebe (Lohn- und Betriebsgalvaniken) aus verschiedenen Branchen anzunehmen, wobei die meisten gewerblich strukturiert und KMU's entsprechen. 7.000 bis 8.000 t/a fallen in ungefähr 90 gewerblichen Betrieben an. Aus der Leiterplattenfertigung wird eine Masse von etwa 1.000 bis 2.000 t/a angeführt. Von Zn/Fe-haltigen Beizen

sollten etwa 8.000 bis 12.000 t/a Neutralisationsschlämme (Abwasser-Reinigungsanlagen, CP-Anlagen) als Hydroxide und/oder Oxidhydrate anfallen. - Gemeinsam mit mineralischen Schlämmen (z.B. Phosphatierschlämme mit SN 31637), Metallschlämme (SN 355) und sonstige Oxiden und Hydroxiden (SN 513) werden bis zu 50.000 t/a ("Altlasten") angenommen.

Neben den festen Galvanikschlämmen fallen betriebsintern als Teilströme flüssige Abfälle wie Säuren, Laugen, Konzentrate, metallgesättigte Beizen, Entfettungsbäder, verbrauchte Galvanobäder, Spül- und Waschwässer, Ionenaustauscher-Eluate, Hilfslösungen und verschiedene Prozeßlösungen zum Phosphatieren, Chromatieren u.a. (alle unter SN 52) aus den Vor-, Haupt- und Nachbehandlungsverfahren an. Aufgrund ihrer unterschiedlichen Konzentrationen lassen sich diese flüssigen Abfälle auch in Konzentrate (1 - 30 val/l), Halbkonzentrate (0,1 - 5 val/l) und Spülwässer (0,1 - 30 mval/l) einteilen.

Unter dem Gesichtspunkt der Vermeidung und der betriebs-internen/-externen Verwertbarkeit von flüssigen Abfällen könnten die Prozeßbäder in Abhängigkeit der Verfahren unterteilt werden in solche mit einer zeitlich konstanten Zusammensetzung (galvanische Hauptbehandlungsverfahren mit elektrochemischer Metallabscheidung - Elektrolyte) sowie mit einer zeitlich variierenden Zusammensetzung (materialabtragende und oberflächenumwandelnde Vor- und Nachbehandlungsverfahren wie Beizen, Elektropolieren, Chromatieren, Entmetallisieren, Phosphatieren u.a.) sowie chemische Metallabscheidung (einschließlich Spülwässer). Für Österreich werden 11.000 bis 14.000 t/a flüssige Abfälle aus der Galvanik geschätzt.

Da trotz des Ausschöpfens aller innerbetrieblicher Vermeidungs-/Verminderungs- und Verwertungsmaßnahmen das Abfallaufkommen nicht vermieden und nur zu einem Teil vermindert werden kann, kommt der betriebsexternen stofflichen Verwertung entsprechende Bedeutung zu. Die flüssigen Abfälle würden sich grundsätzlich besser für eine externe stoffliche Verwertung eignen als die Galvanikschlämme.

Für die Galvanik ergibt sich daraus als Anforderung, daß im Rahmen einer Arbeitsteilung innerbetriebliche Maßnahmen so durchgeführt werden, daß wertstoff-/schadstoff-/störspezifische Teilströme unter dem Gesichtspunkt der stofflichen Verwertbarkeit separiert werden bzw. bleiben (z.B. Cr-/Cd-Separierung), und getrennt in der Folge so behandelt werden (weg von der konventionellen chemisch-physikalischen Behandlung mit dem Anfall von Mischschlämmen hin zur stofflichen Verwertung), daß die entstehenden Konzentrate, NE-Me-

talle (durch Elektrolyse) und Schlämme den Anforderungen der betriebsexternen Verwertungsanlagen entsprechen (ECODESIGN). Weiters müßten die Losgrößen entsprechend groß sein und die Abnehmerverträge zwischen Galvanik- und Verwerterbetrieben längerfristig abgeschlossen werden, um eine Entsorgungssicherheit zu garantieren.

Je nachdem, ob Metalloberflächen mit materialauftragenden Verfahren (z.B. chemisches/elektrolytisches Verkupfern, Vernickeln, Verchromen, Verzinken) oder mittels materialabtragender Verfahren wie den Vorbehandlungsverfahren (z.B. Beizen, Reinigen, Entfetten, Brennen, Dekapieren) und den Nachbehandlungsverfahren (z.B. Chromatieren, Endmetallisieren) sowie in wäßrigen Systemen behandelt werden, ist dies mit mehr oder weniger Anfall von Abwasser und Abfall verbunden.

"Null-Emissionen" sind bei der Betrachtung des Gesamtsystems der Behandlung metallischer Oberflächen (Vorbehandlung - Metallabscheidung - Nachbehandlung) nie erreichbar. Das heißt, die vielzitierte und oft geforderte "abfallfreie" Galvanik gibt es nicht. Der Idealfall einer "abfallfreien" Galvanik widerspricht außerdem grundsätzlich naturwissenschaftlichen Gesetzen und würde die Idealvorstellung eines Prozesses voraussetzen, der aus einem Kreislauf aller beteiligten Stoffe und Energieinhalte besteht, die an der Produktion beteiligt sind.

Emissions- und abfallarme Produktionsverfahren sind allerdings durch Umsetzung des produktions- und prozeßintegrierten Umweltschutzes realisierbar.

Aufgrund der aktuellen Umweltschutzgesetzgebung, der unterschiedlichen Probleme mit der Entsorgung, der Ressourcenknappheiten und des Vermeidungsgebotes, der grundsätzlichen Akzeptanz der Betriebe in der Öffentlichkeit und auch seitens der Auftraggeber, der stetig steigenden Anforderungen im Bereich der Qualitätssicherung und des zunehmenden Druckes seitens des Marktes im Bereich des Umweltmanagements, der Umweltbetriebsprüfung und des Öko-Auditings (s. z.B. EU-EMAS-Verordnung, Öko-Audit-VO/Entwurf in Österreich,) sowie der Umsetzung des Vorsorgeprinzips und einer umfassenden Produktverantwortung seitens der Hersteller für den gesamten Lebenszyklus einer stofflichen Kreislaufwirtschaft (z.B. vom Rohstoff über Verfahren, Produktion, Verteilung, Wiederverwendung, Verwertung bis hin zur Entsorgung) und der Umsetzung des produkt- und produktionsintegrierten Umweltschutzes (z.B. umfassendes ECODESIGN zur umweltbewußten

Produktgestaltung bzw. Produktnutzung, u.a. Reperaturfreudigkeit, Wiederverwendbarkeit, Demontier- und Verwertbarkeit, Entsorg- und Deponierbarkeit) könnten kurzfristig etwas mehr Abfälle, längerfristig aber eindeutig weniger Abfälle anfallen (z.B. Stoffpolitik, Management von Stoffströmen).

Durch eine sinnvolle Symbiose von inner- und außerbetrieblichen vor- und nachsorgenden Maßnahmen (einzeln oder in Kombination) mit entsprechender Arbeitsteilung kann eine "abfallarme" Galvanik im Sinne der "cleaner technologies" mit "cleaner products" und besser verwertbaren Teilströmen (Rückstände/Reststoffe) und Abfällen (z.B. metallangereicherte Konzentrate; sortenreine, Cr-/Cd-freie, in der Metallkombination optimierte Galvanikschlämme) für eine betriebsinterne und betriebsexterne stoffliche Verwertung realisiert werden. Zu diesen Maßnahmen zählen:

- o organisatorische Maßnahmen wie Badpflege, Mehrfachnutzung der Spülwässer, Verminderung der Verschleppung, Vermeidung unkontrollierter Emissionen durch geschlossene Anlagen, Vermeidung von Betriebspannen, Wartungsfehler etc.;
- o verfahrenstechnische Verbesserungen mit Änderung von Verfahren, apparative Verbesserung mit Meß-, Regel- und Steuereinrichtungen;
 - Spültechnik wie Standspüle, Kaskadenspülung/Fließspüle;
 - Kreislaufführung von Spülwasser;
 - Recycling-Technologien zur inertierten Rückführung von Wertstoffen in die Prozeßlösungen sowie zur Aufkonzentrierung von Wertstoffen z.B. aus Spülwässern zur externen Verwertung wie Ionenaustauschverfahren (Rückgewinnung von Wasser, Wertstoffen etc.), Regeneration, Retardation;
 - Flüssig/Flüssig-Extraktion, Fällungs- und Kristallisationsverfahren, Verdunsten/Verdampfen, Umkehrosmose und Ultrafiltration, Elektrolyse und Elektrodialyse;
 - Wert-/Störstoff-separierte Führung von Produktionslinien inklusive der Abwasseraufbereitung und -behandlung, entsprechende Abwasserreinigungsanlagen/fällungschemikaliendurchgängige Cr/Cd-Separierung;
 - separierte Sammlungs-, Lagerungs-, Transportlogistik u.a..

Alle Maßnahmen (betriebsintern, -extern) müssen dabei der Prioritätensetzung Vermeidung - Verwertung - Behandlung/Entsorgung folgen. Die Verringerung von Emissionen ist dabei durchgängig für jeden einzelnen Verfahrensschritt inklusive der betrieblichen Abwasserbehandlung zu optimieren und mit den Möglichkeiten zur Verwertung und Entsorgung (nachsorgefreie Deponierung) abzustimmen.

Verfahren (Recycling- bzw. Trennprozesse nach L.Hartinger, 1991), die die Entstehung von Abwasser oder von Abfällen vermeiden bzw. vermindern, indem z.B. die Wirkung von Prozeßlösungen erhalten bleibt bzw. verlängert wird oder kurzlebige Prozeßlösungen zu langlebigen gemacht werden, sind im Bereich der Behandlung von Metalloberflächen verstärkt einzusetzen.

Die effizienteste Form der Vermeidung von Abfällen setzt daher an der Quelle möglicher Emissionen an, d.h. betriebsintern am Produktionsort bzw. im Verfahrensablauf (Konzept des produktionsintegrierten sowie produktintegrierten Umweltschutzes). Für materialauftragende Verfahren (z.B. galvanische Metallabscheidung) ist im Idealfall eine weitgehende Abfallvermeidung denkbar. Dagegen sind für materialabtragende Verfahren (Vor- und Nachbehandlungsverfahren wie Beizen, Chromatieren u.a.), Abfallverringermöglichkeiten nur in gewissen Grenzen gegeben. Insgesamt ist daher eine vollständige Vermeidung nicht realistisch.

Weiters sind Wege einzuschlagen, um flüssige Teil-, Rückstands- und Abfallströme von der konventionellen chemisch-physikalischen Behandlung und Abwasserreinigung in die Verwertung (betriebsintern und -extern) umzulenken.

Die Verwertung kann z.B. nach dem letzten Stand der Technik innerbetrieblich durch entsprechende Recyclingverfahren in Kombination mit Maßnahmen zur Verlängerung der Standzeiten der Prozeßbäder und der Minimierung von Badausschleppungen mit einer wassersparenden Spültechnik (Kombination von Spülkaskade mit Fließspüle) und Kreislaufführungen (Ionenaustauscherverfahren, Mehrfachnutzung des Spülwassers) sowie entsprechender Aufkonzentrierung und Regeneration von Teilströmen (z.B. Spülkonzentrate) zur Rückführung in den Prozeß (elektrolytische Prozeßbäder) erfolgen.

Eine betriebsexterne Verwertung könnte für Galvanikschlämme zum Teil mittels bestehender pyrometallurgischer und/oder hydrometallurgischer, elektro-chemischer u.a. Verfahren von NE-metallurgischen Sekundärrohstoffhütten (z.B. in der BRD, zum Teil in Österreich insbesondere für Zink/Dörschelofen, Nickel und Kupfer) u.a. Verwerterbetrieben auch für flüssige Abfälle (z.B. für Fe/Zn-haltige Beizsäuren, Cu-haltige Altsäuren aus der Leiterplattenfertigung, in Österreich vorgesehen, in der BRD zum Teil auch für andere flüssige Abfälle wie saure und alkalische (cyanidfreie) Metallsalzlösungen von Cu, Ni, Zn, Co sowie Chemisch-Nickel, Ionenaustauscherharze u.a.) durchgeführt werden. In Österreich wie in der Bundes-

republik Deutschland ist man derzeit bemüht, weitere externe Rückgewinnungsverfahren ergänzend bzw. alternativ z.B. auf Basis hydrometallurgischer Verfahren mittels Flüssig/Flüssig-Extraktion und Elektrolyse und auch kombinierter Verfahren zu realisieren. (Vorstufe zur Verhüttung und/oder nachsorgefreien Deponierung).

In Zukunft könnten alternativ bzw. ergänzend biohydrometallurgische Methoden sowohl zur Behandlung als auch zur selektiven Laugung, Trennung und Akkumulation (z.B. speziell zur Lösung des "Chrom-Problems" in den Schlämmen und flüssigen Abfällen) eingesetzt werden. Denn gerade chromhaltige Konzentrate, Halbkonzentrate und Spülwässer/Abwässer können derzeit weder betriebsintern noch -extern einer Verwertung zugeführt werden.

Flüssige Abfälle wie z.B. verbrauchte Elektrolyte, verbrauchte Bäder der chemischen Metallabscheidung, Spülkonzentrate, Regenerate und Konzentrate (von Recycling- bzw. Trennverfahren wie Ionenaustausch, Umkehrosmose, Elektrodialyse, Extraktion, Retardation, Verdunster/Verdampfer, Zementation u.a.), Beizlösungen (Altbeizen aus dem naßchemischen Verzinken und aus der Feuerverzinkerei) und Abfälle aus dem Brennen von Buntmetallen sowie CuCl_2 -Lösungen aus der Leiterplattenfertigung, NE-metallhaltige Spülwässer könnten aufgrund ihrer Zusammensetzung in bezug auf die Metallinhalte einer externen stofflichen Verwertung zugeführt werden. Weiters können z.B. öl- und fetthaltige Rückstände aus Entfettungsbädern und Rückstände aus Aktivkohlefiltern zum Teil einer stofflichen Verwertung zugeführt werden.

Voraussichtlich wird es im Bereich der Galvanik immer Restabwässer und verschiedene flüssige Abfälle (insbesondere aus den Vor- und Nachbehandlungsverfahren) geben, bei deren Behandlung und Reinigung mehr oder weniger metallhaltige Schlämme bzw. Konzentrate und/oder Salze anfallen.

Insbesondere werden in Zukunft aus Peripheriesystemen zur Reinigung, Aufkonzentrierung, Trennung, Trocknung u.a. Prozeßschritten vermehrt sowohl anorganisch als auch organisch kontaminierte, oftmals hochkonzentrierte und gleichzeitig leicht lösliche Salzverbindungen anfallen. Dafür sind verstärkt maßgeschneiderte Verfahren zur Abfallbehandlung für eine anschließende nachsorgefreie Deponierung entsprechend zu adaptieren bzw. neu zu entwickeln, z.B. unter Einsatz anderer industriellen Rückstände.

Außerdem wird die Umstellung auf abfallarme Technologien

("cleaner technologies") trotz eines hohen Recyclingpotentials der Prozesse aufgrund verschiedener Schwierigkeiten noch einen längeren Zeitraum in Anspruch nehmen und nur zum Teil realisierbar sein, da

- o z.B. Innovationszeiträume von mehr als 20 Jahren gerade bei den klein- und mittelständischen Galvanik/Lohn-galvanikbetrieben genannt werden;
- o keine universellen, sondern maßgeschneiderte, dementsprechend kostenaufwendige Lösungen für den Einzelfall notwendig sind;
- o Investitionskosten zu groß und Kapitalverfügbarkeit wie Raumangebot zu klein sind;
- o Mängel in der Personalstruktur/fehlende Qualifikation, Mängel an Fachkräften gerade für innovative und technologieintensivere Verfahren, Informationsdefizit etc. vorhanden sind.

Dementsprechend sind Maßnahmen sowohl für adäquate Programme zur Projektförderung und Hilfestellung bei Projekteinreichungen (Schwerpunkt KMU) als auch Innovations- und Technologietransfer sowie für Aus- und Weiterbildung und Beratung vorzusehen (siehe Schwerpunkt "Abwasser- und abfallarme Galvanik und Oberflächentechnik"; Kommunalkredit - betriebliche Umweltförderung; ITF-Schwerpunkt Umwelttechnik; WIFI).

Langfristig kann zwar zum Teil mit einem Rückgang der Wertstoffgehalte in den Produktionsrückständen aus den Galvanikbetrieben gerechnet werden, nicht aber mit einer "rückstandsfreien", "schlammlosen" oder "abfallfreien" Galvanik.

Daher ist es im Sinne des Prinzips der Ökoeffizienz und aufgrund der aktuellen Randbedingungen (AWG, Auflagen, Richtlinien und Verordnungen für den Abwasserbereich, Deponieverordnung/Entwurf 1995, Probleme bei der Deponierung, Abhängigkeit der Entsorgung vom nicht kalkulierbaren Entsorgungsmarkt und vom Export mit stetig steigenden Entsorgungskosten (Dumpingpreise neben Höchstpreisen), Vorsorge- und Verursacherprinzip, Schonung natürlicher Ressourcen, Leitbild der Nachhaltigkeit) notwendig, auch externe Aufarbeitungs- und Verwertungsverfahren entsprechend zu adaptieren bzw. kooperativ zu entwickeln und in regionalen Zentren verfügbar zu machen.

Eine mögliche externe Verwertung im Sinne einer stofflichen Kreislaufoptimierung könnte das Einschleusen von Galvanik-

schlamm in die NE-metallurgischen Prozesse von Sekundärrohstoffhütten sein. Allerdings zeigt die Praxis in Österreich und auch in anderen Ländern, daß derzeit anfallende Galvanikschlamm in bezug auf ihre Zusammensetzung (Mindestmetallgehalte und Relativanteile an NE-Metallen wie Cu, Ni, Zn, Cr) nur in Ausnahmefällen natürlichen Erzen ähnlich sind. Gehalte von Stör- und Schadstoffen, die bei der Verwertung die Emissionspfade (fest, flüssig, gasförmig) belasten und die Hüttenprozesse stören, wie flüchtige Ionen, Halogene, Sulfate, Cyanide, zum Teil auch Chrom, Alkalimetalle u.a., und physikalische Parameter (Wassergehalt, Konsistenz) liegen in Bereichen, die eine Verhüttung dieser Schlamm ohne entsprechende Vorbehandlung bzw. Aufarbeitung (z.B. durch externe Verwertungsverfahren mittels Laugung, Flüssig/ Flüssig-Extraktion, Elektrolyse) nicht erlauben.

Beispielsweise führt die Forderung der Hütten nach "gipsarmen" Neutralisationsschlamm zu einem Interessenskonflikt zwischen Abfall-, Abwasser- und Wasserwirtschaft. Denn die Substitution der Kalkfällung durch eine Alkalifällung führt zwar zu im Volumen reduzierten, für die Sekundärrohstoffhütten besser verwertbaren Galvanikschlamm, allerdings auch zu einer Erhöhung der Neutralsalzfrachten. Hier liegt ein tatsächlicher Interessenskonflikt vor, der ökologisch bilanziert und abgewogen werden müßte, um festzulegen, welche Strategien bei der Wahl der Fällungsschemikalien in der Abwasserbehandlung einerseits sowie bei den externen Verwertungsverfahren andererseits einzuschlagen wären.

Andererseits besitzen Galvanikschlamm in bezug auf ihre Buntmetalle wie z.B. im Falle von Zink (72 g/kg), Chrom (46 g/kg), Kupfer (29 g/kg), Nickel (22 g/kg) und Zinn (2,3 g/kg) oftmals geradezu "Erz-Charakter". Dementsprechend sollten Galvanikschlamm nicht nur unter dem Aspekt eines "gefährlichen Abfalls", sondern auch unter dem Gesichtspunkt eines "anthropogenen Sekundär-Rohstoffes" gesehen werden, der unter gewissen Umständen stofflich rückführbar, d.h. mit einem großen Recyclingpotential verwertbar wäre. Für flüssige Galvanikabfälle ist das Recyclingpotential grundsätzlich besser, zum Teil sogar sehr groß (Leiterplattenstudie).

Als Alternative bzw. Ergänzung zu den bestehenden thermischen/pyrometallurgischen Verfahren der NE-Metallurgie sollten daher naßchemische, wäßrige, kalte, kreislaufoptimierte und emissionsarme Technologien eingesetzt werden, um eine möglichst große Zahl von Abfällen aus der Galvanik (flüssig

wie fest) extern wiederaufarbeiten und stofflich verwerten zu können. Innovative, integrierte und duale Konzepte berücksichtigen sowohl die Verwertung unter Produktion marktfähiger Produkte (Buntmetall-Recycling für z.B. Zink, Kupfer, Nickel u.a.) als auch die Schadstoffentfrachtung (Dekontamination) bei gleichzeitiger Reduzierung des Abfallvolumens und Überführung der Reststoffe in deponiefähige (zum Teil mit Option auf eine spätere Verwertung) Abfallprodukte (Konditionierung) gemäß dem Abfallwirtschaftsgesetz (AWG 1990) und den Richtlinien für die Ablagerung von Abfällen aus dem Jahr 1990 bzw. der Deponieverordnung (Entwurf 1995).

Dabei kommen komplexe Methoden und Verfahrenskombinationen in flexibler, variantenreicher und vernetzbarer Modulbauweise zum Einsatz, die meist mehrstufig ablaufen. Sie basieren auf

- o Vorbehandlungsschritten (Mischungsoptimierung der Schlämme etc.),
- o einer möglichst quantitativen Auflösung sowie selektiven Auslaugung der Buntmetalle zur Überführung in eine einzige wässrige Phase (abfall-/wert-/störstoffspezifische Laugungsstufe),
- o einer Trennung flüssig/fest mit Filtration,
- o je nach Anforderung Waschen/CP-Behandlung/Konditionieren zur Abtrennung des Ca-, Si-, Fe-reichen, inertem, im Volumen stark reduzierten und einfacher zu deponierenden Rückstandes (Fest/Flüssig-Extraktion).
- o sowie mehreren metallspezifischen Trenn-, Konzentrierungs-, Reinigungs- und Rückgewinnungsoperationen, wie Flüssig/Flüssig-Extraktion, Elektrolyse-Verfahren, selektive Fällungs-/Kristallisationsverfahren, verdampfen, biohydrometallurgische Verfahren u.a. Sie dienen der Erzeugung besser verwertbarer Sekundärrohstoffe (z.B. zum Einschleusen in NE-metallurgische Verfahren der Sekundärrohstoffhütten) sowie marktfähiger Metalle und Metallverbindungen.

In Österreich führte das Fehlen von externen Anlagen zur Wiederaufarbeitung, Verwertung und Deponierung, wie der schwermetallhaltigen Neutralisations- und Galvanikschlämme zu einer Entsorgungskrise. Deshalb wurden und werden Galvanikschlämme exportiert. Noch vor kurzer Zeit mußte für den Abfallexport, der praktisch Monopolcharakter besitzt, ein sehr hoher Preis bis über 10.000,-€/t bezahlt werden.

Inzwischen gibt es unter den Deponiebetreibern ein ausreichendes Konkurrenzangebot, sodaß ein Preiskampf mit zum Teil ruinösen Preisen geführt wird (Ökodumping). So kostet die Deponierung von unbehandelten Galvanikschlamm auf nicht nachsorgefreien Deponien um die 2.000 bis 3.000,-- je Tonne (ohne Altlastenbeitrag, Transport und exkl. MWSt.).

Diese Praxis ist unter ökologischen, ökonomischen und gesetzlichen Gesichtspunkten im Rahmen eines fortschrittlich orientierten, integrierten Abfallwirtschaftskonzeptes mit Schwerpunkt Vermeidung/Verminderung und Verwertung vor Entsorgung von Abfällen nicht mehr akzeptabel, außer in akuten Notfällen zur Vermeidung eines Entsorgungsnotstandes für die betroffenen Betriebe. So wurden in den vergangenen Jahren für den Export Millionen Schilling ausgegeben. Die Größenordnung läßt sich ermitteln, wenn man von einer Mindestexportmasse von 5.000 t Schlamm pro Jahr und Exportkosten von mindestens 5.000,--/t ausgeht. Über einen Zeitraum von 5 Jahren ergibt das einen Betrag von zumindest 125 Millionen Schilling.

Weiters sollten homogenisierende, meist auch schadstoffverdünnende Inertisierungs- und Immobilisierungsverfahren, insbesondere thermische Verfahren wie z.B. eine "Keramisierung", grundsätzlich nicht für die direkte Entsorgung von wert- und schadstoffreichen Galvanikschlamm mit hohem Anteil an mobilen und flüchtigen Anionen und Kationen, aber auch von organischen Verbindungen zum Zwecke der Deponierung angestrebt werden.

Aufgrund der aktuellen Randbedingungen (Abfall- und Umweltschutzgesetzgebung, Kostenfaktor Umwelt, Mangel an Deponieraum, steigende Deponierungskosten, Entsorgungs- und Verhüttungskosten, Einschränkungen/Verbot von Abfallexport, Umsetzung des Subsidiaritäts- und Regionalitätsprinzips, auch der EU, etc.) werden die Kosten für eine externe Wiederaufarbeitung und Rückgewinnung von Galvanikabfällen mit den derzeit üblichen Behandlungs-, Entsorgungs- und Deponierungskosten sowie den Hüttenkosten (NE-Metallurgie) immer konkurrenzfähiger. Allerdings lassen sich bei der momentanen Preissituation Recyclingverfahren unter den derzeitigen Marktbedingungen (noch ohne Kostenwahrheit) ohne Förderungen keinesfalls realisieren.

Da das technologische Wissen zur Verfügung steht, ist die Errichtung von Pilot- und Referenzanlagen nach dem letzten Stand der Technik mit anschließender Überführung in die großindustrielle Anwendung zur Verwertung und Entsorgung möglich. Die Realisierung von Pilot- und Referenzanlagen (für

flüssige wie für feste produktions- und verfahrensspezifische Galvanikabfälle) ist daher so schnell wie möglich in Angriff zu nehmen.

Gleichzeitig und begleitend dazu sollten längerfristige Bemühungen für die Vermeidung/Verminderung von Abfällen aus der Galvanik sowie Maßnahmen zur Verbesserung der Verwertbarkeit von Galvanikabfällen (Arbeitsteilung zwischen betriebsinternen und -externen Maßnahmen, Zusammenwirken von Verursacher - Verwerter - Behörde, Branchenkonzepte etc.) durchgeführt werden.

So wurde in der Zwischenzeit eine Fachtagung zum Branchenkonzept Galvanik unter der Organisation des Bundesministeriums für Umwelt abgehalten. Ziel dieser international besetzten Veranstaltung mit Experten aus Deutschland, der Schweiz und Holland war unter anderem die Darstellung des Standes der Technik zur ökologisch und ökonomisch sinnvollen Abfallvermeidung und -verwertung in metalloberflächenbehandelnden Betrieben.

Ein weiteres Ziel dieser Veranstaltung war, die Zusammenhänge der Abwasser- und Abfallproblematik auf der Basis der Prämissen Ressourcenschonung und Minimierung des Schadstoffeintrages in die Umwelt ganzheitlich darzustellen und nachhaltige Lösungsmöglichkeiten aufzuzeigen.

Als wesentlichstes Ergebnis dieser Fachtagung wurde das "Österreichische Modell" entwickelt, das in der folgenden Abbildung dargestellt wird. Es zeigt die Vernetzung von Abwasser- und Abfallproblematik und beinhaltet von Beginn an eine ganzheitliche stoff- und emissionspezifische Betrachtung und strebt eine Harmonisierung sowohl der Bereiche Wasser/Abwasser als aus Reststoff/Abfall an. Insbesondere werden die Konsequenzen bezüglich Verwertung, Behandlung und Deponierung unter den Gesichtspunkten der Produkt- und Produktionsintegration sowie des Stoffstrommanagements und der Nachhaltigkeit berücksichtigt.

Umweltbeeinträchtigungen sind insgesamt zu minimieren, durch Minimierung des Schadstoffeintrages und durch Verhinderung der Verlagerung von einem Emissionspfad zum anderen. Dementsprechend sind wassergefährdende Stoffe zu vermeiden, Wassermengen zu minimieren und Frachten insgesamt zu reduzieren.

In der Zwischenzeit hat dieses "Österreichische Modell" für eine integrierte Lösung zur Vermeidung, Verwertung und Entsorgung in der Deutschen Fachliteratur Eingang gefunden. Zitat: "Eine Realisierung könnte auch in Deutschland zur Überwindung vieler Schwierigkeiten beitragen. Es könnte sicherlich beispielgebend für die gute EU-Zusammenarbeit stehen."

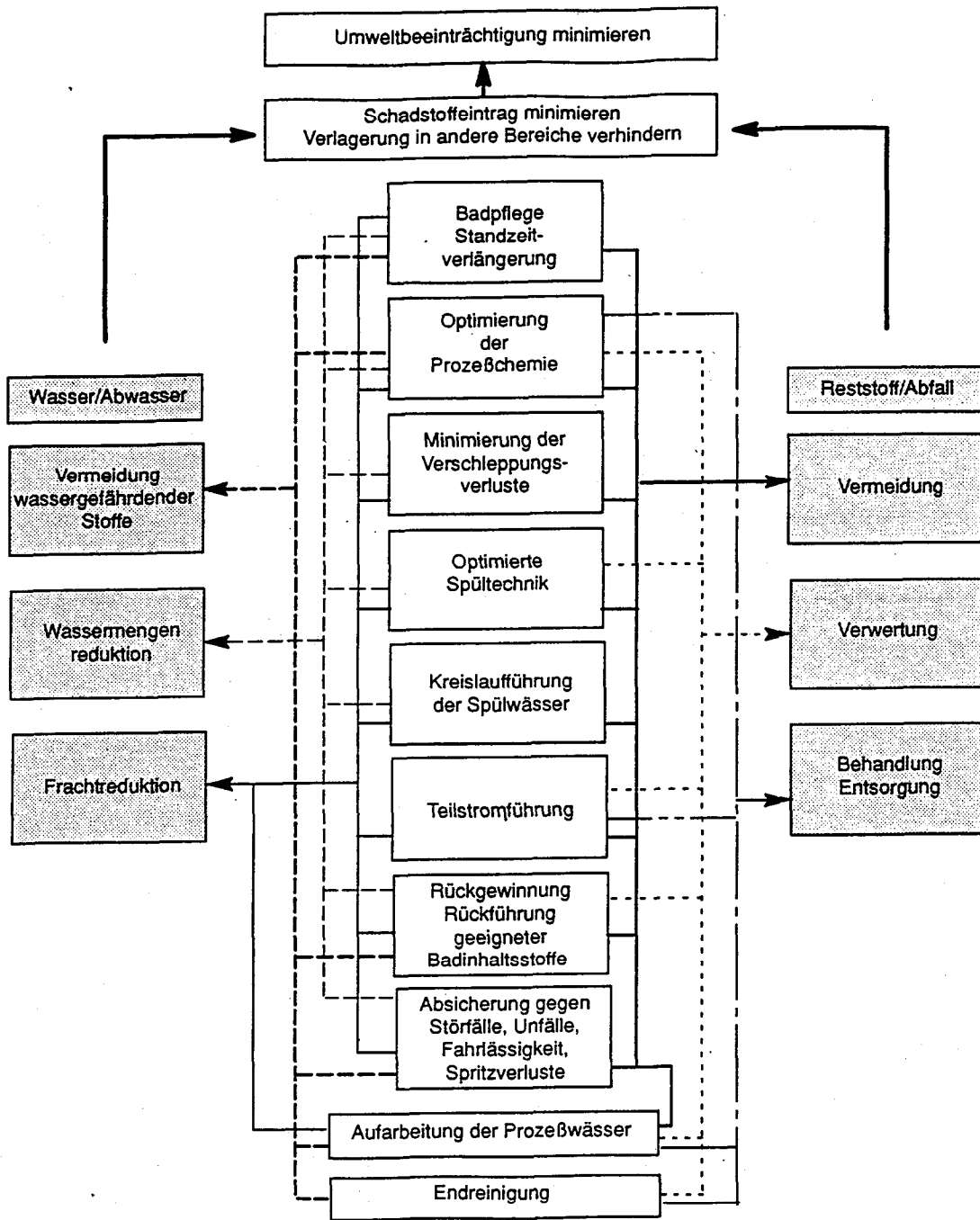


Abbildung "Österreich Modell" - Vernetzung von Abwasser und Abfallproblematik, (H. L. Förster et al. 1993)

Dieses Modell stellt die wesentliche Basis für das "Branchenkonzept Galvanik" dar, welches derzeit bearbeitet und im Laufe des Jahres 1995 fertiggestellt und veröffentlicht wird. Im Fall des Branchenkonzeptes Galvanik werden aufgrund eines ganzheitlichen, integrierten, stoff- und emissionsspezifischen Ansatzes im Sinne eines vorsorgenden und umfassenden Umweltschutzes hin zur nachhaltigen Entwicklung alle Herkunftsbereiche gemäß der Abwassergesetzgebung erfaßt (609. AAEVO über die "Begrenzung von Abwasseremissionen aus Betrieben zur Behandlung und Beschichtung von metallischen Oberflächen", Wien, 1992). Neben dem Ist-Stand wird der Stand der Technik und der Stand der Wissenschaft zur Vermeidung, Verwertung und Entsorgung von Emissionen und Abfällen aus der Galvanik recherchiert.

Die Umsetzung ermöglicht den Umstieg auf umweltfreundliche Technologien im Rahmen einer stofflichen Kreislaufwirtschaft, führt insgesamt zu einer Minimierung der Umweltbelastungen und zur Reduktion der Abwasser- und Abfallmengen, nutzt gleichzeitig Verwertungspotentiale und erzielt deponiefähige Abfälle (nachsorgefreie Deponierung). Damit wird sowohl die Entsorgungssicherheit für die Betriebe als auch eine langfristige Planungs- und Standortsicherheit und somit eine Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit erreicht.

5.15 Salzabfälle

Schlüsselnummer: 515	Massenanteil - gesamt	rd.	0,02	%
	- gefährliche Abfälle	rd.	0,05	%
	Abgeberbetriebe gem. AbfDV	rd.	120	

Masse	6.600	t	Technisches Verringerungspotential nicht schätzbar
-------	-------	---	--

Diese Gruppe umfaßt eine Reihe unterschiedlicher Abfallstoffe aus verschiedenen Bereichen. Nicht zu allen sind Strategien zur Vermeidung und Verwertung bekannt bzw. konnten für die vorliegende Arbeit eruiert werden. Im folgenden sind daher nur jene Abfallstoffe einzeln beschrieben, über die Informationen verfügbar waren:

- o Imprägniersalze
- o Härtesalze
- o Bariumsalze
- o Brüniersalze
- o Kupfersalze

Imprägniersalze (SN 51504)

Imprägniersalze kommen bei der Oberflächenbehandlung von Holz zum Einsatz. Dabei handelt es sich nicht ausschließlich um die Holzimprägnierung selbst, sondern auch um andere Oberflächenbehandlungen wie Beizen und Aufbringen verschiedenster Holzschutzmittel.

Die wichtigsten Behandlungsschritte in Zusammenhang mit entstehenden Abfallprodukten sind die Farbgebung (Beizen) und das Imprägnieren.

Unter Beizen versteht man den Vorgang, eine Zusammenstellung von verschiedensten Chemikalien wie z.B. Farbpigmente oder Metallsalze als Mischungen auf das Holz aufzubringen. Bei den Metallsalzen handelt es sich um Kaliumbichromat, Eisenchlorid, Kobalt- und Kupfersalze, welche in Wasser aber auch organischen Lösungsmitteln aufgeschlämmt werden.

Eine spezielle Form des Beizens ist die sogenannte Reaktionsbeize, welche zusätzlich zu den Farbkörpern noch Peroxide enthält. Auch die Holzlasur ist eine spezielle Art des Beizens. Lasuren bestehen aus lackartigen Stoffen, welche die Aufgabe haben, in die Holzoberfläche einzudringen, um sie zu imprägnieren.

Die Holzimprägnierung im eigentlichen Sinne hat die Aufgabe,

das Holz vor Wassereinwirkungen zu schützen, es aber trotzdem atmungsaktiv zu belassen. Es handelt sich um eine nicht-schichtbildende Oberflächenbehandlung (Hydrophobierung). Außer dieser Schutzfunktion besteht noch die Möglichkeit, den Imprägniervorgang für die Einbringung von Fungiziden zu verwenden.

Holzschutzmittel haben verschiedensten Anforderungen gerecht zu werden und deswegen gibt es eine Vielzahl von Präparaten, die im zunehmenden Maße auf eine möglichst hohe Anpassung an ganz spezielle Anwendungsverfahren ausgerichtet werden. Grundsätzlich unterscheidet man

- o anorganische, meist wasserlösliche Holzschutzsalze und
- o Holzschutzmittel auf Lösungsmittelbasis.

Besonderes Augenmerk muß auf die wasserlöslichen Schutzsalze gelegt werden, da sie im Abwasser zu Schwierigkeiten führen können.

Die meisten verwendeten Schutzsalztypen bestehen aus verschiedenen Einzelsalzen. Mögliche Einsatzsalze sind nachstehend kurz angeführt:

- o Natriumfluorid, Kalium- und Ammoniumhydrogenfluorid werden wegen ihrer hohen Löslichkeit in Druck- und Nichtdruckverfahren verwendet
- o Kupfer-, Ammonium- und Zinkfluorosilikat sind ebenfalls Bestandteile von Holzschutzsalzen
- o Ammoniumsalze von Phosphatverbindungen kommen auch zum Einsatz
- o gegen holzerstörende Insekten und Pilze eignen sich Arsenverbindungen (Arsenpentoxid, Arsensäure), die meist in Kombination mit Chromaten auftreten
- o zur Verminderung der Korrosionswirkung und Erhöhung der Auslaugbeständigkeit kommen Chrom(VI)verbindungen zum Einsatz, aus denen je nach Schutzmitteltypus durch Oxidation Chrom(III)salze wie z.B. Chrom(III)arsenat, Kupferchromit entstehen
- o Kupferverbindungen wurden zu einem wichtigen Bestandteil vieler Schutzsalze, da sie eine gute Wirksamkeit gegen Moderfäule aufweisen

- o Quecksilberverbindungen treten langsam - bedingt durch ihre Toxizität - in den Hintergrund

Die Teeröle sind eine weitere Art organischer Schutzmittel, deren Einsatz bei freiverbautem Holz häufig notwendig ist. Hauptbestandteil sind aromatische Kohlenwasserstoffe (z.B. Naphthaline), Heterocyclen (z.B. Pyridin) und Phenole. Neben den Teerölen gibt es weitere Holzschutzmittel auf Lösungsmittelbasis, die ebenso organisch halogenierte Verbindungen (chlorierte Phenole) und andere organische Verbindungen als Grundsubstanz enthalten.

Mögliche Vermeidungspotentiale dieser Abfälle liegen prinzipiell in einer durchdachten Einsatzstrategie und möglichen Alternativmethoden der Oberflächenbehandlung von Holz.

Die Verwertung der Abfallstoffe wird aufgrund der vielen Mischungsbestandteile kaum erfolgreich durchgeführt werden können. Am ehesten sind Verwertungsmöglichkeiten bei noch nicht vermischten anorganischen Abfallstoffen gegeben.

Eine Mengenerfassung von Abfällen dieser Schlüsselnummer ist nicht eindeutig durchführbar, da diese Salze auch anderen Schlüsselnummern (51540, 51541) ähnlichen Charakters zugeordnet werden und damit eine reale Massenzuordnung erschwert wird.

Härtesalze (SN 51533, 51534, 51539, (51525))

Allgemein versteht man unter Härterevorgängen eine Art der Oberflächenbehandlung von Metallen, deren Ziel es ist, eine Verbesserung des Verschleißverhaltens zu erzeugen, in dem Randschichten höherer Härte gebildet werden, während das Kernmaterial zäh bleibt.

Man unterscheidet zwischen Barrierung, Chromierung, Nitrierung, Kohlun und Karbonitierung und setzt die genannten Verfahren je nach gewünschten Eigenschaften der Endmaterialien ein. Von den genannten Verfahren wird das Borieren am seltensten verwendet.

Diese Härterevorgänge können mit verschiedenen Verfahren durchgeführt werden, wie beispielsweise Pulververfahren, Plasmaverfahren und mit Salzschnmelzen.

Bei allen diesen Verfahren handelt es sich um thermochemische Behandlungen, deren Grundprinzip es ist, die chemische Zusammensetzung eines Werkstoffes durch Diffusion von Elementen zu verändern.

Die Oberflächenhärtung von Eisenwerkstoffen beruht auf dem Eindiffundieren von Kohlenmonoxid (Kohlung) oder von atomarem Stickstoff (Nitrierung), die in der Hauptsache eine Gefügeverfeinerung durch Bildung von Nitriden bzw. Carbiden bewirken.

Im Kohlungs- und Nitrierungsbad laufen nahezu dieselben chemischen Reaktionen ab, durch jeweils andere Temperaturlage wird jedoch entweder die Kohlenmonoxid- oder die Stickstoffreaktion bevorzugt. In jedem Fall entsteht aus Cyanid mit Sauerstoff zunächst Cyanat. Bei erst 570 Grad Celsius zerfällt in der Salzschnmelze das Cyanat unter Bildung von atomarem Stickstoff, der in die Werkstückoberfläche einwandert (Nitrierung).

Bei über 840 Grad Celsius entsteht dagegen nach dem Zerfall des Cyanats mit Sauerstoff Kohlenomoxid, das in der Werkstückoberfläche zu elementarem Kohlenstoff reagiert (Kohlung). Beide Reaktionstypen werden auch kombiniert angewendet (Karbonitrieren). Als Reaktionsprodukte reichert sich Carbonat in der Salzschnmelze an.

Nachteile der herkömmlichen Salzbäder sind die erforderliche Regeneration durch Ausschöpfen und Zugabe von Frischsalz sowie eine erhebliche Abwasserbelastung wegen unverzichtbaren Abwaschens der salzbedeckten Werkstücke.

Diesen Nachteilen wurde als erstes durch Entwicklung von Härungsverfahren in der Gasphase begegnet (z.B. Gasnitrieren mit Hilfe von Ammoniak und Wasserstoff oder Ammoniak und Methan (Plasmanitrieren). Diese besitzen jedoch die Nachteile der längerdauernden Reaktion, des höheren Investitions- und Energieaufwandes sowie aufwendiger Steuerung. Außerdem sind die Gebrauchseigenschaften der gekörnten Materialien mitunter schlechter, sodaß für einige Verfahren nur das Salzbad in Frage kommt.

Das bedeutet, daß nur bei unkritischen Ansprüchen an die gehärteten Oberflächen eine Vermeidung durch Ausstieg aus der Cyanidbadhärtung unter Anwendung von Gasen als Spendermedium möglich ist.

Im anderen Fall läßt sich zwar die Verwendung cyanidhaltiger Bäder nicht ganz vermeiden, durch geeignete technologische Maßnahmen ist jedoch ein hohes Vermeidungspotential für Badabfälle gegeben: Anstelle des Badausschöpfens kann die Regeneration auch durch eine Umkehrung der Reaktion (Bildung

von Cyanid bzw. Cyanat aus Carbonat) erfolgen. Dazu werden organische Polymere (Kondensationsprodukte von Cyanoguanidin) verwendet. Bei dieser Reaktion wird lediglich Wasserdampf und CO_2 freigesetzt. Nitrierbäder kommen dabei fast ohne Cyanid aus, Reaktion und Regeneration erfolgen lediglich zwischen Cyanat und Carbonat (Regenerator "Melon"). Bei der Salzbadkohlung werden weiterhin große Mengen an Cyanid benötigt. Hier wird bei der Regeneration aus dem Carbonat direkt das Cyanid gebildet (Regenerator "Azulmin"). Allerdings sind die Polymersubstanzen in der Herstellung aufwendig und deshalb wesentlich teurer als Cyanid, das in herkömmlichen Bädern einfach als Salz nachgefüllt wird. Erst entsprechend hohe Entsorgungskosten können den Polymerverfahren zum Durchbruch verhelfen.

Da die Möglichkeit besteht, daß bariumhaltige Abfälle aus der Härterei nicht der dafür vorgesehenen Schlüsselnummer zugeordnet werden, muß die Schlüsselnummer 51525 - Bariumsalze - miteinbezogen werden.

Üblicherweise werden Bariumsalze bei Chromiervorgängen mit flüssigen Spendermitteln zugesetzt. Diese Spendermittel können Salzschnmelzen aus Barium-, Calcium- und Chrom(II)-chlorid sein.

Bariumsalze können auch bei cyanidischen Salzbadern zugesetzt werden und haben dort die Aufgabe, den Zerfall des Cyanids zum Cyanat und somit den Härtevorgang zu beschleunigen.

Das bedeutet, daß diese Abfälle auch gemeinsam mit den cyanidhaltigen Härtesalzabfällen anfallen können.

Für die Verwertung von nicht vermeidbaren Härtesalzrückständen gibt es in der BRD bereits ein betriebsreifes Verfahren, welches die Rückstände ohne zusätzlichen Chemikalieneinsatz entgiften und einen Großteil an Wertstoffen rückgewinnen kann.

Im Inland werden Härtesalzrückstände unter anderem in herkömmlichen CPA-Anlagen aufgearbeitet. Die Abfälle werden aufgelöst.- die Cyanide und Nitrite werden oxidiert und das Barium als Sulfat gefällt.

Um die Endhärte im Aufkohlungsverfahren (hohe Temperatur) zu erreichen, ist es notwendig, das Werkstück in einem geeigneten Medium abzuschrecken. Wenn dazu sogenannte Warmbad-Salze verwendet werden, erfolgt gleichzeitig mit der Abkühlung eine

Oxidation des dem Werkstück anhaftenden Cyanids zum Carbonat (qualitative Abfallvermeidung). Anschließend sollte das Werkstück durch eine wassersparende Kaskadenspülung vom anhaftenden (ungiftigen) Salz befreit werden.

Man kann die Salzbadhärterei sogar völlig abwasserfrei gestalten, wenn das Spülwasser über Flächenverdunster eingeeengt wird. Die zurückbleibenden, stichfesten Salze eignen sich in den meisten Fällen für eine Wiederverwendung (Bergbauer, 1990).

Einerseits können diese Abfälle aus dem Bereich der Metalloberflächenbehandlung wie der Härterei (bereits bei den Härtesalzen beschrieben) oder der Feuerverzinkerei, andererseits aus der Herstellung seltener Erdenmetalle mittels Elektrolyseverfahren stammen.

Des weiteren wird Barium als Bariumcarbonat bei der Alkalichloridelektrolyse eingesetzt, um aus den Eingangslaugen Calcium-, Magnesium- und Sulfationen zu entfernen. Der Solereinigungsverfahren mit Hilfe von Bariumsalzen wird heute jedoch nur zum Teil eingesetzt bzw. ist durch andere Verfahren ersetzt worden (Rat der Sachverständigen für Umweltfragen, 1990).

In der Keramikindustrie sowie bei Tonziegeln verhindert das Bariumcarbonat das Ausblühen, welches durch das Wandern von gelösten Sulfaten verursacht wird.

In der Glasindustrie wird durch den Einsatz von Bariumcarbonat die mechanische und chemische Widerstandsfähigkeit erhöht, demnach liegt der Einsatzbereich bei Hohl- und Härtegläsern und optischen Spezialgläsern. Bariumnitrat findet ebenfalls in der Glasindustrie als Läuterungsmittel Anwendung.

In der Emailindustrie wie auch in der Elektrokeramik werden Bariumsalze verwendet.

Beim Vorhandensein von innerbetrieblichen CPA-Anlagen werden die Bariumsalze wahrscheinlich größtenteils als Sulfat gefällt und anschließend einer Deponierung zugeführt. Mögliche Einsatzbereiche für die Verwertung des Bariumsulfats wären zu prüfen. Zum Beispiel ist Bariumsulfatschlamm aus der Alkalichloridelektrolyse wegen seines Quecksilbergehaltes für eine Verwertung keinesfalls geeignet.

Vermeidungsmöglichkeiten von Bariumabfällen bestehen außer bei Härtereien (siehe dort) in erster Linie bei Alkalichlo-

ridelektrolysen durch Anwendung quecksilberfreier Verfahren, wie sie im Diaphragma- und Membranverfahren bereits für die großtechnische Anwendung zur Verfügung stehen. Beim Membranverfahren sind Anoden- und Kathodenraum durch geeignete Kationenaustauschermembrane getrennt. Auf Basis des Ionenaustauschers können somit im Idealfall nur Natriumionen und Wasser in den Kathodenraum übertreten, wo Natronlauge und Wasserstoff als Produkte gewonnen werden, im Anodenraum verbleibt die verarmte Sole und Chlor wird abgezogen. Der Übergang zu diesen Verfahren erfordert den kompletten Neubau der Anlagen, sodaß nur in solchen Fällen das Abfallvermeidungspotential tatsächlich zum Tragen kommt.

Brüniersalzabfälle (SN 51516)

Brünierabfälle fallen bei einer speziellen Art der Metalloberflächenbehandlung an. Durch das Brünieren wird die Metalloberfläche gefärbt und somit fast ausschließlich für dekorative Zwecke verändert. In seltenen Fällen hat diese Behandlung auch eine funktionelle Bedeutung wie beispielsweise das Schwarzfärben in der optischen Industrie.

Die Veränderung der Metalloberfläche mit dem Ziel Metalle zu färben kann auch mit Hilfe galvanischer Überzüge oder mit Lacküberzügen, aufgedampfter Schichten oder einer Kombination dieser Verfahren vor sich gehen. Weitere Arten der Färbung, welche sich allerdings durch korrosionsschützende Eigenschaften auszeichnen, sind das Phosphatieren und das Chromatieren.

Unter Brünieren im engeren Sinne versteht man das Braun- und Schwarzfärben von Stahlteilen. Die zu färbenden Teile werden in einer siedenden Lösung behandelt, welche die nötigen Chemikalien zum Färben enthält. Dabei handelt es sich meist um alkalische und oxidierende Lösungen.

Eine Lösung aus Natriumhydroxid, Natriumnitrat und Wasser wird zur Schwarzfärbung von Kohlenstoffstählen verwendet. Der Einsatz von anderen Oxidationsmitteln wie Nitrit, Kaliumpermanganat oder Dichromat ist auch möglich.

Die bekanntesten Einsatzgebiete des Brünierens sind die Waffenindustrie (Brünierlösung bestehend aus Eisen(II)chlorid, Quecksilber(II)chlorid und Salzsäure) und das Schwarzfärben von Niroster-Stählen (Natriumdichromat, Schwefelsäure).

Brüniersalze fallen laut der Statistik der österreichischen Industrie (Berechnung der Abfallmassen gemäß AWG 1990) zu

76 % aus der Maschinen- und Stahlbauindustrie und zu 24 % aus der Eisen- und Metallwarenindustrie an.

Da das Brünieren vorwiegend dekorativen Zwecken dient, sollte ein hohes Maß an Vermeidung einzig und allein durch Verzicht gegeben sein. Wenn Färbungen dennoch erwünscht oder notwendig sind, so stehen - wie eingangs erwähnt - andere Verfahren zur Verfügung, die zugleich auch korrosionsschützende Eigenschaften aufweisen.

Ob für Brünierabfälle Verwertungsmöglichkeiten bestehen, kann aufgrund der unterschiedlichen Zusammensetzungen erst nach genauer Untersuchung der Abfälle aus einzelnen Betrieben geklärt werden. Am ehesten ist es jedoch denkbar, daß solche Abfälle in den Betrieben selbst aufgearbeitet und wiedereingesetzt werden können.

Kupfersalze, wasserlöslich (SN 51530, 51550)

Kupfersalzabfälle der Schlüsselnummer 51550 stammen nach der Statistik der österreichischen Industrie (Abfallmassen gemäß AWG 1990) zum größten Teil aus der chemischen Industrie, bei der aufgrund der Vielfalt an möglichen Anwendungsbereichen die Ortung und Zuordnung von Vermeidungs- und Verwertungspotentialen nicht bzw. nur bei genauer Kenntnis der Branche möglich ist. Das unter der Schlüsselnummer 51530 extra angeführte Kupferchlorid fällt in großen Mengen bei der Elektro- und Elektronikindustrie (v.a. Leiterplattenindustrie) an.

Die Wiederaufbereitung von Kupferchlorid wird in der Leiterplattenindustrie bereits durchgeführt. Andere Maßnahmen der Abfallreduktion in diesem Bereich der Elektronikindustrie stellen Kreislaufführungen über Ionenaustauschsysteme und sonstige chemisch/physikalische Aufbereitungsschritte dar.

Da zumindest ein Teil der möglichen Maßnahmen zur Reduktion von Kupfersalzabfällen aus dem Bereich der Elektronikindustrie zweifelsohne schon genützt wird, wären noch verfügbare Vermeidungs- und Verwertungspotentiale erst nach einer genauen Untersuchung der Branche feststellbar.

5.16 Säuren und Säuregemische

Schlüsselnummer: 52102	Massenanteil - gesamt	rd.	0,01	%
	- gefährliche Abfälle	rd.	0,6	%
Abgeberbetriebe gem. AbfDV		rd.		
Masse	5.500	t	Technisches Verringerungspotential über 50 %	

Die wichtigsten Abfallsäuren sind Salzsäure (HCl), Schwefelsäure (H₂SO₄), Phosphorsäure (H₃PO₄), Salpetersäure (HNO₃) und Flußsäure (HF). Die größten Mengen dieser Abfallsäuren stammen aus Oberflächenbehandlungsverfahren der Eisen- und Metallwarenindustrie, ein wesentlich kleinerer Beitrag kommt aus der Fahrzeugindustrie, der Elektro- und Elektronikindustrie, sowie der geringste Anteil aus der chemischen Industrie.

Bei dieser Schlüsselnummer 52102 ist zu beachten, daß die Verteilung der nach außen abgegebenen Abfallmassen über die jeweiligen Branchen in keiner Weise den Produkteinsatz widerspiegelt, da in vielen Bereichen die Abfallsäuren innerbetrieblich behandelt bzw. genutzt werden.

Oberflächenbehandlung von Metallen und teilweise auch Kunststoffen spielt in zahlreichen Branchen eine wichtige Rolle. Die wichtigsten sind die Galvanik- und Lackiererbranche, weiters ist vor dem Pulverbeschichten, Feuerverzinken und Emaillieren eine Oberflächenvorbehandlung notwendig. Der größte Teil der Abfallsäuren stammt aus Feuerverzinkereien.

Beiz- und Ätzprozesse werden auch in der Elektro- und Elektronikindustrie, der Leiterplattenfertigung und in Druckereien angewandt. Säuren werden hier zum Reinigen, Beizen, als Elektrolyte (z.B. für Galvanisierungsbäder) und zur Regeneration von Ionentauschern verwendet.

In der anorganischen Chemie werden die Mineralsäuren für verschiedenste spezifische Anwendungen gebraucht. Schwefelsäure wird auf Grund ihrer hygroskopischen Eigenschaften gerne zur Trocknung von Gasen wie Chlorwasserstoff (HCl), Chlor (Cl₂) und Kohlenmonoxid (CO) verwendet.

Bei diesen Prozessen anfallende Schwefelsäure wird im allgemeinen entweder im Kreislauf geführt oder nach einer Stripung verkauft, sonst sind hier keine zusätzlichen Vermeidungs- und Verwertungsmöglichkeiten zu erwarten.

Weiters fällt Abfallschwefelsäure zum Beispiel bei der Reinigung von Acetylen, der Synthese von H_2O_2 und bei der Erzlaugung an. In der Glasindustrie fallen beim Polieren von Bleikristall neben Ätzschlamm, Fluß- und Schwefelsäure als Abfallsäuren an. Eine Abtrennung und Rückgewinnung des Bleis als Carbonat und eine Verwertung des Fluorids als Hexafluorokieselsäure kann als Stand der Technik angesehen werden. Die restliche Abfallsäure kann derzeit nur nach Neutralisation entsorgt werden. Ein Ersatz des Säuregemisches durch Fluorschwefelsäure und damit eine Reduktion der Abwassermenge ist in der Praxis noch nicht umzusetzen. Eine Evaluierung von UVP's ist derzeit nicht möglich, weil dazu eine umfangreiche Untersuchung der vielen Bereiche, in denen Säureabfälle entstehen, notwendig wäre: Kesselreinigung in Kraftwerken, Zahnmedizin, Halbleiterherstellung, Zellstoffindustrie, Textil- und Lederindustrie, Druckereien, Tank- und Filterreinigung, Regeneration von Ionenaustauschern. Prozesse wie zum Beispiel die Isocyanat- und Siliconherstellung, die für einen großen HCl-Anfall bekannt sind, werden in Österreich nicht durchgeführt.

Der Anfall von Abfallsäure in der organisch-chemischen Industrie kann prinzipiell durch zwei Maßnahmen verringert werden: Entweder kann das Produktionsverfahren selbst verändert werden, indem ein Syntheseweg über andere Zwischenstufen erfolgt und das Reagens Säure ersetzt wird, oder das wäßrige Reaktionsmedium wird durch Ionenaustauscher ersetzt, die auch leichter vom Produkt abtrennbar sind. Dabei ist zu bedenken, daß durch die notwendige Regeneration der Ionenaustauscher wiederum Säureabfälle entstehen, die aber in vielen Fällen leichter einer Aufarbeitung bzw. Verwertung zugeführt werden können als das ganze Reaktionsmedium. Die tatsächliche Sinnhaftigkeit in bezug auf eine Abfallverringerng muß allerdings von Fall zu Fall nachgewiesen werden.

Auf dem Weg zur Verwertung gibt es spezifische Aufarbeitungsmöglichkeiten, die erst teilweise technisch realisierbar sind, bzw. nur auf spezifische Prozesse zugeschnitten sein können. Dazu zählen:

- o Extraktion
- o elektrolytische Aufbereitung: An der Anode können organische Substanzen durch Oxidation zerstört werden, an der Kathode können Metalle abgeschieden werden.
- o Dialyse
- o Elektrodialyse
- o Retardation
- o Ionentauscher
- o Fällung (von Metallionen)

Zur Klärung der Sinnhaftigkeit der Verwertung sind folgende Faktoren ausschlaggebend: Art und Konzentration der anfallenden Säure sowie Art und Ausmaß der organischen und anorganischen Verunreinigungen. Für die Praxis bedeutet das, daß z.B. im Falle einer stark verdünnten Säure aus der Behälterreinigung, die mit Tensiden und Verunreinigungen aus dem Behälterinhalt stark belastet ist, die Säureaufarbeitung nicht im Sinne der Anforderungskriterien an die Verwertung durchgeführt werden kann.

Die Tendenz in der Oberflächenbehandlung geht von einer 'end-of-pipe' Lösung zur 'source-reduction', vor allem in der Galvanik bedeutet das eine Abkehr von der reinen Abwasserbehandlung am Ende der Produktionskette hin zum Recycling von Prozeßlösungen und Spülbädern und darüberhinaus auch Metallrückgewinnung. Forschungsbedarf besteht nur für kleine Betriebe, um ökonomische Lösungen anbieten zu können. In Großbetrieben scheitert man nicht an den Technologien, sondern an der Bereitschaft zur Umsetzung. In Österreich gibt es durch die gewerbliche Struktur vor allem Kleinbetriebe, die durch teure Innovationen überfordert sind. Durch den eher geringen Preis für Wasser und Chemikalien, insbesondere Säurebäder, wird kein Anreiz geschaffen, die Technologie umzustellen.

Bei der Oberflächenbehandlung von Metallen fallen außer Säuren auch Laugen, Schwermetalle als Schlamm und Konzentrate, Cyanide und verschiedenste andere Salze als Abfall an. Für die Verwertung des Abfalls bedeutet dies, daß bei der Aufarbeitung des jeweils betrachteten Stoffes (im vorliegenden Fall Säuren) Probleme aufgrund der hohen Verunreinigungen durch die anderen Stoffe auftreten.

Durch folgende Maßnahmen kann die Abfallmenge stark reduziert werden:

- o Verringerung der Badausschleppung durch Einhalten von Abtropfzeiten, Trockenzeiten, günstige Gestellgestaltung, Abstimmung der Aufhängung auf die Werkstückform, bei Trommelware auch Blasen oder Saugen von Luft durch die Schüttung der Werkstücke. Dabei werden nicht nur Werkstoffe eingespart, sondern auch der Verbrauch an Dosierchemikalien und damit auch die Abfallmenge verringert.
- o Regeneration der im Kreis geführten Prozeßbäder
- o Maximieren der Standzeit von konzentrierten Aktivbädern durch Badpflege

- o Reduktion der Wassermenge durch wassersparende Spültechniken wie Kaskadenspülung, Spritz- bzw. Sprühspülung oder eine "Sparspül-Kombination", und durch eine Aufkonzentrierung des Spülwassers und Rückführung in das Prozeßbad; es können auch einzelne Komponenten selektiert und in das Prozeßbad zurückgeführt werden.

Wichtig ist, daß prozeßorientiert gearbeitet wird. Stofflich definierte wenig, komplexe Systeme bilden die Voraussetzung für eine Trennung und Verwertung. Der Aufwand für gemischte Systeme steigt überproportional mit der Anzahl der enthaltenen Verunreinigungen.

Bei der Verwertung von Säureabfällen muß man zwischen Verfahren zur Aufarbeitung, die nur auf eine Rückgewinnung des Anteils der freien Säure abzielen, und Regenerationsverfahren, die auch den an Metallionen gebundenen Anteil zurückgewinnen, unterscheiden.

Vorzugsweise sollten physikalische Verfahren angewandt werden, da sie häufig zu keiner Veränderung der Badzusammensetzung führen und damit einen unmittelbaren erneuten Einsatz ermöglichen. Elektrochemische Verfahren erfordern ebenfalls keine zusätzlichen Chemikalien, führen aber manchmal zu einer Veränderung der Prozeßlösungen. Chemische Verfahren können sehr wohl auch zu Wassereinsparung und Wertstoffrückgewinnung beitragen, allerdings werden zusätzliche Bestandteile eingebracht, die sich zuletzt im Abfall wiederfinden (z.B. Aufsalzung).

Folgende Verfahren können zur Wiederaufbereitung verwendet werden, wobei zwischen reinen Konzentrationsverfahren, Verfahren zur Konzentration und teilweisen Rückgewinnung und Reinigungsverfahren unterschieden wird. [P] steht für physikalisches Verfahren, [E] für elektrochemisches Verfahren und [C] für chemisches Verfahren.

- o Konzentrationsverfahren:
 - Verdampfung [P]
 - Verdunstung [P]
 - Umkehrosmose [P]

- o Konzentration und Rückgewinnung
 - Elektrolyse [E]
 - Elektrodialyse [E]
 - Diffusionsdialyse [P]
 - Ionenaustauscher [C]
 - Retardation [C]
 - Extraktion [C]
 - Fällung / Rücklösung [C]
- o Reinigung
 - Schwerkraftabscheider [P]
 - Zentrifugen [P]
 - Ultrafiltration [P]

Prozeßschritte:

Spülbäder:

Das Ziel eines Spülbades ist eine sorgfältige Reinigung der Werkstücke, um Verschleppung von Badinhaltsstoffen zu vermeiden. Die Konzentration der Badinhaltsstoffe in den Spülbädern ist sehr gering, so daß Konzentrierungsverfahren eingesetzt werden müssen, um eine Rückführung in die Aktivbäder zu ermöglichen. Störende Ionen müssen abgetrennt werden, da es sonst zu einer Akkumulation der Verunreinigungen kommt. Auch für die Rückgewinnung einzelner Wertstoffe ist es vorteilhaft, wenn diese Verbindungen in möglichst konzentrierter Form anfallen. Am leichtesten sind daher Spülwässer nach Metallabscheidungs- oder Nachbehandlungsbädern (wie z.B. Chromatieren) aufzubereiten. Spülwässer nach Vorbehandlungsschritten enthalten oft schwierig abzutrennende Begleitstoffe wie Fette und Tenside.

Zur Aufbereitung kommen folgende Verfahren in Frage:

- o Ionenaustauscher (häufiges Verfahren)
- o Verdampfung / Verdunstung
- o Umkehrosmose
- o Elektrolyse
- o Elektrodialyse
- o Extraktion

Beizbäder:

Elektrolytische oder chemische Beizbäder werden verwendet um störende Oxidschichten oder andere Metallsalze wie Carbonate, Sulfide und Sulfite von der Oberfläche der Werkstücke zu lösen. Dabei werden in Abhängigkeit von der Legierung Salzsäure, Schwefelsäure, Phosphorsäure, Flußsäure, Chromsäure oder

Gemische dieser Säuren, manchmal auch unter Zusatz von organischen Säuren, verwendet. Für chemische Edelstahlbeizen wird zum Beispiel ein Gemisch aus Salpetersäure und Flußsäure eingesetzt.

In den Beizbädern sammeln sich Metallionen, die aus den Werkstücken herausgelöst oder anderweitig eingeschleppt werden und machen somit die Bäder nach einer gewissen Zeit unbrauchbar.

Ziel der Aufbereitungsverfahren ist es, diese störenden Metallionen abzutrennen. Zusätzliche Schwierigkeiten bringt der Fetteintrag aus den vorangegangenen Entfettungs- und Spülbädern.

In der Praxis werden die Lösungen auf Grund der niedrigen Anschaffungskosten nicht regeneriert. Die Standzeit kann mit geringem Beizentfetterzusatz auf ein halbes Jahr verlängert werden.

Im allgemeinen kann ein Retardationsverfahren für alle Säuren eingesetzt werden, wodurch eine metallsalzreiche und reine säurereiche Fraktion erreicht wird. Probleme dieser Methode sind eine erhöhte Abwassermenge und eine oft nicht ausreichende Trennung. Erfolgreich wird das Retardationsverfahren bei der Aufbereitung schwefelsaurer Elektrolyte beim Anodisieren von Aluminium eingesetzt.

Elektrolytische Aufbereitung der Beizbäder unter Gewinnung der Buntmetalle funktioniert unter heutigen Voraussetzungen nicht ökonomisch. Bei chloridhaltigen Lösungen ist Elektrolyse nicht sinnvoll, da sich an der Anode Chlorgas bildet. Eine Lösung bietet die wesentlich teurere Membranelektrolyse.

Bei schwefelsauren Beizen wird Fe als Grünsalz ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) auskristallisiert. Für salzsaure Beizen besteht die Möglichkeit einer thermischen Regeneration, bei der Fe(II)-Chlorid durch Überführung in Fe-Oxid abgetrennt wird.

Bei Salpetersäure/Flußsäuregemischen existiert zum Beispiel die Möglichkeit, mit organischen Lösungsmitteln Metallionen zu extrahieren. In der Praxis wird derzeit die Extraktion nur zur Entfernung von Kupfer aus schwefelsauren Elektrolyten verwendet. Das Kupfer wird nach einer Reextraktion elektrolitisch abgeschieden und wiedergewonnen.

Eine weitere Möglichkeit, dieses Säuregemisch zu regenerieren, ist eine Elektrodialyse mit bipolaren Membranen, bei der die Metallionen durch KOH als Hydroxide ausgefällt werden. Der Nachteil dieses Verfahrens liegt im erhöhten Chemikalienverbrauch und Schlammanfall. Für Schwefelsäurebeizen und Chrombäder wird ein Elektrodialyseverfahren angewandt, das nur mit einer Kationentauschermembran versehen ist. Die Membrane sind sehr empfindlich, da sie sehr hohen Säurekonzentrationen stand halten müssen. Weitere Probleme sind Metallniederschläge an der Kathode, Wassertransport durch die Membrane und schließlich die hohen Investitionskosten.

Die Beizsäurevorbehandlung vor dem Feuerverzinken kann (zumindest teilweise) durch eine Tensidreinigung ersetzt werden.

Elektrolysebäder:

Elektrolysebäder enthalten als Hauptbestandteile Metallsalze, Säuren (oder Laugen) zur Einstellung des pH-Wertes und Leitsalze. Um optimale Abscheidungsergebnisse und bestimmte Effekte zu erreichen, ist es notwendig, auch gewisse organische Stoffe zuzusetzen. Die Konzentration der abzuscheidenden Metallionen muß innerhalb gewisser Grenzen gehalten werden. Daher muß der Elektrolyt von Zeit zu Zeit verdünnt oder durch Salzzugabe ausgeglichen werden. Elektrolysebäder werden vor allem durch Einschleppung, Fremdkörper und durch den sich bildenden Anodenschlamm verunreinigt.

Beiz- und Elektrolysebäder sind sowohl von ihren Inhaltsstoffen als auch von der Zusammensetzung der Störsubstanzen her ähnlich. Daher können zahlreiche Verwertungsverfahren für beide Bäder angewendet werden. Dennoch sind Beizbäder im Vergleich zu Elektrolysebädern, die bei ausreichender Badpflege Standzeiten von mehreren Jahren erreichen, kurzlebiger.

Abfallschwefelsäure fällt in großen Mengen beim Eloxalverfahren an. Für Schwefelsäure werden Retardationsverfahren schon in der Praxis eingesetzt, somit werden bereits erste Maßnahmen zur Massenreduktion getroffen.

Typische Verfahren zur Badpflege sind der Einsatz von Kationentauschern, Elektrolyse (zum Beispiel bei Nickelbädern) zur selektiven Abtrennung von Fremdmetallen, Verdunster (vor allem für Chromelektrolyte und saure Zinkelektrolyte) und Verdampfer. Verdampfer sind auch für tensidehaltige und cyanidhaltige Elektrolyte einsetzbar.

Beim Dekapieren, ein Vorgang der zur Entfernung dünner Oxid-, Carbonat- oder Sulfitfilme, die sich neu gebildet haben, oder zur Neutralisation nach alkalischer Entfettung dient, werden verdünnte Säuren wie Schwefelsäure, Salzsäure oder Fluoroborsäure verwendet.

Beim Gelbbrennen wurde früher meist Salpetersäure verwendet. Wegen der Probleme mit NO_x -Abgasen wird teilweise dazu übergegangen, Salpetersäure durch ein Schwefelsäure/Wasserstoffperoxidgemisch zu substituieren.

Für diese Säuren können die gleichen Aufbereitungsverfahren verwendet werden wie für Beizbäder.

Eluate und Regenerate von Ionenaustauschern können je nach Konzentration und Restverunreinigung in die entsprechenden Prozesse rückgeführt werden.

Die Bestimmung von Verringerungspotentialen erfordert besonders bei Säure- und Laugenabfällen eine detaillierte Stoffstromanalyse des Masseneinsatzes, weil die Anwendungsgebiete besonders vielfältig sind und bei vielen Anwendungen außerhalb der großen Gruppe der Oberflächenbehandlungsverfahren die Säuren bzw. Laugen ins Produkt eingehen und somit nicht zu Abfällen werden.

Die Studie des Österreichischen Ökologie-Institutes - "Einsatzgebiete und Einsatzmengen von Säuren und Laugen in Österreich" (R. Fellingner, 1994), die im Auftrag des Umweltbundesamtes erstellt wurde, kann zwar einen Überblick über den Verbrauch und die wichtigsten Einsatzgebiete in Österreich liefern, läßt jedoch mit der folgenden Schlußbemerkung die Frage nach den Abfällen offen:

"Bezüglich der weiteren Strategie ergibt sich, daß einerseits eine Erfassung der Abfallmengen beim großtechnischen Einsatz von Säuren und Laugen erfolgen sollte. Beim großtechnischen Einsatz von Säuren und Laugen entstehen im allgemeinen Salze die entweder als Emissionen ins Abwasser gelangen, als Abfälle deponiert werden oder verwertet werden. Die mengenmäßig bedeutendsten großtechnischen Einsätze sind:

- o Düngemittelproduktion
- o Viskosefasererzeugung
- o Citronensäureproduktion

Auf der anderen Seite sollten auch die "Kleinanwendungen" hinsichtlich ihrer Umweltrelevanz untersucht werden. Hier fallen neben den Salzen auch Abfallsäuren und Abfallaugen an.

Für eine Bewertung der Abfallsituation "Säuren und Laugen" bei den "Kleinanwendungen" müssen weitere und detaillierte Erhebungen der Einsatzmengen in spezifischen Bereichen (z.B. im Bereich Metallbeize) erfolgen."

5.17 Laugen und Laugengemische

Schlüsselnummer: 54404	Massenanteil - gesamt	rd.	0,02	%
	- gefährliche Abfälle	rd.	0,6	%
	Abgeberbetriebe gem. AbfDV	rd.		
Masse	6.000	t	Technisches Verringerungspotential über 50 %	

Die wichtigste Abfallauge ist Natronlauge (NaOH), weiters treten auch Kalilauge (KOH), Calciumhydroxid ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) und Ammoniumhydroxid (NH_4OH) auf. Der größte Anteil stammt aus der Oberflächenbehandlung von Metallen, ein vermutlich kleinerer Teil aus der chemischen Industrie, der Textil- und Lederindustrie sowie der Zellstoffindustrie.

Die wichtigsten Einsatzgebiete für Laugen bei der Oberflächenbehandlung von Metallen sind Entfettungsbäder, Beizbäder für Aluminium, alkalische Elektrolysebäder und Brünierlösungen. Zur Öl- und Fettabtrennung bei alkalischen Entfettungsbädern haben sich Ölabscheider, Zentrifugen und Ultrafiltration bewährt. Ein großer Einzelverbraucher an NaOH sind Aluminiumwerke für Beizen. Als Abfall fällt hauptsächlich Aluminat und Aluminiumhydroxidschlamm, der noch NaOH adsorbiert hat, in großen Mengen an. Dieser "Abfall" kann allerdings wieder in die Aluminiumproduktion rückgeführt werden. Der Kreislauf ist theoretisch geschlossen, wie groß die tatsächliche Quote der im Kreislauf gehaltenen Mengen ist, kann lediglich geschätzt werden (80 - 95 %). Die Menge der Abfallauge ist eher gering. Ein weiterer Einsatzbereich in der Metallindustrie ist die Zinklaugung.

Der größte Einzelverbraucher für NaOH in Österreich ist die Chemiefaser Lenzing. Für die Viskoseherstellung werden dort circa 40 % des Gesamtverbrauches an NaOH verarbeitet. Als Abfall fällt allerdings Na_2SO_4 an und nicht Abfallauge. In der Zellstoffindustrie wird im allgemeinen schon mit Magnesiumoxid statt NaOH zum Aufschließen des Holzes verwendet. Auch Sauerstoffbleichen in der Papierindustrie benötigen ein alkalisches Medium, es fällt keine Abfallauge an. In der chemischen Industrie werden Laugen vor allem zum Einstellen des pH-Wertes gebraucht. In der organischen Chemie benötigt man Natronlauge für Verseifungsreaktionen und zum Aussalzen verschiedener Produkte. Zum Beispiel in der Waschmittel- und Seifenindustrie werden Kali- und Natriumsalze produziert. Ferner wird Natronlauge auch zur Herstellung von anorganischen Na-Salzen, zur Reinigung von Abgasen und zur Wasseraufbereitung (Regeneration von Ionenaustauschern) ver-

wendet. In der Textilindustrie dient NaOH zur Herstellung von Kunstseide und zur Vorbehandlung vor dem Färben. NaOH wird in der Lebensmittelindustrie, speziell in der Getränkeindustrie, zum Reinigen von Tanks, Kesseln und Flaschen verwendet. NaOH wird als 2-3% Lauge in die Kläranlage abgegeben und mit den meist im Produktionsprozeß notwendigen Säuren neutralisiert.

Gasförmiger Ammoniak ist das Ausgangsprodukt zahlreicher Synthesen wie zum Beispiel für Harnstoff, Sulfonamide, Chemiefasern, Cyanide und organische Cyanverbindungen, Natriumcarbonat, Aminoplaste, Düngemittel, Salpetersäure und Nitrate. Außerdem wird Ammoniak als Kühlmittel, zur Textilveredelung, zum Plastifizieren von Holz, als nicht wässriges Lösungsmittel, als Desinfektionsmittel, zur Nitrierung und als Schutzgas in der Metallindustrie und für Lichtpausen verwendet. Der bei der Rauchgasreinigung verwendete Ammoniak wird bei der Entstickung bzw. Entschwefelung in Ammoniumnitrate bzw. -sulfate umgewandelt. Ammoniaklauge wird für Reinigungs- und Beizzwecke, zur pH-Einstellung, zur Zerstörung von Chlor- und Formaldehydresten nach der Desinfektion und zur Neutralisation verwendet.

Bei Laugenabfällen tritt das gleiche Problem auf wie bei Säureabfällen: sie stammen aus einer kaum überblickbaren Anzahl von Bereichen und beinhalten spezifische Verunreinigungen. Eine Verwertung oder Aufarbeitung ist von der Konzentration der anfallenden Lauge bzw. von Art und Konzentration der Verunreinigungen abhängig. Aufarbeitungsverfahren sind daher auch nur für spezifische Anwendungen bzw. Verunreinigungen anzugeben. Der niedrige Preis der Laugen läßt Aufarbeitungsverfahren kaum ökonomisch erscheinen. Daher werden Laugenabfälle größtenteils neutralisiert und in die Kläranlage eingeleitet.

5.18 Fotografische Badabfälle

Schlüsselnummern: 52707, 15, 23	Massenanteil - gesamt	rd.	0,02	%
	- gefährliche Abfälle	rd.	0,6	%
	Abgeberbetriebe gem. AbfDV	rd.	3.450	
Masse	6.000	t	Technisches Verringerungspotential rd. 30-60 %	

Entwickler-, Bleich- und Fixierbäder stammen von Fotolabors, Kopieranstalten, Spitälern, Radiologen, Röntgenlabors zur Werkstoffprüfung, Zahnärzten, aus der graphischen Industrie und dem Gewerbe (Druckereien) sowie aus dem Fotoamateurbereich, in dem nur eine geringe Masse anfällt, die derzeit überwiegend über die Kanalisation "entsorgt" wird. Fotoabfälle sind auf Grund der großen Zahl der eingesetzten Chemikalien (ungefähr 300 sind möglich) sehr unterschiedlich, durch laufende Verbesserung des Filmmaterials sind auch Änderungen in der Zusammensetzung der Bäder notwendig. Die Abfälle aus dem graphischen Bereich, die bei der Verarbeitung lichtempfindlicher Materialien für druck- und reprographische Prozesse anfallen, weisen eine vollkommen andere Zusammensetzung auf als herkömmliche Fotoabfälle. Verwertungsmöglichkeiten sind aus Kostengründen nur bei größeren Mengen realisierbar, kleine Mengen müßten deshalb zentral gesammelt werden.

Entwicklerbäder sind wäßrige, alkalische Lösungen, die das Silberhalogenid der Filmoberfläche zu metallischem Silber reduzieren. Sie enthalten in großer Menge und Vielfalt sowohl anorganische Ionen (z.B. Natrium, Kalium, Bromid, Chlorid, Sulfit, Ammonium, Eisen(II), Kupfer(I), Permanganat, eventuell auch Quecksilber, Chrom oder Antimon) wie auch organische Stoffe (als Reduktionsmittel, Emulgatoren, Beschleuniger, Stabilisatoren, Tenside, Wasserenthärter, usw.).

In Bleichbädern wird das störende Silberbild zu Silberhalogenid oxidiert, welches im Fixierbad in eine wasserlösliche Komplexverbindung umgewandelt wird. Man verwendet vor allem Hexacyanoferrat(III), Ammonium-Fe(III)-EDTA, Dichromat und Permanganat. Als Bleichkatalysatoren im Silberbadbleichverfahren werden Chinoxaline zugegeben, um die Diffusion zu den Farbstoffmolekülen und deren reduktive Spaltung zu ermöglichen. Weiters sind in Bleichbädern auch Kaliumbromid und Phosphate enthalten.

In den Fixierbädern wird das Silberhalogenid, das nicht reagiert hat, aus der Emulsionsschicht durch Ammonium- oder Natriumthiosulfat (Silberkomplexbildung mit Thiosulfat im Überschuß) entfernt. Zur Gelatinehärtung werden oft Kalialaun oder organische Verbindungen zugesetzt.

Bleichfixierbäder enthalten sowohl die Substanzen der Bleich- als auch der Fixierbäder. Spülwässer enthalten alle in den zuvor genannten Prozeßbädern befindlichen Chemikalien in stark verdünnter Form.

Vermeidungsmöglichkeiten bei Fotoabfällen sind kaum gegeben, weil

- o die prinzipielle Art der Fotoentwicklung nicht verändert werden kann,
- o keine Anzeichen vorhanden sind, daß der Bedarf in Zukunft geringer wird,
- o elektronische Bildverarbeitungs- und Speichertechnologien keine spürbare Entlastung der herkömmlichen Papier- und Diaentwicklung bewirken werden, da sie nur für Spezialanwendungen in Frage kommen und daher kein Einfluß auf die Abfallmassen wirksam wird.

Lediglich die Gesamtabwassermenge kann durch Reduktion des Spülwasserverbrauchs, z.B. mit Hilfe der Kaskadenspülung, verringert werden.

Vielfältiger hingegen sind die Möglichkeiten im Bereich der Verwertung. Derzeit wird lediglich das Silber aus Fixierbädern teilweise zurückgewonnen.

Silber ist in beinahe allen fotografischen Abwässern vorhanden. Die höchsten Konzentrationen findet man in den Fixierbädern mit 2 - 4 g Silber/l und in den Röntgenfixierbädern mit bis zu 15 g/l.

Aus den Fixierbädern wird nur das Silber als Wertstoff rückgewonnen. Im Schnitt werden ungefähr 20 % (bei Röntgen- und Schwarzweißfilmen bis zu 40 %) des am Film vorhandenen Silbers zum Bildaufbau verwendet, der Rest befindet sich dann vor allem im Fixierbad, aber auch in den Spülwässern (Silbergehalte von 10 - 20 mg/l). Das Silberrecycling durch Elektrolyse aus den Fixierbädern ist derzeit nur in Großlabors üblich, da durch den hohen Silberpreis derartige Anlagen bald amortisiert sind. Der Restgehalt an Silber nach der Elektro-

lyse läßt sich mit genügend hoher Stromdichte auf Werte unter 1 mg/l drücken (1 mg/l wird als Grenzwert zur Einleitung toleriert). Zementation, die in Österreich am häufigsten angewendete Methode mit Neutralisation, Fällung und anschließender Ableitung der verbleibenden Rückstände, ergibt nur eine ungenügende Silberabtrennung. In den Spülwässern treten Silberkonzentrationen im Milligrammbereich auf und sind dementsprechend schwieriger und kostenintensiver zu behandeln. Eine Elektrolyse bewährt sich bei diesen Konzentrationen kaum mehr, man kann mit Aktivkohle, Ionenaustauschern, Fällungsmitteln, im Prinzip auch mit teuren Verfahren wie Umkehrosmose, Elektrodialyse und Extraktion, oder einer Kombination dieser Verfahren arbeiten. Ionenaustauscher haben den Nachteil, daß sie schmutzempfindlich sind und die hohe Salzkonzentration und Begleitstoffe wie Cyanoferrat, Dichromat oder Eisen-EDTA durch ihre große Affinität zum Austauscherharz die Einhaltung der Silbergrenzwerte erschweren. Fällungsreagenzien sind auf Grund des zusätzlichen Chemikalieneinsatzes und der unter Umständen toxischen Fällungsrückstände nicht unproblematisch. Im allgemeinen werden die Spülwässer in den Kanal eingeleitet.

Auch bei kombinierten Bleichfixierbädern ist die Elektrolyse wegen der vielen Störsubstanzen nur schwierig durchzuführen und der notwendige Abscheidegrad oft nicht ohne Nachbehandlung zu erreichen.

Die elektrolytische Silberentfernung aus Fixierbädern ist auch in Form einer "on-line"-Regeneration möglich. Daher wird der Silbergehalt im Bad unter ≤ 15 mg/l gehalten und dadurch eine Verlängerung der Badstandzeit erreicht. Dieses System nennt sich agFix (enViro-cell Umwelttechnik) und dürfte vor allem für kleinere Fotolabors eine interessante Möglichkeit für eine wirtschaftliche Silberrückgewinnung bei gleichzeitiger Abfallmassenreduktion darstellen (Bestandszeitverlängerung). Das in einem Filterbeutel in der Elektrolysezelle abgeschiedene Silber wird samt Beutel an die Scheideanstalt weitergegeben.

Ammoniumthiosulfat aus den Fixierbädern (besonders im Röntgenbereich) stellt mengenmäßig die größte Belastung dar. Ein Ersatz von Thiosulfat ist möglich (Baumann, 1990), verlängert aber die Fixierzeiten. Besonders im Röntgenbereich kann das zu Problemen führen, da hier auf eine schnelle Ausarbeitung der Bilder Wert gelegt wird. Durch ein geeignetes Fixiersalzrecycling kann der Verbrauch des Thiosulfats, sollte es

nicht ersetzbar sein, drastisch reduziert (bis zu 80 % (Baumann, 1990) werden. Durch den Einsatz von Ammoniumsalzen werden im Abwasser durch Oxidation zu Nitriten und Nitraten weitere Probleme geschaffen. Bei der Verwendung von Natriumthiosulfat sind längere Verweilzeiten einzuhalten, die Bäder können nach einer Entsilberung allerdings sehr oft im Kreis geführt werden.

Die Regeneration von Prozeßlösungen wird in Österreich in der Praxis kaum durchgeführt, ist aber auf folgende Weise möglich: eine Regeneration von Entwicklerbädern beruht auf einer Abtrennung des Bromids. Zuerst müssen störende Substanzen und Filmschichtmaterial entfernt werden, dann kann mit Hilfe eines Ionenaustauschers oder eines Elektrodialysegerätes das Bromid abgetrennt werden. In Bleichbädern muß zur Regeneration das durch Oxidation des Silbers entstandene Hexacyanoferrat(II) oxidiert werden. Dazu kann Wasserstoffperoxid, Ozon oder Kaliumpersulfat verwendet werden. Durch die besonderen Vorkehrungen, die bei einer Oxidation mit Brom zu treffen sind, ist dieses Verfahren sehr teuer. Es hat allerdings den Vorteil, daß gleichzeitig wieder Kaliumbromid entsteht, das in der Bleichbadlösung sonst wieder zugesetzt werden muß. Entsilberte Fixierbäder können nach einer Auffrischung wieder rückgeführt werden. Zur Regenerierung von Waschwässern können Umkehrosmose und Membranfiltration eingesetzt werden. Das Permeat kann rückgeführt werden, das Konzentrat muß entsorgt werden.

Derzeit jedoch werden die Prozeßbäder (abgesehen von der Entsilberung) hauptsächlich eingedampft und der Rückstand deponiert.

Es gibt jedoch bereits Verfahren, welche die Silberrückgewinnung mit einer Aufarbeitung und Kreislaufführung der Prozeßbäder kombinieren.

5.19 Pflanzenbehandlungs- und Schädlingsbekämpfungs-
mittelabfälle

Schlüsselnummer: 531	Massenanteil - gesamt	rd. < 0,01 %
	- gefährliche Abfälle	rd. 0,07 %
	Abgeberbetriebe gem. AbfDV	rd. 780

Masse	700 t	Technisches Verringerungspotential nicht schätzbar
-------	-------	--

Zu den Möglichkeiten, die in Richtung Eindämmung des Pflanzenschutzmitteleinsatzes führen können, zählen u.a. **Erhöhung des Ausbildungsniveaus der Landwirte, Bereitstellung eines entsprechenden Informationsangebotes und durchdachte Maßnahmen in der Betriebsführung.** Dazu zählen:

- o Vielfältige Fruchtfolgen
- o Zwischenfruchtbau
- o Richtige Sortenwahl (Standorteignung)
- o Richtiger Reihenabstand (mechanische Unkrautbekämpfung)
- o Anwendung biologischer, thermischer und mechanischer Pflanzenschutzmethoden
- o Einzelpflanzenbekämpfung (notfalls)
- o Entsprechende Mittelwahl in Hinblick auf die Effektivität und Umweltgefährdung
- o Zeitpunkt und Art der Bodenbearbeitung
- o Richtige Dosierung, Applikationstechnik und -zeitpunkt
- o Maßnahmen der chemischen Industrie wie z.B. die Herstellung von Pflanzenschutzmitteln mit geringem Dampfdruck (Verdunstung) und die Erzeugung von Pflanzenschutzmitteln mit günstigeren Hafteigenschaften und erhöhter Selektivität sind von großer Bedeutung

Auch Eigenschaften der Pflanzenzüchtung und der Gentechnik wie die Züchtung krankheitsresistenter Pflanzen und die Entwicklung von Resistenzen gegen Schadinsekten werden in Zukunft bei der Einschränkung des Pflanzenschutzmitteleinsatzes mit großer Wahrscheinlichkeit eine bedeutende Rolle spielen.

Informationsangebot und Ausbildungsniveau: Leider können im Regelfall in der Landwirtschaft keine Einzelbewertungen durchgeführt werden, meist scheitert dies an der Personenkapazität. Einzelberatungen finden üblicherweise bei den Landwirten eine hohe Akzeptanz und können somit als besonders effektiv bezeichnet werden. Verbesserungen am Sektor "Warndienste" könnten einen maßgeblichen Beitrag leisten.

An sich ist in den letzten zehn Jahren ein deutlicher Anstieg des Ausbildungsniveaus bei den Landwirten eingetreten. Dennoch würde mit einer spezifischen Erhöhung des Ausbildungsniveaus am Pflanzenschutzmittelsektor sicherlich noch einiges zu erreichen sein. Bei vielen Ausbildungsstätten steht nach wie vor nicht das Minimieren von ökologischen Folgewirkungen im Mittelpunkt des Interesses, sondern leider gar zu oft verhindern ökonomische Rahmenbedingungen für die Pflanzenproduktion die an sich guten Ansätze.

Verminderung der Aufwandsmengen: Bis auf einzelne Fälle kann davon ausgegangen werden, daß das früher zum Teil gängige Motto "lieber ein bißchen mehr", heute überholt ist. In den meisten Fällen zwingen nicht zuletzt ökonomische Gründe den Anwender zur Sparsamkeit. Weiters zeigt sich heute immer mehr der Zusammenhang zwischen der Steigerung der Wirksamkeit der Mittel und den Aufwandsmengen. Dieser Umstand macht jedoch das Entwickeln von umweltschonenden Entsorgungsmethoden der damit gefährlicher werdenden Spritzmittelreste notwendiger.

Einsatz von Pflanzenschutzmitteln nach dem Prinzip der Schadensschwellen: Vereinfacht ausgedrückt kann die Schadensschwellenmethode als Kosten-Nutzen-Abwägung betrachtet werden. Erst ab einer gewissen Schadensschwelle ist die Anwendung eines Pflanzenschutzmittels angezeigt. Üblicherweise spricht man von wirtschaftlichen Schadensschwellen. Die schadensschwellenorientierte Anwendung von Pflanzenschutzmitteln kann als erster Schritt in Richtung Minimierung des

Einsatzes von Pestiziden betrachtet werden. Die prophylaktische Applikation von Pestiziden bzw. die Anwendung nach sogenannten Spritzplänen sollte der Vergangenheit angehören.

Applikationstechnik: Mit Hilfe ausgefeilter Ausbringungsmethoden lassen sich einerseits die Ausbringungsmengen als auch die Effektivität bzw. die von dem angewandten Pflanzenschutzmittel ausgehende Umweltgefährdung beeinflussen. Technische Entwicklungen wie die Dosierung der Pflanzenschutzmittel in Abhängigkeit von der Fahrgeschwindigkeit des Ausbringungsfahrzeuges sowie Elektrostatik-Methoden tragen zu einer exakten und damit verlustärmeren Verwendung von Pflanzenschutzmitteln bei.

Besondere Bedeutung kommt der Wartung und Pflege der Ausbringungsgeräte zu. Schlecht gewartete bzw. verstellte Feld- oder Obstspritzen bringen unexakte und damit verschwenderisch unangepaßte Pflanzenschutzmittelmengen mit sich. Darunter

leidet in jedem Fall die Effizienz der Applikation, die "non-forget-Rate" steigt und mit ihr üblicherweise die Spritzmittel- und damit die Umweltbelastung. Es ist zumindest erwägenswert, ob eine obligatorische Überprüfung der zur Verwendung kommenden Gerätschaft zur Ausbringung von Pflanzenschutzmitteln in regelmäßigen Zeitabständen eingeführt werden sollte. Expertenschätzungen beziffern die Einsparungsmöglichkeit durch hochwertige Ausbringungstechnik mit bis zu 20 % der Mittelmenge (Umweltbundesamt Berlin, 1989). Der Neuananschaffung von technisch hochwertigen Ausbringungsgeräten kommt große Bedeutung zu.

Ziel einer modernen Applikationstechnik muß auch eine Vermeidung der Abdriften beim Ausbringungsvorgang sein. Hierbei spielen aber die Windverhältnisse die weitaus größte Rolle. Eine Applikation bei Wind ist grundsätzlich abzulehnen. Von den Herstellerfirmen von Feldspritzen werden zum Teil recht aufwendige Systeme zur Verringerung der Abdriftverluste angeboten. Der Stellenwert solcher technischer Raffinessen ist recht hoch einzustufen.

Beiträge der chemischen Industrie: Seitens der Erzeugerfirmen von Pestiziden wird großer Aufwand in die Verbesserung der biologischen Aktivität von Pflanzenschutzmitteln gelegt. Es ist bekannt, daß die "Verpackung" eines Wirkstoffes, die Formulierung, nicht immer gleich gut wirkt (verschiedene Blattoberflächen, verschiedene Witterungs- und Temperaturverhältnisse). Deshalb wird intensiv an sogenannten "Hilfsstoffen" gearbeitet, die die Effizienz des Wirkstoffes stark steigern können und damit eine Verminderung der Aufwandsmenge mit sich bringen können. Als Nebeneffekt der Verbesserung der Wirksamkeit ergibt sich die Möglichkeit, umweltschädliche Formulierungszusätze durch biologisch abbaubare Zusätze zu ersetzen.

Einer Untersuchung der Biologischen Bundesanstalt Braunschweig zufolge gehen innerhalb von sechs Stunden bis zu 90 % des Wirkstoffes in Abhängigkeit vom Dampfdruck des Wirkstoffes und der Oberflächenbeschaffenheit in die Luft über. Bemühungen der Industrie hinsichtlich der Entwicklung neuer Pflanzenschutzmittelformulierungen gehen deshalb in Richtung der Verminderung des Dampfdruckes.

"Biologische" Methoden des Pflanzenschutzes: Pflanzenschutzverfahren mit biologischen Präparaten stehen erst am Anfang der Entwicklung.

Bei den Nützlingen (Insekten, Milben, insektentötenden Nematoden) liegen die größten Schwierigkeiten in einer rentablen Massenzucht. Pilze und Bakterien sind derzeit noch nicht be-

sonders gut geeignet; seit Anfang der 80er Jahre ist der Pilz "Verticillium Leconii" auf dem Markt. Damit kann vor allem die Pfirsichblattlaus bekämpft werden. Hohe Luftfeuchtigkeiten sind jedoch für das Überleben dieses Pilzes notwendig.

Gentechnisch manipulierte Pflanzen: diese stellen ebenfalls eine Hoffnung auf geringer werdende Notwendigkeit zur Verwendung von chemischen Pflanzenschutzmitteln dar. Von allen Bemühungen ist wohl die Entwicklung der Resistenz von Kulturpflanzen gegenüber Pflanzenkrankheiten (Viren, Bakterien und Pilze) die vordringlichste. Resistenzen gegen Viren können durch Einbau von Teilen des Genmaterials des Virus in die Pflanze erhalten werden. Bei der Suche nach Pilzbekämpfungsmitteln wird hauptsächlich auf Enzyme gesetzt, die die Pilzwand zersetzen können. Dazu gehören Glukonase und Chitinase. Resistenzen gegenüber Herbiziden beruhen meist auf der Einführung eines veränderten Zielenzymes des Herbizides (z.B. Glyphosate, Sulfonatharnstoff, Atrazin), der Überproduktion dieses Enzymes oder dem Umsetzungsabbau des Herbizides selbst. Es muß leider festgestellt werden, daß Forschungsarbeiten, die in Richtung herbizidresistenter und damit gentechnisch manipulierter Kulturpflanzen gehen, die hintergründige Absicht haben, Sorten zu entwickeln, die ausschließlich mit einem für genau diese Sorte geeigneten Pestizid (schließlich wird es dafür entwickelt) unter Kontrolle gehalten werden können. Der Trend zu dieser Entwicklung ist in neuerer Zeit auch an der vielfachen Vereinigung von bislang auf Pflanzenzüchtungen spezialisierten Unternehmen mit Unternehmen aus der agrarchemischen Sparte erkennbar.

Schlußfolgerungen: Grundlage für eine Verringerung des Einsatzes von chemischen Pflanzenbehandlungsmitteln wird vor allem eine Abkehr von bislang dominierenden absoluten Zielsetzungen (Ertrag, Ertragssicherheit, äußere Qualitätsmerkmale etc.) sein müssen. Die Pflanzenzüchtung sollte sich vermehrt der Erhaltung standortgeeigneter Sorten widmen. Die Notwendigkeit dafür wurde auch teilweise schon erkannt. Recht effektiv kann nämlich die Verwendung von sogenannten "Low-Input"-Sorten im Getreidebau sein. Diese zeichnen sich vor allem durch Genügsamkeit, Witterungsunabhängigkeit, Krankheitsresistenz und Anpassungsfähigkeit aus.

Üblicherweise steigt mit einer Intensivierung des Landbaues auch der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln bzw. ist gerade das hohe Pestizideinsatzniveau ein Indiz für eine intensive Wirtschaftsweise.

Ziel muß es deshalb sein, den Einfluß an Fremdstoffen (Pestizide, Düngemittel, Futtermittelimporte) zu verringern; Daran ändert auch die Tatsache nichts, daß die chemische Industrie immer wieder neue spezifischer wirkende Pflanzenschutzmittel auf den Markt bringt. Genauso darf nicht über-

sehen werden, daß Maßnahmen der Gentechnik Risiken für das Agrarökosystem darstellen und der positive Teilaspekt mancher Errungenschaften deshalb stark relativiert werden muß.

Mittelfristig ist daher die Extensivierung landwirtschaftlicher Produktionsmethoden als probatestes Mittel zur Verminderung des Pflanzenschutzmitteleinsatzes zu nennen.

5.20 Altöle

Schlüsselnummer: 54102	Massenanteil - gesamt	rd.	0,1	%
	- gefährliche Abfälle	rd.	4,6	%
	Abgeberbetriebe gem. AbfDV	rd.	12.170	
Masse 45.000 t Technisches Verringerungspotential über 50 %				

Die Größenordnung der pro Jahr anfallenden Altölmenge kann rechnerisch über Altölfaktoren abgeschätzt werden. Unsicherheiten ergeben sich insbesondere aus schwankenden Absatzangaben und der Unschärfe des Altölfaktors.

Mittels Altölfaktoren abgeschätzte Altölmenge:

Altölanfall 1992: 50.000 t/a

Altölanfall 1993: 46.000 t/a

Die rechnerisch ermittelte Menge von etwa 46.000 t steht jedoch trotz dieser Fehlerquellen in guter Korrelation mit der durch Begleitscheinauswertung ermittelten Menge von rund 48.000 t (=gemeldetes Abfallaufkommen, davon rd. 36.000 t Primärabfälle, Datenstand 6.6.1994).

Der Altölfaktor ist der Quotient aus der Altölmenge, die nach dem bestimmungsgemäßen Gebrauch anfällt, durch die eingesetzte Frischölmenge. Je nach Verwendungszweck des Schmieröles variiert dieser Faktor. Bei Getriebe- und Hydraulikölen ist er höher als bei Motorölen, bei denen während ihrer Verwendung ein Teil im Motor verbrannt wird, und ein Teil über das Abgas ausgetragen wird.

Altölanfall durch Industrieschmiermittel in Österreich 1993			
Schmierstoffart	Absatz 1) 1993 (t/a)	Altölfaktor	Altölanfall t/a
Turbinen-, Maschinen- und Hydrauliköle	14.200	0,7	9.900
Sonstige Industrieöle	17.700	0,4	7.100
Metallbearbeitungsöle	5.000	0,7	3.500
Schmierfette	2.100	0,0	0
Summe Industrieschmiermittel	39.000		20.500

1 Mittels deutschem Aufteilungsschlüssel ermittelte Schätzwerte für Österreich

Altölanfall durch automotiv Schmierstoffe in Österreich 1993			
Schmierstoffart	Absatz 1993 (t/a)	Altölfaktor	Altölanfall t/a
Motorenöl für PKW	14.000	0,63	8.800
Motorenöl für Nutzfahrzeuge	17.550	0,63	11.100
Getriebeöle	4.500	0,80	3.600
Sonstige Öle	300	0,40	120
Firstfill	2.650	0,63	1.700
Summe Öle aus automotiven Bereich	39.000		25.320

Ermittlung qualitativer Vermeidungspotentiale aus der Altölszusammensetzung

Schwefelgehalt

Der Schwefelgehalt von Altölen ist im Abfallwirtschaftsgesetz nicht limitiert. Nachfolgende Analysenergebnisse zeigen jedoch auf, daß ihm durchaus Beachtung zu schenken ist. Als Schwefelquellen im Bereich der Motoröle kommen vor allem die Grundöle und Additive in Betracht, da der Schwefelgehalt im Dieselmotorkraftstoff ab 1. Oktober 1995 mit 0,05 Masseprozent limitiert ist (Kraftstoffverordnung BGBl 1992/123) und bereits jetzt von der österreichischen Mineralölindustrie eingehalten wird.

Schwefelgehalt in den Jahren 1988 - 1993				
Altölherkunft	Maximum	Minimum	Mittelwert	Analysenanzahl
LKW	7,6	0,00	0,93	39
PKW	1,00	0,02	0,45	23
Baumaschinen	1,20	0,02	0,53	11

Die Auswertung von Schwefelanalysenergebnissen nach Herkunftsbereichen zeigt, daß Altöle aus dem LKW-Bereich einen durchschnittlichen Schwefelgehalt von 0,93 %, aus dem PKW-Bereich 0,45 % und aus Baumaschinen 0,53 % aufweisen. Hierbei handelt es sich um Mittelwerte, Einzelanalysenwerte zeigen, daß Altöle aus dem LKW-Bereich oftmals Schwefelgehalte über 1,0 % aufweisen. Zur Veranschaulichung der Größenordnung sei

der maximal zulässige Schwefelgehalt von 1,0 % für Heizöl schwer, 0,2 % für Heizöl leicht und 0,1 % für Heizöl extra-leicht-Ofenheizöl (133. Vereinbarung gemäß Art. 15 a B-VG, ausgegeben am 25. Februar 1994) angeführt.

Halogengehalt

Der Halogengehalt für Altöle ist im Abfallwirtschaftsgesetz mit 0,5 Massenprozent limitiert. Dieser Wert wurde aus dem Altölgesetz, das 1986 verlautbart wurde, übernommen. Nachfolgend angeführte Analysenergebnisse zeigen, daß dieser Wert von 0,5 Masseprozent weit über dem tatsächlichen Halogengehalt in Altölen liegt. Da Motoröle mit halogenhaltigen Additiven nicht in den gewerblichen Verkehr gebracht werden dürfen (Schmiermittelverordnung, BGBl 1990/647) und im Bereich der Industrieschmiermittel Chlorparaffine nur in speziellen Anwendungsbereichen zugesetzt sind, soll eine Absenkung des Halogengehaltes in Altölen auf 0,1 Masseprozent durch eine Verordnung aufgrund AWG § 21 Abs.42 erfolgen. Durch diese Maßnahme würden unzulässige Beimischungen zu den "guten Altölen" erschwert werden.

Halogengehalt in den Jahren 1988 - 1993					
Altölherkunft	Maximum	Minimum	Mittelwert	Analysenanzahl	unter der Nachweisgrenze 2)
LKW	0,10	0,01	0,03	79	2
PKW	0,08	0,01	0,03	54	3
Baumaschinen	0,05	0,01	0,02	17	2

- 2 Analysenanzahl unter der Nachweisgrenze, mittlere NWG = 0,013 %
- 3 Der Bundesminister für wirtschaftliche Angelegenheiten hat im Einvernehmen mit dem Bundesminister für Umwelt, jene Mengen an gefährlichen Stoffen und Verunreinigungen festzusetzen, die in Altölen nicht überschritten werden dürfen und Bestimmungen über die dem Stand der Technik entsprechenden diesbezüglichen Meßverfahren zu erlassen.

Ingesamt wurde bei 196 Altölproben aus den Jahren 1988 - 1/1994, bei denen in neun Fällen der Halogengehalt unter der Nachweisgrenze lag, ein Mittelwert des Halogengehaltes von 0,03 % erhalten. Bei drei Proben lag der Halogengehalt über

0,15 und zwar bei 0,109, 0,146 und 0,21. Die Analysen zweier dieser drei Proben erfolgten im Jahr 1989, das Analysenergebnis von 0,21 % wurde 1988 erhalten.

In der Zementindustrie werden Altöle aus verschiedenen Bereichen thermisch behandelt. Da in Altölen halogenhaltige Substanzen hauptsächlich als chlorierte Verbindungen auftreten, sind die Chloridanalysen des in der Zementindustrie entsorgten Altöles auch hinsichtlich des Gesamthalogengehaltes aussagekräftig.

Chloridgehalt (%) des in der Zementindustrie entsorgten Altöle 4)		
	Mittelwert	Analysendaten
1992	0,09	1.114
1993	0,12	1.144

4 hier sind auch Analysenergebnisse von gebrauchten Schmierstoffen beinhaltet, die kein Altöl im Sinne des AWG sind.

Obwohl hier auch Analysen von gebrauchten Schmierstoffen, die keine Altöle im Sinne des Abfallwirtschaftsgesetzes sind, einbezogen sind, liegt der Mittelwert des Chloridgehaltes beträchtlich unter 0,5 % und zwar im Bereich von 0,1 %.

PCB/PCT-Gehalt in Altölen

Der Gehalt an polychlorierten Biphenylen oder Terphenylen wurde für Alöle im Altölgesetz 1986 mit 50 ppm limitiert und im Abfallwirtschaftsgesetz 1990 auf 30 ppm abgesenkt. Gemäß Schmiermittelverordnung (BGBI 1993/210) dürfen Schmiermittel mit Zusätzen von polychlorierten Biphenylen oder Terphenylen nicht mehr in den gewerblichen Verkehr gebracht werden.

PCB/PCT-Gehalt (ppm) in Altölen					
Altölherkunft	Maximum	Minimum	Mittelwert	Analysenanzahl	unter der Nachweisgrenze 5)
LKW	1,00	0,06	0,02	78	74
PKW	1,00	0,10	0,05	51	46
Baumaschinen	0 6)	0	0	17	17

5 Analysenanzahl unter der Nachweisgrenze, mittlere NWG = 0,36 ppm;

6 Analyseergebnisse unter der Nachweisgrenze wurden mit 0 ppm einbezogen

Aus dem Bereich der automotiven Öle ist kaum mit PCB/PCT-Gehalten zu rechnen. Um einen Trend feststellen zu können, sind deshalb Analysendaten von Altölen aus verschiedenen Herkunftsbereichen, wie sie in der Zementindustrie verbrannt werden, aussagekräftiger.

Insgesamt wird ein deutlicher Rückgang der durchschnittlichen PCB-Belastung innerhalb der letzten fünf Jahre registriert. Im Zementwerk Gmunden, in dem jedes angelieferte Altöl auf den PCB-Gehalt hin analysiert wird, wurde bei 729 Proben im Jahr 1993 ein Jahresmittelwert von 4,8 ppm PCB erhalten, wobei das Minimum der Analyseergebnisse unter der Nachweisgrenze lag, und das Maximum bei 99,5 ppm.

Trotz PCB-Verbot muß also aufgrund von Altbeständen an PCB-haltigen Ölen noch immer mit überhöhten PCB-Belastungen in Altölen gerechnet werden, jedoch kann angenommen werden, daß diese weiterhin rückläufig sein werden. **Eine Absenkung des PCB/PCT-Gehaltes für Altöle im Sinne des Abfallwirtschaftsgesetzes auf den Wert der Bestimmungsgrenze des Analysenverfahrens (zur Zeit in der Größenordnung von 1ppm) sollte in den nächsten Jahren erwogen werden.**

Vermeidung von Altölen

Der Altölanfall kann grundsätzlich nur durch Einsparungen beim Frischöleinsatz verringert werden, wobei sich die Maßnahmen dazu bei Produkten auf Mineralölbasis in vier

Bereiche zusammenfassen lassen:

- o Verzicht
- o Substitution
- o Verbesserung der Produkteigenschaften
- o Schmierstoffpflege und verfahrenstechnische Maßnahmen

Vermeidung durch Verzicht

Bei bestimmten tribologischen Systemen kann auf Schmieröle vollständig verzichtet werden, wenn aufgrund ihrer Anforderungen und Beanspruchungen ein derartiger Betrieb mit vertretbarem Verschleiß und entsprechender Lebensdauer möglich ist. Zur Zeit betrifft das in erster Linie Systeme mit geringen Leistungsdichten und Getriebe mit kleinen und übertragbaren Kräften.

Beispiele für ölfreie Schmiersysteme sind:

Magnetlager

Polyamidgetriebe ohne Schmierung

Trockenschmierung mit organischen oder anorganischen Festschmierstoffen

Wasserbetriebene Hydrauliksysteme

Aufgrund des sehr eingeschränkten Anwendungsgebietes bleibt dieses Entwicklungspotential jedoch ohne merkbaren Einfluß auf die Einsparung von Frischöl. Ein ebenfalls eng umgrenztes Gebiet, auf welchem ein Vermeidungspotential festzustellen ist, ist der Ersatz von Öltrasfos durch Trockentransformatoren im unteren Leistungsbereich und bei Kleinanwendungen. In den Leistungsklassen über 10 Megawatt kann jedoch nicht auf den Einsatz von elektrisch isolierenden Kühlflüssigkeiten verzichtet werden.

Vermeidung durch Substitution

Durch die Verwendung umweltschonender Schmierstoffe kann in bestimmten Anwendungsgebieten Altölvermeidung in qualitativer Hinsicht realisiert werden. Es kommt zu keiner Einsparung von Frischöl, jedoch kann die mit der Schmierstoffanwendung einhergehende Umweltgefährdung bzw. -beeinträchtigung reduziert werden. Besondere Relevanz ist bei Systemen, die mit Verlustschmierung arbeiten und bei mobilen Geräten, wo aufgrund ihres Einsatzgebietes eine besondere Wassergefährdung (Pistengeräte, Motorboote, Maschinen der Forst- und Wasserwirtschaft, Baumaschinen in Bereichen akuter Wassergefährdung) zu befürchten ist, gegeben.

Teilweise wurden hier bereits vom Gesetzgeber Regelungen getroffen, z.B. in der Schmiermittelverordnung (BGBI 1990/647).

Vermeidung durch Verbesserung der Produkteigenschaften

Im Bereich der automotiven Öle wurde durch die Einführung der Mehrbereichsöle, die für Sommer- und Winterbetrieb geeignet sind, eine Verringerung der je Fahrzeug benötigten Motorölmenge erreicht. Von Seiten der Motorenhersteller erfolgte eine Reduktion der Motorölvolumina um bis zu 40 %, was ebenfalls die Öleinsatzmenge reduzierte. Die Nutzungsdauer von Motorölen bei Personenkraftwagen der Mittelklasse mit Ottomotor wurde bis auf 15.000 km verlängert. Bei Fahrzeugen, die mit Diesel betrieben werden, sind die Ölwechselfristen oft noch deutlich kürzer. Die Intervalle liegen hier zwischen 5.000 km und 10.000 km. Einige Kfz-Hersteller schreiben jedoch bereits jetzt ein Wechselintervall von 15.000 km vor. Bei Nutzfahrzeugen mit Dieselaggregaten streuen die von den Herstellern vorgegebenen Ölwechselintervalle stark in Abhängigkeit vom Einsatzgebiet. Im Stadtverkehr liegen die mittleren Intervalle zwischen 15.000 km und 30.000 km, im Überlandverkehr zwischen 40.000 und maximal 45.000 km. Ein Einsparungspotential ist sicherlich bei den Diesel-Personenkraftwagen gegeben, wie obige Spanne von 5.000 bis 15.000 km der Ölwechselfrist zeigt. Die Fahrzeughersteller sind aufgerufen, durch Verbesserungen der Motoren und Adaptionen an die bereits vorhandenen Schmierölqualitäten längere Ölwechselintervalle zu ermöglichen.

Durch die Verbesserung der Eigenschaften von Getriebeölen sind die Personenkraftwagen meist mit Lebensdauerfüllungen ausgestattet. Im Bereich der Lastkraftwagen wurden durch Verbesserung des Getriebewirkungsgrades zwar die Ölfüllmengen in den letzten Jahren reduziert, Lebensdauerfüllungen sind jedoch nicht üblich. Somit liegt hier noch ein Entwicklungspotential zur Verringerung von Getriebeölmengen.

Vermeidung durch Schmierstoffpflege und verfahrenstechnische Maßnahmen

Unter Schmierstoffpflege werden all jene Maßnahmen verstanden, die den Verlust der qualitätsbestimmenden Eigenschaften des Schmierstoffes verzögern.

Im Bereich der stationären industriellen Schmierstoffanwendungen in Maschinen und Getrieben zählen zu den Pflegemaßnahmen:

- o korrektes Lagern und Abfüllen von Schmierstoffen
- o das Vermeiden von Kontakt mit Luftsauerstoff
- o die sorgfältige Überwachung des Maschinenölstandes und entsprechendes Nachfüllen von Schmierölen
- o ein kontinuierliches Entfernen fester Fremdstoffe
- o das Einstellen der günstigsten Betriebstemperatur
- o die Kontrolle des Ölzustandes
- o ein sachgerechter Ölwechsellvorgang

Die Wartung und Pflege von Kühlschmierstoffsystemen läßt sich personell und anlagentechnisch bei Zentralversorgungsanlagen wesentlich effektiver als bei Einzelanlagen durchführen.

Kuschmierstofföle werden auch durch eingeschleppte Fremdöle in ihrer Leistungsfähigkeit begrenzt. Da die Abtrennung dieser Fremdöle, die vor allem aus Leckagen der Maschinenhydraulik stammen, kaum möglich ist, ist der Eintrag durch Wartung der Hydraulikanlage und bestmögliche Abdichtung auf ein Mindestmaß zu reduzieren. Eine kaum noch realisierte Vorgehensweise ist der Einsatz von sogenannten Multifunktionsölen. In der Abstimmung von Hydraulik- und Bearbeitungsöl ist sicherlich noch Forschungsbedarf vorhanden.

Um den Ölzustand überprüfen zu können, ist die Verfügbarkeit von Schnelltests wünschenswert. Damit könnte die tatsächliche Notwendigkeit des Austauschs der gesamten Ölmenge auch von Kleinanwendern mit einem vertretbaren Kostenaufwand beurteilt werden. Hierin besteht eine Möglichkeit zur optimalen Nutzung von Schmierstoffen, denn gerade bei Kleinanwendungen können die Kosten einer Ölzustandsuntersuchung durch ein externes Labor in einem Mißverhältnis zu den Ölwechselkosten stehen.

Zu den verfahrenstechnischen Maßnahmen zählt der Einbau von Nebenstromfiltern, wodurch eine Feinstfilterung von Motorölen erreicht wird. Da die alleinige Nebenstromfiltration für die Reinhaltung des Motoröles nicht geeignet ist, wird eine Kombination von Haupt- und Nebenstromfiltration angewendet, das heißt zusätzlich zum Ölstrom durch den Hauptstromfilter wird ein Teilstrom von ca. 5 % bis 10 % der Ölumlaufmenge durch einen Nebenstromfeinstfilter geführt. Nach der Reinigung fließt der Teilstrom drucklos in das Kurbelgehäuse zurück.

Bei Baumaschinen, Schwer-LKW, Landmaschinen, Traktoren und Standmotoren läßt sich bereits durch Verlängerung des Ölwechselintervalls um den Faktor 2 eine Reduktion des Altölanfalls im Bereich von 40 % erreichen. Zu beachten ist, daß sich der Frischölbedarf nicht im selben Ausmaß verringert, da durch den Einbau von Nebenstromfiltern eine um etwa 2 Liter höhere Motorölmenge in Umlauf gebracht werden muß und nach dem Ölwechselintervall, daß ohne Nebenstromfilter vorgesehen ist, die Feinstfilterpatrone ausgewechselt werden muß. Mit diesem Auswechseln ist ein Anfall einer mit etwa 1 l Altöl getränkten Filterpatrone verbunden.

Beispielhaft ist nachfolgend die szenarische Abschätzung des Frischöl / Altöl Vermeidungspotentials bei Verlängerung des Ölwechselintervalls um den Faktor 2 bzw. Faktor 5 durch Nebenstromfilter (NF) für Landmaschinen bzw. Traktoren angeführt.

Ölfüllmenge ohne NF	10 l
Ölfüllmenge mit NF	12 l
bestimmungsgemäßer Ölverbrauch im Ölwechselintervall	2 l
bestimmungsgemäßer Ölverbrauch bei Verlängerung des Ölwechselintervalls um den Faktor 2 bzw. Faktor 5	4 l bzw. 10 l
Reduktion des Frischölbedarfs bei Verlängerung des Ölwechselintervalls um den Faktor 2	29 % (Frischölbedarf ohne NF 24 l; mit NF 17 l)
Reduktion des Altölanfalls bei Verlängerung des Ölwechselintervalls um den Faktor 2	40 % (Altölmenge ohne NF: 20 l; mit NF 12 l)
Reduktion des Frischölbedarfs bei Verlängerung des Ölwechselintervalls um den Faktor 5	57 % (Frischölbedarf ohne NF 60 l; mit NF 26 l)
Reduktion des Altölanfalls bei Verlängerung des Ölwechselintervalls um den Faktor 5	76 % (Altölmenge ohne NF 50 l; mit NF 12 l)

Zu einer Verlängerung der Nutzungsdauer des Motoröles kommt es, wenn diese durch den Partikelgehalt und die damit in Zusammenhang stehenden Öleigenschaften limitiert wird. Die chemische Alterung der Schmieröle kann durch Feinstfiltration eventuell verzögert, doch sicherlich nicht verhindert werden. Deshalb wird in jedem Anwendungsfall zu überprüfen sein, ob durch die Verlängerung des Ölwechselintervalls durch Einbau von Nebenstromfiltern, die gesamte Betriebssicherheit gewährleistet ist. Wie bereits bei Kühlschmierstoffölen gefordert, würde auch im Motorölbereich die Verfügbarkeit von Schnelltests zur Kontrolle der Schmierölqualität eine Verringerung des Altölanfalls bewirken. Ein weiterer wesentlicher Fortschritt zur Optimierung von Ölwechselintervallen wäre die Entwicklung von On-line-Meßsystemen in Verbindung mit genau festgesetzten Mindestkriterien für die relevanten Ölparameter.

Verwertung von Altölen

Es kommt sowohl aufgrund des Schmierstoffgehaltes die stoffliche Verwertung (Zweitraffination) als auch aufgrund des hohen Heizwertes die energetische Verwertung in Betracht. In beiden Fällen werden Ressourcen geschont, wenn auch nicht im selben Ausmaß. Rohöle beinhalten weniger als 7 % Schmierölkomponenten, während diese im Altöl bis zu 85 % enthalten sind. Wird ein Schmierölbedarf von 85.000 t angenommen, so sind zur Abdeckung die Verarbeitung von etwa 1,7 Millionen Tonnen Rohöl (5 % Schmierölkomponenten) erforderlich. Durch ein modernes Recyclingverfahren (Ausbeute mit 60 % angenommen) könnte dieser Bedarf aus 142.000 t Altöl gedeckt werden. Der Heizwert von Altölen liegt im Bereich von 29,4 - 44,9 MJ/kg, das entspricht 1,00 - 1,53 Steinkohleeinheiten (1 Steinkohleeinheit = 29,309 MJ/kg). Im Sinne der Ressourcenschonung sollte der stofflichen Verwertung Vorrang eingeräumt werden, da auch zu bedenken ist, daß Altöl nur einmal verbrannt werden kann, jedoch bei Vorhandensein entsprechender Qualitäten von Zweitraffinaten mehrmals reraffiniert werden kann.

Zur Zweitraffination von Altölen wurden verschiedene Verfahren entwickelt, wobei das älteste und noch immer weitverbreitetste das Schwefelsäure-Bleicherde-Verfahren ist. Dieses Verfahren ist aufgrund der entstehenden Reststoffe und Nebenprodukte aus ökologischer Sicht abzulehnen. Ein Zweitraffinationsverfahren hat heute auch den zunehmenden Anfall an Altölen aus synthetischen Ölen zu berücksichtigen. Da beim Schwefelsäure-Bleicherde-Verfahren bei der Verarbeitung von Altölen, die synthetische Öle enthalten, zum einen die Menge an zu entsorgenden Reststoffen vergrößert wird und zum anderen verfahrenstechnische Probleme auftreten, ist zu erwarten, daß sich "moderne Reraffinationstechniken" in den nächsten Jahren immer mehr durchsetzen werden. Ein Reraffinationsverfahren muß neben der erzielbaren Produktqualität folgendes berücksichtigen:

- o es darf zu keiner Anreicherung von Schadstoffen im Grundöl kommen
- o die Entsorgung der anfallenden Reststoffe und Nebenprodukte darf keine unverhältnismäßig hohe Umweltbelastung darstellen
- o die Emissionen in Luft und Abwasser müssen dem Stand der Technik entsprechend minimiert werden
- o der Energiebedarf des Verfahrens darf die erzielte Ressourcenschonung durch die Reraffination der Altöle nicht in Frage stellen.

In Österreich erfolgt keine stoffliche Verwertung von Altölen. Die ÖMV AG rechnet für ein Reraffinationsverfahren, das dem Stand der Technik entspricht mit einer Investitionssumme von öS 300 Millionen. Aus Sicht der ÖMV AG müßten 100.000 Jahrestonnen Altöl verarbeitet werden, damit eine Reraffinationsanlage wirtschaftlich betrieben werden könnte.

Die energetische Verwertung und/oder thermische Behandlung von Altölen in Österreich erfolgt hauptsächlich in zwei Zementwerken und in den Entsorgungsbetrieben Simmering. Ein geringer Teil wird in den Treibacher Chemischen Werken und in Kleinanlagen verbrannt wie der folgenden Aufstellung zu entnehmen ist.

Anlage/Betreiber	Verbrannte Altölmenge (t/a)	
	1992	1993
Gmundner Zementwerke	13.200	11.600
Werk Peggau	10.900	9.600
Treibacher Chemische Werke	1.200	1.200
Entsorgungsbetriebe Simmering 2)	15.050 (17.400)	14.550 (18.100)
Österreichische Fernwärme-gesellschaft	< 3)	< 3)
USK-Anlagen	1.100	1.100
S u m m e	41.450 (43.800)	38.050 (41.600)

- 1) einschließlich Wasseranteil, gerundete Zahlen
- 2) in Klammer ist die Summe aus verbranntem Altöl im Sinne des AWG 1990 und gefährlichem Abfall auf Mineralölbasis angegeben
- 3) aufgrund von Betriebsstillständen kein nennenswerter Beitrag

Nicht erfaßt wurde die innerbetriebliche Behandlung von Altölen in anderen Anlagen als in den oben angeführten.

Die Abnahme der verbrannten Altölmengen in den oben angeführten Anlagen ist nicht auf eine Verringerung der Entsorgungskapazitäten zurückzuführen, sondern korreliert mit der Abnahme des Schmierstoffabsatzes und daraus folgender Abnahme der anfallenden Altölmengen.

Gegenüberstellung der Grenzwerte in mg/Nm ³ von Anlagen, die Altöl thermisch behandeln						
	Altöl-VO 1987 6)	Zementwerk Gmunden 1)	Zementwerk W & P 2)	EBS 3)	TCW 4)	ÖFWG
Vol. % O ₂	3	10	aktueller W.	11	aktueller W.	3
Staub	30	50	50	10	2	30
NO _x	-	-	1.300	350	-	-
SO ₂	-	400	200	100	-	-
CO	65	-	-	-	-	65
Corg.	30	50	20	20	20	30
PCDD/F 3)	-	0,1 x 10 ⁶	1 x 10 ⁶	0,1 x 10 ⁶	0,1 x 10 ⁶	-
HCl	30	30	20 2)	15	30	30
HF	-	5	10	0,1	0,7	-
PCB	-	-	1 x 10 ³	-	-	-
Pb + Zn + Cr	4,0	-	-	-	-	4,0
Pb + Cr + Sn	-	5	-	-	-	-
Cd	0,1	0,2	-	0,05	-	0,1
Cd + Hg + Tl	-	-	-	-	-	-

weitere sind Grenzwerte gegeben für:

- 1) Tl (0,1 mg/Nm³)
 - 2) Ni+As+Cr (1,0 mg/Nm³), Pb+V+Mn (5,0 mg/Nm³); HCl: in Abweichung der behördlichen Grenzwerte sehen die Auflagen des Umwelt- und Wasserwirtschaftsfonds einen HCl-Wert von 5 mg/Nm³ vor.
 - 3) Hg (0,05 mg/Nm³), As (0,2 mg/Nm³), Cr (0,2 mg/Nm³)
 - 4) Summe Arsen, Nickel und Cobalt (1 mg/Nm³)
 - 5) TE-Wert nach [I-TEF]
 - 6) Bei Kleinanlagen können in den einzelnen Genehmigungsbescheiden voneinander abweichende Auflagen gegeben sein. Generell lehnen sich die Emissionsgrenzwerte jedoch an die Bestimmungen der Altölverordnung an.
-kein Grenzwert vorgesehen

Die tatsächlichen Emissionswerte liegen meist beträchtlich unter den behördlich vorgeschriebenen Emissionsgrenzwerten.

Bei obiger Aufstellung ist zu beachten, daß der Sauerstoffbezug unterschiedlich ist, sodaß die Grenzwerte aus der Altölverordnung mit 0,556 zu multiplizieren sind, um direkt mit den Grenzwerten, die sich auf einen Sauerstoffbezug von 11 Vol.% beziehen, verglichen werden zu können.

Neben der teilweise unterschiedlichen Höhe der Grenzwerte ist vor allem auffallend, daß für die Parameter SO₂ und NO_x oftmals überhaupt keine Begrenzung vorgesehen ist. Im Falle des SO₂ ist das umso bedenklicher, da auch der Schwefelgehalt in Altölen nicht limitiert ist.

Weiters ist auch eine Begrenzung für polychlorierte Dibenzodioxine und -furane (PCDD/F) nicht in allen Fällen vorgesehen.

Der Verbrennung von Altölen in Kleinanlagen steht das Umweltbundesamt kritisch gegenüber, da in solchen Anlagen keine kontinuierliche (häufige An- und Abfahrbetriebszustände) gegeben ist, die kontinuierliche Überwachung der Emissionen meist nicht erfolgt, und die Kleinanlagen im Vergleich zu Großanlagen mit einer ungenügenden Rauchgasreinigung ausgestattet sind.

Das Umweltbundesamt vertritt die Ansicht, daß generell für alle Anlagen, die Abfälle und somit auch Altöle thermisch behandeln, gleiche Anforderungen an die Emissionsgrenzwerte, Betriebsweise und Ausstattung zur kontinuierlichen Aufzeichnung von Emissionen vorzusehen sind. Es sollte keine Unterscheidung nach der Anlagengröße getroffen werden und auch nicht danach, ob die Anlage auf die thermische Behandlung von Abfällen spezialisiert ist oder ob es sich um eine Anlage in einem industriellen Produktionsbetrieb handelt, in der die thermische Behandlung von Abfällen erfolgt.

Ausnahmeregelungen für spezielle Parameter sollen für industrielle Anlagen nur bei nach dem Stand der Technik nicht vermeidbaren Emissionen erfolgen. Eine Regelung in diesem Sinne sollte unter Berücksichtigung einer angemessenen Übergangsfrist auch für Altanlagen erfolgen.

Zusammenfassung der Empfehlungen

kurzfristig:

- o Absenkung des Grenzwertes für den Halogengehalt in Altöl, das der Schlüsselnummer 54102 zuzuordnen ist.
- o Vorschreibung eines Emissionsgrenzwertes für Stickoxide für alle Anlagen zur Energiegewinnung aus Altölen.
- o Vorschreibung eines Emissionsgrenzwertes für PCDD/F für alle Anlagen zur Energiegewinnung aus Altölen.
- o Die Verfeuerung von Altölen mit einem Schwefelgehalt größer als 0,2 Ma.% ist in Anlagen ohne Rauchgasentschwefelung oder anderer Maßnahmen zur Begrenzung von Schwefeloxidemissionen zu untersagen.
- o Ausschöpfung des Vermeidungspotentials für Altöle durch entsprechende Schmierstoffpfllegemaßnahmen.

mittelfristig:

- o Es sind die gleichen Anforderungen hinsichtlich Emissionsgrenzwerten, Betriebsweise und Ausstattung zur kontinuierlichen Aufzeichnung von Emissionen an alle Anlagen, die Altöle thermisch behandeln, zu stellen

- o Prüfung der diversen Bereiche des Nutzfahrzeugbereiches auf Vermeidungspotentiale durch Einbau von Nebenstromfiltern.
- o Verlängerung der Motorölstandzeiten bei Dieselpersonenkraftwagen durch Adaptionen der Motoren an die vorhandenen Schmierölqualitäten.

Alle Daten wurden der Studie: "Zusammensetzung und Behandlung von Altölen", die von der Forschungsgesellschaft Technischer Umweltschutz im Auftrag des Umweltbundesamtes 1994 erstellt wurde, entnommen.

5.21 Bohr- und Schleifölemulsionen und Emulsionsgemische

Schlüsselnummer: 54402	Massenanteil - gesamt	rd.	0,03	%
	- gefährliche Abfälle	rd.	1,3	%
	Abgeberbetriebe gem. AbfDV	rd.	640	
Masse	13.000	t	Technisches Verringerungspotential	40-60 %

In Österreich werden etwa 1.900 t/a Kühlschmierstoffextrakt von Mineralölfirmen und der chemischen Industrie abgesetzt, woraus sich eine Menge an Kühlschmierstoffemulsionen in der Größenordnung von 40.000 t ergibt. Aufgrund von Austragungs- und Verdampfungsverlusten steht jedoch nicht die gesamte Menge zur Entsorgung an.

Bei der spanenden Bearbeitung von Metallen, aber auch Materialien wie z.B. Glas und Keramik, werden Kühlschmierstoffe in umfangreichem Maße eingesetzt. Das Anforderungsprofil (Schnittgeschwindigkeit, Zerspanungsvolumen, zu bearbeitende Werkstoffe, Arbeitssicherheit, Umwelt) bestimmt Art und Zusammensetzung des einzusetzenden Kühlschmierstoffes. Ein genereller Verzicht ist derzeit sicher nicht realisierbar, insbesondere wegen der ständig steigenden Anforderungen an die Fertigungsprozesse. Dennoch gibt es Bereiche, wie z.B. die Zerspanung von Grauguß, in denen die Trockenbearbeitung seit langem und in jüngster Zeit verstärkt angewendet wird.

Maßnahmen zur Abfallverringerung

Abfallvermeidungsmöglichkeiten liegen im wesentlichen im ordnungsgemäßen und pflegenden Kühlschmierstoffeinsatz sowie in der eingesetzten Anlagentechnik. Desweiteren bilden Information und Schulung des betrauten Personals über Wirkung, Pflege und Umgang mit Kühlschmierstoffen die beste Erfolgsgrundlage.

Die wichtigsten Maßnahmen sind:

- o Verlängerung der Badstandzeiten
- o Verminderung der Spritz- und Austragungsverluste
- o Einsatz abfallarmer Produktionsverfahren.

Verlängerung der Badstandzeit

Ansetzen einer Emulsion

Bereits beim Ansatz kann die Lebensdauer einer Emulsion maßgeblich beeinflusst werden. Neben dem richtigen Anmischen (Herstellerangaben) ist die Qualität des verwendeten Wassers zu beachten. Zu weiches Wasser (Schaumbildung) ist ebenso-

nig geeignet wie zu hartes (vermindert die Emulsionsstabilität). Der Bereich zwischen 10 Grad und 20 Grad Wasserhärte gilt allgemein als gut geeignet. Der Nitratgehalt sollte möglichst gering sein, auf jeden Fall jedoch unter 50 mg/l liegen. Für Chlorid gilt das gleiche mit 100 mg/l als oberer Grenzwert.

Zur Vermeidung von Aufkonzentrationen sollten Verdampfungsverluste dagegen nur mit vollentsalztem Wasser ergänzt werden.

Kühlschmierstoffpflege

Die Standzeit eines Kühlschmierstoffes ist neben der Produktqualität in starkem Maße vom Umfang und der Kontinuität seiner Pflege abhängig. Die Bedeutung der Pflege liegt jedoch nicht nur in der unmittelbaren Beeinflussung von Kühlschmierstoffstandzeiten mit den damit verknüpften Verbrauchsreduzierungen, sondern auch in der

- o Verbesserung der Oberflächengüte und Maßgenauigkeit der zu bearbeitenden Werkstücke
- o Verlängerung der Werkzeugstandzeit
- o Vermeidung von Hauterkrankungen und -verletzungen
- o höheren Maschinenverfügbarkeit.

Zu den Pflegemaßnahmen zählen

- o die mechanisch-physikalische Pflege
- o die chemische Pflege
- o die Überwachung

Verfahren	Einzelmaßnahmen
Überwachung	Überwachung vor Ort Laborüberwachung
Mechanisch-physikalische Pflege	Abtrennen fester Fremdstoffe Abtrennen flüssiger Fremdstoffe Temperieren
Chemische Pflege	Mischen Konservieren Wechsel Belüften Nachstellen

Chemische Pflege und das Temperieren sind Maßnahmen, die nur bei Bedarf (Kontrolle) eingesetzt werden. Die anderen mechanisch-physikalischen Maßnahmen sind prinzipiell geeignet, ständig für die qualitative Erhaltung der Emulsion zu sorgen.

In der VDI-Richtlinie 3397 sind die genannten Maßnahmen umfassend dargestellt.

Derartige Pflegemaßnahmen müssen nicht unbedingt vom Betrieb selbst durchgeführt werden. Es wird ein sogenanntes Full-Service System angeboten, durch welches bei Anwendung der im folgenden genannten Leistungen die Entsorgungskosten (und damit die Massen) bis zu 50 % reduziert werden können:

- o Bestandsaufnahme und Optimierung des Produkteinsatzes
- o Bereitstellung abgestimmter System-Produkte
- o Überwachung nach KSS-Wartungsplan, Laborüberwachung
- o Geräte/Anlagen zur KSS- und Öl-Pflege
- o Produktpflege, KSS/Öl-Wechsel, Gerätewartung
- o Aufbereitung gebrauchter Öle und Emulsionen
- o Lagerbehälter lt. WHG, Logistik
- o Entsorgung gemäß neuestem Gesetzesstand (Abschluß von Rahmenverträge mit zugelassenen Abfallbeseitigern)
- o Beratung, Consulting, Schulung

Verminderung der Spritz- und Austragungsverluste

Die Austragungsverluste durch Späne und Schlämme sind bei Bearbeitungsölen, bedingt durch die höhere Viskosität von erheblich größerer Bedeutung als bei den Emulsionen. Maßgeblich beeinflußt werden die Austragungsverluste durch Oberfläche und Geometrie der Werkstücke sowie durch das Bearbeitungsverfahren, welches Art, Feinheit und Oberflächen der Späne bestimmt.

Spritzverluste sind von der Bearbeitungsgeschwindigkeit sowie von der Art der Kühlschmierstoffzuführung (Druck, Zuführungsstelle) abhängig. Sie können nahezu 100 %ig durch Spritzschutzwände oder Arbeitsraumkaselung vermieden werden.

Einsatz abfallarmer Produktionsverfahren

Nach dem heutigen Stand der Technik kann auf Kühlschmierstoffe nicht generell verzichtet werden. In jedem Fall ist jedoch der tatsächliche anwendungsspezifische Bedarf zwischen Maschinenhersteller, Kühlschmierstofflieferant und Anwender abzuklären, um "Sicherheitszuschläge" zu vermeiden.

Hochwertige Werkzeuge (Beschichtung, Keramik), neue Werkzeugtechnologien (innenliegende KSS-Kanäle) sowie die gezielte Aufbringung des Kühlschmierstoffes auf die Werkstelle beinhalten ein bedeutendes Einsparungspotential, ohne die Standzeit und Qualität negativ zu beeinflussen.

Emulsionswechsel

Während des Einsatzes unterliegt jeder Kühlschmierstoff einer ständigen Alterung, d.h. seine Eigenschaften verändern sich und der Gebrauchswert wird vermindert. Neben der Beanspruchung durch den Bearbeitungsvorgang (vorwiegend thermisch und mechanisch) wirken sich insbesondere eingeschleppte Fremdstoffe, wie Fremdöle, Feststoffe und aus der Luft aufgenommene Schadstoffe negativ auf die Gebrauchseigenschaften der Kühlschmierstoffe aus.

Ein KSS-Austausch wird erforderlich,

- o wenn das erforderliche Bearbeitungsergebnis nicht mehr erzielt wird (Oberflächengüte, Genauigkeit, Werkzeugstandzeit).
- o wenn Inhaltsstoffe (Konzentration, Additive) abgenommen haben und ein "Nachschärfen" nicht mehr möglich ist,
- o bei mikrobieller Zersetzung und
- o wenn die Schadstoffbelastung im Kühlschmierstoff zu hoch wird (Nitrit, Metall-Ionen, Keime, Fremdöl usw.)

Der gründlichen Reinigung des gesamten KSS-Systems beim Wechsel der Emulsion kommt große Bedeutung zu, um eine mikrobielle Kontamination der frisch angesetzten Emulsion durch Reste von Pilzen und Bakterien zu vermeiden. Eine Desinfektion von Behälter und Umlaufsystemen kann durch sogenannte Systemreiniger, die der alten Emulsion ca. 12 - 24 Stunden vor dem Wechsel zugegeben werden, erreicht werden.

Für den Kühlschmierstoffwechsel stehen Absaugwagen, mit denen der Inhalt der Behälter abgesaugt werden kann, und die zusätzlich mit einem Hochdruckreiniger zur gründlichen Behälterreinigung ausgerüstet sind, zur Verfügung.

Vor der Wiederbefüllung sollte Effektivität der Reinigung kontrolliert werden.

Entsorgung von Emulsionen (Verwertung der Ölphase)

Emulsionen sind nach ihrer Verwendung dermaßen zu behandeln, daß vor allem das ihnen anhaftende Wassergefährdungspotential minimiert wird.

Im Gegensatz zur innerbetrieblichen Entsorgung von KSE, bei der es sich in der Regel um wenige definierte Produkte handelt, auf die man sowohl die Behandlungstechnik als auch die Methodik abstimmen und optimieren kann, hat man es bei der externen Behandlung mit den unterschiedlichsten Stoffen in wechselnder Kombination und Konzentration zu tun.

Die wichtigsten Bestandteile dieser Öl-Wasser-Emulsionen sind:

- o Lecköle/sonstige Fremdöle
- o emulgierte Mineralöle (Anteil 3-10 %)
- o Metallabrieb, Schleifmittelrückstände
- o Schmutzpartikel
- o Lösungsmittel, halogenhaltig/halogenfrei
- o Anionentenside
- o Niotenside
- o Emulgatoren, anionisch/nichtionisch
- o CO-Emulgatoren
- o Korrosionsinhibitoren
- o Oxidationsinhibitoren, Radikalfänger (z.B. organische Sulfide, aromatische Amine)
- o Entschäumer (z.B. Polyalkohole)
- o Hochdruckzusätze
- o Metallsalze

Wegen der erwähnten Fremd- und Zersetzungsstoffe ist es erforderlich, der eigentlichen Emulsionsspaltung Verfahrensschritte vor- oder nachzuschalten:

- o Abtrennung der nicht emulgierten Fremdöle durch Abskimmen, eventuell mit Unterstützung, z.B. durch Flotation,
- o Abtrennung der Feststoffe durch Filtrierung und/oder Absetzen im Absetzbecken,
- o Emulsionsspaltung
- o Nachbehandlung des abgespaltenen Wassers, d.h. Entfernung von gelösten Schwermetallen und organischen Substanzen (CSB-Wert), Neutralisation,
- o ggf. Nachbehandlung der abgespaltenen Ölphase (Reduzierung des Wassergehaltes).

Zur Emulsionsspaltung stehen unterschiedliche Verfahren zur Verfügung, die einzeln oder in Kombination eingesetzt werden:

- o chemische Verfahren
 - mit anorganischen Spaltmitteln
 - mit organischen Spaltmitteln

- o physikalische Verfahren
 - thermisch destillative Verfahren
 - Membranverfahren
 - Flotation
 - elektrochemische Verfahren

Bewertung der Abfallverringerungsmaßnahmen

Durch geeignete Pflegemaßnahmen ist eine Verringerung der als Abfall anfallenden Bohr- und Schleifölemulsionen in der Größenordnung von 20 % kurzfristig zu erzielen.

Langfristig müssen neue Metallbearbeitungstechnologien entwickelt und eingesetzt werden (z.B. Lasertechnik), um eine höhere Vermeidungsquote zu erreichen.

Auch nach Ansicht der Wirtschaftskammer Österreich (WKÖ) könnte längerfristig durch neue Metallbearbeitungsmethoden ein beträchtliches Vermeidungspotential erschlossen werden, das aber aufgrund der aufwendigen Technologien kurzfristig nicht realisiert werden kann (Arbeitsausschuß für Umweltpolitik des Beirates für Wirtschafts- und Sozialfragen, 1991).

5.22 Sonstige Öl-Wassergemische

Schlüsselnummer: 54408	Massenanteil - gesamt	rd.	0,07	%
	- gefährliche Abfälle	rd.	2,7	%
	Abgeberbetriebe gem. AbfDV	rd.	1.850	
Masse	26.500	t	Technisches Verringerungspotential	20-40 %

Ölhaltige Abwässer fallen in drei Qualitäten an, die sich vor allem durch den Ölgehalt unterscheiden:

Art	Ölgehalt	Herkunft
Emulsionen	2 - 10 %	mechanische Bearbeitung
Waschlaugen	0,3 - 0,5 %	Reinigung ölbehafteter Teile
Spülwässer	0,05 - 0,1 %	Reinigung von Anlagen und ölbehafteten Teilen

Eine getrennte Erfassung der besonders ölreichen Emulsionen kann für die Aufarbeitung von Vorteil sein. Bei den Waschlaugen läßt sich die Aufarbeitung zusätzlich durch den Einsatz von ölverdrängenden Entfettungsmitteln, anstelle von emulgierenden, vereinfachen. Diese Waschmittel haben die Eigenschaft, Öle nur kurzfristig während des Reinigungsvorganges in der wäßrigen Phase zu binden. Die Waschlauge ist eine instabile Emulsion, die das Öl leicht wieder freigibt, welches mit herkömmlichen physikalischen Verfahren abgetrennt werden kann (Bosse, 1991). Die folgende Tabelle gibt einen kurzen Überblick über die Möglichkeiten der Behandlung von ölhaltigen Abwässern, mit denen man je nach Art und Eigenschaft des Abwassers das Ziel der weitgehenden Rückgewinnung der Öle erreichen kann. Da alle Verfahren mit speziellen Vor- und Nachteilen behaftet sind, führen meist nur kombinierte Verfahren zum gewünschten Erfolg.

Möglichkeiten der Behandlung ölhaltiger Abwässer		
Verfahren	Vorteile	Nachteile
Flockung & Fällung (ohne chem.-therm. Schlammaufbereitung)	- bewährtes Verfahren - einfache Verfahrenstechnik	- Erzeugung von Öl-Hydroxidschlamm als Abfall
Flockung & Fällung (mit chem.-therm. Schlammaufbereitung)	- gute Altölqualität - kein Öl-Hydroxidschlamm als Abfall - Wiederverwertbarkeit der sauren Phase	- Aufsalzung - Einsatz von heißer Salzsäure - Umwälzung großer Volumina - Entsorgung der sauren Phase aufwendig
Organische Spalter	- kein Öl-Hydroxidschlamm als Abfall - niedrige Betriebskosten - einfache Verfahrenstechnik	- Entwässerung des Spaltöles notwendig - hoher Laboraufwand
Ultrafiltration	- bewährtes Verfahren - kein Öl-Hydroxidschlamm als Abfall	- Entwässerung des Retentates notwendig - hohe Betriebskosten - hohe Investitionskosten
Biologische Verfahren	- kein Öl-Hydroxidschlamm als Abfall - kein Chemikalieneinsatz	- gleichmäßige Frachten erforderlich - nur in Kombination mit anderen Verfahren sinnvoll

Darüberhinaus müssen zur Verringerung des Aufkommens an Öl-Wassergemischen (Emulsionen, Waschlaugen) Vermeidungsstrategien gefordert werden, die zum Beispiel nachstehend angeführte Maßnahmen beinhalten und meist eine Standzeitverlängerung zum Ziel haben:

- o Einsatz von Separatoren zur Verminderung von Fremdölgehalt und Verschmutzung
- o Einsatz geeigneter Filtereinrichtungen
- o Einsatz von VE-Wasser bei der Nachergänzung zur Vermeidung der Aufsalzung
- o Sammeln und Entsorgen von Kondensat aus Absaugungen statt Rückführung in das Kühlmittel
- o Kontrolle des Ölverbrauches und Beseitigen von Leckage an Hydrauliksystemen
- o Regelmäßige Reinigung der Maschinen und ihres Umfeldes ohne das Kühlmittel zu verunreinigen (Verkeimung)
- o Bereitstellen von Tankwagen oder Lagertanks zur Zwischenlagerung des Kühlmittels bei Instandhaltungs- und Reinigungsarbeiten
- o Regelmäßige umfassende Kühlmittelüberwachung

Durch die angeführten Maßnahmen können meist ohne großen Aufwand erhebliche Anteile am Vermeidungspotential genutzt werden, d.h. in manchen Fällen werden sogar Kosten eingespart, weil weniger Hilfsstoffe (Öle) benötigt werden.

Bei Neuanlagen ergeben sich zusätzliche Vermeidungsmöglichkeiten durch die Umgestaltung abfallproduzierender Anlagenteile, sodaß die notwendigen Füllmengen für Kühl- und Schmiermittel möglichst gering gehalten werden können.

Die stofflichen Verwertungsmöglichkeiten für Öl-/Wassergemische sind als gering anzusehen, weil in der Praxis nach erfolgter Öl-/Wasser-Trennung nur selten ausreichende Ölqualitäten erreicht werden, die eine stoffliche Verwertung auf wirtschaftliche Weise ermöglichen. Dafür ist der Großteil der nach der Trennung anfallenden Ölphasen (außer chlorhaltige) für die energetische Nutzung in industriellen Verbrennungsanlagen geeignet.

5.23 Ölabscheiderinhalte (Benzinabscheiderinhalte)

Schlüsselnummer: 54702	Massenanteil - gesamt	rd.	0,08	%
	- gefährliche Abfälle	rd.	3,1	%
	Abgeberbetriebe gem. AbfDV	rd.	3.660	
Masse	30.000	t	Technisches Verringerungspotential	10-20 %

Das bestehende Mißverhältnis zwischen zu wenigen Erzeugermeldungen im Abfalldatenverbund und der hohen Anzahl an Betriebsstätten, in denen Ölabscheider installiert sind verlangt nach verstärkter Kontrolltätigkeit sowohl hinsichtlich Effektivität der Ölabscheider (Verlängerung der Aufenthaltszeiten in Ölabscheidern gemäß ÖNORM B 5101), als auch in bezug auf die Einhaltung der vorgesehenen Wartungsabstände (Absaugung).

Diese Maßnahmenforderungen sind unabdingbar notwendig, um zu verhindern, daß Mineralöle in nennenswertem Ausmaß in die Umwelt gelangen.

Anlässlich der zu intensivierenden Kontrolltätigkeit soll auch auf die Einhaltung der Sorgfaltspflicht geachtet werden, um kurzfristig ein Vermeidungspotential (gegenüber dem zu erwartenden Anstieg ohne diese Maßnahme) in der Größe von 10 % bis 20 % zu erschließen. Zu diesem Zweck sollten anhand der behördlichen Kontrollen die Daten des Neu- und Altölaufkommens der Masse aus der SN 54702 gegenübergestellt werden. Mit den Zusatzinformationen über Betriebsstrukturen können Vermeidungspotentiale branchenweise genau festgelegt werden, Fahrlässigkeiten einzelner Betriebe werden sofort erkannt und Maßnahmen können eingeleitet werden.

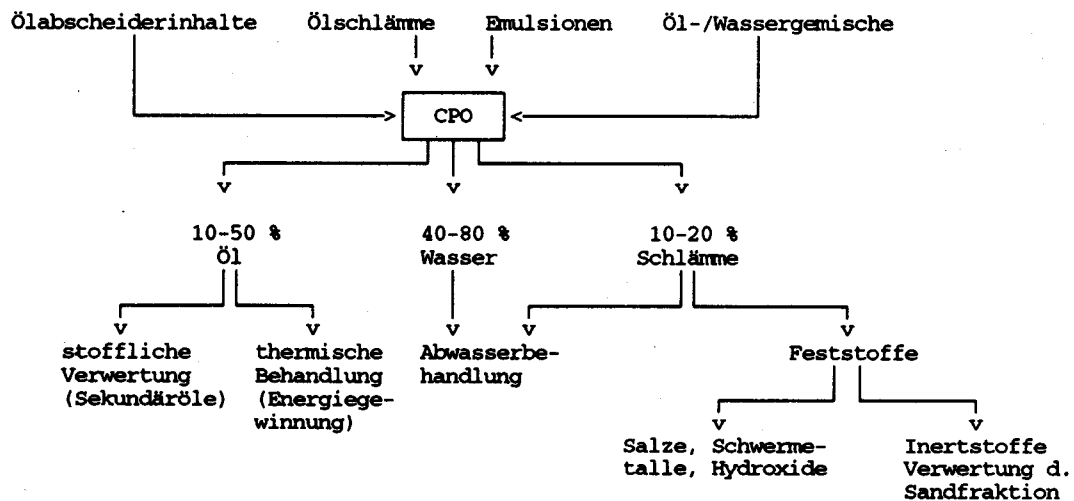
Langfristig ist ein weiteres Vermeidungspotential nur mit Hilfe technischer Innovationen erreichbar. Vor allem eine Verlängerung der Standzeit von Schmierölen oder höherwertigen Ersatzstoffen (Schmierstoffpflege, wartungsfreie Dauerschmierungen) schafft nicht nur ein beträchtliches Vermeidungspotential für Altöle, sondern auch für Ölabscheiderinhalte.

Die Restabfälle sind in geeigneter Form zu behandeln, wobei aus dem Inertstoffanteil möglicherweise eine verwertbare Sandfraktion abgetrennt werden kann. Dabei sind im Sinne des Abfallwirtschaftsgesetzes, das nach der Vermeidung der Verwertung von Abfällen den Vorrang vor der Beseitigung gibt, an Anlagen, in denen ölhaltige Abfälle behandelt werden sollen, folgende Anforderungen zu stellen:

- o Gewinnung einer Ölfraktion, die stofflich verwertet, zumindest jedoch energetisch genutzt werden kann
- o Abtrennung einer gereinigten Sandfraktion mit definierter Kornverteilung, die als Baustoff verwendet werden kann
- o Behandlung des in der CP-Anlage anfallenden Abwassers

Im technologischen Bereich spielt die CPO-Anlage eine zentrale Rolle bei Verwertungsmaßnahmen aller ölhaltigen Abfälle mit wässrigem Anteil, denn der eigentliche Verwertungsschritt (stofflich oder energetisch) kann erst nach der Abtrennung der Ölphase erfolgen. Für Ölabscheiderinhalte wird in erster Linie die energetische Nutzung durchzuführen sein.

Die folgende Graphik illustriert die zentrale Rolle von CPO-Anlagen und gilt nicht nur für Ölabscheiderinhalte, sondern sinngemäß auch für die Schlüsselnummern 54402, 54408, 54703, wobei die zukünftige Entwicklung vorsehen sollte, Abfälle großer Betriebe - sofern auch deren Abfallmasse groß ist - in betriebsinternen Anlagen zu behandeln (keine Transportwege) und nur kleine bis mittelgroße Massenströme den externen Anlagen zuführen.



5.24 Schlamm aus Öltrennanlagen

Schlüsselnummer: 54703	Massenanteil - gesamt	rd.	0,01	%
	- gefährliche Abfälle	rd.	0,3	%
	Abgeberbetriebe gem. AbfDV	rd.	70	
Masse 3.000 t Technisches Verringerungspotential nicht schätzbar				

In Österreich fallen derzeit laut Begleitscheinmeldungen rund 1.000 t Schlämme an, die durch die Behandlung von ölhaltigen Abwässern in CPO-Anlagen entstehen. Im langfristigen Mittel werden pro Kubikmeter Abwasser etwa 9 kg Schlamm erzeugt. Werden zur Flockung und Fällung Metallsalze verwendet, bilden sich sogenannte Öl-Hydroxidschlämme, die zur besseren Entwässerbarkeit mit Kalk konditioniert heute noch deponiert werden.

Wie bereits bei den Ölabscheiderinhalten (SN 54702) sowie bei den Öl-Wassergemischen (SN 54408) ausgeführt, wird durch die zu intensivierende Kontrolltätigkeit der Behörden ein Anstieg der zu behandelnden ölhaltigen Abfälle erwartet, sodaß infolgedessen auch bei den Folgeprodukten aus dieser Behandlung mit einer Erhöhung zu rechnen ist. Mit Hilfe geeigneter Technologien kann jedoch das Ausmaß dieses Anstiegs begrenzt werden (Bosse, 1991). Durch die Anwendung von Ultrafiltration, Flotation und biologischen Verfahren sowie durch den Ersatz der Metallsalze durch organische Substanzen zur Öl-Wasser-trennung kann die Entstehung von Öl-Hydroxidschlämmen verringert werden. Ein weiteres Vermeidungspotential kann durch die Verringerung von Ölabscheiderinhalten, Öl-Wassergemischen, Emulsionen und anderen ölhaltigen, flüssigen Abfällen erschlossen werden.

Für die Aufarbeitung der nicht zu vermeidenden Schlämme aus Öltrennanlagen ist eine Auftrennung in Fraktionen zu fordern, die einerseits zur Verbesserung und andererseits einer herkömmlichen Abwasserbehandlung zugeführt werden können.

5.25 Schleifschlamm, ölhaltig

Schlüsselnummer: 54710	Massenanteil - gesamt	rd.	0,01	%
	- gefährliche Abfälle	rd.	0,3	%
	Abgeberbetriebe gem. AbfDV	rd.	100	

Masse	2.500	t	Technisches Verringerungspotential	rd.	40	%
-------	-------	---	------------------------------------	-----	----	---

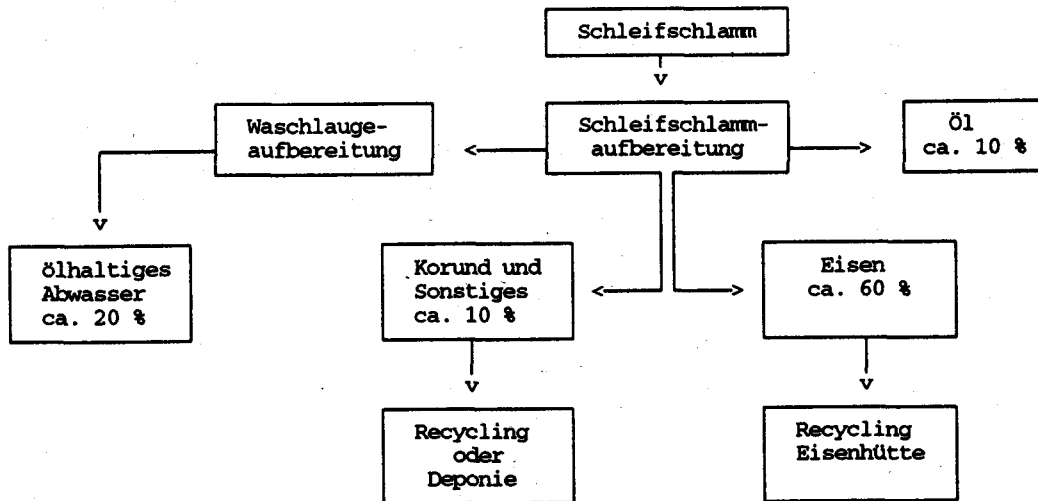
Schleifschlämme fallen in der mechanischen Oberflächenbearbeitung im Motor- und Getriebebau (vor allem Automobilindustrie) an. Die derzeit in Österreich jährlich anfallende Masse beträgt rd. 2.500 t und setzt sich aus folgenden Inhaltsstoffen zusammen, die in Abhängigkeit vom Bearbeitungsprozeß von der Zusammensetzung der Emulsion und vom Leckölverlust der Maschine in weiten Bereichen schwanken können:

<u>Inhaltsstoffe</u>	<u>Anteil in Gewichts-%</u>
Eisen	60 - 70
Korund	4 - 8
Öl	3 - 13
Wasser	10 - 30
Sonstige	4 - 5

Eine mögliche Verringerung der anfallenden Massen kann, wenn auch nur in begrenztem Umfang, im Zusammenhang mit einer Umstellung der Fertigungstechnologie auf neue Verfahren erwartet werden. Dabei sind vor allem die Reduzierung des Aufmaßes, sodaß weniger Material abgetragen werden muß, und die Verfahrensumstellung auf CBN-Schleifen (Cubisches Bornid-Nitrit-Schleifen) als Ansatzpunkte für ein mögliches Vermeidungspotential zu sehen (Bosse, 1991).

Zur Behandlung der nicht vermeidbaren Schleifschlämme können physikalische, chemische und biologische Verfahren angewendet werden, wobei z.B. Verfahren zum biologischen Abbau des Ölteils erst im Labormaßstab existieren und chemische Aufarbeitungsmöglichkeiten (z.B. Auflösen des Eisenanteils mit Salzsäure) auf Grund der logistischen Probleme (An- und Abtransport großer Mengen an Chemikalien und Wasserstoff) für einen metallverarbeitenden Betrieb nicht wirtschaftlich handzuhaben sind. Daher ist eine praxisgerechte Aufarbeitung notwendig, bei der die Bestandteile des ölhaltigen Schleifschlammes voneinander getrennt werden. Dabei erschweren der hohe Feinkornanteil des Schlammes und die innige Vermischung der Komponenten die Trennoperation.

Ein technischer Lösungsansatz zur Aufbereitung von Schleifschlamm ist in folgendem Fließschema dargestellt:



Im ersten Schritt wird mit Hilfe eines geeigneten Waschmittels eine Entölung durchgeführt. Um eine vollständige Entölung zu erreichen ist ein mehrmaliges Waschen erforderlich. Danach wird das Eisen durch Magnete vom Korund getrennt und beide Stoffe durch geeignete Filtereinrichtungen ausgetragen. Sowohl der Eisenstaub als auch der Korundstaub können einer weiteren Verwendung zugeführt werden.

5.26 Sonstige Abfälle von Mineralölprodukten (Werkstätten-, Industrie- und Tankstellenabfälle)

Schlüsselnummern: 54926-30	Massenanteil - gesamt	rd.	0,06	%
	- gefährliche Abfälle	rd.	2,5	%
	Abgeberbetriebe gem. AbfDV	rd.	10.200	

Masse	24.000	t	Technisches Verringerungspotential Putzlappen über 50 %
-------	--------	---	---

In der Stoffgruppe 549 sind vor allem folgende Abfälle von Interesse:

SN	Bezeichnung gemäß ÖNORM S 2100	Masse in t
54926	gebrauchte Ölbindematerialien	2.500
54927	ölverunreinigte Putzlappen	3.200
54928	gebrauchte Öl- und Luftfilter	18.500
54929	gebrauchte Ölgebinde	*
54930	feste fett- und ölverschmutzte Betriebsmittel (Werkstätten-, Industrie- und Tankstellenabfälle)	*

Summe in t/a (gerundet)	24.000
-------------------------	--------

* in SN 54928 enthalten

Die Hauptmasse machen ohne Zweifel die gebrauchten Öl- und Luftfilter aus, auch wenn ihr Anteil nicht genau angegeben werden kann, da auch andere ölhaltige Abfälle von Werkstätten unter dieser Schlüsselnummer im Abfalldatenverbund gemeldet werden.

Weil die Schmierstoffpflege zur Verringerung von Altölmassen eine immer größere Rolle spielt, wird die Masse an gebrauchten Ölfiltern nicht unbeträchtlich steigen. An dieser Tendenz kann auch durch technische Neuerungen (rückspülbare Filter, Veränderungen beim Filtermaterial und der Filtergeometrie, andere Schmierstoffpflegemaßnahmen außer der Filtration, Einbau von Nebenstrom-Feinstfiltern) nichts Wesentliches verändert werden, weil diese Maßnahmen zwar zur Verringerung von Ölabbfällen beitragen, aber meist nur eine unzureichende Filterstandzeitverlängerung ermöglichen.

Bei der Masse der gebrauchten Luftfilter darf derzeit keine Verringerung erwartet werden. Ein langfristiges Ziel wäre die Verlängerung der Standzeit durch höhere Filterbeladung ohne

zunehmenden Druckverlust, eine Forderung, die wiederum nur durch technische Innovation erfüllt werden kann.

Zu Putzzwecken werden in Werkstätten und bei Tankstellen häufig Papiertücher verwendet. Anstelle dieser Einwegware leistet ein Textilmietsystem einen wesentlichen Beitrag zur Abfallvermeidung. Bei diesem System werden die Tücher von einem Lieferanten zur Verfügung gestellt und nach Gebrauch zurückgenommen und gereinigt (T. Trixner, 1993).

Ölverunreinigte Putzlappen können bei der Verwendung von Mietputzlappen in Großwäschereien gereinigt werden. Werden die Putzlappen jedoch beispielsweise im eigenen Betrieb gewaschen, entstehen hoch belastete Abwässer und damit nur die Verlagerung der Ölverunreinigung. Die Reinigung soll also nur durch spezielle Firmen durchgeführt werden, die eine umweltkonforme Reinigung der Abwässer garantieren können.

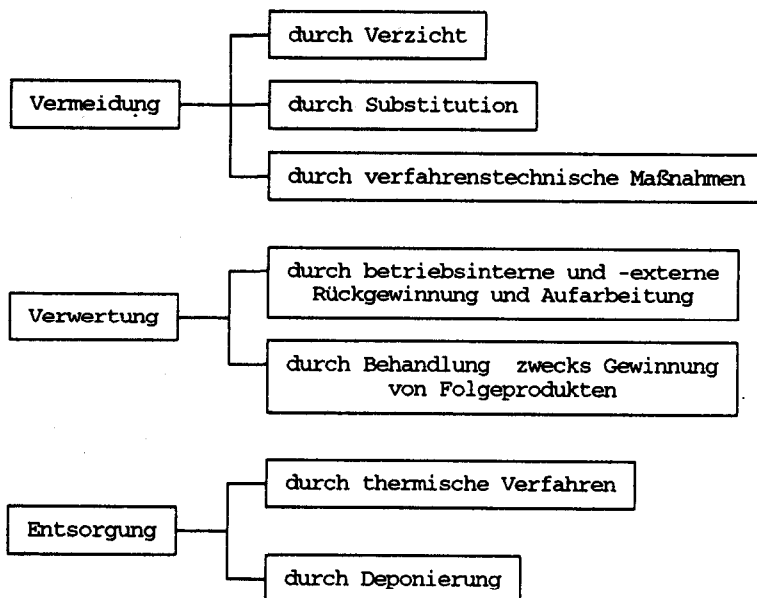
Ölhaltige Restemballagen bestehen in der Regel aus Dosen und Fässern, aus Kunststoff oder Metall. Es läßt sich selbst bei guter Entleerung der Behälter kaum vermeiden, daß Restöl in der Verpackung zurückbleibt. So verbleiben beispielsweise in 1-Liter-Behältern bis zu 20 ml Öl, in 3- bis 5-Liter-Kanistern, die sich schlecht vollständig entleeren lassen, häufig bis zu 50 ml Restöl (P. Heitzinger, 1992).

Zur Neubefüllung von Fahrzeugen mit Motor-, Getriebe-, Hydrauliköl usw. sollten computergesteuerte Entnahmestellen zur Anwendung gelangen. Die Flüssigkeiten werden bei diesem Verfahren mittels Zahnradpumpen in die Stahlrohrleitungen und damit an die Ölabgabestelle gepumpt. Diese Entnahmestellen verfügen über wiederbefüllbare Großgebinde, wodurch aus diesem Bereich keine Ölgebinde mehr anfallen.

5.27 Halogenhaltige organische Lösemittel

Schlüsselnummer: 552 ohne 55205	Massenanteil - gesamt	rd.	0,02	%
	- gefährliche Abfälle	rd.	0,8	%
	Abgeberbetriebe gem. AbfDV	rd.	-	
Masse	7.500	t	Technisches Verringerungspotential	rd. 50 %

Grundsätzlich stehen für die Vermeidung, Verwertung und Entsorgung von halogenhaltigen Lösungsmitteln und halogenhaltigen Reststoffen/-abfälle folgende Konzepte zur Verfügung:



Bei vielen Applikationen der industriellen Teilereinigung besteht die Möglichkeit, nach Maßgabe der Wirtschaftlichkeit und der technischen Anforderungen (Reinigungsleistung, Korrosionsschutz) grundsätzlich auf den Einsatz von halogenierten Kohlenwasserstoffen (HKW) zu verzichten. Folgende verfahrenstechnische und organisatorische Maßnahmen kommen hierzu u.a. in Frage:

- o adäquate Lagerung und Zulieferung von Rohmaterialien, Halb- und Fertigteilen (z.B. staubfreie Lagerung, just-in-time Lieferung),
- o Prüfung der tatsächlich erforderlichen Anforderungen an die Reinheit von Werkstücken bei Zwischen- oder Endreinigungen durch Definition innerbetrieblicher oder kundenspezifischer Kriterien,

- o Verwendung alternativer Bearbeitungshilfsmittel,
- o Vermeidung der Trocknung durch Naß in Naß-Verarbeitung,
- o Entwicklung von alternativen Werkstoffen

In weiterer Folge ist der Einsatz von mechanisch-physikalischen Reinigungsverfahren wie Trockenschleudern, thermische und Tieftemperaturverfahren bei geringeren Qualitätsanforderungen an die Oberflächenreinheit praktisch erprobt.

Beispiel: Entfettung und Reinigung nach mechanischer Bearbeitung (Philips GmbH)

Im Rahmen der Umsetzung eines konzerninternen Programmes mit dem Ziel bis 1994 HKWs im Fertigungsbereich vollständig zu substituieren, wurde durch eine verbesserte Filtration der Bearbeitungsemulsion die Menge der auf Werkstücken verbleibenden Verunreinigungen vermindert und eine direkte mechanische Weiterverarbeitung ohne Zwischenreinigung ermöglicht.

Eine vollständige Vermeidung und ein umfassendes Verwendungsverbot ist nur im privaten Bereich zu erwägen, da für den Einsatz in Abbeizmitteln für Farben und in Klebstoffen ökonomisch und ökologisch vertretbare Alternativen verfügbar sind.

Im Bereich der Textilreinigung kann durch Beratung der Konsumenten hinsichtlich der Kauf- und Reinigungsgewohnheiten ein Einsparungspotential ausgeschöpft werden. Seitens der Textilhersteller und -verarbeiter sind im Vorfeld der Anwendung materialtechnische und verarbeitungstechnische Maßnahmen denkbar.

Generell sind bei Überprüfung der Substituierbarkeit von HKWs Einzelfallbetrachtungen erforderlich. Die Substitution der HWK durch alternative Produkte und Produktionsschritte im gewerblichen und industriellen Bereich ist nach Maßgabe folgender Kriterien zu prüfen:

- o verfahrensspezifische Eignung,
- o Weiterverarbeitbarkeit der verunreinigten Chargen und Reststoffe; Verwertung bzw. Beseitigung der nicht-rezyklierbaren Abfälle,
- o Arbeitssicherheit,
- o Umweltverträglichkeit und
- o Wirtschaftlichkeit (u.a. Durchsatz, Behandlungsdauer, Energieeinsatz, Chemikalienkosten, Abfallentsorgung).

Gegenüber den halogenhaltigen stehen folgende halogenfreie Lösemittelgruppen zur Verfügung:

- o wäßrige neutrale, alkalische und saure Systeme,
- o diverse organische Lösungsmittel und Lösungsmittelgemische

Grundsätzliche Vor- und Nachteile der Reinigungsmittelgruppen sind in nachstehender Tabelle angeführt:

Halogenkohlenwasserstoffe

Vorteile:

- o gutes Öl-, Harz- und Fettlösevermögen
- o niedriger Siedepunkt (Teiletrocknung ohne Zusatzenergie)
- o geringe bzw. keine Entzündbarkeit
- o Wiederaufarbeitung durch Redestillation
- o breiter Anwendungsbereich aufgrund niedriger Viskosität, Oberflächenspannung und Inertheit gegenüber vielen Werkstoffen

Nachteile:

- o hohe Umweltrelevanz
- o teilweise Aggressivität gegenüber Kunststoffen
- o Auftreten von Streßkorrosion bei Metallen
- o zunehmende Anforderungen an die Anlagentechnologie (Abgasreinigung, Entsorgungstechnologie)
- o Anforderungen an Arbeitsschutz und Nachbarschaftsschutz

wäßrige Systeme

Vorteile:

- o gute Reinigungsleistung von wasserlöslichen Verunreinigungen
- o keine lösemittelhaltige Abluft
- o keine Zünd- und Explosionsgefahr
- o geringe Toxizität der eingesetzten Chemikalien

Nachteile:

- o u.U. hoher Wasserverbrauch
- o Abwasseraufbereitung erforderlich (Emulsionsbildung, Abtrennung von Feinteilen und Kolloiden)
- o energieaufwendige Trocknung
- o Chemikalienverbrauch
- o Korrosionsgefahr

halogenfreie Kohlenwasserstoffe:

Vorteile:

- o gute Reinigungsleistung für unpolare Stoffe
- o hohe chemische Stabilität
- o geringer Energiebedarf

Nachteile:

- o Brand- und Explosionsgefahr
- o Rückgewinnung durch Destillation z.T. schwer möglich (Azeotropbildung)
- o Aerosolnebelbildung möglich
- o z.T. toxikologisch bedenkliche Gemische

Im folgenden werden die Substitutionsmöglichkeiten in den wesentlichen Anwendungsbereichen andiskutiert.

Bei der Bearbeitung von metallischen, polymeren u.a. Werkstücken mit organischen Lösungsmitteln bzw. Wasser geht es um die Entfernung diverser Verschmutzungen mit dem Ziel funktionelle (Weiterverarbeitung) bzw. dekorative Eigenschaften zu erzielen. Der Begriff Entfetten bezeichnet die Entfernung anhaftender Öl- und Fettreste, hingegen der Begriff Reinigung darüber hinaus die Beseitigung anorganischer Verunreinigungen (Staub, Späne, Pigmente, Metallflitter). Weiters trifft man technisch die Unterscheidung zwischen Behandlungsverfahren bei Raumtemperatur (Kaltentfettung) als auch bei höherer Temperatur (Heiß- und Dampfentfettung), bzw. zwischen Tauch- und Spritzenfettung. Weitere Applikationen sind die Befettung (Auftragen von gelösten Fetten zwecks Korrosionsschutz) und Trocknung. Bei der Auswahl eines Reinigungsmediums ist auf die Geometrie des Werkstückes, seine chemische Zusammensetzung, die erforderliche Oberflächengüte und auf Art, Menge und Zustand der Verunreinigungen Bedacht zu nehmen.

Im Bereich Metallentfettung kommen hauptsächlich chlorierte Kohlenwasserstoffe (CKW) und wäßrige Systeme zur Anwendung. Schätzungen über die Anzahl der Anlagen in der BRD (alte Bundesländer) weisen 20 - 35 % für CKW- und 65 - 80 % für wäßrige Verfahren aus. Es kann damit gerechnet werden, daß der Anteil der CKW-Anlagen in den nächsten Jahren zurückgeht, da gemäß einer Umfrage des VCI bei den Anwendern eine Verlagerung bis zu 80 % auf wäßrige Verfahren als möglich erscheint.

Dennoch bleiben derzeit bestimmte Anwendungsbereiche in der Feinmechanik- und Elektronikindustrie wegen hoher Qualitätsansprüchen den CKW-Lösungsmitteln vorbehalten. Zum Bei-

spiel werden Werkstücke mit komplizierten Oberflächen (Sacklochbohrungen, Blechfalze usw.) bzw. bei hohen Ansprüchen an Fleckenfreiheit bevorzugt mit CKWs behandelt. Weiters haben CKWs verfahrenstechnische Vorteile bei der Entfettung und Reinigung von Werkstücken unterschiedlicher Zusammensetzung oder Geometrie, sowie bei Vorliegen verschiedenster Verunreinigungen in einer Anlage.

Aliphatische Kohlenwasserstoffe wurden in der Vergangenheit bei der Metallentfettung bis auf wenige Anwendungsbereiche zunehmend verdrängt.

Wäßrige Verfahren sind vorteilhaft bei der Reinigung von Werkstücken mit einfacher Geometrie, die mit Fetten, Ölen, Salzen oder anorganischen Pigmenten verunreinigt sind. Für die Abwasserreinigung bei der Verwendung wäßriger Systeme stehen mehrstufige, praxiserprobte Verfahren zur Verfügung; F&E-Bedarf liegt noch bei der Entwicklung geeigneter biologisch-abbaubarer Tensid/Komplexbildner-Kombinationen vor.

Kaltreinigung

Als Kaltreiniger bezeichnet man Lösungsmittel bzw. Lösungsmittelgemische, die zur Reinigung bzw. Entfettung in zum Teil offener Arbeitsweise bei Raumtemperatur dienen. In diesem Anwendungsbereich ist ein CKW-Ersatz durch hochsiedende Kohlenwasserstoffe (Siedepunkte > 180 Grad Celsius) mit Flammpunkten über 55 Grad Celsius (Gefahrenklasse A III nach VbF) möglich. Ein wesentlicher Nachteil dieser Produkte liegt in der zum Teil deutlich höheren Brand- und Explosionsgefahr. Auch bei diesen Mitteln ist in geschlossenen Anlagen mit Kreislaufführungen zu arbeiten. Für die Zukunft bietet sich die Umstellung auf wäßrige Verfahren an.

Die Reinigungsleistung läßt sich durch mechanische Mittel verbessern, wobei folgende Verfahren eingesetzt werden können:

- o Bürstenreinigung
- o Spritzen und Tauchspritzen
- o Ultraschall
- o elektrolytische Verfahren

Die erforderliche Abluftreinigung ist bei hochsiedenden Koh-

lenwasserstoffen effizient mittels Kùhlkondensation zu erreichen. Die verunreinigten Produkte können einer Wiederverwertung zugeführt werden, falls die Chlor- (Befettungsmittel) und Wassergehalte keine Verbrennung erforderlich machen. Aus Arbeits- und Umweltschutzgründen sind aromatenfreie Produkte niedriger Wassergefährdungsklasse zu bevorzugen.

Es können bessere Reinigungs- und Entfettungsergebnisse erzielt werden als mit CKW, wenngleich sich im verfahrenstechnischen Ablauf Nachteile durch verlängerte Trocknungszeiten (wäßrige Systeme) und verminderte Korrosionsbeständigkeit ergeben können.

Kaltentlackung

Auch in diesem Bereich ist bei der Beurteilung der Substituierbarkeit von CKW (Methylenchlorid) eine Einzelfallbetrachtung erforderlich, da das spezifische Reinigungsproblem und die Verwertbarkeit der anfallenden Lackreste die Eignung der Verfahren einschränken. Prinzipiell bieten sich alternativ wäßrige Verfahren an. Bei Produkten für Kleinverbraucher (z.B. Heimwerker) ist eine vollständige Substitution durch halogenfreie Mittel aus Gründen des Gesundheitsschutzes und der Abfallentsorgung anzustreben.

Vor- und Nachteile alternativer Verfahren		
Verfahren	Vorteile	Nachteile
Pyrolyse	kein Chemikalienbedarf	eingeschränkte Anwendbarkeit höherer Energieaufwand Abgas- und Reststoffbehandlung
wäßrig-alkalische Lösungen	keine Lösungsmitteldmissionen	eingeschränkte Wirksamkeit Emissionen über Abwasser lange Einwirkungszeit Verätzungsgefahr energieaufwendige Heißenwendung
Tieftemperaturbehandlung	keine Lösungsmitteldmissionen Lackmaterial wiederaufbereitbar kein Schlammanfall	eingeschränkte Anwendbarkeit höherer Energieaufwand
Strahlverfahren	keine Lösungsmitteldmissionen	eingeschränkte Anwendbarkeit

Im Bereich der Textilreinigung wird in der BRD zu ca. 85 % Perchlorethylen und zu ca. 15 %, speziell für Leder und Pelze, R 113 eingesetzt. Benzine, Trichlorethan, R 11 spielen eine untergeordnete Rolle.

Die Möglichkeiten der Substitution sind derzeit nicht ausgereift, sodaß ein erheblicher F&E-Bedarf in Zusammenarbeit mit den Faser- und Textilherstellern gegeben ist. Bei bestimmten Applikationen im Bereich der Gerbereitechnik und Pelzentfettung ist eine Substitution schwer möglich. Ein Ersatz durch alternative Reinigungssysteme (z.B. Paraffine) ist in Erwägung zu ziehen, wenn umweltrelevante Inhaltsstoffe vermieden werden (Halogene, Aromate, Reinigungsverstärker) und verfahrenstechnisch ausgereifte Anlagen zur Verfügung stehen. Die Brand- und Explosionsgefahr erfordert einen hohen Standard der Sicherheits- und Entsorgungstechnik. Dem Ersatz durch chlorfreie FKW und teilchlorierte HKW steht das bislang ungeklärte Umweltverhalten (ODP-Potential) entgegen.

Der Lösemittelverbrauch in Chemischreinigungsmaschinen ist in der BRD bedingt durch die Einführung von geschlossenen, emissionsarmen Systemen rückläufig. Die verfahrenstechnische Optimierung sämtlicher Bearbeitungsvorgänge ist in diesem Bereich kurzfristig erfolgsversprechend.

Vor- und Nachteile alternativer Verfahren		
Verfahren	Vorteile	Nachteile
FCKW (R 11, R 113)	hoher MAK-Wert schonende Reinigung (Leder)	hoher Preis Umweltrelevanz aufwendige Maschinenteknik
Wasser-Reinigung	keine Lösungsmittlemissionen gute Wirkung bei wasserlöslichen Verunreinigungen toxikologisch unbedenklich	geringe Wirkung bei unpolaren Verunreinigungen Emissionen über Abwasser eingeschränkte Anwendbarkeit
Leicht- und Schwerbenziner	i.d.R. biologisch abbaubar	Brand- und Explosionsgefahr toxikologisch schwer bewertbares Mehrstoffgemisch

In speziellen Tauchlacken werden Trichlorethan und Dichlormethan verwendet. Nach Aussage des VCI können die Hersteller von Tauchlacken kurzfristig auf ökologisch unbedenklichere Lösungsmittelarme bzw. -freie Systeme übergehen.

Die in Druckereien und im graphischen Gewerbe eingesetzten Tetra- und Trichlorethenmengen sind weitestgehend durch spezifische Reinigungsmittel auf Kohlenwasserstoff- und Wasserbasis zu ersetzen.

Im Anwendungsbereich der Lebensmittelextraktion werden neben brennbaren organischen Lösungsmitteln teilweise Methylen-

chlorid und Trichlorethylen verwendet (Kaffee, Hopfen). Die Restkonzentrationen im extrahierten Lebensmittel sind Grenzwerten unterworfen. Sowohl Kaffee als auch Hopfen können im toxikologisch unbedenklicheren halogenfreien organischen Lösungsmittel extrahiert werden. Darüberhinaus steht mit dem Verfahren der Extraktion mit überkritischem CO₂ ein umweltneutrales, bereits in größerem Maßstab angewendetes Verfahren zur Verfügung. Eine vollständige Substitution erscheint mittelfristig erforderlich und möglich.

Vor- und Nachteile alternativer Verfahren		
Verfahren	Vorteile	Nachteile
Extraktion mit überkritischem CO ₂	toxikologisch unbedenklich lösungsmittelfreie Extrakte hohe Selektivität	Chargenbetrieb geringere Durchsätze hohe Invest- und Betriebskosten eventuell Geschmacksverschiebungen
Extraktion mit brennbaren Lösungsmitteln	geringere Umweltrelevanz i.d.R. toxikologisch unbedenklich	Brand- und Explosionsgefahr eventuell Geschmacksverschiebungen

Weitere Anwendungsgebiete mit im einzelnen zu bewertenden Substitutionsmöglichkeiten sind die Verwendung von HKWs als Reaktions- und Fällmedium bei der Synthese von chemischen und pharmazeutischen Produkten.

In zahlreichen Anwendungsbereichen ist eine Substitution von halogenierten Lösungsmitteln durch alternative Reinigungsmittel kurzfristig oder prinzipiell nicht möglich, sodaß durch organisatorische und verfahrens- bzw. anlagentechnische Maßnahmen eine Verminderung der eingesetzten Mengen und der anfallenden Reststoffe bei gleicher Reinigungsleistung angestrebt werden muß.

Im Bereich der industriellen und gewerblichen Anwender liegen die Prioritäten in einer Verbesserung der Reinigungsleistung (minimierter Lösungsmittelverbrauch) und in apparativen Maßnahmen zur Reststoffvermeidung und Emissionsminderung. Zahlreiche Maßnahmen sind produkt- und branchenspezifisch möglich und werden hier exemplarisch aufgezeigt:

- o Optimierung des Betriebes der Reinigungskammer (Trennung der Arbeitsschritte)

- o mechanische Verstärkung der Reinigungsleistung (z.B. Ultraschall)
- o kombinierte Tauch- und Spritzreinigung
- o Einrichtung integrierter Destillationseinrichtungen

Stand der Technik sind gasdicht gekapselte Anlagen mit Beschickungsschleusen und Kreisläufen für Lösungsmittel und Wasser, die abwasserfrei, emissionsarm und abfallmindernd betrieben werden können. Ein anlagenintegrierter, kontinuierlicher Lösungsmittelkreislauf beinhaltet eine mechanische Abtrennung der Feststoffe und u. U. eine destillative Aufarbeitung der Lösungsmittel. Hierbei fällt ein öl- und fetthaltiger Destillationsrückstand mit CKW-Restgehalten von u. U. 50 % an. Eine weitere Aufarbeitung ist betriebsintern oder -extern erforderlich.

Emissionsseitig wird durch geschlossene Anlagen die Menge an Lösungsmittel- und Wasser-Desorbat, Kontaktwasser und verbrauchter Aktivkohle verringert, wobei eine wirtschaftliche Rückgewinnung geringe Abluftvolumina mit hoher Lösungsmittelbeladung voraussetzt. Bei derartigen Anlagen können die Emissionen durch Kapselung, Schleusentechnik, Kondensation und Absorption um bis zu 85 % gegenüber herkömmlichen Anlagen verringert werden. Standzeiten von mehr als 2 Jahren sind möglich und bedingen eine Überwachung und Pflege zwecks Aufrechterhaltung der Reinigungsleistung.

Bei der Kaltentlackung sind neben wäßrigen Verfahren (z.B. Hochdruck-Entlackung) auch thermische Verfahren (Pyrolyse) möglich, wobei im letztgenannten Fall die Begrenzung von Emissionen und die gesicherte Entsorgung der Reststoffe gewährleistet werden muß.

Im Bereich der Textilreinigung ist der Stand der Technik durch geschlossene Systeme mit Schleusenaufgabe und integriertem Aktivkohlefilter für Ab- und Raumluft und eine Verwertung der Reststoffe in Destillationsanlagen gekennzeichnet. Die Auslegung der AK-Anlage ist so zu bemessen, daß ein "Überfahren" bzw. Kapazitätsdurchbruch im Dauerbetrieb verhindert wird.

Der Vermeidungsbedarf im Bereich der Lebensmittelextraktion und Tauchlackierung ist weitgehend durch Substitution gegeben.

Gebrauchte Lösungsmittelchargen müssen einer gesicherten Verwertung zugeführt werden, die aus abfallwirtschaftlicher und umwelthygienischer Sicht hohe logistische und technische Anforderungen an die am Recycling beteiligten Unternehmen

stellt:

- o verbindliche vertragliche Kooperationen zwischen Herstellern, Händlern, Verbrauchern, Sammlern und Verwertern
- o Organisation einer transparenten und emissionsarmen Entsorgungslogistik (Sammelstellen, geeignete Containersysteme)
- o technische Beratung der Anwender hinsichtlich Abfallvermeidung und Emissionsminderung
- o gesicherte Entsorgungsmöglichkeiten für nicht verwertbare Rückstände
- o Anlagen nach dem Stand der Technik hinsichtlich der Emissionsbegrenzung und der Qualität der Redestillate (Stabilisierung für Trichlorethan)
- o Eingangs- und Identitätskontrolle bei Sammlern und/oder Aufarbeitern durch hinreichend ausgestattete periphere Einrichtungen (Labor, Lager usw.)

Aus diesem Anforderungsprofil ergibt sich, daß in erster Linie kapitalstarke Unternehmen mit landesweiter Infrastruktur eine ökonomisch und ökologisch vertretbare Verwertungsoption bieten können, die notwendigerweise durch gesetzliche Rahmenbedingungen unterstützt werden muß. In dieser Hinsicht sind die in der BRD (HKWAbfV) vorgeschriebenen Maßnahmen richtungsweisend (Kennzeichnung, Vermischungsverbot, Rücknahmeverpflichtung, verantwortliche Erklärung).

Für die betriebsinterne Verwertung kommen Aufbereitungsverfahren in Frage, die ab einer bestimmten Mindestmenge Lösungsmittel wirtschaftlich sind. Das Ziel der betriebsinternen Verwertung ist die Rückgewinnung eines Destillates in einer Qualität, die eine Wiederverwendung erlaubt. Stand der Technik ist hierbei die abwasserfreie atmosphärische Destillation mit eventuell nachgeschalteter azeotroper bzw. Vakuumdestillation. Die HKW-Restgehalte im Rückstand können auf < 5 % gesenkt werden. Die Zersetzung der HKW kann durch Temperaturkontrolle bzw. Begrenzung des Destillationssumpfes vermindert werden. Falls Restgehalte > 1 % im Destillationsrückstand oder Schlamm vorliegen, sollte eine weitere Aufarbeitung zur Rückgewinnung der CKW erfolgen.

Bei der betriebsexternen Verwertung ist der Stand der Technik durch die nachstehenden Verfahren, die einzeln oder in Kombination nach einer Vorreinigung eingesetzt werden, gegeben:

- o atmosphärische, azeotrope oder Vakuumdestillation
- o Rektifikation

Die Betriebserfahrungen zeigen, daß Lösungsmittelreinheiten > 99 % inklusive Stabilisatoren erzielt werden und somit eine den Frischwaren vergleichbare Qualität erreicht werden kann. Die Restgehalte im Destillationssumpf können < 1 % betragen. Verbleibende Reststoffe und Abfälle sind gegebenenfalls weiterzubehandeln (z.B. Hydrierung). Laut Umweltbundesamt Berlin kann durch ein umfassendes Recyclingkonzept unter Einbeziehung der Hersteller, Händler, Verbraucher und Aufbereiter bis zum Jahr 2000 die Menge HKW-haltiger Lösungsmittelabfälle um 70 bis 80 % verringert werden.

In Österreich stehen gegenwärtig keine Wiederaufarbeitungskapazitäten zur Verfügung, sodaß die Verwertung im näheren Ausland erfolgt. Die ordnungsgemäß entsorgte bzw. recycelte Menge an CKW beträgt gemäß ÖFZS derzeit weniger als 10 %. Im süddeutschen Raum stehen zwei Unternehmen zur Verfügung:

- o Chemische Fabrik Richard Geiss GmbH in Offingen/Donau (Vertrag mit Chemodroga GesmbH für CKW aus Textilreinigungen)
- o Bavaria Recycling GMBH in Anzing/München (fallweise Anlieferungen aus Österreich)

Als denkbare Verwertungsperspektive sind Verfahren zur Salzsäure- und Chlorgewinnung zu erwähnen.

Die Entsorgung durch Verbrennung ist derzeit in Österreich nur eingeschränkt möglich, da die EbS nur Stoffe mit einem Chlorgehalt < 2 % übernimmt. Die Verbrennung in Kleinanlagen durch Beimischung zu Heizöl wird vermutet. Diverse Verbrennungsanlagen im europäischen Ausland sind vorhanden, deren Stand der Technik hinsichtlich Emissionsbegrenzung dem Autor aber nicht bekannt. In jedem Fall ist bei der Verbrennung von halogenhaltigen Lösemitteln die Möglichkeit der 'de novo'-Synthese von PCDD/PCDF aus Vorläuferverbindungen möglich, sodaß derartige Anlagen einen entsprechenden Standard der Abgasreinigung aufweisen müssen.

Aktuellere Angaben als die hier genannten, können erst nach der Veröffentlichung des Bundes-Abfallwirtschaftsplanes mit der Fertigstellung des Branchenkonzeptes "Abfälle halogenhaltiger Lösemittel" erwartet werden. Dieses Konzept wird zur Zeit ausgearbeitet.

5.28 FCKW-haltige Kälte-, Treib- und Lösemittel
(Kühlgeräte)

Schlüsselnummer: 55205	Massenanteil - gesamt	rd.	0,02	%
	- gefährliche Abfälle	rd.	0,6	%
	Abgeberbetriebe gem. AbfDV	rd.	2.400	

Masse	6.000 t	Technisches Verringerungspotential bis zu 100 %
-------	---------	---

In Österreich fallen jährlich rd. 200.000 - 300.000 Stück Altkühlgeräte an. Diese Altkühlgeräte enthalten pro Stück rund:

- o 300 g Kompressorenöl (Mineralöl)
- o 250 g FCKW in den Poren der Polyurethan-Schaumstoff-isolierung
- o 150 g FCKW im Kühlkreislauf

Das entspricht einer Masse von rd. 140 Tonnen Fluorkohlenwasserstoffen (FCKW) pro Jahr, die nur durch Altkühlgeräte bei herkömmlichen Entsorgung (Shreddern, Deponie) freigesetzt und in die Atmosphäre abgegeben würden.

Durch die Freisetzung von FCKW in die Atmosphäre wird eine Schädigung der Ozonschicht der Erde hervorgerufen.

Entsprechende Vermeidungsmöglichkeiten werden seit langem auf internationaler Ebene diskutiert. Dies hat auch seinen Niederschlag in der österreichischen Gesetzgebung gefunden.

Danach sind vollhalogenierte FCKW zur Herstellung von Schaumstoffen aller Art seit dem 1. Jänner 1993 nicht mehr zugelassen. Seit 1. Jänner 1994 müssen auch die FCKW in den Kältekreisläufen von Kühlgeräten ersetzt werden. Weiters wurde vom Umweltministerium eine Kühlgeräteverordnung (BGBl 1992/408) erlassen, die mit 1. März 1993 in Kraft getreten ist. Darin wird die Pfandeinhebung und Rücknahmepflicht des Handels festgelegt.

Zur Aufarbeitung der in Österreich anfallenden Altkühlgeräte sind derzeit sechs Anlagen mit einer Aufarbeitungskapazität von mindestens 270.000 Stück pro Jahr in Betrieb. Dabei handelt es sich überwiegend um sogenannte Vollentsorgungsanlagen, die sowohl aus dem Kühlmittelkreislauf als auch aus dem Isoliermaterial eine Entfernung der FCKW durchführen.

Folgende Ziele müssen bei einer schadlosen Aufarbeitung von Altkühlgeräten angestrebt werden:

- o vollautomatischer Betrieb der Anlage, um eine Gefährdung des Betriebspersonals durch unkontrolliert entweichende FCKW zu vermeiden;
- o rein maschinelle Aufarbeitung im großtechnischen Maßstab, mit hoher Durchsatzleistung, um die Kosten pro Kühlgerät klein zu halten;
- o vollständige Kapselung aller Anlagenteile, um FCKW-Emissionen auszuschließen;
- o Abtrennung und Rückgewinnung der Metalle als verkaufsfähige Produkte;
- o fast vollständige Entfernung der FCKW aus den Poren der Isolierschäume;
- o Rückgewinnung der FCKW (besonders R11) zur Rückführung in den Produktionskreislauf; nach 1995 sind alternative Verwertungsmöglichkeiten zu prüfen;
- o der vom FCKW befreite Isolierschaum soll einer Verwertung zugeführt werden (ca. 4,5 kg PUR-Schaum pro Gerät).

5.29 Halogenfreie organische Lösemittel

Schlüsselnummer: 553	Massenanteil - gesamt	rd.	0,04	%
	- gefährliche Abfälle	rd.	1,7	%
	Abgeberbetriebe gem. AbfDV	rd.	-	
Masse	16.800	t	Technisches Verringerungspotential	rd. 50 %

Aufgrund von erwiesenen toxischen und umweltschädigenden Eigenschaften eines Großteils der halogenfreien Lösemittel bei deren Anwendung und auch im Hinblick auf die Schonung natürlicher Ressourcen wurde eine Entwicklung eingeleitet, die von folgenden Zielsetzungen gekennzeichnet ist:

- o Vermeidung des Einsatzes organischer Lösemittel durch Verwendung von Substitutionsprodukten und Verfahrensänderung
- o Vermeidung durch verringerten Lösemiteleinsatz

Ca. 50 % der in Österreich verwendeten halogenfreien Lösemittel gelangen im Umgang mit Lacken und Farben zum Einsatz. Deshalb soll zunächst auf Möglichkeiten der Vermeidung in diesem Bereich eingegangen werden:

Jedes Lösungsmittelkonzept muß sich zunächst darauf konzentrieren, als Primärmaßnahme den Einsatz organischer Lösemittel in Industrie, Gewerbe und Haushalt durch Substitution weitgehend einzuschränken.

Verwendung von Wasser als Lösemittel:

Wasserlacke beinhalten einen wesentlich reduzierten Lösemittelanteil. Deren Anwendungsmöglichkeit ist bei den üblichen Lackauftragsverfahren gegeben, daher steht einem breiten Anwendungsspektrum nichts im Wege. Wasserlacke gelangen heute bereits vielfach in industriellen Anwendungsgebieten (z.B. Elektrotauchlackierung in der Automobilindustrie) zum Einsatz.

Die Chancen industrieller Verwendung von Wasserlacken liegen insbesondere darin, daß bei Beibehaltung konventioneller Anwendungstechniken die Lösemittlemissionen weitestgehend vermieden werden. Darüberhinaus sind sie in ihrer Anwendung durchaus wirtschaftlich (Einsparung von Verdünnung, geringerer Energieverbrauch in Spritzkabine, Abluftzone und Trockenofen).

Verbesserungsmöglichkeiten:

- o Reduzierung des Gehaltes an organischen Lösemitteln und flüchtigen Neutralisationsmitteln (z.B. Aminen)
- o Reduzierung der Anteile an Crackprodukten bei der Ofentrocknung
- o Neue Vernetzungsmechanismen für industrielle Wasserlacke für Niedrigtemperaturanwendungen (z.B. wäßrige Zweikomponentenlacke)
- o Weitere Steigerung des Qualitätsniveaus von lufttrocknenden Wasserlacken (z.B. Trocknung, Oberfläche, Glanz, Korrosionsschutz)
- o Weitere Verbesserung des Anwendungsverhaltens (z.B. Versprühung, Verlauf/Ablauf, Benetzung/Kantenflucht, Ablüften-/Trocknung)
- o Weitere Anpassung der Wasserlacke an die verschiedenen Untergründe (z.B. Holz, Kunststoffe)

Zusammenfassend:

Die Anwendung von Wasserlacken bietet im Vergleich zu konventionellen Spritzlacken wenige Probleme. Der Einsatz von Wasserlacken, gegebenenfalls gekoppelt mit einem vorteilhaften Auftragsverfahren (elektrostatische Beschichtung) stellt daher unter gewissen Einschränkungen eine sehr flexible Methode dar, qualitativ hochwertige Lackierungen unter bestimmten Umständen wirtschaftlich zu erzeugen.

Es muß jedoch betont werden, daß die derzeit erreichbare Qualität der Wasserlacke in gewissen Bereichen nicht allen Anforderungen genügt. Somit ist derzeit in bestimmten Anwendungsbereichen keine ausreichende Alternative zu konventionellen Lacksystemen gegeben.

Die zu geringe Chemikalienbeständigkeit läßt derzeit die Anwendung von wäßrigen Systemen im Küchenbereich nicht zu, ebenso können Wasserlacke im schweren Korrosionsschutz und in der Drahtlackierung nicht angewendet werden.

Gegen den Einsatz von Wasserlacken wird oft das Argument angeführt, daß diese naturgemäß einer längeren Trocknungszeit bedürfen als lösemittelhaltige Lacke.

Allgemein kann festgestellt werden, daß die Verarbeiter nur widerwillig eine Umstellung auf wäßrige Systeme durchführen, dies ist auch auf die Struktur der Anwenderbranchen zurückzuführen, wo es zahlreiche Kleinbetriebe, wenige Mittelbetriebe und kaum Großbetriebe gibt.

Nicht zuletzt ist auch ein ökonomischer Aspekt ausschlaggebend: Konventionelle Harze (z.B. Alkydharze) sind bereits um S 15,-- bis S 20,--/kg, wasserverdünnbare Harze von S 40,--/kg aufwärts erhältlich, sodaß das Endprodukt bei konventionellen Lacken um S 35,--/kg und bei Wasserlacken ab S 70,--/kg erhältlich ist. Diese Preisdifferenz kann oft nicht an den Konsumenten weitergegeben werden.

Abschließend kann gesagt werden, daß es eine eindeutige Tendenz in Richtung Wasserlacke gibt, und daß alle Hersteller bestrebt sind, solche Lacksysteme weiter zu entwickeln und anzubieten.

Einsatz von Pulverlacken:

Der Einsatz von Pulverlacken erfolgt ohne Verwendung von Lösemitteln und ist daher geeignet, dem Vermeidungsprinzip voll Rechnung zu tragen.

Im Gegensatz zu nassen Materialien wird bei der Anwendung von Pulverlacken eine fast vollständige Stoffausbeute erzielt (vorbeigesprühter Pulverlack wird zurückgewonnen). Dadurch kann insgesamt eine Rohstoffeinsparung von ca. 60 % erzielt werden.

Die Pulverlacke gelangen insbesondere bei der industriellen Beschichtung von Metallen zum Einsatz (Bauindustrie, Stahl- und Gartenmöbel, Maschinen und Elektrogeräte, Haushaltsgeräte, Automobilindustrie). Weitere Anwendungsmöglichkeiten sind bei der Beschichtung von nichtmetallischen Substraten wie Glas, Keramik, Preßholz sowie von duroplastischem Kunststoff gegeben.

Die Problematik der Anwendung von Pulverlacken liegt unter anderem darin, daß ein Einsatz aufgrund der Applikationsverfahren nur im industriellen Bereich möglich erscheint, sodaß wegen der in Österreich vorherrschenden Branchenstruktur (hauptsächlich Klein- und Mittelbetriebe) das Einsatzgebiet derzeit beschränkt ist.

Einsatz von High-Solids Materialien:

Das Bestreben, den Lösungsmittelanteil in Lacken zu verringern, führte zur Entwicklung festkörperreicher Lacksysteme in sogenannten High-Solids Lacken.

Während der Festkörpergehalt bei herkömmlichen Lacken ca. 50 - 55 Gewichtsprozent aufweist, wird dieser Anteil bei High-Solids Lacken mit anorganischen Pigmenten auf etwa 70 %, bei solchen mit organischen Pigmenten auf etwa 60 % erhöht.

Diese Materialien haben mittlerweile im Bereich der industriellen Lackierung Eingang gefunden. Anwendungen sind beispielsweise bei der Lackierung von Haushaltsgeräten, Metallmöbeln und Maschinen gegeben.

Der Vorteil gegenüber der Anwendung der Pulverbeschichtung liegt in der Möglichkeit der weiteren Verwendung bestehender Applikationsanlagen.

Auch hier tritt wieder die Problematik auf, daß nur industrielle Verfahren zur Anwendung kommen können, die entsprechenden Branchenstrukturen in Österreich aber kaum gegeben sind.

Klebstoffe:

Prinzipiell gibt es lösungsmittelfreie Alternativen zur Erzielung gleicher Qualität, insbesondere was den Bereich der Innenausstattung betrifft. Diese Klebstoffe für die Bereiche Boden, Wand und Decke (z.B. Teppichkleber) sind lösungsmittelfrei erhältlich und werden auch angewendet.

In der industriellen Fertigung stellt sich die Situation etwas anders dar: Da lösemittelhaltige Klebstoffe aufgrund der schnellen Verdampfung der organischen Lösemittel viel kürzere Taktzeiten in der Produktion erlauben, werden diese Klebstoffe auch heute noch gerne eingesetzt.

Es hat aber bereits ein Umdenkprozeß stattgefunden (meist aufgrund behördlicher Auflagen den Arbeitnehmerschutz betreffend), sodaß heute Schmelzkleber unter anderem in der Haushaltsindustrie (Kühlschränke), in der Automobilindustrie sowie in der Schuhindustrie zum Einsatz gelangen. Die dabei notwendigen Temperaturen von ca. 120 Grad Celsius machen aber den Einsatz anderer Auftragseinrichtungen notwendig.

Extraktion:

Weitere Vermeidungsmöglichkeiten für Lösungsmittel bestehen auf dem Gebiet der Extraktion durch Anwendung von CO₂ anstelle von organischen Lösemitteln beispielsweise in der Lebensmittelindustrie bei der Entkoffeinierung.

Reinigung von industriellen Teilen:

Auch auf dem Gebiet der industriellen Reinigung von Werkstücken ist ein gewisses Potential an Substitutionsmöglichkeiten von organischen Lösemitteln durch wäßrige Systeme gegeben.

Insbesondere wenn folgende Anforderungen erfüllt werden können, empfiehlt sich der Einsatz solcher alternativer Technologien:

- o Die Teile und ihre eventuell vorhandene Schutzschicht sind wasserbeständig.
- o Restfettgehalt stört nicht.
- o Pigmentfreiheit ist erforderlich.
- o Kleinere Flecken und Metallflitter in Hohlräumen stören nicht.
- o Restfeuchte in Kapillaren nach dem Trocknen stört nicht und kann nachtrocknen.
- o Eine Phosphatschicht ist erforderlich.
- o Alle Werkstoffe können in demselben wäßrigen Reiniger behandelt werden, ohne daß eine störende Veränderung erfolgt.
- o Verschmutzungen können in demselben wäßrigen Reiniger in der erforderlichen Qualität entfernt werden.

Auch hier gibt es unter anderem die Problematik der Trocknungszeiten, die bei wäßrigen Systemen im Normalfall (d.h. ohne Einsatz zusätzlicher Trocknungsverfahren) sicher länger sind.

Derzeit werden Reinigungsbäder auch noch mit chlorierten Lösungsmitteln betrieben. Diese werden in naher Zukunft durch andere Systeme zu ersetzen sein. Es kann davon ausgegangen werden, daß chlorierte Lösemittel nicht zur Gänze durch wäßrige Systeme ersetzt werden können.

Es gilt daher zwei Effekte zu betrachten:

Einerseits die Substitution halogenfreier organischer Lösemittel durch wäßrige Systeme, andererseits den Ersatz halo-

genhaltiger Lösemittel durch halogenfreie bzw. wäßrige Systeme. Aus den dargelegten Gründen ist deshalb nicht anzunehmen, daß es zu einer drastischen Reduktion von halogenfreien Lösemitteln in diesem Einsatzgebiet kommt, dementsprechend klein ist das Vermeidungspotential bei den Abfällen.

Chemie:

Die Einsatzbereiche von Lösemitteln in der chemischen und pharmazeutischen Industrie sind sehr vielfältig.

Beispielhaft seien aufgezählt die Exktraktion, die Chromatographie, die Umkristallisation und die chemische Reaktion. Lösemittel aus der Extraktion und der Chromatographie können häufig rückgewonnen werden, weitaus schwieriger ist die Situation bei Reaktionslösungen und Lösemitteln, die zur Umkristallisation eingesetzt werden, weil hier der Verschmutzungsgrad weitaus höher ist.

In der Pharmaindustrie sind die Reinheitsansprüche an die Lösemittel oft noch höher als in der chemischen Industrie, sodaß eine Wiedergewinnung oft sehr schwierig bzw. aufwendig ist und somit diesen Betrieben nicht ökonomisch erscheint.

Ähnliches gilt auch für viele Betriebe mittlerer Größe in der chemischen Industrie, wo eine Lösemittelrückgewinnung teurer ist als die Entsorgung des gebrauchten Lösemittels und der Ankauf von Neuware (auch abhängig vom Rohölpreis).

Um zukünftige Vermeidungs- und Verwertungspotentiale besser einschätzen zu können, werden im Branchenkonzert "Abfälle halogenfreier Lösemittel" (ENTEC, 1994) die wesentlichen Anwendungsbereiche (mit Ausnahme der Verdünnungsmittel in Farben und Lacken) diskutiert.

Beispiele für solche Anwendungsbereiche sind:

- o Verwendung von n-Hexan bei der Herstellung pflanzlicher Öle und Fette
- o Lösungsmittelextraktionen bei der Tierkörperbeseitigung
- o Ethanol- und Propylenglykolextraktionen für die Herstellung von Aromen und Essenzen
- o Verwendung von Methanol als Reaktivkomponente bei der Herstellung von RME (Raps-Methyl-Ester)
- o Lösemiteileinsatz bei der Herstellung von Kunststoffen und Klebstoffen
- o Zurichtprozesse in der industriellen Ledererzeugung/-ver-

- arbeitung
- o Druckprozesse (Hoch-, Flock-, Tiefdruckverfahren
 - o Pharmazeutische Produktion
 - o Holzverarbeitung (vornehmlich Nitroverdünnungen und Aceton werden eingesetzt)
 - o Anwendungen, bei denen halogenfreie Lösemittel die halogenhaltigen substituieren.

Details zu den einzelnen Themen können dem Branchenkonzept entnommen werden.

Weiters beschreibt dieses Branchenkonzept, neben allgemeinen Angaben und Österreich-spezifischen Produktionsdaten, auch die Abfallentsorgung und die Verwertung:

Lösungsmittel-Redestillationsanlagen werden von zahlreichen Unternehmen in den unterschiedlichsten Branchen in Hinblick auf die Reinigung der Lösungsmittel vor deren Verwertung und zur Minimierung des Lösungsmiteleinsatzes bzw. des Abfallanfalls eingesetzt. Dabei handelt es sich um Verfahren, bei denen die Abtrennung von Verunreinigungen aus dem Lösungsmittel bzw. den Lösungsmittelgemischen erfolgt; eine Auftrennung von Lösungsmittelgemischen in einzelne Bestandteile ist damit üblicherweise nicht möglich.

In einem Fall ist in Österreich eine betriebsinterne Lösungsmittel-Redestillationsanlage in Betrieb, mit der - zumindest eingeschränkt - die Auftrennung von Lösungsmittelgemischen in ein weitgehendes Dienstleistungsangebot zur fraktionierten Destillation im benachbarten Ausland; bei einem dieser Unternehmen in der BRD sind derzeit Firmenpool-Bildungen in Vorbereitung befindlich, wodurch die Aufbereitung z.B. von einheitlichen Lösungsmittelgemisch-Abfällen aus definierten Branchenbereichen wirtschaftlich ermöglicht werden soll.

In Vorarlberg wurde von einem Entsorger ein Projekt ausgearbeitet, mit dem in mehreren Projektstufen die Abtrennung von Verunreinigungen in Lösungsmitteln, die allfällige Konditionierung der Rückstände für eine gesicherte Deponierung und - positives Ergebnis einer noch durchzuführenden Wirtschaftlichkeitsprüfung dieses Projektschrittes vorausgesetzt - die fraktionierte Destillation von Lösungsmittelgemischen durchgeführt werden hätte sollen. Aufgrund der vom Projektbetreiber erwarteten Unwegbarkeiten im Zusammenhang mit der Anlagengenehmigung wurde dieses Projekt allerdings ad acta gelegt.

Für die thermische Behandlung von halogenfreien Lösungsmitteln bzw. Lösungsmittelgemischen stehen derzeit 2 Zementwerke (Gmunden und Peggau) die Treibacher Chemische Werke AG (TCW) und Entsorgungsbetriebe Simmering GmbH & CO KG (EbS) zur Verfügung. Zur Behandlung von lösemittelhaltigen Schlämmen stehen nur die EbS zur Verfügung (Schönauer, Winkler, 1992).

Einige 100 t/a gebrauchte halogenfreie Lösungsmittel werden im Ausland stofflich verwertet.

5.30 Abfälle von Farb- und Anstrichmitteln

Schlüsselnummer: 555	Massenanteil - gesamt	rd.	0,09 %
	- gefährliche Abfälle	rd.	1,6 %
	Abgeberbetriebe gem. AbfDV	rd.	-
Masse 34.300 t		Technisches Verringerungspotential bis zu 60 %	

Das Spektrum der Abfälle aus der Herstellung und Verarbeitung von Farb- und Anstrichmitteln reicht von Altfarben und -lacken, ausgehärteten Lackresten (überwiegend in Gebinden) über lackbehaftete Filter bis hin zu den eigentlichen Farb- und Lackschlämmen.

Lack- und Farbschlämme stellen dabei die Hauptmasse dar und können durch die im folgenden erwähnten Maßnahmen mengenmäßig reduziert werden.

Laut Schätzung des Fachverbandes der Chemischen Industrie entstehen in Österreich pro Jahr 30.000 Tonnen Lack- und Farbschlamm. Gemäß Auswertung der Begleitscheine von 1993 machen die Farb- und Lackschlämme eine Masse von weniger als 7.000 Tonnen aus, wobei die Gesamtmasse der Abfälle aus Farb- und Anstrichmitteln nur etwa 16.000 Tonnen beträgt.

Das Vermeidungspotential für überlagerte Farben (in Gebinden und teilweise ausgehärtet) ist gering, da bereits aus wirtschaftlichen Gründen auf eine optimale Nutzung geachtet wurde.

Aus diesem Grund konzentrieren sich die Vermeidungsstrategien auf die Farb- und Lackschlämme.

Farb- und Lackschlämme entstehen, wenn Lack oder Farbe mit Spritzpistolen auf das Werkstück aufgetragen wird und der darüberhinaus versprühte Farbanteil (Overspray) durch einen Wasserschleier, der an den Spritzkabinenwänden herabgeleitet wird, aufgenommen wird. Dem sogenannten Spritzkabinenwasser wird ein Koagulierungsmittel zugegeben. Dadurch wird verhindert, daß die Anlagenteile verkleben und bewirkt, daß der entstehende Lackschlamm zur Kreislaufführung des Wassers entfernt werden kann.

Der Anfall von Farb- und Lackschlämmen könnte zunächst dadurch vermieden werden, daß der Overspray mit Hilfe von Filtern (anstelle einer Naßabscheidung) aufgefangen wird. Ab einem bestimmten Lackverbrauch ist die Abscheidung auf

Trockenfilter jedoch nicht mehr wirtschaftlich vertretbar. Außerdem führt das Arbeiten mit einer Naßabscheidung zu geringeren Verschmutzungen im Arbeitsbereich. Schließlich ist das Verwenden von Trockenfiltern auch aus abfallwirtschaftlicher Sicht nicht positiv, weil das Problem nur von den Farbschlämmen auf farbhaltige Filterabfälle verlagert wird.

Die Anwendung verlustarmer Applikationsverfahren stellt das effektivste Mittel zur Vermeidung von Abfällen aus Farb- und Anstrichmitteln insbesondere der Farb- und Lackschlämme dar.

Verlustarme Spritztechniken können schon bei Kleinverbrauchern angewendet werden.

Das universell anwendbare und weit verbreitete Druckluftspritzen bringt eine gute Oberflächenqualität und ist preiswert in den Anschaffungskosten. Das einfache Druckluftspritzen stellt jedoch das Lackauftragsverfahren dar, das am meisten Overspray produziert.

Das Airlessverfahren ist die elektrostatische Auftragung von Farbe. Diese wird aufgeladen und durch das geerdete Werkstück elektrostatisch angezogen. Zur gleichmäßigeren Aufbringung kann der Farbauftrag noch zusätzlich durch rotierende Scheiben, Glocken oder die oben erwähnten Sprühverfahren verteilt werden.

Elektrostatische Verfahren werden dann eingesetzt, wenn es auf einen hohen Nutzungsgrad des Lackes ankommt, z.B. beim Lackieren von Eisengittern oder Gestellen.

Elektrostatische Verfahren können nur bei leitenden Werkstücken eingesetzt werden.

Auch zu erwähnen ist die Möglichkeit des Einsatzes von Pulverlacken. Um die Haftung am Werkstück zu bewirken, wird das Pulver elektrostatisch aufgeladen. Dem Sprühvorgang folgt ein Einbrennvorgang (hitzebeständige Materialien erforderlich). Besonders rückstandsarm ist das Verfahren dann, wenn mit Pulverrückführung gearbeitet werden kann, wobei die Anschaffung erst ab einem bestimmten Pulververbrauch rentabel ist (ca. 100 - 200 kg täglicher Lackdurchsatz).

Auch kann eine Automatisierung des Lackiervorganges bei größeren Durchsätzen mit Lückensteuerung, Anpassung der Spritzstrahlform o.ä. eine Minimierung des Lackschlammanfalls bewirken.

Verschiedene mechanische Verfahren wie das Gießen, Fluten, Walzen, Trommeln und Streichen sind auf so spezielle Anwen-

dungsfälle wie das Lackieren von Knöpfen, Ösen, Beschichten von Heizkörpern usw. beschränkt. Diese Methoden mit hohem Wirkungsgrad werden bereits so weit wie möglich eingesetzt.

Für den Großanwendungsbereich steht die Tauchlackierung zur Verfügung: Weil bei der Verwendung von lösemittelhaltigen Lacken die Verdunstung von Lösemitteln aus dem Bad ein Problem darstellt, werden hauptsächlich wasserverdünnbare Lacke eingesetzt, wobei die Lackaufbringung durch die Anziehung der kationisch vorliegenden Lackionen durch das negativ geladene Werkstück erfolgt (Kathodische Tauchlackierung, KTL). Dieses Verfahren hat sich in den letzten Jahren vor allem für hochwertige Grundierungen (z.B. im Automobilbereich) durchgesetzt.

Die Tabelle gibt einen Überblick, wie durch die Anwendung effizienter Auftragsverfahren, wie es z.B. die elektrostatische Applikation darstellt, der Wirkungsgrad erhöht werden kann und damit die anfallende Menge an Lackschlamm erheblich reduziert wird.

Auftragswirkungsgrade			
Auftragsverfahren für Naßlacke	Einschränkungen		Auftrags-Wirkungsgrad abhängig von der Geometrie
	Dimensionen	Geometrie	
Fluten	begrenzte Arbeitsbreite	keine schöpfenden Teile	85 - 95 %
Gießen	begrenzte Arbeitsbreite	nur ebene Oberflächen	90 - 98 %
Luftzerstäubung Niederdruck			50 - 65 %
Luftzerstäubung Hochdruck			20 - 50 %
Airless-zerstäubung			20 - 80 %
Airmix-zerstäubung			20 - 80 %
Elektrostatische Pistolenapplikation		keine Faradayschen Käfige	40 - 70 %
Elektrostatische Applikation		keine Faradayschen Käfige	60 - 90 %
Konventionelles Tauchen	begrenztes Arbeitsvolumen	keine schöpfenden Teile	80 - 90 %
Elektrotauchen	begrenztes Arbeitsvolumen	keine schöpfenden Teile	90 - 98 %
Walzen	begrenzte Arbeitsbreite	nur ebene Flächen	95 - 98 %
Coll-Coating	begrenzte Arbeitsbreite	nur ebene Flächen	95 - 98 %
Elektrostatische Applikation (Pulversprühung)		ohne Rückgewinnung	40 - 70 %
		mit Rückgewinnung	80 - 95 %

Quelle: H. Sutter

Entsteht bei der Spritzlackierung trotz des Einsatzes verlustarmer Verfahren Overspray, so kann dieser prinzipiell durch eine hinter dem Werkstück angebrachte rotierende Scheibe oder Wand aufgefangen und nach entsprechender Zugabe von Lösemittel wieder zurückgeführt werden. Wegen der negativen Lösemittelbilanz ist die Scheibe/Wand jedoch nur für Wasserlacke interessant. Der Anteil der Wasserlacke, der nicht in der Elektrotauchlackierung verarbeitet wird, liegt jedoch bisher größenordnungsmäßig bei lediglich 5 %. Aus diesem Grund sollte man sich durch die Anwendung von Scheibe/Wand nur einen kleinen Erfolg bezüglich der kurzfristigen Reduktion von Lack- und Farbschlämmen versprechen (Nähere Information: Fa. Reiter, D-Winnenden).

Bei der Ultrafiltration wird der in das Spritzkabinenwasser gelangte Wasserlack durch ein Membran soweit aufkonzentriert, daß der Lack wiederverwertet wird. Voraussetzung ist allerdings, daß die gesamte Lackierung auf Wasserlacke umgestellt werden kann. Auch hier gilt, daß unter einem bestimmten Lackverbrauch (80 kg/Tag) eine Investition in diese Technik wirtschaftlich nicht sinnvoll ist. Es ist zu erwarten, daß noch in diesem Jahr die ersten derartigen Ultrafiltrationsanlagen in Österreich in Betrieb gehen werden (Nähere Information: Fa. Rembrantin, Wien).

Die soeben dargestellten Möglichkeiten der Abfallvermeidung bei der Applikation von Farben und Lacken liefern ohne Zweifel den Hauptanteil zur Abfallverringerung.

Daneben dienen aber ebenso logistische Maßnahmen und Verbesserungen bei der gesamten Handhabung der Produkte bis hin zu Überlegungen der notwendigen Farbtonvielfalt einer effizienten Abfallverringerung. Eine umfassende Darstellung dieser Möglichkeiten gibt das Branchenkonzept "Farb- und Lackschlämme", (AFORMA, 1993), welches auch die Abfallverringerung der in vielen Farben und Lacken enthaltenen halogenfreien Lösemittel diskutiert (siehe dazu Kapitel "Abfälle halogenfreier Lösemittel").

Nachfolgend sind einige wesentliche Punkte genannt, die im Branchenkonzept als geeignete Maßnahmen zur Abfallvermeidung diskutiert werden.

1. Abfallvermeidung in der Produktion

- o Organisatorische Abfallvermeidung
 - Reduktion der Produktvielfalt
 - Optimierung der kundenorientierten Fertigung
 - Kostenwahrheit
 - Mitarbeitermotivation und -schulung
- o Technische Abfallvermeidung
 - Rohstofflager
 - Produktion inkl. Reinigung und Abfüllung
 - Vermeiden von Fehlchargen

2. Abfallvermeidung in der Applikation

- o Organisatorische Abfallvermeidung
 - Reduktion von Farbtönen
 - Vermeiden von Auftragsverlusten (Overspray)
- o Technische Abfallvermeidung
 - Mehrweggebinde
 - Reinigung
 - Umstellung von Verfahren
 - Optimierung der Schichtdicke und/oder des Produkt-designs

In diesem Branchenkonzept wird neben dem Stand der Technik für die Branche auch der Stand der Wissenschaft diskutiert und damit werden Ausblicke auf ein langfristiges Abfallverringerungsziel gegeben.

Es wird auch auf Möglichkeiten der betriebsexternen Verwertung eingegangen, wenngleich einschränkend festgestellt wird:

"Die für Österreich typische Industrie- und Gewerbestruktur der Klein- und Mittelbetriebe beim gleichzeitigen Vorhandensein praktisch aller Industriezweige hat zur Folge, daß entsprechend der Anforderungs- und Produktvielfalt die Abfälle aus diesen Gruppen äußerst inhomogen und an sehr vielen Stellen in relativ kleinen Einzelmengen anfallen.

Das hat für die Beurteilung der stofflichen Verwertbarkeit dieser Abfälle unmittelbare Konsequenzen, da diese an folgende Voraussetzungen (es werden nur die drei wichtigsten

genannt) gebunden ist:

- > homogene, "reine" Abfälle mit definierter Zusammensetzung
- > kurze Zeiten zwischen Abfallentstehung und Aufarbeitung (mikrobiologischer Abbau)
- > Einarbeitung der Recyclingprodukte möglichst in das gleiche Ausgangsmaterial."

Mögliche Verfahren, mit denen Farb- und Lackschlämme anlagen- oder betriebsextern verarbeitet werden können, sind nachfolgend angegeben.

Für Lackkoagulate aus Lösemittellacken besteht die Möglichkeit, diese in einer Entpigmentierungsanlage aufzuarbeiten. Dabei wird in verschiedenen Verfahrensschritten die Bindemittelphase von der Pigment/Koagulierungsmittel-Phase getrennt. Im Prinzip erhält man einen Klarlack, der aus der Bindemittelphase hergestellt wird und ein Pigment/Koagulierungsmittelgemisch, das z.B. als Korrosionsschutzpaste verwendet werden kann.

Der Klarlack wird zu einem neuwertigen Lack verarbeitet, der sich z.B. im Industrielackbereich einsetzen läßt.

In Sonderfällen lassen sich die Lackkoagulate auch direkt durch Lösemittelzumischung und Entwässerung wieder als Lack einsetzen. Dies wird zur Zeit beispielsweise bei Füllerlacken aus der Firma BMW praktiziert.

Bedingung für die Wiederaufarbeitung ist jedoch stets die Beschränkung auf Koagulierungsmittel, die keine chemischen Veränderungen am Lackkörper hervorrufen (z.B. Calciumchlorid, Polyelektrolyte, Bentonit).

Erklärlicherweise können Lackkoagulate aus Zweikomponentenlacken nicht zu Neulacken recycelt werden.

Einflußfaktoren für die Aufarbeitung zu Neulack:

- o Eine Aufarbeitung wird ab einer Menge von 5 - 10 Tonnen Lackkoagulat vorgenommen.
- o Eventuell unverträgliche Harzsysteme müssen getrennt werden.

Die Aufteilung in mehrere Lackierstraßen oder die kontinuierliche Abtrennung von Lackschlämmen wird nur bei größeren

Lackierbetrieben praktiziert. Kleinbetriebe können sich also nur einbringen, wenn sie praktisch auf ein Lacksystem begrenzt sind. Außerdem führt die Mindestmenge von 5 - 10 Tonnen dazu, daß sich in einem Betrieb etwa 150 kg Lack pro Tag ansammeln müssen, wenn das Lackkoagulat nicht länger als 1 - 2 Monate hält.

In Österreich existiert eine solche Aufarbeitungsanlage zur Zeit noch nicht. In Deutschland wird eine derartige Pilotanlage von der Firma Envilack in Duisburg betrieben, eine weitere, größere Anlage wird zur Zeit erstellt. Es ist zu überlegen, ob Österreich als Standort für eine Anlage in Frage kommt.

Die Verarbeitung von Lack- und Farbschlämmen zu Dichtungsmasse, zu Dämmmaterialien (z.B. Isoliermatten im Automobilbereich) oder Kunststoffformteilen ist zur Zeit noch Gegenstand von Forschung und Entwicklung. Die Deutsche Forschungsgesellschaft für Oberfläche (Düsseldorf) sucht zur Zeit nach Finanzierungsmöglichkeiten für eine Fortführung der Entwicklungsarbeiten in der großtechnischen Anwendung. Es handelt sich hierbei jedoch eher um eine Notlösung zur Verwertung von Lackschlamm, um dessen Deponierung zu entgehen, aber nicht um eine hohe Wertschöpfung im Sinne einer optimalen Verwertung.

Bei den sogenannten energetischen Verwertungsmethoden handelt es sich um Behandlungsmethoden unter Ausnutzung des Heizwertes, sowie teilweise auch der stofflichen Rückstände. Energetische Behandlungsmethoden sollten nur dann zur Anwendung kommen, solange - bei Ausschöpfung der oben genannten Vermeidungs- und Verwertungsmöglichkeiten - unvermeidbare Abfallstoffe entstehen bzw. diese Möglichkeiten noch nicht voll angewendet werden können.

Die bereits praktizierten Methoden, Farb- und Lackschlämme thermisch zu behandeln, werden im folgenden aufgeführt.

Als vielversprechend wird die Behandlung in einer Hydrieranlage angesehen, die früher zur Kohleverflüssigung gedient hat. Zur Zeit wird geprüft, ob in einer solchen Anlage auch Abfälle zusammen mit Bitumen behandelt werden können. Als Produkt entstehen niedermolekulare Verbindungen, die in einer Raffinerie weiterverarbeitet werden. Eine solche Pilotanlage wird z.B. von der Firma Veba Oel in Boltrop betrieben.

Weiters kommt der Einsatz gewisser Lack- und Farbschlämme als

Ersatzbrennstoff in Zementwerken in Frage. Ein Zementwerk verfügt in der Regel bereits über die erforderlichen Abluftreinigungseinrichtungen und verursacht keine flüssigen oder festen Abfälle. Es ist somit für die Entsorgung eines Teiles von Lack- und Farbschlämmen unter Einhaltung gewisser Randbedingungen geeignet, ist jedoch im Einzelfall kritisch zu prüfen.

Eine derartige Verwertung von Lackschlämmen findet derzeit u.a. in Belgien (Zementwerk Obourg) statt.

Bei den Entsorgungsbetrieben Simmering werden zur Zeit Abfälle aus Farb- und Anstrichmitteln unter teilweiser Nutzung der entstehenden Abwärme zur Wasserdampferzeugung behandelt. Die Sonderabfallverbrennungskapazität in Österreich ist jedoch damit erschöpft. Es ist nicht zu erwarten, daß sich auf diesem Feld in naher Zukunft weitere Behandlungskapazitäten in Österreich eröffnen.

5.31 Kunststoff- und Gummiabfälle

Schlüsselnummer: 57	Massenanteil - gesamt	rd.	1,9	%
	- gefährliche Abfälle	rd.	0,5	%
	Abgeberbetriebe gem. AbfDV	rd.	-	

Masse	755.000 t	Technisches Verringerungspotential über 50	%
-------	-----------	--	---

Der Handlungsbedarf bei Kunststoffabfällen entsteht durch ihre drastische Zunahme, ihr hohes Abfallvolumen, ihre Unverrottbarkeit, ihre teilweise ökologisch bedenklichen Inhaltsstoffe sowie durch das begrenzte Deponievolumen.

Bei diesen Abfällen sind seit dem Bundes-Abfallwirtschaftsplan 1992 wesentliche Veränderungen eingetreten. Vor allem die seinerzeit detailliert recherchierten Massenangaben sind vielfach nicht mehr gültig.

Zur Zeit befindet sich eine "Studie über Kunststoffflüsse in Österreich" in Ausarbeitung. Diese Studie soll die Möglichkeiten und Grenzen der Verwertung von Kunststoffabfällen darstellen. Der Endbericht wird 1996 vorliegen.

5.32 Laborabfälle und Chemikalienreste

Schlüsselnummer: 593	Massenanteil - gesamt	rd.	0,01	%
	- gefährliche Abfälle	rd.	0,4	%
	Abgeberbetriebe gem. AbfDV	rd.	1.100	

Masse	4.000	t	Technisches Verringerungspotential nicht schätzbar
-------	-------	---	--

Diese Abfälle stellen eine außerordentlich heterogene Gruppe von Substanzen aus verschiedensten Anwendungsbereichen dar (chemische Laboratorien in Krankenhäusern, die Untersuchungsanstalten, Arztpraxen, Apotheken und in der Industrie), für sie kann es deshalb keine allgemein gültigen Vermeidungs- bzw. Verwertungsstrategien geben. Vielmehr ist für jeden Stoff bzw. jedes Stoffgemisch die Frage nach einem Verringerungspotential getrennt und in Abhängigkeit vom Anwendungsbereich zu klären, was nur in Einzelstudien - nicht aber in der vorliegenden Arbeit - möglich ist.

Summarisch kann festgestellt werden, daß eine echte Abfallvermeidung trotz jüngster vielfältiger Methodenentwicklungen und technischer Innovationen bei kritischer Betrachtung häufig nicht gegeben ist. Verfahrens- und Methodenänderungen helfen zwar die eine Abfallart zu vermeiden, bringen jedoch eine andere wieder hervor. Ob in der Abfallbilanz neue Verfahren und Methoden tatsächlich zu einer Verringerung der Massen beitragen können, läßt sich wiederum nur im Einzelfall klären. Der Verringerung der Volumina an Probenmaterial und Reagenzien durch neue instrumentell-analytische Methoden wirkt die ständig steigende Probenzahl (vor allem im Bereich der Medizin und der Umweltanalytik) entgegen. Hingegen kann selbst bei summarischer Betrachtung davon ausgegangen werden, daß die moderne analytische und präparative Chemie in der Lage ist, die Toxizität und damit das Gefährdungspotential der entstehenden Abfälle gegenüber alten, teilweise heute noch verwendeten Methoden drastisch zu verringern. Daraus läßt sich ein beträchtliches qualitatives Vermeidungspotential ableiten, das jedoch nicht beziffert werden kann; man kann davon ausgehen, daß ein Großteil dieses qualitativen Potentials durch Verwendung neuer Instrumente und Methoden (mittlerweile auch in diversen "Analysennormen" zugelassen !!!) heute bereits genutzt wird. Ob zukünftig weitere Verringerungsmöglichkeiten in diesem Bereich erschlossen werden können, hängt in erster Linie von echten Weiterentwicklungen (nicht geringfügigen Detailänderungen) am apparativen Sektor ab; solche Entwicklungen sind zum heutigen Zeitpunkt aber nicht absehbar.

Reste von unbrauchbar gewordenen Chemikalien (Abbau, Feuchte, Reaktion mit Luftbestandteilen, Absorption von Fremdstoffen)

sollten auf jeden Fall sortenrein gesammelt werden, da Möglichkeiten der Verwendung oder Verwertung aufgrund der hohen Stoffkonzentrationen häufig gegeben sein werden. Die beste Möglichkeit dazu ist wohl zu überlegen, ob ein Einsatz bei unkritischen präparativen und vielleicht auch bei einigen analytischen Anwendungen im eigenen Labor in Frage kommt.

Viele überlagerte hochreine Chemikalien könnten so direkt eingesetzt werden. Auch wenn Aufbereitungsmaßnahmen notwendig werden, kann sich der Aufwand durchaus lohnen. In erster Linie werden durch die Redestillation stabiler organischer Verbindungen (zum Großteil Lösemittel, die den überwiegenden Anteil dieser Abfälle darstellen) neuerliche Verwendungsmöglichkeiten gegeben sein.

In einer Vielzahl der Fälle wird jedoch durch einfache Aufbereitungsverfahren die geforderte Reinheit nicht erreichbar sein, summarisch ist deshalb der verwertbare Anteil als eher gering anzusehen.

Dies trifft umsomehr zu, als durch die hohe Spezialisierung von Laboratorien und Betrieben die Verwendung im eigenen Bereich oft nicht möglich ist, eine "Altchemikalienbörse" wäre dazu vonnöten. Die Etablierung einer derartigen Institution erscheint jedoch nicht lohnend.

Bei sortenreiner Sammlung der Laborabfälle, können viele davon unter anderen Schlüsselnummern entsorgt werden (Säuren: Stoffgruppen 521, 522; Laugen: Stoffgruppe 524; diverse Lösemittel: Stoffgruppe 552, 553). Daraus ergibt sich natürlich keine Verringerung der Laborabfälle, sondern zur Stoffgruppe 593 müßten auch noch jene Anteile aus den o.g. Schlüsselnummern hinzugezählt werden, die aus Laboratorien stammen, um die gesamte Masse der Laborabfälle zu erhalten. Dies ist natürlich rechnerisch nicht durchführbar, weil diese Anteile unbekannt sind. Dieser "Verschleierung" der Herkunft steht jedoch der Vorteil gegenüber, daß bei sortenreiner Sammlung Verwendungsmöglichkeiten für diese Abfälle gegeben sind:

- o Säuren und Laugen
 - pH-Einstellung für nachfolgende Fällungsreaktionen in CP-Anlagen
 - Neutralisation von Waschlösungen
- o Lösemittel
 - selbst halogenfreie Lösemittel und Lösemittelgemische werden heute bevorzugt thermisch behandelt (EbS). Ein großer Anteil solcher Lösemittel stammt aus chromatographischen Anwendungen und ist deshalb kaum verunreinigt. Solche Abfälle können durchaus als "technische Qualität" wiederverwendet, zumindest jedoch als Ersatzbrennstoff verwertet werden.

5.33 Druckgaspackungen

Schlüsselnummern: 59803, 04	Massenanteil - gesamt	rd.	< 0,01 %
	- gefährliche Abfälle	rd.	0,03 %
	Abgeberbetriebe gem. AbfDV	rd.	900

Masse	300	t	Technisches Verringerungspotential über 50	%
-------	-----	---	--	---

In vielen derzeit bestehenden Anwendungsbereichen können Druckgaspackungen weitgehend substituiert werden. Das dabei zu erreichende hohe Vermeidungspotential darf nicht darüber hinwegtäuschen, daß durch die Substitution Abfälle nicht generell vermieden, sondern lediglich zu anderen Schlüsselnummern hin verlagert werden.

Anders als in der Abfallwirtschaft stellt sich die Situation im Immissionsbereich dar. Durch den Verzicht auf die Anwendung von Treibgasen steigen die Chancen, das Ozonproblem in den Griff zu bekommen, sofern dieser Verzicht international unterstützt wird.

Zur Bestimmung des Vermeidungspotentials müssen die einzelnen Anwendungsbereiche getrennt betrachtet werden. Bis zu 100 % lassen sich bei Produkten vermeiden, die lediglich zerstäubt werden müssen und nicht mit dem Luftsauerstoff reagieren. Für diesen Anwendungsbereich lassen sich drucklose Gebinde mit Pumpzerstäubern einsetzen, ohne daß Qualitätsverluste bei der Produktanwendung in Kauf genommen werden müssen. Die Umstellung auf Pumpzerstäuber hat in diesem Bereich bereits auf breiter Basis stattgefunden.

Bei Luftempfindlichkeit (aushärtende Produkte wie z.B. Lack-sprays) gibt es für Kleinmengen keine brauchbaren Alternativen zu Druckgaspackungen, wobei zumindest der vollständige Ersatz FCKW-hältiger Treibmittel durch umweltschonendere Stoffe aus lufthygienischer Sicht notwendig ist. Bisher wurden durch entsprechende Verordnungen nach dem Chemikaliengesetz lediglich vollhalogenierte Fluorkohlenwasserstoffe (BGBI 1989/55) und der Stoff F22 (= Chlordifluormethan) (BGBI 1992/647) verboten. Ein qualitatives Vermeidungspotential kann in diesem Bereich langfristig erschlossen werden, wenn die diffuse Anwendung kleiner Mengen gefährlicher Stoffe im Heimwerkerbereich begrenzt wird. Vielfach werden nicht gefährliche Ersatzstoffe bereits angeboten; wo dies nicht möglich ist, sollten Anwendungen nur von Fachleuten durchgeführt werden.

In der professionellen Anwendung - vom Sprühlack bis hin zu Desinfektionssprays in Krankenhäusern - sollte nach heutigem Stand der Technik kaum die Notwendigkeit bestehen, Druckgaspackungen zu verwenden (siehe Technologie). Mit geringem Investitionsaufwand wäre damit ein Vermeidungspotential von über 50 % realisierbar.

Die Verwertung der Druckgaspackungen kann sinnvollerweise nur den Metallkorpus der Packungen betreffen. Reste von Treibgasen und Produkten sind nur in minimalen Mengen vorhanden, ihre Rückgewinnung ist aufwendig und unrentabel. Kunststoffteile in Druckgaspackungen sind Steigrohre und Zerstäuber sowie Packungskappen. Nur die Kappen sind in der Regel nicht mit dem Packungsinhalt verunreinigt und eignen sich daher prinzipiell für eine stoffliche Verwertung. Das Verwertungspotential des Metallanteils (70 - 90 % der gesamten Packung) beträgt bis zu 100 % für vollkommen entleerte Packungen, welche über die Metallsammlung entsorgt werden können. Wenn teilgefüllte Packungen als Abfall anfallen, sind diese über die Problemstoffsammlung zu entsorgen und gelangen damit zu den Ebs.

Pumpzerstäuberpackungen sind heute meist zur Gänze aus Kunststoffen gefertigt. Wegen des Problems der Verunreinigung mit den Produkten wird die stoffliche Verwertung nicht durchzuführen sein. Da solche Verpackungen heute mittels "gelber Tonne" gesammelt werden, ist zumindest die Verwendung als Ersatzbrennstoff zu sichern.

Aus technologischer Sicht können zwei Verfahren zur Substitution und damit zur Abfallvermeidung im Bereich der Druckgaspackungen beitragen:

Für den Privatanwender kommen in erster Linie Pumpzerstäuber in Frage. Sinnvoll wäre es diese nicht als Einwegprodukte anzubieten, sondern Nachfüllpackungen in Verkehr zu bringen, auf die ein Pumpzerstäuber aufgesetzt werden kann.

Für die gewerbliche Nutzung stehen Druckluftsysteme in vielfältigen Varianten zur Verfügung und werden zur Verarbeitung großer Mengen (z.B. in Lackierereien) schon seit langem eingesetzt. Diese Systeme sind flexibel genug, um auch bei Kleinmengen einen sinnvollen Einsatz zu gewährleisten. Gerade in diesem Bereich liegen absolute Vermeidungsmöglichkeiten vor, weil Druckgaspackungen nicht durch andere Kleingebinde

wie Nachfüllpackungen ersetzt werden müssen.

Falls die zu verarbeitenden Produkte luftempfindlich sind, lassen sich anstelle der Druckluft komprimierte Gase, z.B. Stickstoff, einsetzen. Dabei ist lediglich anstelle eines Kompressors eine Gasflasche an das bestehende Druckluftsystem anzuschließen; sonst sind keine weiteren technischen Veränderungen notwendig.

5.34 Polychlorierte Biphenyle, Terphenyle (PCB, PCT) und Trafoöle

Schlüsselnummer: 59901	Massenanteil - gesamt	rd.	< 0,01	%
	- gefährliche Abfälle	rd.	< 0,01	%
Abgeberbetriebe gem. AbfDV				11
Masse	30	t	Technisches Verringerungspotential	rd. %

Polychlorierte Biphenyle wurden seit den dreißiger Jahren in vielen Industrieländern eingesetzt. Sie zeichnen sich vor allem durch hohe elektrische Stabilität und eine schwere Entflammbarkeit aus.

In den sechziger Jahren wurde erkannt, daß höher chlorierte Biphenyle biologisch schwer abbaubar sind und deshalb ökotoxikologisch bedenklich sind. Ab 1978 wurde in der BRD das Inverkehrbringen und die Anwendung von PCB in offenen Systemen durch die 10. Verordnung zum Bundesimmissionsschutzgesetz verboten. 1982 wurde in der BRD auch die Produktion von hochchlorierten PCB eingestellt.

In Österreich wurde das Inverkehrbringen von elektrischen Betriebsmitteln, die PCB enthalten, erst mit Inkrafttreten der Elektrotechnikverordnung BGBI 1985/343 verboten (außer zur schadlosen Beseitigung). Die PCB-Verordnung BGBI 1993/210 verbietet weiters alle halogenierten Biphenyle und Terphenyle sowie halogenierte Naphthaline und Dimethylmethane. Das Verbot bezieht sich auf Herstellung und Inverkehrsetzen der Stoffe und ihrer Zubereitungen, aber auch auf Herstellung von Fertigwaren und den Betrieb von Anlagen, die diese Stoffe enthalten.

Diese Maßnahmen haben bisher zu keiner nennenswerten Reduktion der PCB-Konzentrationen in der Umwelt geführt. Die Beschränkungen haben jedoch dazu beigetragen, daß die PCB-Konzentrationen zumindest in den Endgliedern der Nahrungskette in den letzten Jahren nicht weiter erkennbar angestiegen sind.

Transport und Immission von PCB erfolgen global durch Bindung an Staubpartikel. Zwischen "belasteten" und "unbelasteten" Standorten gibt es nur geringe Unterschiede. Typische Im-

missionskonzentrationen sind:

Luft: 5 bis 30 ng/m³

Oberflächenwasser
(unbelastet/belastet): 100 bis 300 ng/Liter

Trinkwasser: ca. 1 ng/Liter

Boden (unbelastet): bis 100 Microgramm/kg

Der Abbau von PCB erfordert eine Ringöffnung. Diese ist schwierig, da die Substratbildung wegen sterischer Hinderung meist schlecht ist und der elektrophile Angriff durch bakterielle Oxidasen wegen der zahlreichen Chlorsubstituenten schwierig ist. Ein Photoabbau findet nur in höheren Schichten der Atmosphäre statt. Der Abbau bei der Abwasserreinigung in Kläranlagen ist unbedeutend.

Generelle Einsatzgebiete von PCB

Die Nutzung (Verbrauch und Emission) von PCB und PCB-haltigen Produkten erfolgte seit 1930. Die Nutzung ist bis heute in Österreich u.a. für folgende Produkte erlaubt:

1. Industrieöle und Fette
 - Transformatoren
 - Kondensatoren
 - Hydraulikflüssigkeiten
 - Andere Dielektrika
 - Additive zu Schneid- und Schmiermitteln
2. Weichmacher in Kunststoffen
 - Weichmacher in Folien, Formstücken
 - Weichmacher in Fugendichtungsmassen
 - Baumaterialien
3. Papierbeschichtungen
4. Imprägnierungsmittel
5. Träger von Insektiziden

Seit 1978 ist in der BRD nur noch die Nutzung in sogenannten geschlossenen Systemen zulässig (Hydraulik- und Kühlsysteme). Zu Systemen dieser Art gehören auch Kleinkondensatoren. Wegen der unregelmäßigen Entsorgung können zumindest diese Systeme nicht als "geschlossen" betrachtet werden. Eine Trennung in

offene und geschlossene Systeme ist nicht sinnvoll, da PCB-haltige Geräte nicht registriert werden.

Grundsätzlich ist es bei allen Anwendungsfällen von PCB heute möglich, umweltverträglichere Ersatzprodukte zu wählen, die den technischen Anforderungen entsprechen. Noch im Betrieb befindliche Kondensatoren und Transformatoren sind kurz- bis mittelfristig auszutauschen. Aufgrund der toxischen und ökotoxischen Eigenschaften wird ein generelles Verbot der Herstellung und Inverkehrsetzung von PCB und PCB-haltigen Produkten für Österreich gefordert (in der BRD ab 50 mg/kg).

Um die Rückholung PCB-haltiger Produkte vom Markt zu beschleunigen, könnten staatliche Förderungsmittel eingesetzt werden.

So wurde zum Beispiel in Luxemburg 1986 ein Subventionierungsmodell beschlossen, welches folgende Bestimmungen enthält:

Bezuschußt werden:

- o die Eliminierung von PCB, PCT oder Lösungen dieser Substanzen, welche sich in Kondensatoren oder Transformatoren befinden;
- o die Substitution von PCB-haltigen Substanzen durch nicht chlorierte und unbrennbare Flüssigkeiten;
- o die Anschaffung neuer Transformatoren und Kondensatoren, die nicht chlorierte oder brennbare Kühl- oder Isolierflüssigkeiten enthalten und nicht auf der Basis von Mineralöl hergestellt sind.

Die Dauer der Förderung der Elimination der PCB-haltigen Produkte erstreckt sich auf fünf Jahre.

Eine Beihilfe zu den Entsorgungskosten kann beantragt werden, wenn das Datum der Anschaffung vor dem 31. Dezember 1984 liegt. Die Übernahme der Entsorgungskosten wird in Abhängigkeit vom Alter des Transformators oder der Großkondensatoren und dem Zeitpunkt der Antragstellung bewilligt. Die Förderungsmittel beziehen sich auf Aufwendungen für den Abbau, den Transport zu einer Behandlungsanlage und die umweltgerechte Beseitigung.

Entschließt sich ein Betreiber nur zum Austausch der Kühl-

flüssigkeit, so muß er vor der Inanspruchnahme von Förderungsmitteln einen PCB-Gehalt von unter 50 mg/kg in der Kühlflüssigkeit garantieren.

Die Kosten für die Neubeschaffung eines Transformators mit einer umweltfreundlichen Kühlflüssigkeit werden in Abhängigkeit vom Anschaffungsjahr ebenfalls gefördert.

Beide Subventionsmaßnahmen arbeiten mit einer degressiven Förderung der Entsorgungskosten, um möglichst kurzfristig den Austausch PCB-haltiger Anlagen zu bewirken.

Als Ersatz bieten sich Mineralöle, Silikonöle, Phthalate, Polyglykole, Polydimethylsiloxane. Für Ersatzstoffe gilt im allgemeinen:

- o Zur Verminderung des Schadensausmaßes im Brandfall sollten Ersatzstoffe nicht brennbar sein oder aber hohe Zündtemperaturen (> 400 Grad Celsius) sowie hohe Flamm- und Brennpunkte aufweisen. Außerdem dürfen in den eventuell entstehenden Verbrennungs- oder Zersetzungsprodukten keine chlorierten Dibenzodioxine und Dibenzofurane enthalten sein.
- o Um die für eine Anlagenkühlung benötigte Kühlmittelmenge gering zu halten, müssen die Stoffe eine ausreichende spezifische Wärme besitzen und ihr Wärmeausdehnungskoeffizient muß gering sein. Bei Anwendungen in Kondensatoren ist auch eine hohe Dielektrizitätskonstante der eingesetzten Produkte notwendig.

Bei der Aufstellung von mit Mineralöl oder Silikonöl gekühlten Transformatoren können aufgrund des höheren Eigenbrandrisikos bauliche Änderungen notwendig werden.

Für den Austausch von Leistungskondensatoren bieten die Hersteller heute PCB-freie Typen an. Bei diesen ist PCB entweder durch biologisch abbaubare Isolierflüssigkeiten ersetzt worden oder die Wicklungen sind nicht mehr mit Isolierflüssigkeit imprägniert.

So enthalten einige Niederspannungs-Leistungskondensatoren das Isoliergas Schwefelhexafluorid. Dieses unbrennbare, ungiftige Schutzgas verfügt über gute dielektrische Eigenschaften.

Da ein Restgehalt von weniger als 59 mg/kg PCB nur mit hohem

Aufwand bei der Reinigung des Transformatorengehäuses oder durch mehrmalige Nachreinigung mit dem neuen Kühlmittel erreicht werden kann, ist der Austausch des Kühlmittels nur von untergeordneter Bedeutung.

Die Entsorgung eines kompletten Transformators teilt sich in zwei Bereiche auf:

- o Beseitigung der Transformatorflüssigkeit
- o Beseitigung des Transformatorgehäuses

Zur Beseitigung der anfallenden PCB-haltigen Kondensatoren, PCB-haltigen Isolieröle und PCB-haltigen Abfälle existiert heute als bisher einziges, großtechnisch eingesetztes Verfahren die Hochtemperaturverbrennung.

Weitere Verfahren, wie die chemisch-physikalische Behandlung mittels eines porösen, basischen Trägers unter Inertgasatmosphäre und die Zerlegung von PCB mittels metallischen Natriums, befinden sich noch im Versuchsstadium.

Für die aus der Behandlung anfallenden Transformatorengehäuse existieren, solange keine wirtschaftlichen und umweltverträglichen Verfahren zur Rückgewinnung - beispielsweise der Kupferwindungen - vorhanden sind, nur die Möglichkeit der Lagerung, zum Beispiel in einer Untertagedeponie.

Solange keine ausreichenden Kapazitäten zur Behandlung von PCB zur Verfügung stehen, ist die Schaffung entsprechend ausgelegter Zwischenlager für Transformatorengehäuse, Kühl- und Hydrauliköle der erste Schritt zur Durchführung eines Entsorgungskonzeptes.

Die Verwertung von PCB selbst ist aufgrund der Stoffeigenschaften nicht möglich, sie müssen thermisch oder chemisch zerstört werden. Wie zuvor bereits angesprochen, sollte es langfristig jedoch möglich sein, für Transformatorengehäuse Technologien zu finden, die eine Verwertung in umweltverträglicher Weise zulassen.

5.35 Feste Siedlungsabfälle einschließlich ähnlicher
Gewerbeabfälle

Schlüsselnummer: 91101, 04, 914 sowie SN der jeweiligen Alt- und Problemstoffe	Massenanteil - gesamt	rd.	6,4	%
	- gefährliche Abfälle	rd.	4,1	%
	Abgeberbetriebe gem. AbfDV	rd.	-	

Masse	2,51 Mio t	Technisches Verringerungspotential	rd.	85	%
-------	------------	------------------------------------	-----	----	---

Papier, Pappe und Kartonagen

Angesichts der Bemühungen zur Substitution diverser Packstoffe werden Papierverpackungen auf Grund ihrer relativ einfachen und schon bestehenden Verwertungsmöglichkeit und durch Einführung leicht trennbarer Kombinationen von Monomaterialpackmitteln (z.B. Pappeschachteln mit Einstecksack aus Polyethylen, Transportkartons mit Einsteckteilen, etc.) an Bedeutung eher zu- als abnehmen. Eine Kompensation der Zunahme könnte jedoch durch Auflagen zur Vermeidung von Verpackungen bzw. von Überverpackungen erreicht werden. Daher sind für Verpackungen aus Papier, Kartonagen und Pappe kaum Vermeidungspotentiale anzunehmen.

Anteile der Papier-Nicht-Verpackungen, vor allem Werbematerialien, können von Haushalten durch entsprechende Aufkleber bzw. durch Eintragungen in Dateien vermieden werden.

Hygieneprodukte aus Papier können zum Teil durch Aufklärungsarbeit über den Gebrauch wiederverwendbarer Produkte oder durch neue Dienstleistungen (z.B. Windelleih- und -waschdienste in Ballungsräumen) vermieden werden. Die getrennte Sammlung von Papier, Pappe und Kartonagen als Grundlage für die Verwertung wird in der Öffentlichkeit vielfach bereits als Selbstverständlichkeit angesehen.

Bei geeigneter Auslegung der Sammelsysteme kann eine weitergehende Ausschöpfung des Potentials angenommen werden. Der Ausbau einer von Papier getrennten Kartonagen- und Pappesammlung sollte überlegt werden, da mit Kartonagen "verunreinigtes" Papier nur zur Kartonagenherstellung, getrennt gesammeltes Papier jedoch zur Recyclingpapier- und Kartonagenproduktion eingesetzt werden kann.

Packmittel aus Papier, Kartonagen und Pappe sowie Nicht-Verpackungen wie Druckerzeugnisse, Bücher, Schreibpapier eignen sich als regenerativer Rohstoff grundsätzlich zur stofflichen Verwertung, sofern sie nicht verunreinigt sind oder in naß-

festen Qualitäten vorliegen.

Hygieneprodukte aus Papier (z.B. Küchenrollen, Wischtücher, Papiertaschentücher, etc.) werden als ungeeignet für die stoffliche Verwertung angesehen. Verunreinigte oder naßfest ausgeführte Packmittel, Nicht-Verpackungen und Hygieneprodukte aus oben genannten Materialien sind energetisch nutzbar, bei Einsatz geeigneter Behandlungsverfahren eventuell auch biotechnisch.

Glas

Im Bereich von Glas als Verpackungsform besteht eine im Vergleich zu anderen Warengruppen einfache Möglichkeit, durch Materialeinsparungen beim Gebinde bzw. durch Substitution von Einwegverpackungen durch Mehrwegsyste me Entlastungen für die Abfallwirtschaft zu erreichen.

Zudem werden der Produktgruppe von Getränkeverpackungen in der Verordnung über die Festsetzung von Zielen zur Vermeidung und Verwertung von Abfällen von Getränkeverpackungen und sonstigen Verpackungen (BGBI 1992/646) Anteile für die Wiederbefüllung und umweltgerechten Verwertung zwischen 80 und 96 % bis zum Jahr 2000 vorgeschrieben, die damit automatisch ein Vermeidungspotential beinhalten.

Glas-Nicht-Verpackungen enthalten Zier-, Nutzglas und optische Gläser; ein Vermeidungspotential ist hier nicht zu erwarten.

Altglas aus kommunalen Sammlungen sowie kleinere Mengen aus Gewerbe und Industrie (z.B. Abfüllbetriebe, Gastronomie) eignen sich in hohem Maße für eine stoffliche Verwertung. Durch Einsatz von Glas als Sekundärrohstoff bei der Produktion ergeben sich deutliche Einsparungen an Rohstoffen und Energie gegenüber der Primärglasproduktion.

Das größte Problem bei der Altglasverwertung stellen die Verunreinigungen von Buntglas im Weißglas und keramische Bestandteile dar. Weiters ist noch ein Anteil an anderen Störstoffen (Verschlüsse, Etiketten, Kunststoffe, Metalle, etc.) festzustellen, der aber technologisch in der Sekundärglasproduktion gut beherrscht wird. Eine Erhöhung des Altglaseinsatzes zur Neuproduktion von Verpackungsglas ist abhängig von der getrennten Erfassung der Glasprodukte (weiß-bunt bzw. weiß-grün-braun) bzw. von der Entwicklung eines wirtschaftlichen, mechanisch-optischen Sortierverfahrens sowie von einer ausgereiften Transportlogistik.

Weitere Möglichkeiten zur Verwertung von Altglas bestehen in der Herstellung von Glaswolle, Glaspulver und Glassand, von Straßenbaumaterialien, von Betonzuschlagstoffen und von Kacheln, Fliesen und Fassadenplatten.

Für Flach-, Zier- und Nutzglas aus dem Bereich privater Haushalte besteht gegenwärtig - im Unterschied zum gewerblichen Bereich - keine Verwertungsinfrastruktur.

Metalle

Aufgrund der Vorschriften von Wiederbefüllungsquoten bis zum Jahr 2000 für Bier- und alkoholfreie Getränke in der Verpackungs-Zielverordnung ist durch den Umstieg auf Mehrweg-(-pfand)systeme langfristig ein Vermeidungspotential von Getränkeverpackungen aus Metall (Weißblech und Aluminium) zu erkennen.

Sonstige Verpackungen aus Weißblech und Aluminium, sofern sie nicht mit Problemstoffen verunreinigt sind, fallen vor allem als Konserven für Lebensmittel und Tiernahrung an. Abfallvermeidung in diesem Bereich setzt eine deutliche Änderung des Konsumverhaltens voraus. Die Vermeidung restlicher Metallen läßt wegen der heterogenen Zusammensetzung der Produkte nur ein geringes Potential erwarten.

Die über getrennte Sammlung aus unterschiedlichen Behältersystemen, im Rahmen von Sperrmüllsammlungen, über Rücknahmeautomaten (z.B. Getränkedosen), Sortieranlagen und durch Magnetabscheidung aus Schlacken von thermischen Behandlungsanlagen erfaßte Metallfraktion (Aluminium, Weißblech und Metallzusammensetzungen) kann unter Rohstoff- und Energieeinsparung verwertet werden. Die Rückgewinnung von Verpackungen aus Weißblech erfolgt grundsätzlich zusammen mit anderen Weißblechprodukten. Die hohen Zinnanteile bedingen jedoch, daß dieser Schrott nur in geringen Anteilen zusetzbar ist. Zudem macht der geringe Materialwert ein gesondertes Sammelsystem für Weißblech ökonomisch wenig sinnvoll.

Gelangen Verpackungen aus Aluminium in die Müllverbrennung, so sind sie für eine Verwertung verloren. Separat gesammelter Aluminiumverpackungsschrott (hoher Materialwert) kann jedoch problemlos in den Produktionsprozeß neuer Aluminiumprodukte zurückgeführt werden.

Mineralische Stoffe

Mit einem Vermeidungspotential ist beim Ascheanteil im Restmüll zu rechnen, wenn in der nächsten Zeit dezentrale Heizsysteme in Haushalten durch zentrale Projekte der Energiewirtschaft (Fernwärme) ersetzt werden.

Möglichkeiten der Verwertung von mineralischen Stoffen aus dem Restmüll (vor der thermischen Behandlung) sind nicht festzustellen.

Verbundstoffe

Langfristig sollte auf Einwegverpackungen aus Verbundkarton zur Gänze verzichtet werden, da einerseits ein Umstieg auf Mehrwegsysteme ein höheres Vermeidungspotential beinhalten würde bzw. der Einsatz eines Werkstoffs (z.B. PE) mit denselben Eigenschaften wie Verbundkarton, jedoch mit besseren Verwertungsmöglichkeiten, bereits jetzt möglich ist. Bei den sonstigen Verbundstoffen wie Lebensmittelverpackungen oder Hygieneprodukte können beträchtliche Masseanteile durch die Substitution von Verbundstoffen (z.B. Blisterverpackungen), durch Verwendung sortenreiner Stoffe bei der Produktion als auch durch Materialeinsparungen vermieden werden.

Auch sollte es durch Aufklärungsarbeit (Kauf von Produkten mit geringen Verpackungsanteilen) und durch neue Dienstleistungen wie z.B. Windelleih- und -waschdienste gelingen, genannte Abfälle zu vermeiden.

Die Verpackungs-Zielverordnung schreibt vor, daß bis zum Jahr 2000 nur mehr 22.000 t dieser Materialverbunde deponiert werden dürfen. Um dieses Ziel zu erreichen, werden weitere Anstrengungen, sowohl in Richtung Vermeidung, als auch im Bereich der Verwertung, notwendig sein.

Stoffliche Verwertungsmöglichkeiten für getrennt erfaßte Verpackungen aus Verbundstoff ergeben sich nach Auftrennung der Werkstoffkombinationen Karton-PE bzw. Karton-Aluminium-PE. Das Abtrennen des Kartonanteils ergibt für die Papierfabrikation brauchbare Langfasern, abgesonderte Aluminiumpartikel erbringen nach Trocknung verkaufsfähige Aluminiumkörnungen, getrocknete und granuliert Folien schnitzel werden nach Farben getrennt, für den Markt vorbereitet. Sämtliche nicht optimal trennbare Materialverbunde können energetisch verwertet werden.

Kunststoffe

Grundsätzlich sind zwei stoffliche Verwertungswege für Altkunststoffe aus Abfällen aus Haushalten und ähnlichen Einrichtungen zu unterscheiden.

Beim ersten Weg wird das Kunststoffgemisch so weit wie möglich separiert, mit dem Ziel, sortenreine Anteile mit solchen mechanischen Eigenschaften zu erhalten, die dem Neumaterial möglichst nahe kommen.

Beim zweiten Weg verzichtet man auf homogene Ausgangsmaterialien und stellt in einem einfachen Umschmelzverfahren aus dem Gemisch einfache Produkte (Hohlkörperprofile, Platten) her, an deren mechanische Eigenschaften nur geringe Anforderungen gestellt werden (z.B. Blumentöpfe, Drainagerohre, Zaunpfosten, Bodenplatten, Lärmschutzplatten, Straßenbegrenzungspfosten).

Jener Anteil gemischter Kunststoffabfälle, der über das für die Herstellung der genannten Produkte notwendige Ausmaß hinaus geht und bei dem auch eine Sortierung in Reinfractionen nicht mehr in Frage kommt, sollte energetisch verwertet werden.

Als Gründe für die geringen stofflichen Verwertungsquoten sind Interessensgegensätze der Rohstofflieferanten, Abfallverwerter und Kunststoffverarbeiter, niedrige Rohstoffkosten, fehlende Erfassungssysteme und Sortenvielfalt anzuführen. Zusätzlich verhindern überhöhte Qualitätsvorschriften den Absatz von Regranulaten. Dabei ist eine stoffliche Verwertung der Altkunststoffe aus den Abfällen aus Haushalten und ähnlichen Einrichtungen derzeit nur in geringem Umfang zielführend. Ein hohes Nutzungspotential liegt daher vor allem im Energieinhalt der genannten Abfälle.

Es scheint im Bereich der Kunststoffe aus den Haushalten realistisch, durch Öffentlichkeitsarbeit, durch Mehrfachverwendungen (z.B. Kunststoff-Tragtaschen), durch Substitution mit wiederverwendbaren Produkten (z.B. Einkaufskorb statt Kunststofftragtaschen), durch ressourcengerechte Verpackungsgestaltung (Wechsel zu regenerativen Rohstoffen) und durch Produktion langlebiger und reparaturfreundlicher Produkte Vermeidungseffekte erzielen zu können.

Zudem wird in der Verpackungs-Zielverordnung den Gebinden für alkoholfreie Erfrischungsgetränke, also auch PET-Flaschen,

Wiederbefüllungsquoten bis zu 83 % vorgeschrieben. Ein Erreichen der geforderten Mehrweganteile durch den Ersatz von Einweggebinden durch Mehrwegsyste~~m~~e und damit eine Abfallvermeidung ist somit in den nächsten Jahren abzusehen.

Biogene Abfälle

Die merkliche Zunahme der Anteile an vegetabilen Abfällen in den Abfällen aus Haushalten und ähnlichen Einrichtungen ist auf den gestiegenen Wohlstand und auf einen Wandel in den Konsumgewohnheiten zurückzuführen, da sich im Sinne gesunder Ernährung immer größere Bevölkerungskreise mit Frischgemüse versorgen. Aus diesem Grund ist bei der Gruppe der organischen Abfälle kein Vermeidungspotential im Konsumbereich festzustellen.

Nach erfolgter Strukturumwandlung mit Hilfe aerober (Kompostierung) oder anaerober (Methanisierung zur Erzeugung eines lokal verfügbaren Energieträgers) Verfahren ergeben sich Verwertungsmöglichkeiten als

- o Bodenverbesserungsmittel
- o Zuschlagsstoff bei gärtnerischen Erden (Substrate)
- o Mulchmaterial.

Durch eine Nutzung der nach Eigenkompostierung stoffumgewandelten biogenen Reste aus Haushalten besteht nach AWG für diese keine objektive Abfalleigenschaft mehr, weil sie nach Ende ihrer bestimmungsmäßigen Verwertung im unmittelbaren Bereich des Haushalts auf eine zulässige Weise verwendet oder verwertet werden. In diesem Sinne kann durch die genannten Verfahren von Stoffumwandlung organischer Materialien aus Haushalten mit anschließender Nutzung des Produktes und damit nicht erfolgter Einbringung des Ausgangsmaterials in den Systemmüll ein hohes Vermeidungspotential erschlossen werden.

Die Möglichkeit, Komposte aus getrennter Sammlung biogener Abfälle zu vermarkten, ist durch die Vorgaben des Düngemittelgesetzes (BGBI 1994/513) nicht sichergestellt. Die darauf basierende Düngemittelverordnung (BGBI 1994/1007) regelt unter anderem auch die Zulassung von Komposten aus der getrennten Sammlung biogener Abfälle zur Verwendung als Düngemittel, Bodenhilfstoffe, Kultursubstrate. Diese dürfen

nur dann in Verkehr gebracht werden, wenn sie den darin gestellten Anforderungen entsprechen. Diese Komposte, können jedoch aufgrund der restriktiven Frachtenregulierungen de facto den geforderten Qualitätsnormen nicht entsprechen. Daher ist die gesetzliche Grundlage zum Inverkehrbringen dieser Abfälle nicht gegeben.

Problemstoffe

Die Vermeidung von Problemstoffen im Haushaltsbereich erwirkt die Befreiung des Systemmülls von schadstoffhaltigen Komponenten. Im Gegensatz zu dieser qualitativen Entfrachtungsmaßnahme tritt eine Reduktion der Systemmüllmasse (quantitative Abfallvermeidung) in den Hintergrund.

Die Wirtschaft muß auf eine entsprechend umweltkonforme Produktgestaltung achten bzw. in vielen Fällen eine neue Produktionsgestaltung (Vermeidung von umweltbelastenden by-products) heranziehen. Sie besitzt zusätzlich das größte know-how über die umweltkonforme Verwertung bzw. Behandlung diverser Problemstoffe. Dazu ist im Bereich der Wirtschaft der Aufbau entsprechender Rücknahmeschienen und Anlagen erforderlich.

Eine wirksame kooperative Maßnahme wäre die (relativ rasch zu realisierende) Kennzeichnung der Produkte über

- o die wichtigsten umweltrelevanten Inhaltsstoffe,
- o die richtige Anwendung und
- o die richtige Art der Problemstoffentsorgung.

An und für sich wären Maßnahmen von seiten der Wirtschaft die am raschesten und z.T. effektivst wirkenden Instrumente zur Vermeidung von Problemstoffen. "Freiwillige Maßnahmen" der Wirtschaft haben aber dort Grenzen, wo der freie (internationale) Markt gegen die manchmal produktverteuernden Maßnahmen wirkt.

Aus diesem Grund ist es von seiten der Politik vielfach erforderlich, Instrumente zu schaffen, die

- o eine umfassende Rücknahme von Produkten oder Produktresten garantieren,

- o eine umweltfreundliche Rückgabe garantieren (Pfandsystem),
- o adäquate Schadstoffbegrenzungen beinhalten,
- o eine entsprechende Kennzeichnung bewirken,
- o eine richtige Verwertung bzw. Behandlung sichern (Verpflichtung der Kommunen zur getrennten Erfassung, Förderung von Behandlungs-, insbesondere aber Recyclinganlagen).

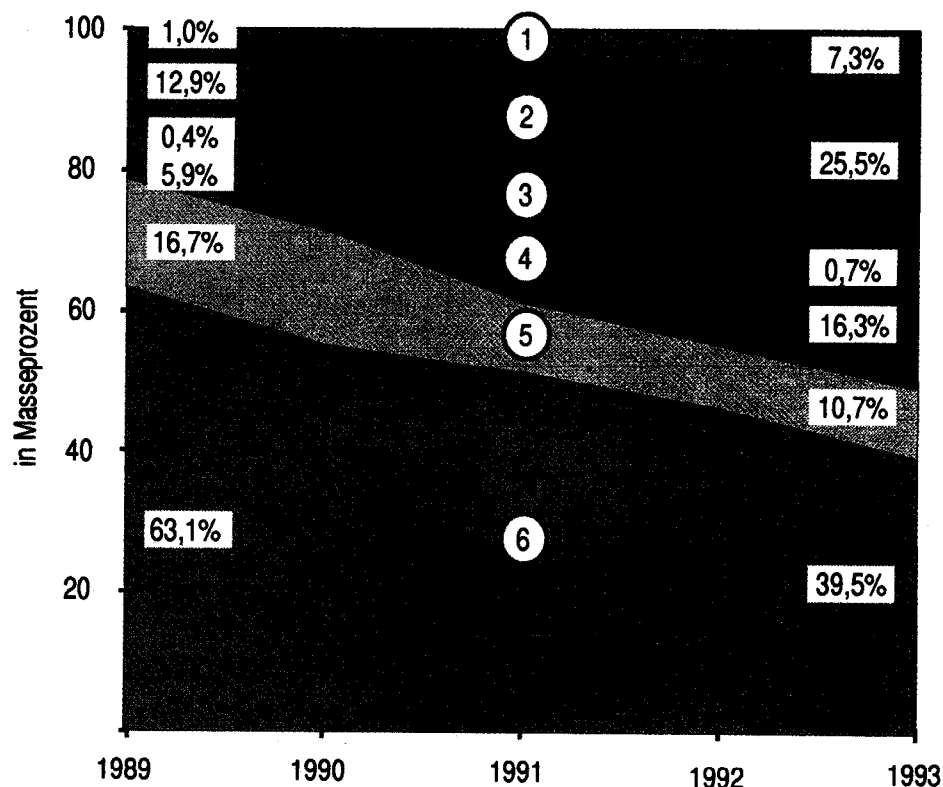
Die Kommunen müssen nach der derzeitigen Gesetzeslage entsprechende Infrastrukturen für die getrennte Erfassung von Problemstoffen schaffen. Die heute mindestens zweimal pro Jahr durchzuführende Problemstoffsammlung mag für ländliche Bereiche mit entsprechenden Lagermöglichkeiten im Haushalt vielleicht ausreichen, nicht aber für städtische. In städtischen Gebieten (aber aus Gründen des vorsorgenden Umweltschutzes auch in ländlichen) sollte für die Bevölkerung eine ständige Abgabemöglichkeit für Problemstoffe bestehen.

Daneben sollte die Aufklärung der Bevölkerung über das Problem selbst und über den richtigen Umgang mit Problemstoffen immer weiter verbessert werden. Diese Aufklärung sollte alle Bildungsstufen und Bevölkerungsschichten umfassen.

Dem Konsumenten fällt die entscheidende Marktmacht zu, Veränderungen am Markt relativ rasch herbeiführen zu können:

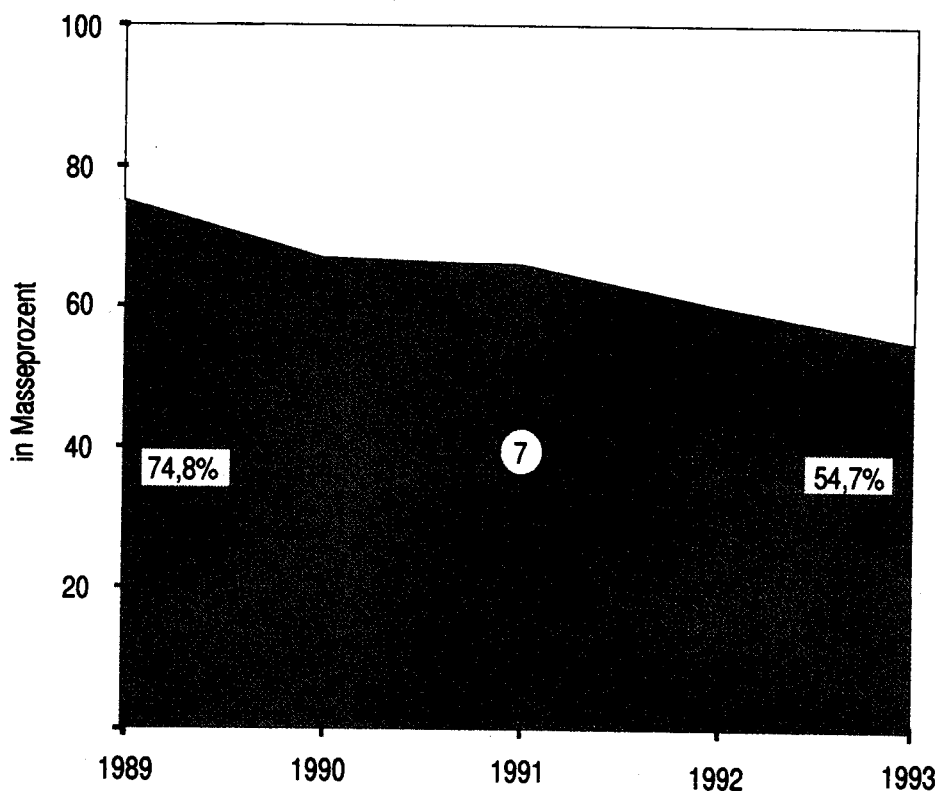
- o Produkte, die nicht gekauft werden, werden vom Markt verschwinden;
- o Produkte, die nach Gebrauch zu Problemstoffen werden können, sollen so sparsam wie möglich gekauft und eingesetzt werden;
- o unverbrauchte Produkte und Produktreste müssen der Problemstoffsammlung zugeführt werden, entweder über den Fachhandel (z.B. Medikamente über Apotheken oder Batterien über den Elektro- bzw. Fotofachhandel) oder über die von den Kommunen organisierten Problemstoffsammlungen;
- o schadstoffärmere Alternativen sollten ausprobiert werden.

Verwertung und Behandlung von Abfällen aus Haushalten und ähnlichen Einrichtungen 1989 - 1993



Erster Behandlungsschritt:

- 1 Kompostierung biogener Abfälle
- 2 Altstoffverwertung
- 3 Problemstoffbehandlung
- 4 thermische Behandlung (MVA)
- 5 Gesamtmüllkompostierung
- 6 direkt auf Deponie



Letzter Behandlungsschritt:

- 7 gesamt auf Deponie

das ist die Summe aus direkter Anlieferung auf die Deponie sowie den Reststoffen aus der Altstoffverwertung, der Gesamtmüllkompostierung und der thermischen Behandlung von Restmüll

Durch die getrennte Sammlung der Problemstoffe aus Haushalten wird eine ordnungsgemäße Verwertung und Entsorgung möglich. Die derzeitige Entsorgung erfolgt größtenteils über die Entsorgungsbetriebe Simmering (EbS); teilweise werden verwertbare Problemstoffe speziellen Aufarbeitungsanlagen zugeführt oder durch Stoffumwandlung energetisch genutzt (z.B. Altöle).

Zusätzlich bestehen Verordnungen zum Abfallwirtschaftsgesetz, die vermehrt eine Rücknahmeverpflichtung von bestimmten Produkten durch den Handel vorsehen. Eine Ausweitung auf weitere Produkte im Sinne des Verursacherprinzips ist anzustreben.

Die Verwertung und Behandlung von Abfällen aus Haushalten und ähnlichen Einrichtungen in den Jahren 1989 bis 1993 ist in den beiden folgenden Grafiken dargestellt.

Folgende zukünftige Entwicklungen sind abzusehen:

- o durch die verstärkte getrennte Sammlung werden sich die biotechnische Behandlung, die Altstoffverwertung und die Problemstoffbehandlung ausweiten
- o die Gesamtmüllkompostierung in der heutigen Form wird als Behandlungsmethode auslaufen; als Verfahrensstufe vor der thermischen Restmüllbehandlung ist ihr Einsatz weiter möglich
- o die thermische Behandlung von Restmüll bzw. von Reststoffen aus der Vorbehandlung wird sich ausweiten
- o die zu deponierenden Reststoffe werden sich durch verstärkte Vorbehandlung verringern

**5.36 Abfälle aus der Wasseraufbereitung,
Abwasserbehandlung, Gewässernutzung**

Schlüsselnummer(n): 941, 943, 945, 947, 948, 949	Massenanteil - gesamt	rd.	5,9	%
	- gefährliche Abfälle	rd.	-	%
	Abgeberbetriebe gem. AbfDV	rd.	-	

Masse	2,3 Mio t	Technisches Verringerungspotential	keines
-------	-----------	------------------------------------	--------

Die Masse dieser großteils als Schlämme anfallenden Abfälle wird auf rd. 2,3 Millionen Tonnen pro Jahr geschätzt. Dazu zählen neben Klärschlämmen aus Abwasserreinigungsanlagen auch Abfälle aus dem Bereich der Wasseraufbereitung, der Abwasserbehandlung sowie aus dem Bereich der Gewässerpflege.

SN	Bezeichnung gemäß ÖNORM S 2100	BAWP 1995
941	SCHLÄMME AUS DER WASSERAUFBEREITUNG-----	8145
943	NICHTSTAB.SCHLÄMME A.MECH.-BIOL.ABWASSERBEH.--	1000051
945	STAB.SCHLÄMME A.MECH.-BIOL.ABWASSERBEH.-----	900000
947	RÜCKST.A.D.KANALIS.U.ABWASSERBEHANDLUNG-----	46300
948	SCHLÄMME A.ABWASSERBEHANDLUNG-----	293500
949	ABFÄLLE AUS DER GEWÄSSERNUTZUNG-----	20000
Summe in t/a (gerundet)		2,3 Mio

Der Anteil an zukünftig zu erwartenden Klärschlämmen aus der Behandlung kommunaler Abwässer wird mit rd. 900.000 t (30 % Trockensubstanz) angegeben, dies entspricht einer Feststoffmasse von rd. 260.000 t.

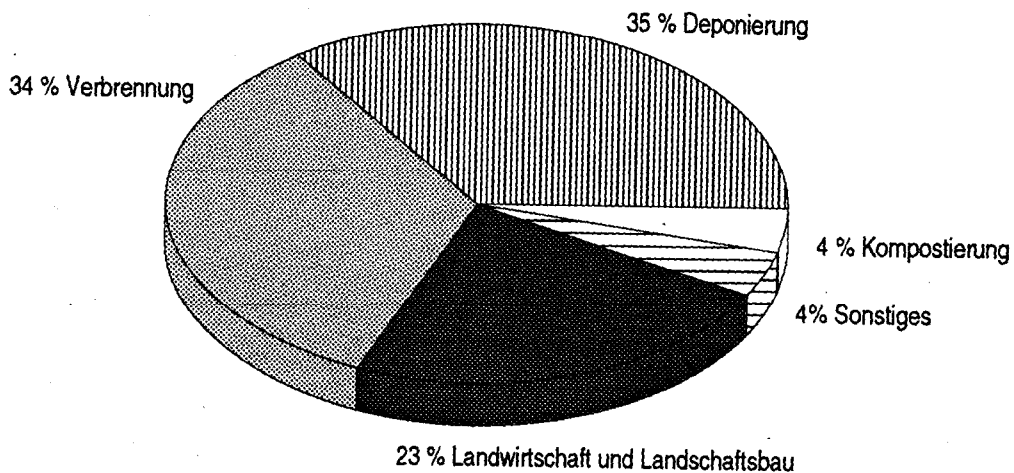
Kommunaler Klärschlamm, IST-Zustand 1991

Aus der Behandlung kommunaler Abwässer stammen rd. 3,4 Mio.m³ Klärschlamm bei einem mittleren Trockensubstanzgehalt von 5 %. Dies entspricht einer Feststoffmasse von rd. 170.000 t, wobei derzeit folgende Verwertungs- und Entsorgungswege beschritten werden:

- o rd. 18 % werden in der Landwirtschaft,
- o rd. 5 % im Landschaftsbau verwertet,
- o rd. 4 % werden kompostiert und anschließend zur Rekultivierung bzw. für Deponieabdeckungen verwendet,
- o rd. 34 % thermisch behandelt,
- o rd. 35 % nach der Entwässerung deponiert und
- o rd. 4 % einer sonstigen Behandlung zugeführt.

Klärschlamm aus kommunalen Abwasserreinigungsanlagen

170.000 TS = 100 %



Quellen: Ämter der Landesregierungen

Wie aus nachfolgender Tabelle ersichtlich, stellt sich die Situation des Klärschlamm-aufkommens sowie dessen Verwertung bzw. Entsorgung regional sehr unterschiedlich dar. Die in der Landwirtschaft verwerteten Klärschlamm-massen sind in Kärnten und in Niederösterreich relativ gering, während in Vorarlberg und im Burgenland dieser Verwertungsweg eine große Rolle spielt. Die Kompostierung von Klärschlamm hat in Salzburg einen hohen Stellenwert, der erzeugte Klärschlammkompost wird anschließend zur Deponieabdeckung verwendet. Der hohe Anteil des verbrannten Schlammes geht zum größten Teil auf die Kläranlage der Stadt Wien (EbS) zurück, die den anfallenden Klärschlamm zur Gänze verbrennt. In Kärnten wird kommunaler Klärschlamm teilweise in der Industrie mitverbrannt, in

Vorarlberg zum Teil getrocknet. Die Deponierung von entwässertem Klärschlamm stellt jedoch nach wie vor in allen anderen Bundesländern den wesentlichsten Entsorgungspfad dar.

Klärschlamm aus kommunalen Abwasserreinigungsanlagen 1991								
Bundesland	Klärschlamm- aufkommen in t TS	Klärschlammverwertung bzw. -entsorgung in Prozent des Aufkommens						
		Land- wirtsch.	Landsch. bau	Kompo- stierung	Ver- brennung	Depo- nierung	Zwischen- lager	Sonstiges
Burgenland	8.998	68	0	0	0	32	0	0
Kärnten	5.950	15	1	0	26	56	1	1
Niederösterreich	18.500	12	6	3	0	53	26	0
Oberösterreich	28.700	21	0	4	0	75	0	0
Salzburg	8.200	27	6	57 *)	0	10	0	0
Steiermark	18.700	19	0	6 **)	0	68	0	7
Tirol	13.420	19	40	0	0	41	0	0
Vorarlberg	10.600	65	7	0	0	28	0	0
Wien	56.669	0	0	0	100	0	0	0
Österreich gesamt	169.737	18	5	4	34	35	3	1

Quellen: Ämter der Landesregierungen

- *) Nach der Kompostierung zur Deponieabdeckung in Siggerwiesen verwendet
 **) Nach der Kompostierung im Landschaftsbau verwendet

Kriterien für die Verwertung und Entsorgung

Die landwirtschaftliche Klärschlammverwertung entspricht im Grundsatz dem Verwertungsgebot des § 1(2) des Abfallwirtschaftsgesetzes 1990 (Abfälle sind zu verwerten, soweit dies ökologisch vorteilhaft und technisch machbar ist). Klärschlamm enthält Nährstoffe und organische Substanzen, wodurch ein Einsatz zur Pflanzendüngung und Verbesserung der Bodenstruktur möglich ist; allerdings wird die landwirtschaftliche Verwertung wegen der Belastung von Klärschlamm durch anorganische und organische Schadstoffe eingeschränkt.

Bei einem Teil der in Österreich anfallenden Klärschlämme - vor allem aus den ländlichen Gebieten - zeigen die Schwermetallgehalte eine fallende Tendenz, sodaß im Hinblick auf

die anorganischen Schadstoffe der Anteil der verwertbaren Klärschlämme gestiegen ist. Im Bereich der organischen Schadstoffe im Klärschlamm sind allerdings noch zu wenig Informationen vorhanden. Es ist daher nicht auszuschließen, daß neue Erkenntnisse zu einer Verschärfung der Anforderungen an die zu verwertenden Klärschlämme führen. Darüberhinaus bestehen in der Praxis eine Reihe von Ausbringungsverboten, wie das generelle Verbot der Ablagerung und Ausbringung von Klärschlamm im Wald, in einigen Förderungsrichtlinien des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft ist für die Gewährung von Förderungen aus Bundesmitteln der Einsatz von Klärschlamm verboten. Ebenso gibt es Klärschlammanwendungsverbote in Hartkäseereigebieten sowie auf Flächen, die zur Erzeugung von Produkten aus biologischem Landbau dienen.

Aus der Sicht des vorbeugenden Umweltschutzes ist daher eine Verwertung von Klärschlamm in der Landwirtschaft dann zu befürworten, wenn eine ausreichende Schadstoffentfrachtung der Abwässer und damit der Klärschlämme gesichert ist. Dies ist nur dann der Fall, wenn die Verwertung von Klärschlamm auf landwirtschaftlich genutzten Böden weder die Gesundheit von Menschen, Tieren und Pflanzen sowie deren Lebensgemeinschaften, noch die Qualität der Gewässer nachteilig beeinflusst. Darüberhinaus müssen Überdüngungen und Nährstoffauswaschungen durch eine bedarfsgerechte Anwendung unterbunden sein.

Die Deponierung von entwässertem Klärschlamm kann als eine Übergangslösung angesehen werden, da der Entwurf zur Deponieverordnung des Bundesministeriums für Umwelt eine Begrenzung des Gesamtgehaltes an organischem Kohlenstoff im abzulagernden Abfall auf 5 Masseprozent vorsieht. Nach einer Übergangsfrist von 10 Jahren würde diese Bestimmung für Mülldeponien in Kraft treten. Zur Einhaltung dieses Grenzwertes wird für jene Schlämme, die nicht in den Stoffkreislauf zurückgeführt werden können, nur mehr eine Ablagerung der Reststoffe nach vorhergehender Verbrennung möglich sein.

Einer thermischen Behandlung von Klärschlamm sind heute durch fehlende Anlagenkapazitäten Grenzen gesetzt. Sowohl bei der Deponierung als auch bei der Verbrennung bleiben die Nährstoffe im Klärschlamm ungenutzt.

Alternative Verfahren zur stofflichen Verwertung von Klärschlamm in der Industrie kommen derzeit in Österreich nicht zum Einsatz, da sie sich vielfach noch im Versuchsstadium befinden.

Eine Entsorgung von Klärschlamm durch den Export ins Ausland ist als Regelfall nicht vertretbar, muß jedoch im Einzelfall geprüft werden. Transporte in grenznahe Gebiete, insbesondere dann, wenn der Abwasserverband grenzüberschreitend ist, sollten jedenfalls aber möglich sein.

Aus der Sicht des vorbeugenden Umweltschutzes ist zur Sicherstellung der Verwertung und Entsorgung kommunaler Klärschlämme folgender Handlungsbedarf gegeben:

- o Minimierung der Schadstoffe an der Quelle einerseits durch verstärkte Kontrolle der Bestimmungen der Indirekteinleiterverordnungen gemäß Wasserrechtsgesetz 1959 und andererseits durch weitere Maßnahmen zur qualitativen Abfallvermeidung.
- o Schaffung von zusätzlichen Kapazitäten für die Verbrennung von Klärschlämmen.
- o Schaffung von verbindlichen Bodenschutzregelungen und Festlegung von einheitlichen Qualitätsstandards für die Verwertung von Klärschlämmen in der Landwirtschaft.
- o Festlegung konkreter, auf landesspezifische Gegenheiten eingehender Vorgaben zur Vermeidung, Verwertung und Entsorgung von Klärschlamm in den Landes-Abfallwirtschaftsplänen.
- o Erstellung von regionalen Klärschlammkonzepten.
- o Erstellung von betrieblichen Abfallwirtschaftskonzepten bei der Errichtung von Abwasserbehandlungsanlagen.
- o Klärung der Haftungsfrage bei der landwirtschaftlichen Klärschlammnutzung.

Entwicklung der Klärschlammassen

Klärschlamm ist das Folgeprodukt einer notwendigen Umweltschutzmaßnahme zur Reinhaltung der Gewässer. Er fällt täglich und unvermeidbar an.

Wasserwirtschaftlichen Überlegungen gehen vom Grundsatz der biologischen Abwasserreinigung mit weitgehender Stickstoff-

und Phosphatentfernung aus. Die Wasserrechtsgesetznovelle 1990 samt zugehöriger Durchführungsverordnungen sowie der steigende Abschlußgrad an Abwasserreinigungsanlagen werden dazu führen, daß die Klärschlammassen ansteigen. Eine quantitative Vermeidung von Klärschlamm ist und wird daher auch in Zukunft nicht möglich sein.

Die Qualität der Klärschlämme hängt in erster Linie direkt von jener des Abwassers ab. Schadstoffe werden an der Quelle sowohl durch Einleitungsbestimmungen für gewerbliche und industrielle Abwasser als auch durch abfallwirtschaftliche Maßnahmen zur qualitativen Abfallvermeidung begrenzt. Unabhängig davon, welcher Verwertungs- oder Entsorgungsweg beschritten wird, müssen die Schadstofffrachten an der Quelle minimiert werden.

Schätzungen für das Jahr 1988 ergaben eine Klärschlammasse von ca. 175.000 t Trockensubstanz. Eine vom Umweltbundesamt durchgeführte Erhebung 1991, die sich nur auf kommunalen Klärschlamm bezieht, geht von einer Feststoffmasse von 170.000 t aus. Wie aus der nachfolgenden Tabelle hervorgeht ist eine Prognose für 2000, der Schätzungen aus den zu erwartenden angeschlossenen Einwohnergleichwerten bzw. Angaben der Fachabteilungen der Ämter der Landesregierungen zugrunde liegen mit rd. 260.000 t Trockensubstanz bzw. rd. 900.000 t (30 % TS) anzusetzen.

Schätzungen des Klärschlammanfalls aus kommunalen Abwasserreinigungsanlagen	
Bundesland	Prognose 2000 in t TS
Burgenland	11.000
Kärnten	12.000
Niederösterreich	36.000
Oberösterreich	34.000
Salzburg	10.000
Steiermark	25.000
Tirol	22.000
Vorarlberg	12.000
Wien	100.000
Österreich Gesamt	262.000

Quelle: Ämter der Landesregierungen

Perspektiven der zukünftigen Klärschlammverwertung bzw. -entsorgung

Für die Angabe der zukünftigen Entsorgungskapazitäten ist die Abschätzung einer realistischen Verwertungsquote in der Landwirtschaft notwendig. Wie aus folgender Abbildung ersichtlich, wurden dazu mehrere Varianten untersucht:

Variante 1 trifft die Annahme, daß die heute einer Verwertung zugeführten Massen auch zukünftig stofflich genutzt werden können. Es müßten daher Entsorgungskapazitäten für ca. 214.000 t Trockensubstanz Klärschlamm vorhanden sein.

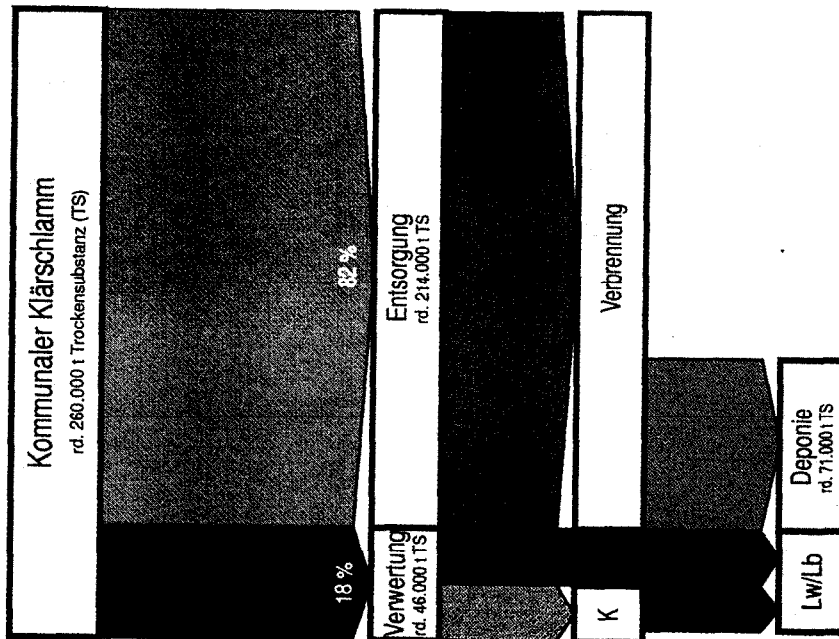
Die Variante 2 geht von einer unveränderten Entsorgungssituation aus. Dadurch wäre der Verwertungsanteil von heute 46.000 t Trockensubstanz auf unrealistische 142.000 t Trockensubstanz zu erhöhen.

Bei der Variante 3 bleibt der prozentuelle Anteil jener Schlämme, die einer Verwertung zugeführt werden sollen, unverändert.

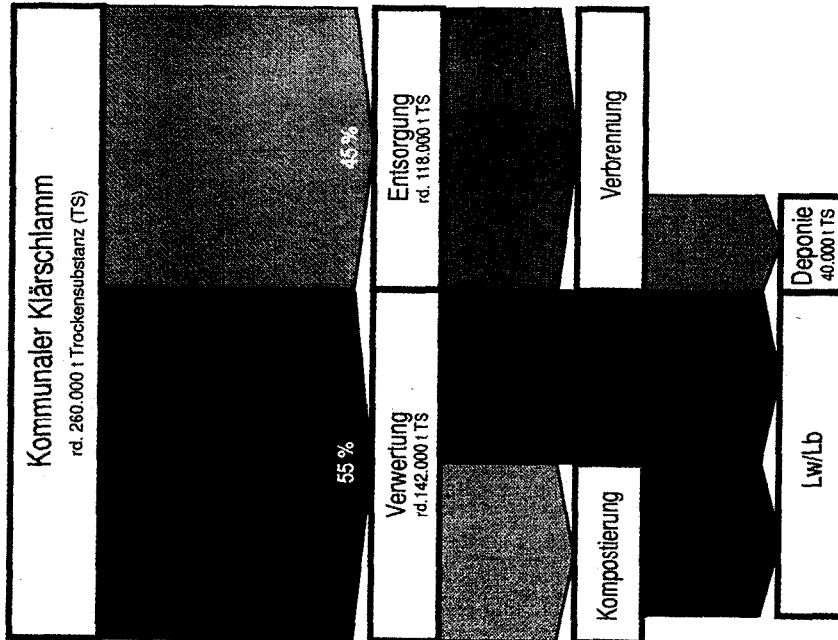
Aus heutiger Sicht wird die zukünftige Klärschlammverwertung und -entsorgung zwischen Variante 1 und 3 anzusiedeln sein. Es werden daher einerseits thermische Behandlungskapazitäten in der Größenordnung von insgesamt 200.000 t Trockensubstanz notwendig sein und andererseits müssen die Standards für jene Schlämme, die einer Verwertung zugeführt werden an neue Erkenntnisse angepaßt werden.

Varianten der zukünftigen Verwertung und Entsorgung von kommunalem Klärschlamm in Österreich

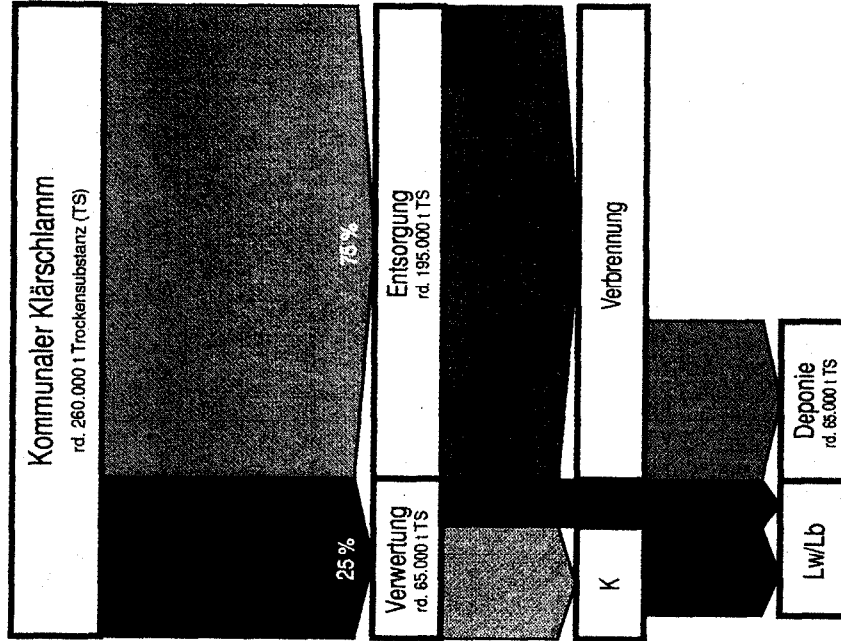
Variante 1



Variante 2



Variante 3



Lw... Landwirtschaft
Lb... Landschaftsbau
K... Kompostierung

Umweltbundesamt

6. ZUSAMMENFASSUNG

Die hier zusammenfassend beschriebenen Arbeiten bauen auf dem mittlerweile vergriffenen Band 4 Vermeidungs- und Verwertungskonzepte der Materialien zum Bundes-Abfallwirtschaftsplan 1992 auf. Neben vollständig aktualisierten und neu hinzugekommenen Themenbereichen sind auch jene Ausführungen des ersten Bundes-Abfallwirtschaftsplanes enthalten, die bis heute ihre Gültigkeit behalten haben.

Grundlagen für die Erstellung waren:

- o der Abfalldatenverbund;
- o in- und ausländische Fachliteratur;
- o externe Vertragsarbeiten in den Bereichen Häute- und Lederabfälle, Lösemittelabfälle, Farb- und Lackschlämme, Altöle, Baurestmassen, Galvanikabfälle und kommunale Abfälle;
- o Informationen der Ämter der Landesregierungen;
- o Angaben der Entsorgungswirtschaft;
- o Branchenkonzpte aus den Bereichen Lösemittelabfälle, Farb- und Lackabfälle, Gießereiabfälle, Holzabfälle;
- o eigene Recherchen.

Diese Grundlagen wurden dazu herangezogen um sogenannte "technische Verringerungspotentiale" einzelner Abfallstoffe abzuschätzen.

Speziell für diesen Bericht wichtige Begriffe (Vermeidung, Verwertung, technisches Verringerungspotential u.a.) werden vor den Ausführungen zu den einzelnen Abfallstoffen erläutert. Dort sind auch theoretische Grundsätze zum Thema Vermeidung und Verwertung formuliert, gefolgt von Planungunterlagen, die für die Formulierung von konkreten Vorgaben zur Abfallverringerung notwendig sind.

Im allgemeinen Teil des Bandes wurden Ausführungen über

- o betriebliche Abfallwirtschaftskonzepte
- o regionale Betriebsabfallkataster
- o eine Kategorisierung von Abfallverringungsmaßnahmen
- o Branchenkonzpte und zugehörige Studien
- o Stoffflußanalyse und Stoffbuchhaltung
- o überbetriebliche Initiativen zur Abfallvermeidung (z.B. PREPARE)

neu aufgenommen.

Im speziellen Teil (ist gleich stoff- bzw. branchenspezifischer Teil) sind Beiträge über

- o Holzabfälle,
- o Abfälle aus der Eisen- und Stahlerzeugung,
- o Abfälle aus Gießereien,
- o Aschen und Schlacken aus Feuerungsanlagen,
- o Rea-Gipse,
- o Baurestmassen,
- o Altautos,
- o Elektronikschrott,
- o ölhaltige Werkstätten-, Industrie- und Tankstellenabfälle

neu hinzugekommen.

Auf Grundlage der verfügbaren technischen und abfallwirtschaftlichen Unterlagen wurde eine grobe Abschätzung von technischen Abfallverringerungspotentialen vorgenommen. Die in der nachstehenden Tabelle angegebenen Potentiale ergeben sich aus einer Evaluierung des technisch Möglichen. Sie können nicht als nutzbare Potentiale angesehen werden, sieht man davon ab, daß in Einzelbereichen eventuell zukünftig besondere Anstrengungen zur Ausschöpfung der technischen Möglichkeiten unternommen werden. Real nutzbare Potentiale können auf keinen Fall angegeben werden, weil dazu produktionstechnische, finanzielle, politische und gesellschaftliche Einflußgrößen in ihrem Zusammenspiel bewertet und vorhergesagt werden müßten.

Die genannten Potentiale können daher in erster Linie zur Prioritätensetzung für die Erstellung von weiteren stoff- oder branchenspezifischen Vermeidungs- und Verwertungskonzepten dienen. Daran sollten sich Bestrebungen zur Umsetzung anschließen, die von allen an der "Abfallwirtschaft" Beteiligten - vom Gesetzgeber über die Abfallproduzenten bis zu den Abfallwirtschaftsverbänden und Entsorgungs- bzw. Behandlungsbetrieben - getragen werden müssen.

Die im vorliegenden Band untersuchten Stoffe und Stoffgruppen umfassen hinsichtlich ihres derzeitigen Massenpotentials jeweils rd. 90 % sowohl der Gesamtmasse (rd. 39 Mio. t), als auch der gefährlichen Abfälle (rd. 1 Mio. t).

Für die Realisierung der Abfallverringerung sind vor allem in den folgenden Branchen Maßnahmen zu setzen.

- o Hochbau
- o Tiefbau
- o Erzeugung von Säge-, Fräs-, Hobelwaren, Holzkonstr.

- o Kanal-, Straßen- u. sonstige Reinigung
- o Erzeugung von Eisen und Stahl (auch Halbzeug)
- o Erzeugung von Zucker
- o Erzeugung von Bautischlerwaren und Holzmöbeln
- o NE-Metallgießerei
- o Großhandel mit landwirtschaftlichen Produkten, Nutz- und Schlachtvieh
- o Beherbergungswesen
- o Gesundheitswesen
- o Gaststättenwesen
- o Erzeugung von Metallmöbeln, Öfen und Schlosserwaren
- o Reparatur von KFZ und Fahrrädern
- o Eisenbahnverkehr
- o Bearbeitung von Metallen
- o Stahl- und Leichtmetallbau
- o Erzeugung von mehrspurigen KFZ (ohne Reparatur)
- o Wäscherei, Putzerei, Büglerei
- o Erzeugung von Blechwaren
- o Erzeugung von landwirtschaftlichen Maschinen und Ackerschleppern
- o Erzeugung von übrigen Arbeitsmaschinen
- o Chemische Industrie
- o Energieversorgungsunternehmen

Massenanteile und technische Verringerungspotentiale

SN	Stoffbezeichnung	Massenpotential in Tonnen		Anteil in Prozent		Technisches Verringerungspotential
		Gesamtmasse	davon gefährlicher Abfall	an der Gesamtmasse	an der Masse gefährlicher Abfall	
12302	Fette (z.B. Fritieröle)	40.000	40.000	0,10	4,08	bis zu 100%
14	Häute und Lederabfälle	127.100		0,33		über 50%
17	Holzabfälle	3.500.000	9.400	8,95	0,96	bis zu 100%
31205, 31211, 31217	Abfälle aus der Aluminiumerzeugung	22.200	21.200	0,06	2,16	bis zu 100%
31202, 15, 17-21, 31401, 25, 26, 31614, 15	Abfälle aus der Eisen- und Stahlerzeugung	2.175.000		5,56		80 - 90%
viele aus 31, einige aus 35, 54, 55	Gießereiabfälle	111.000	3.500	0,28	0,36	rd. 75%
	(davon bereits bei Abf. a. d. Eisen- u. Stahlerz. erfaßt)					
31301	Flugaschen und -stäube aus Feuerungsanlagen	80.000		0,20		
31308	Schlacken, Aschen aus Abfallverbrennungsanlagen	400.000		1,02		70 - 90%
31309	Flugaschen, -stäube aus Abfallverbrennungsanlagen	145.000	145.000	0,37	14,78	nicht schätzbar
31314	Feste salzh. Rückf. t. konv. Brennst. (o. REA-Gipse)	9.700	9.700	0,02	0,99	nicht schätzbar
31315	REA-Gipse	75.000	75.000	0,19	7,65	nicht schätzbar
31316	Schlacken, Aschen aus Abfallpyrolyseanlagen	100.000		0,26		bis zu 100%
31409 - 13, 27, 37, 41, 91206	Baurestmassen	15.000	15.000	0,04	1,53	nicht schätzbar
31423	Överunreinigte Böden	21.900.000	1.500	56,02	0,15	
35103	Altautos	45.000	45.000	0,12	4,59	60 - 80%
35322-24, 35, 36	Elektronikschrott	240.000	240.000	0,61	24,47	rd. 85%
35326	Batterien	80.000	3.300	0,20	0,34	über 50%
511	Hg, Hg-Rückst., Hg-Dampflampen, Leuchtstoffröhren	21.000	21.000	0,05	2,14	über 90%
515	Galvanikschlamm	1.200	1.200	0,00	0,12	über 90%
52102	Salzabfälle	25.000	25.000	0,06	2,55	über 50%
	Säuren und Säuregemische	6.600	500	0,02	0,05	nicht schätzbar
		5.500	5.500	0,01	0,56	über 50%

Umweltbundesamt

SN	Stoffbezeichnung	Massenpotential in Tonnen		Anteil in Prozent		Technisches Verringerungspotential
		Gesamtmasse	davon gefährlicher Abfall	an der Gesamtmasse	an der Masse gefährlicher Abfall	
52404	Laugen und Laugengemische	6.000	6.000	0,02	0,61	über 50%
52707, 15, 23	Fotografische Badabfälle	6.000	6.000	0,02	0,61	30 - 80%
531	Pflanzenbeh.- und Schädlingsbekämpfungsmittel	700	700	0,00	0,07	nicht schätzbar
54102	Altöle	45.000	45.000	0,12	4,59	über 50%
54402	Bohr- und Schleifölemulsionen	13.000	13.000	0,03	1,33	40 - 60%
54408	Sonstige Öl-Wassergemische	26.500	26.500	0,07	2,70	20 - 40%
54702	Ölabscheiderinhalte (Benzinabscheiderinhalte)	30.000	30.000	0,08	3,06	10 - 20%
54703	Schlamm aus Öltrennanlagen	3.000	3.000	0,01	0,31	nicht schätzbar
54710	Schleifschlamm, ölhaltig	2.500	2.500	0,01	0,25	rd. 40%
54926 - 30	Ölhaltige Werkstätten-, Industrie-, Tankstellenabfälle	24.000	24.000	0,06	2,45	Filter u. Ölbindematerialien: gering; Putzklappen: über 50%
552 ohne 55205	Abfälle von halogenhaltigen organischen Lösemitteln	7.500	7.500	0,02	0,76	rd. 50%
55205	FKW-halt. Kälte-, Treib- und Lösemittel (Kühlgeräte)	6.000	6.000	0,02	0,61	bis zu 100%
553	Abfälle von halogenfreien organischen Lösemitteln	16.800	16.800	0,04	1,71	rd. 50%
555	Abfälle von Farb- und Anstrichmitteln	34.300	15.800	0,09	1,61	bis zu 60%
57	Kunststoff- und Gummiabfälle	755.000	4.800	1,93	0,49	über 50%
593	Laborabfälle und Chemikalienreste	4.000	4.000	0,01	0,41	nicht schätzbar
59803, 04	Druckgaspackungen	300	300	0,00	0,03	über 50%
59901	Polychlor. Biphenyle, Terphenyle (PCB, PCT), Trafoöle	30	30	0,00	0,00	
91101, 91104, 914 sowie SN der jeweiligen Alt- und Problemstoffe	Feste Siedlungsabfälle einschl. ähnl. Gewerbeabfälle	2.510.000	40.000	6,42	4,08	rd. 85%
941, 943, 945, 947 - 949	Abfälle aus der Abwasserbehandlung	2.300.000	1.200	5,88	0,12	keines
Summe		34.834.930	914.930	89,11	93,27	

7. LITERATURVERZEICHNIS

ANDRES H. (1995)

"Branchenkonzept der ledererzeugenden Industrie/Abfallreduktion"; vom 18.1.1995, Wien

AFORMA (1993)

"Branchenkonzept Farb- und Lackschlämme sowie zugehörige organische Lösemittel (chlorfrei)"; erstellt im Auftrag von BMUJF, WK-Österreich, mit Unterstützung des Fachverbandes der Chemischen Industrie, Wien Juni 1993

AMT FÜR GEWÄSSERSCHUTZ UND ABFALLWIRTSCHAFT (1991)

des Rhein-Sieg-Kreises; "Vermeidungs- und Verwertungskonzept für nachweispflichtige Abfälle im Rhein-Sieg-Kreis", Band I

ARBEITSAUSSCHUß FÜR UMWELTPOLITIK DES BEIRATES FÜR WIRTSCHAFTS- UND SOZIALFRAGEN (1991)

unveröffentlichte Arbeitsunterlagen; Wien

AUSTRIA PRESSE AGENTUR (1994)

"Recycling von Leuchtstoffröhren"; in Standard vom 20.10.1994

AWG (1990)

Abfallwirtschaftsgesetz, BGBl 1990/325

BACCINI P., BRUNNER P.H. (1991)

The Metabolism of the Anthroposphere, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo

BAUM (1994)

Verwertungs- und Entsorgungstage;

"Umsetzung der Verpackungsverordnung und Abfallverwertung in Österreich"; Informationsausstellung der führenden Firmen und Einrichtungen der Abfallwirtschaft; 15.Juni 1994 und 16.Juni 1994, Wien

BAUMANN W., KAHLER-JENETT E., SCHUNCK B. (1990)

in "Fotochemikalien - Daten und Fakten zum Umweltschutz"; Springer Verlag

BERGBAUER M. (1990)

Sonderabfallvermeidung, "Vermeidung cyanidhaltiger Härtesalzabfälle durch Einsatz organischer Polymere beim Salzbadkohlen und Nitrieren"; Stuttgarter Berichte zur Abfallwirtschaft; Mainz

BERGER B. (1991)

Materialien für eine Ozonstrategie; Umweltbundesamt Reports UBA-90-054; Hrsg.: Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie; Wien

BERGHOFF R. (1987)

"Entsorgung der festen Rückstände aus der Hausmüllpyrolyse"; Müllverbrennung und Umwelt; Hrsgg. von K.J. Thome-Kozmienksky; Berlin

BERICHTE AUS WASSERGÜTEWIRTSCHAFT UND GESUNDHEITSINGENIEURWESEN (1988)

Technische Universität München

BILITEWSKI B., G. HÄRDTLE, K. MAREK (1990)

Abfallwirtschaft: Eine Einführung; Springer Verlag; Berlin

BITTERMANN H., U. RADNAI (1989)

"Chemie im Haushalt, Problemstoffe im Hausmüll"; Arbeiterkammer; Wien

BOJKOW E. (1989)

Getränkeverpackung und Umwelt; Springer Verlag; Wien

BOSSE K. (1991)

"Stand der Verwaltungsvorschriften zur Vermeidung und Verwertung ölhaltiger Abfälle"; Umweltbundesamt Berlin; aus Schriftenreihe "Praxis-Forum"; Fachbroschüre Umwelttechnik

BRAHMS E. (1989)

Papier - Kunststoff - Verpackungen. Eine Mengen- und Schadstoffbetrachtung. Umweltbundesamt Berlin, Erich Schmidt Verlag, Berlin

BRUNNER P.H. et al. (1994)

Stoffbuchhaltung Österreich (Vorprojekt); Studie im Auftrag des Umweltbundesamtes

BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, JUGEND UND FAMILIE (1990)

"Richtlinie für die Ablagerung von Abfällen; Hrsg. s.o. sowie Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, 1990

BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, JUGEND UND FAMILIE (1994)

"Sitzung des Organisationskomitees für die Erstellung von Branchenkzepten zur Vermeidung, Verwertung und Entsorgung betrieblicher Abfälle bei Altanlagen gemäß Arbeitsübereinkommen der Bundesregierung"; vom 7.11.1994

BUNDESMINISTERIUM FÜR WISSENSCHAFT UND FORSCHUNG (1994)
"Pressinformation zum EUREKA-Projekt PREPARE"; GZ 79.029/17-IV/8a/94, Wien

BUNDESMINISTERIUM FÜR WISSENSCHAFT UND FORSCHUNG (1992)
"Ganzheitliches Modell zur umweltorientierten Betriebsberatung"; 9/1992, St. Pölten

BUNDESKAMMER DER GEWERBLICHEN WIRTSCHAFT, SEKTION INDUSTRIE;
(1992)
Fachverband der Genußmittelindustrie; "Fett-Studie Kurzfassung"; Wien

ChemG (1987)
Chemikaliengesetz, BGBl 1987/326

DAVIS J.S. (1987)
"Möglichkeiten und Grenzen der Verwertung von gewerblichen Abfällen"; Müllhandbuch 8040

DEMMICH J. (1990)
"Reststoffe aus Kohlekraftwerken"; Müll und Abfall - Reststoffe aus der Rauchgasreinigung, Beiheft 29

DEPONIEVERORDNUNG (1994)
"Verordnung des Bundesministers für Umwelt, Jugend und Familie über die obertägige Ablagerung von Abfällen, Entwurf vom 10.1.1994

DETTMANN P. (1990)
"Salze aus externer Waschwassereindampfung"; Müll und Abfall - Reststoffe aus der Rauchgasreinigung; Beiheft 29

DOPATKA J., M.OBST, F.SIEGFRIED (1992)
Im Auftrag des Ministeriums für Umwelt Baden-Württemberg,
"Vermeidung von Abfällen durch abfallarme Produktionsverfahren, Kühlschmierstoffe in Großbetrieben", Stuttgart, September 1992

DOPATKA J., M.OBST, F.SIEGFRIED (1993)
Im Auftrag des Ministeriums für Umwelt Baden-Württemberg,
"Vermeidung von Abfällen durch abfallarme Produktionsverfahren, Kühlschmierstoffe in mittleren und Kleinbetrieben", Stuttgart, Mai 1993

ELEKTRONIKSCHROTTAUSSCHUSS (1993)

"VÖEB - Verband Österreichischer Entsorgungsbetriebe - Die Elektronikschrott-Verwertung in Österreich: Das VÖEB-System "in" Elektronikschrott - Praxis und Anforderungen"; Tagungsmappe, hrsg. von Baum, Österreich

ENTEC (1994)

"Branchenstudie Abfälle halogenfreier Lösemittel"; erstellt im Auftrag von BMUJF, Wien

EVN (1990)

Verwertungswege für Rauchgasreinigungsrückstände, ÖZE 6 (90), Jahrgang 43

FACHVERBAND DER GIESSEREIINDUSTRIE ÖSTERREICHS (1994)

"Branchenkonzept der österreichischen Gießereiindustrie"; erstellt in Zusammenarbeit mit der Wirtschaftskammer Österreichs und Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie, Wien

FELLINGER R. (1994)

"Einsatzgebiete und Einsatzmengen von Säuren und Laugen in Österreich, UBA-IB-479"; Dezember 1994, Wien

FLEISCHER G. (1990)

"Vermeidung und Verwertung von Abfällen 2"; EF-Verlag; Berlin

FÖRSTER H.L., KÖNIG U. (1993)

"Fachtagung zum Branchenkonzept Galvanik", UBA-Tagungsberichte, Bd. 7, BMUJF, Wien

FRESNER J. (1994)

"Abfallvermeidung in der Praxis"; ÖChemZ 1/1994, Graz

GALLENKEMPER, DOEDENS (1987)

"Getrennte Sammlung von Wertstoffen des Hausmülls"; Abfallwirtschaft in Forschung und Praxis; Erich Schmidt Verlag; Düsseldorf

GERLING CONSULT, ANDRES H. (1992)

"Branchenkonzept für die ledererzeugende Industrie"; im Auftrag der ArgeLe (Arbeitsgemeinschaft Lederwirtschaft) der Wirtschaftskammer Österreichs, des Bundesministeriums für Umwelt, Jugend und Familie und des Umweltbundesamtes

GLEIS M., HOFFMANN G. (1992)

Behandlungsverfahren zur Verbesserung der Umweltverträglichkeit von Rückständen aus der Verbrennung von Hausmüll. Vortrag auf der UTECH Berlin 1992 "Rückstände aus Abfallverbrennungsanlagen".

GÖTTLICHER R., ANTON B. (1990)

"Reststoffe aus der Müllverbrennung"; in: Abfallwirtschafts-journal 2

GRABENHORST U. (1990)

"Herstellung von Baustoffen unter Verwendung trockener Reststoffe aus Abfallverbrennungsanlagen - UTR-Verfahren"; in: Müll und Abfall; Beiheft 29;

GUA (1991),

Gesellschaft für umweltfreundliche Abfallbehandlung GmbH,
"Bericht Leuchtstoffröhren-Recycling"; Wien, im Auftrag der Abfall Service Holding GmbH (ASA)

GUA (1993)

Gesellschaft für umweltfreundliche Abfallbehandlung GmbH,
"Abfallvermeidung in Industrie, Gewerbe und Handel"; Mai 1993; Wien, im Auftrag der Abfall Service Holding GmbH (ASA)

HACKL A. (1990)

Kohlenwasserstoffemissionen aus der Mineralölkette in Österreich 1988; Studie im Auftrag der ÖMV AG. Technische Universität; Wien

HARTINGER L. (1991)

"Handbuch der Abwasser- und Recyclingtechnik für die metallverarbeitende Industrie", 2. Auflage, Carl Hanser Verlag; München, Wien

HÄMMERLI H. (1993)

"Grundlagen und Berechnung der Sickerlaugung in Deponien", Vortrag auf dem VDI-Seminar - Schlackeaufbereitung - Verwertung und Entsorgung, 6.-7.12.1993, Düsseldorf

HEITZINGER P. (1992)

"Die KFZ-Branche: Untersuchung der Abfallstoffe auf ihre Umweltrelevanz zur Einführung von Umweltschutzmaßnahmen in Kraftfahrzeugreparatur- und -servicebetrieben"; Graz 1991

JÄGER B. (1989)

"Abfallverwertung in der Bundesrepublik Deutschland"; Der Bundesminister für Forschung und Technologie; Berlin

KASSNER W. und SCHMUKER A. (1990)

"Alternative Verfahren der Klärschlamm Entsorgung", Forschungsbericht des Umweltbundesamtes Berlin FB-90-048, erstellt von vedewa (kommunale Vereinigung für Wasser-, Abfall- und Energiewirtschaft v.V.)

KAUTZ U. (1990)

"Bewertung zukünftiger Entsorgungsmöglichkeiten für Rauchgas-

reinigungsrückstände aus Hausmüll und Abfallverbrennungsanlagen; in: Müllverbrennung und Umwelt 4. Hrsg. von K.J. Thome-Kozmiensky, Berlin

KEMPF W.D., DEMMICH J. (1990)

"Bindemittelzugabe zu Reststoffen aus Kohlekraftwerken"; in: Müllverbrennung und Umwelt 4. Hrsg. von K.J. Thome-Kozmiensky, Berlin

KITZEROW H.G. (1989)

"Entsorgung von Entladungslampen in Berlin - vorläufiger Erfahrungsbericht mit einer Aufbereitungsanlage"; Abfallwirtschaftsjournal 1, Seite 23 - 27

KLEINDIENST Ch. (1991)

Adam Opel AG, Rüsselsheim

"Stand der derzeitigen Praxis bei der Vermeidung und Verwertung ölhaltiger Reststoffe innerhalb eines Betriebes der Automobilindustrie"; 2. dt. Industrieabfallforum, Schriftenreihe "Praxis-Forum"; Fachbroschüre Umwelttechnik

KÜHL K. (1989)

"Recycling von Leuchtstofflampen"; Entsorgungs Praxis 10/89, Seite 484 - 486

KUSSATZ J. (1990)

Neue Wege der Autoverwertung mit dem Ziel maximaler stofflicher Wiederverwertung; in: Konzepte in der Abfallwirtschaft; Schenkel und Thomè-Kozmiensky; EF-Verlag; Berlin

LAUB B. (1991)

"Umweltgerechte Entsorgung von Entladungslampen/Leuchtstoffröhren"; Waste Magazin 3/91, Seite 51 und 52

LEITFADEN (1988)

zur Behandlung von Erdaushub für das Land Rheinland-Pfalz;

MINISTERIUM FÜR UMWELT BADEN-WÜRTTEMBERG (1991)

Entsorgung von Reststoffen aus der Rauchgasreinigung. Teil 2: TA Luft-Feuerungsanlagen. Heft 7, Januar 1991.

NEUMANN G. (1989)

Verwertungsmöglichkeiten des Entschwefelungsproduktes aus Sprühabsorptionsverfahren. Kraftwerk und Umwelt 1989, S 266-270

NOVAK M. (1989)

"Rauchgasreinigung im Steinkohlekraftwerk Dürnrohr"; in: Rauchgasreinigung, Handbuch zum VDI-Seminar, Salzburg, Mai

NOLTE R.F. (1987)

"Das Recycling-Potential (Menge, Wert und Bestimmung)";
Müllhandbuch 8504

N.N. (1994)

"Verbrennung so gut wie Recycling"; VDI-Nachrichten 30,
29.7.1994

N.N. (1994a)

"Prepare bringt Gewinn"; Umweltschutz 9/94

OPTIONEN ZUR ABFALLVERWERTUNG (1985)

aus der Schriftenreihe Stuttgarter Berichte zur Abfallwirt-
schaft; Stuttgart

ÖKOLOGIEINSTITUT (1990)

"Vermeidungsorientiertes Abfallwirtschaftskonzept für die
Stadt Linz", Wien

PREPARE (1994)

"Intime Schmuckstücke - Modellfall Lederabfall-Verwertung";
in Umweltschutz 12/94

RAT DER SACHVERSTÄNDIGEN FÜR UMWELTFRAGEN (1990)

Abfallwirtschaft; Sondergutachten im Auftrag der deutschen
Bundesregierung; Wiesbaden

REIMANN D.O. (1989)

"Stoffliche Verwertung von Abfall- und Reststoffen"; aus der
Schriftenreihe Abfallwirtschaft in Forschung und Praxis;
Erich Schmidt Verlag; Berlin

RETTENBACHER P. (1993)

"Umweltrelevante Probleme und Lösungsansätze bei der
Konstruktion, Verwertung und Entsorgung von Elektronikgeräten
unter besonderer Berücksichtigung der Informations- und
Kommunikationstechnologie"; Diplomarbeit, Johannes Kepler-
Universität Linz

REUTER K., NEUBAUER U. (1990)

"Aufbereitung verbrauchter Leuchtstoff- und Energiespar-
lampen"; Abfallwirtschaftsjournal 2/1990, Seite 362 - 364

RIEDL R. (1990)

Adaptierungsmängel der menschlichen Vernunft. Handbuch der
Umwelttechnik '91. 4. Kongreß-Messe für Umwelttechnik (UTEC
90), 20. - 22. November 1990, Linz; Hrsg.: Mayer W., Verlag
Trend Commerz Ges.m.b.H, Linz

RINN G. (1990)

"Möglichkeiten der Entsorgung von Natriumsulfatlösungen aus Rauchgasreinigungsanlagen"; in: Müll und Abfall; Beiheft 29

RÖSSERT M. (1991)

Bayerisches Landesamt für Umweltschutz "Verwerter von Leuchtstoffröhren"; Vortrag im Rahmen eines Fortbildungsseminares; Landesamt für Umweltschutz; Wackersdorf

SALHOFER, KANZIAN (1994)

"Zwischenbericht zum Betriebsabfallkataster-Pilotprojekt"; Wien

SCHNITZER, (1992)

"Nachhaltiges Wirtschaften und Saubere Technik"; in Tagungsband zum Seminar Ganzheitlicher Umweltschutz, Graz

SCHMIDT A. (1990)

Abschätzung des Quecksilbergehaltes in den Gasentladungslampen in Österreich, Wien

SCHLAG D. (1992)

Regelung und Anforderungen an Rückstände aus der Abfallverbrennung - Stand der Arbeiten der LAGA ad-hoc-Arbeitsgruppe. Vortrag auf der UTECH Berlin 1992 "Rückstände aus Abfallverbrennungsanlagen"

SCHÖNAUER, WINKLER (1992)

"Vermeidung, Verwertung und Behandlung von halogenfreien organischen Lösemitteln und Lösemittelgemischen"; Umweltmanagement-Verfahrenstechnik, Neubacher und Partner GmbH, Februar 1992

SCHUBERT U., BÜCHELE M., FLATZ A. (1994)

"Organisationsansätze zum Stoffstrommanagement am Beispiel der Elektronikbranche"; AK-Info Nr. 108, Informationen zur Umweltpolitik, Wien

SENF A., ROSSBACH R. (1991)

"Umweltbericht Teil 4: Sonderabfallwirtschaft - Entsorgung und Verwertung nachweispflichtiger Abfälle des Rhein-Sieg-Kreises"; Rhein-Sieg-Kreis; Juni 1991

SUTTER H. (1990)

"Vermeidung und Verwertung von Sonderabfällen"; aus der Schriftenreihe Abfallwirtschaft in Forschung und Praxis; Erich Schmidt Verlag; Berlin

SUTTER H. (1991)

"Sonderabfälle und Reststoffe: Vermeiden, Verwerten, Beseitigen"; 2. dt. Industrieabfallforum; Schriftenreihe "Praxis-Forum", Fachbroschüre Umwelttechnik

STUBENVOLL J. (1989)

Vermeidung des Anfalles von gefährlichen Rückständen bei der thermischen Abfallbehandlung. Manuskript November 1989

TREE A. (1991)

Stand und Entwicklung der Computer- und Elektronikschrottverwertung; Handbuch der Umwelttechnik '91; 4. Kongreß-Messe für Umwelttechnik (UTEC 90), 20. - 22. November 1990, Linz; Hrsg.: Mayer, W., Verlag Trend Commerz Ges.m.b.H, Linz

TRIXNER T. (1993)

"Umweltmanagement im KFZ-Betrieb"; Diplomarbeit an der Wirtschaftsuniversität Wien, Jänner 1993, Wien

UTECH Berlin (1994)

Tagungsunterlagen zum Umwelttechnologieforum
"Fortbildungszentrum Gesundheits- und Umweltschutz Berlin e.V., Vermeidung/Verwertung von ölhaltigen Abfällen aus der mechanischen Fertigung, 38. Seminar, 24. Februar 1994

UMWELTBUNDESAMT (UBA) (1994)

"Betriebliche Abfallwirtschaftskonzepte - Grundlagen für die Abfallwirtschaftsplanung - UBA-IB-457"; Juli 1994

UMWELTBUNDESAMT (UBA) (1994)

"Kommunaler Klärschlamm in Österreich, Ist-Zustand und Perspektiven, UBA-IB-449"; Juni 1994

UMWELTBUNDESAMT (UBA) (1994)

"Altautoentsorgung in Österreich, Ist-Zustand und Perspektiven, UBA-IB-446"; Mai 1994

UMWELTBUNDESAMT (UBA) (1993)

Dritter Umweltkontrollbericht; Teil A: "Umweltsituation in Österreich"; Teil B: "Umweltkontrolle und Bestandsaufnahme"; Hrsg.: Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie, Wien

UMWELT IN ÖSTERREICH (1994)

Hrsg.: Österreichisches Statistisches Zentralamt (ÖSTAT), und Umweltbundesamt (UBA), Wien

VDI-Richtlinie 3397

"Pflege von Kühlschmierstoffen für die Metallbe- und verarbeitung"; Blatt 2

VDI-GESELLSCHAFT FAHRZEUGTECHNIK (1991)

Tagung Wolfsburg; 26. - 28. November 1991; Düsseldorf

VGB (1991)

Betriebserfahrungen des Heizkraftwerkes Standreuth der EWAG, VGB Kraftwerkstechnik 71 (1991) S 934-94

VOGEL G. (1991)

Ökologische Warenwirtschaft als Beitrag zur Kreislaufwirtschaft; Handbuch der Umwelttechnik '91; 4. Kongreß-Messe für Umwelttechnik (UTEC 90), 20. - 22. November 1990, Linz; Hrsg.: Mayer, W., Verlag Trend Commerz Ges.m.b.H, Linz

VOGEL G. (1991)

"Vermeidung, Verwertung und Behandlung von Systemmüll"; Studie im Auftrag des Umweltbundesamtes erstellt

WEIDEL D. (1991)

Full-Service-System für Industrieschmierstoffe; 2. dt. Industrieabfallforum; Schriftenreihe "Praxis-Forum", Fachbroschüre Umwelttechnik

WIESINGER E. (1991)

Kühlmöbelentsorgung - ein mobiles Konzept bewährt sich in der Praxis; Handbuch der Umwelttechnik '91.; 4. Kongreß-Messe für Umwelttechnik (UTEC 90), 20. - 22. November 1990, Linz; Hrsg.: Mayer, W., Verlag Trend Commerz Ges.m.b.H, Linz

WUSTMANN et al. (1989)

"Gewerbemüllentsorgung für den Landkreis Erlangen-Höchstadt"; Müll und Abfall 7/89

WUTTKE J. (1992)

"Vermeidung und Verwertung von Gewerbeabfällen"; in Praxis der Gewerbeabfallberatung, Sehnle

