

SCHRIFTENREIHE  
SOZIALE ÖKOLOGIE

---

BAND 15

DIE EMISSIONEN  
DER ÖSTERREICHISCHEN WIRTSCHAFT  
Systematik und Ermittelbarkeit

HARALD PAYER  
HELGA ZANGERL-WEISZ  
UNTER MITARBEIT VON RUPERT FELLINGER

WIEN, 1991

FORSCHUNGSBERICHT DES IFF UND DES  
ÖSTERREICHISCHEN ÖKOLOGIE-INSTITUTS  
IM AUFTRAG DES BMUJF

**Impressum**

Medieninhaber, Verleger, Herausgeber:

Interuniversitäres Institut für interdisziplinäre Forschung und Fortbildung (IFF),  
Abteilung Soziale Ökologie, A - 1070 Wien, Seidengasse 13

Tel.: 0222-526 75 01-0, FAX: 0222-523 58 43

# INHALT

<b>1.</b>	<b>EINLEITUNG</b>	<b>1</b>
	1.1. Das Emissionsmodul	3
	1.2. Die Herstellung konsensfähiger Schadstofflisten	5
<b>2.</b>	<b>GASFÖRMIGE UND IN ABGASEN ENTHALTENE EMISSIONEN</b>	<b>9</b>
	2.1. Gasförmige und in Abgasen enthaltene Emissionen in Gesetzen und Verordnungen	10
	2.2. Gasförmige und in Abgasen enthaltene Emissionen in Umweltberichten	13
	2.3. Vorschlag für eine konsensfähige Schadstoffliste	13
	2.4. Emittenteninzidenz	14
	2.5. Einzelbetrachtung der vorgeschlagenen Schadstoffparameter	16
	2.5.1. Schwefeldioxid	16
	2.5.2. Stickoxide	18
	2.5.3. Ammoniak	19
	2.5.4. Kohlenmonoxid	21
	2.5.5. Kohlendioxid	22
	2.5.6. Fluorwasserstoff, Chlorwasserstoff	23
	2.5.7. Gesamtstaub	23
	2.5.8. Blei und Bleiverbindungen	24
	2.5.9. Cadmium und Cadmiumverbindungen	25
	2.5.10. Kohlenwasserstoffe	26
	2.5.11. Methan	28
	2.5.12. Benzol, Toluol, Xylol (BTX)	28
	2.5.13. Benzo(a)pyren	29
	2.5.14. Gesamtphenole	31
	2.5.15. Formaldehyd	32
	2.5.16. Polychlorierte Dibenzodioxine und -furane (PCDD,PCDF)	33
<b>3.</b>	<b>FLÜSSIGE EMISSIONEN BZW. EMISSIONEN IN GEWÄSSER</b>	<b>35</b>
	3.1. Flüssige Emissionen bzw. Emissionen in Gewässer in Gesetzen, Verordnungen und sonstigen Empfehlungen	35
	3.2. Flüssige Emissionen bzw. Emissionen in Gewässer in Umweltberichten	38

<b>3.3. Vorschlag für eine konsensfähige Schadstoffliste</b>	39
<b>3.4. Emittenteninzidenz</b>	39
<b>3.5. Einzelbetrachtung der vorgeschlagenen Schadstoffparameter</b>	42
3.5.1. Nicht gelöste Stoffe	42
3.5.2. BSB <sub>5</sub>	42
3.5.3. Summe organische Stoffe	44
3.5.4. Salze	46
3.5.5. Kohlenwasserstoffe	49
3.5.6. Organische Halogenverbindungen	51
3.5.7. Phenole	53
3.5.8. Blei und Bleiverbindungen	54
3.5.9. Cadmium und Cadmiumverbindungen	54
3.5.10. Chrom und Chromverbindungen	54
3.5.11. Quecksilber und Quecksilberverbindungen	55
3.5.12. Nickel und Nickelverbindungen	56
3.5.13. Zink und Zinkverbindungen	56
3.5.14. Zinn und Zinnverbindungen	57
3.5.15. anorganische Stickstoffverbindungen	57
3.5.16. Phosphat	59
3.5.17. Cyanide	59
3.5.18. Tenside	60
3.5.19. sonstige hochtoxische Substanzen	60
<b>Exkurs: Ökologische Auswirkungen von Phosphatmissionen in Gewässer</b>	61
<b>4. DIE EMISSIONSDATENLAGE IM ÜBERBLICK</b>	65
<b>5. ABFÄLLE</b>	68
<b>5.1. Abfall in Österreich</b>	68
5.1.1. Der Abfallbegriff	68
5.1.1.1. ÖNORM S 2000	68
5.1.1.2. ÖNORM S 2100	70
5.1.1.3. ÖNORM S 2101	72
5.1.1.4. AWG-Systematik	72
5.1.2. Abfallerhebungen	73
5.1.2.1. Bisherige Ergebnisse	73
5.1.2.2. Begleitscheinverfahren	80
5.1.2.3. Geplante Abfallerhebung des ÖSTAT	82
5.1.2.4. Abfallerhebung der Bundeskammer der gewerblichen Wirtschaft	83

<b>5.2. Plädoyer für eine stoffbezogene Abfallerhebung</b>	83
5.2.1. Erste Ansätze für die systematische Erhebung von Schadstoffen in Abfällen	85
<b>5.3. Résumé</b>	100
<b>6. MODELLE ZUR ENTWICKLUNG VON UMWELTINDIKATOREN AUS EMISSIONSDATEN</b>	101
<b>6.1. Einleitung</b>	101
<b>6.2. Messung von Summenparametern und Zusammenfassung         nach chemischen Stoffgruppen</b>	102
<b>6.3. Effektparameter</b>	104
6.3.1. Aggregation nach ökotoxikologischen Kriterien	105
6.3.2. Aggregation nach ökologischen und politischen Kriterien	112
<b>6.4. Indikatoren für spezifische Schädigungsprozesse</b>	115
6.4.1. Indikatoren für ozonschicht- und klimawirksame Gase	115
6.4.2. Indikatoren für Sauerstoffzehrung und Eutrophierung	119
<b>7. EMPFEHLUNG FÜR EIN FORSCHUNGSPROGRAMM ZUR ENTWICKLUNG VON EMISSIONSKOEFFIZIENTEN</b>	120
<b>7.1. Zur Verknüpfbarkeit von Emissionsdaten mit         Wirtschaftsdaten</b>	121
<b>LITERATUR</b>	124

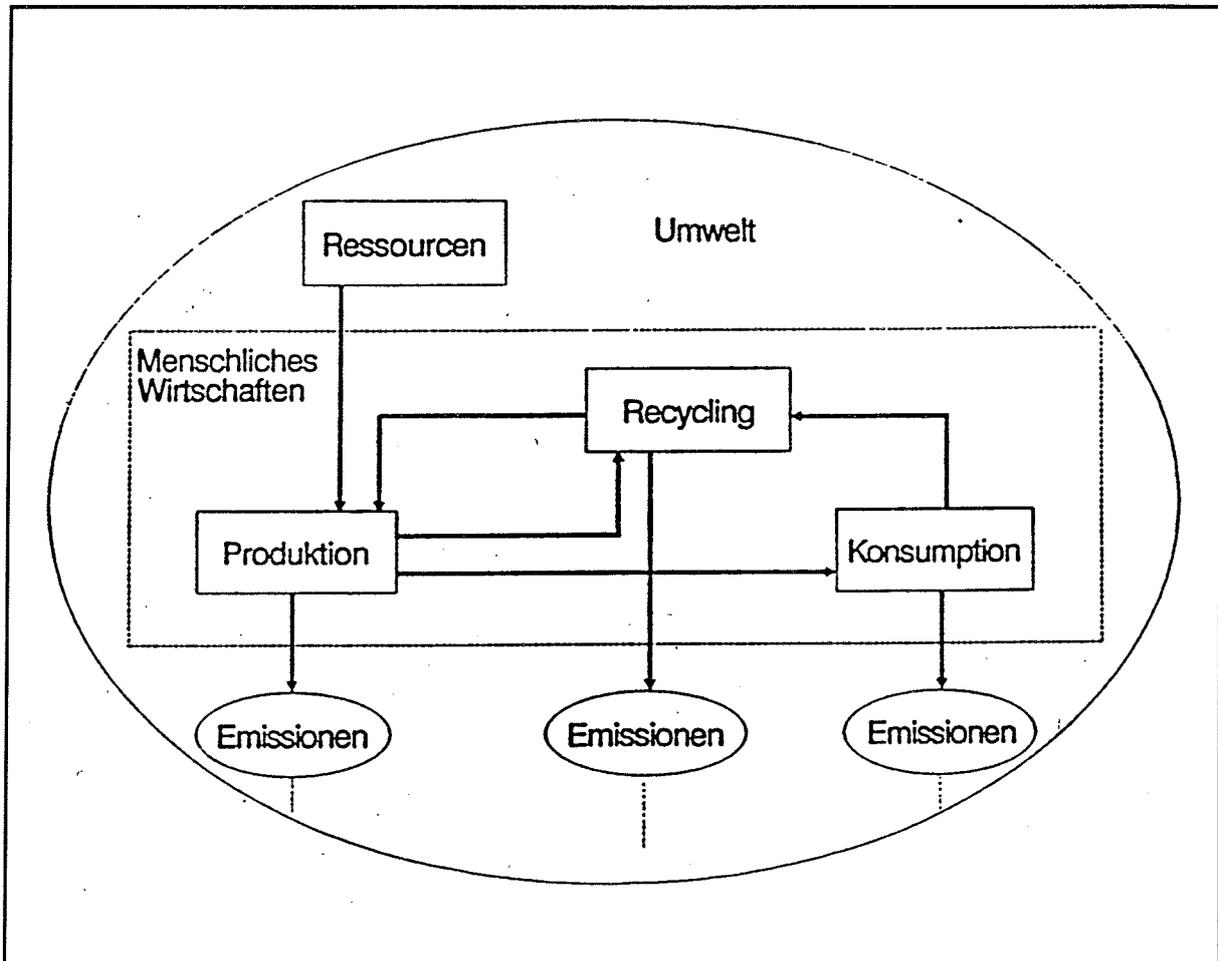


## 1. EINLEITUNG

Die deskriptive Darstellung von Emissionsmengen hat die längste und auch "sicherste" Tradition im Bereich verursacherbezogener Umweltberichterstattung. Historisch fußt diese Tradition stark in dem im Endbericht Teil I beschriebenen "toxikologischen" Schadensmodell und gewann im Zuge der klimatologischen Argumentation Ende der 80er-Jahre z.T. eine neue Dimension.

Der Begriff "Emission" wird hier sehr eng gefaßt. Es handelt sich um den Transport bestimmter Schadstoffe über die Grenze zwischen ökonomischer Nutzung und Umwelt. Emissionen als solche sind keine beabsichtigten Wirkungen von Produktion oder Konsumption, sondern unbeabsichtigte, in Kauf genommene, in der Regel unvermeidbare Nebenwirkungen gesellschaftlicher Nutzungen mit potentiell umweltschädlicher Wirkung. Unter den Gesichtspunkten eines "sustainable economic development" sollten sie möglichst klein (nahe 0) gebracht werden. Als Emissionen werden hier nur stoffliche Outputs betrachtet, die einer funktionellen Verwertung innerhalb des Wirtschaftssystems nicht mehr zugeführt werden. Das bedeutet, daß z.B. Schadstoffgehalte in Produkten, die nach wie vor "Güter" darstellen, keine "Emissionen" sind (z.B. Pestizidrückstände in Lebensmitteln, cadmiumhältige Lacke). Erst, wenn diese Produkte zu "Abprodukten" werden, jenseits gezielter gesellschaftlicher Nutzung, stellen ihre Schadstoffgehalte "Emissionen" dar. Demzufolge sind auch durch verschiedene Rückhaltetechnologien zurückgehaltene und wiederverwertbare Schadstoffe (z.B. Schadstoffrückstände in Filterschlamm) keine "Emissionen" bzw. erst dann "Emissionen", wenn sie das Wirtschaftssystem ungenutzt verlassen.

Die folgende Abbildung versucht diesen Zusammenhang grob darzustellen. Die Aktivitäten des sozio-ökonomischen Systems (Menschliches Wirtschaften) sind in eine physische Umwelt eingebettet, der sie Ressourcen entnehmen und nicht mehr verwendbare Stoffe auf unterschiedlichen Ebenen an diese Umwelt wieder abgeben bzw. emittieren. Die Emissionen können durch Rückhalte- oder Vermeidungsmaßnahmen bei der Produktion oder durch Rückführung in den Produktionsprozeß verringert werden.



**Abb.1.1. Grundschemata der Beziehungen des sozio-ökonomischen Systems zur Umwelt<sup>1</sup>**

Dem hier verwendeten Emissionsbegriff liegt ein Ursprungskonzept zugrunde. Das ist wichtig für die erforderliche Zuordnung von Emissionen zu ihren ursprünglich verursachenden Aktivitäten. Ungeachtet dessen, ob ein Schadstoff innerbetrieblich oder außerbetrieblich (z.B. Einleitung in eine kommunale Kläranlage) erfaßt wird, sollte er als "Emission" immer dem Betrieb bzw. der Branche zugerechnet werden, aus der er tatsächlich stammt. Andernfalls entstünde längerfristig die absurde Situation, daß der Entsorgungssektor zum größten Emittenten wird.

<sup>1</sup>) Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung, Methodenstudie zur Emittentenstruktur in der Bundesrepublik Deutschland – Verknüpfung von Wirtschaftsstruktur- und Umweltbelastungsdaten, Karlsruhe 1990, S.6

Folgt man Jänicke's Differenzierung der Entwicklungsstadien von umweltpolitischen Handlungsstrategien, so sollte die Darstellung von Emissionsdaten langfristig an Bedeutung verlieren, da sich das umweltpolitische Interesse von der nachträglichen Behandlung emissionsbedingter Gesundheits- und Umweltschäden allmählich auf die Vermeidung der verursachenden Schädigungsprozesse verlagert. Jänicke unterscheidet zwischen a) der bloßen Behandlung eingetretener Umweltschäden, b) dem symptomatischen Umweltschutz, der umweltgefährdende Produktions-, Verbrauchs- und Verkehrsstrukturen mit sogenannten end-of-pipe-Techniken wie z.B. Rauchgasfilteranlagen oder Klärschlammmanlagen ausstattet, c) der Stufe der ökologischen Modernisierung, die auf eine ressourcenrationalisierende Technikgestaltung wie z.B. Kraft-Wärme-Kupplung oder Wirbelschichtfeuerung abzielt und d) einem generellen Strukturwandel hin zu ressourcenschonenden Produktions-, Verbrauchs- und Verkehrsstrukturen.<sup>2</sup> Solange dieser Strukturwandel jedoch nicht vollzogen ist, kann auf die explizite Darstellung von Emissionsdaten im Umweltsatellitensystem keinesfalls verzichtet werden. Selbst im Falle eines umweltpolitisch erfolgreichen Strukturwandels käme Emissionsdaten immer noch eine essentielle Kontrollfunktion zugute.

Die medienübergreifende Erfassung und Darstellung von Emissionen bietet zudem den großen Vorteil, daß die durch verschiedene Rückhaltetechniken bedingten medialen Verlagerungen von Schadstofffrachten (z.B. verbrennungsbedingte Schadstoffe in Filterschlamm) nicht ausgeblendet bleiben.

## 1.1. DAS EMISSIONSMODUL

Das im folgenden als "Emissionsmodul" bezeichnete Bündel von Emissionsdaten hat mehrere Anforderungen zu erfüllen:

1. Die Kategorisierung des Emissionsmoduls (die Systematik der Schadstofflisten) ist so zu wählen, daß Doppelzählungen vermieden werden (Ausschließlichkeitsprinzip).

-> Dazu ist es notwendig, die herkömmliche Gliederung nach Umweltmedien in der Weise zu präzisieren, daß Emissionen nach dem Aggregatzustand, in dem die emittierten Substanzen das Wirtschaftssystem verlassen, klassifiziert werden. Hierbei sind - in Übereinstimmung mit dem gebräuchlichen Abfallbegriff - Gase oder Flüssigkeiten in Gebinden

---

<sup>2</sup>) Jänicke Martin, Staatsversagen. Die Ohnmacht der Politik in der Industriegesellschaft, München 1986, S.77

"feste Abfälle". Auf diese Weise sind Doppelzählungen zwischen verschiedenen Umweltmedien ausgeschlossen. Doppelzählungen innerhalb der Klassifikationen nach Aggregatzustand können jedoch aus praktischen Gründen niemals vollständig vermieden werden.

2. Die Auswahl der Emissionsdaten orientiert sich an nach der gegebenen Datenlage kurz- bis mittelfristig machbaren Informationen.

-> Dazu ist es notwendig, die derzeit verfügbaren Mengenangaben je Schadstoff bzw. Schadstoffgruppe nach ihrer Aktualität und Reichweite vollständig zu erfassen.

3. Das Emissionsmodul ist in seiner Kategorisierung und in der Datenqualität der darin enthaltenen Emissionsdaten mit der Struktur, Methodik und inhaltlichen Logik des geplanten Umweltsatellitensystems kompatibel zu halten.

-> Dazu ist es notwendig, erstens die dem Emissionsmodul zugrundeliegende Verursachersystematik mit der VGR-Systematik kompatibel zu halten<sup>3</sup> und zweitens nur Flußgrößen (Schadstofffrachten) abzubilden. Konzentrationsangaben, wie sie in Bescheiden, Verordnungen oder Einzelmessungen üblich sind, sind hier irrelevant. Die Schadstofffrachten werden i.d.R. in Kilogramm bzw. Tonnen pro Jahr angegeben. Die Bereitstellung monatlicher Mengenangaben für manche Emissionen sollte langfristig angestrebt werden, da auch die Bruttosozialproduktrechnung monatlich erstellt wird. Eine monatliche Emissionsberichterstattung könnte zusätzlich die starken Schwankungen in der saisonalen Verteilung bestimmter Schadstofffrachten abbilden.

Das Emissionsmodul soll außerdem die Darstellung von Emissionsdaten auf drei Aggregationsniveaus gestatten:

- (1) Ubiquitäre (Schad-)Stoffe bzw. Leitschadstoffe, die in sehr vielen Wirtschaftszweigen vorkommen und für alle in Frage kommenden systematisch erhoben werden sollten (siehe die Schadstofflisten in den Kapiteln 2 und 3). Bei gasförmigen Emissionen sind diese häufig als (chemische) Einzelschadstoffe spezifiziert, bei Emissionen in Gewässer häufiger als (chemische) Summenparameter.
- (2) Sonstige spezifische Schadstoffe, die nur bei ganz bestimmten Prozessen freigesetzt

---

<sup>3</sup>) Aufgrund der direkten Verbindung von Emissionsdaten für den Bereich Luft mit der Energiestatistik des ÖSTAT, wird die Wirtschaftssystematik der Energiestatistik für die folgenden Ausführungen zum Emissionsmodul als Bezugsrahmen beibehalten. Die Wirtschaftssystematik der Energiestatistik ist kompatibel mit der Betriebsystematik.

werden und sich durch hohe Toxizität auszeichnen (vgl. jeweils die letzten Zeilen der genannten Schadstofflisten). Diese Kategorie ist im wesentlichen "offen", und es ist fraglich, ob hier Summenbildungen nach Gewichtseinheiten sinnvoll sind.

- (3) Effektparameter für (Schad-)Stoffe mit bestimmten gemeinsamen Wirkungen. Diese Effektparameter lassen sich unter bestimmten Annahmen aus (1) und (2) errechnen und gestatten eine zusammenfassende Darstellung unter ausgewählten Gesichtspunkten.

## 1.2. DIE HERSTELLUNG KONSENSFÄHIGER SCHADSTOFFLISTEN

Bevor die Sammlung und Sichtung von Emissionsdaten begonnen wurde, stellte sich die Frage, welche spezifischen Emissionen für das geplante Umweltsatellitensystem überhaupt als relevant zu betrachten sind. Die Frage kann in der Einfachheit jedoch nicht beantwortet werden. Erstens führt der Versuch, eine Auswahl nach ihrer Umweltgefährlichkeit zu treffen, abgesehen von den großen Wissensdefiziten, die in den Bereichen der Umweltchemie und Ökotoxikologie noch vorherrschen, unweigerlich in dieselben Definitions- und Bewertungsschwierigkeiten, wie die Beantwortung der Frage "Was ist ein Umweltschaden?".<sup>4</sup> Zweitens sind die in öffentlichen Umweltberichten enthaltenen Schadstofflisten hinsichtlich ihres Umfangs und ihrer Zusammensetzung immer das Ergebnis komplexer Meinungsbildungsprozesse in Fachkreisen und in der Öffentlichkeit. Die begrenzten Aufnahme- und Verarbeitungskapazitäten sozio-ökonomischer Informationssysteme führen meist dazu, daß sie sich auf gerade aktuelle ("modische") Schadstoffe konzentrieren. Zur Beantwortung der gestellten Frage wurde daher ein mehrstufiges Verfahren gewählt.

Zunächst war zu prüfen, bezüglich welcher Emissionen ein gesellschaftliches "Selbstbeobachtungsbedürfnis" besteht. Dazu wurden die einschlägigen Gesetze, Verordnungen und andere normgebende Vereinbarungen, wie z.B. ÖNORMEN, hinsichtlich der darin enthaltenen Empfehlungen und Vorschriften zur Messung bestimmter Emissionen gesichtet.

In einem zweiten Schritt wurden die aktuellsten Umweltberichte auf Bundes- und Länderebene hinsichtlich der tatsächlich beobachteten (gemessenen bzw. geschätzten) und publizierten Emissionsströme gesichtet. Ausgangspunkt für dieses Verfahren war eine Bestandsaufnahme des IFF über die amtliche Umweltberichterstattung der österreichischen Bundesländer. Die aktuellsten Länderberichte wurden in Bezug auf ihre thematischen Inhalte

---

<sup>4</sup>) s. Zwischenbericht S.4ff und Endbericht Teil I, S.4ff

gesichtet und die darin publizierten Umweltinformationen in Bezug auf ihre Datenqualität beurteilt. Die am meisten behandelten Themen sind Luft, Abfall, Wald, Wasser und Energie.<sup>5</sup>

Medien	BLD	KTN	OÖ	NÖ	SBG	STK	T	V	W
Luft	*	*p	*p	*		*	*p	*p	
Wasser	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Abfall	*	*	*		*	*			*
Wald	*	*	*p		*	*p	*j		
Raum/Natursch.	*	*p		*	*	*		*	*
Boden								*	*
Energie	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Landesumwelt- schutzbericht	*	*		*	*	*j	*j	*	*

p = periodisch  
j = jährlich  
Quelle: eigene Zusammenstellung

**Tab.1.1. Amtliche Umweltberichte der österreichischen Bundesländer<sup>6</sup>**

Die darauf aufbauende Sichtung der in Bundes- und Länderberichten enthaltenen Informationen über Emissionsmengen zeigte, daß das gesellschaftliche "Selbstbeobachtungsbedürfnis" hinsichtlich gasförmiger und flüssiger Emissionen bisher bei weitem nicht erfüllt werden konnte. Es werden vorwiegend Ergebnisse von Immissionsmessungen publiziert. Veröffentlichte Ergebnisse von direkten Emissionsmessungen oder -schätzungen sind dagegen deutlich seltener vorhanden.

<sup>5</sup>) vgl. Fischer-Kowalski Marina, Lackner Christian, Amtliche Umweltberichterstattung in Österreich, Wien 1990, S.7f

<sup>6</sup>) Fischer-Kowalski Marina, Lackner Christian, a.a.o., Wien 1990, S.7

In einem dritten Schritt wurden provisorische Schadstofflisten einer ausgewählten Expertenrunde vorgestellt und hinsichtlich ihrer Eignung für das geplante Umweltsatellitensystem geprüft.<sup>7</sup>

Diese Listen wurden nochmals im Rahmen von weiteren Gesprächen mit inländischen Experten adaptiert.

Als Ergebnis dieses Prozesses wird nun ein Emissionsmodul vorgeschlagen, das sich aus drei Submodulen zusammensetzt:

- gasförmige und in Abgasen enthaltene Emissionen,
- flüssige Emissionen bzw. Emissionen in Gewässer und
- Emissionen in festem Aggregatzustand.

Die im Zwischenbericht vorgeschlagene vierte Gruppe der sogenannten energetischen Emissionen wird aus folgenden Überlegungen aufgegeben:

Radioaktive Emissionen sind immer an bestimmte Isotope gebunden. Eine explizite Darstellung als energetische Emissionen erscheint daher nicht sinnvoll. Je nach Aggregatzustand des Trägerisotops können sie als gasförmige, flüssige oder feste Emission erfaßt und dargestellt werden. Potentielle Emissionen von radioaktiven Stoffen beschränken sich in Österreich auf Krankenhäuser, Forschungslabors und Sonderabfallentsorgungseinrichtungen. Mengenangaben darüber sind praktisch nicht vorhanden. Es ist davon auszugehen, daß es sich um sehr geringe Mengen (allerdings mit sehr hohem Risikopotential) handelt. Radioaktive Stoffe sollten unter der Kategorie "sonstige hochtoxische Emissionen" berücksichtigt werden.

Lärm ist als Emission praktisch nicht meßbar (gemessen wird immer nur die Immission) und ist auch nicht über verschiedene Verursachergruppen und Zeiträume kumulierbar. Es wird daher vorgeschlagen, die quantitative Darstellung von Lärm ausschließlich der Immissionsberichterstattung zu überlassen.

---

<sup>7</sup>) s. Endbericht Teil VII

Abwärme (d.h. die thermische Belastung von Gewässern und Luft) ist im Indikator "Nettoverbrauch Gesamtenergie"<sup>8</sup> bereits enthalten. Eine explizite Darstellung der thermischen Belastung von Gewässern und Luft sollte daher besser im Modul der ökonomisch-ökologischen Systemindikatoren erfolgen. Die Datenlage zur thermischen Belastung von Fließgewässern ist für eine verursacherbezogene Darstellung gut geeignet<sup>9</sup>. Untersuchungen zur thermischen Belastung der Luft sind nicht bekannt.

---

<sup>8</sup>) Das ist in der Terminologie der Energiestatistik der "Endenergieverbrauch" abzüglich der "Abgabe an Dritte".

<sup>9</sup>) vgl. Payer, Steurer, Transparenz der Verursacher, Wien 1989, S.11

## 2. GASFÖRMIGE BZW. IN ABGASEN ENTHALTENE EMISSIONEN

Gasförmige und in Abgasen enthaltene Emissionen entstehen sowohl bei Verbrennungs- als auch bei Produktionsprozessen. Ihre Umweltgefährlichkeit ergibt sich durch ihre spezifische lufthygienische Wirkung oder Klimawirksamkeit (Treibhausgase, die Ozonschicht zerstörende Gase). Eine weitere Besonderheit von zahlreichen Luftschadstoffen liegt darin, daß sie, verglichen mit der Lebensdauer von Schadstoffen im Grundwasser oder Boden, eine relativ kurze Lebensdauer haben. Sie werden rasch umgewandelt oder abgeschieden (in Stunden oder Tagen) und belasten in der Folge Boden und Wasser (z.B. saurer Regen).

Schwefeldioxid und Staub waren die ersten systematisch erfaßten Schadstoffe in Österreich. Zu Beginn der 80er-Jahre folgten die Stickoxid- und Kohlenmonoxidemissionen. Die Art und Menge der Emissionen aus Energieumwandlungsprozessen ist abhängig von der Art des eingesetzten Brennstoffes, von der Art des Energiepfades, von den eingesetzten Technologien und Betriebsweisen und von den emissionsmindernden Maßnahmen wie zB. Entschwefelungs- und Entstickungsanlagen<sup>10</sup>. Emissionen aus Verbrennungsprozessen sind für Österreich relativ gut erfaßt. Sie werden mittels Emissionsfaktoren aus den Ergebnissen der amtlichen Energiestatistik sowie repräsentativen Einzelmessungen abgeleitet. Die Schätzungen für Emissionen aus Produktionsprozessen (Lösungsmitteldämpfe, Stäube aus bergbaulichen Aktivitäten etc.) sind dagegen mit großen Unsicherheiten verbunden bzw. zum Großteil gar nicht vorhanden.

Emissionsfaktoren (a. Emissionskoeffizienten) beziehen sich auf einzelne Technologien (z.B. benzinbetriebene PKW, dieselbetriebene PKW, Einzelöfen, Zentralheizungen) und auf den Schadstoffgehalt der jeweils eingesetzten Energieträger. Für den Sektor Verkehr sind die Emissionsdaten auf gefahrene Kilometer (ausgenommen CO<sub>2</sub>), für den Sektor Landwirtschaft auf Betriebstunden bezogen. Die Emissionsfaktoren spiegeln annähernd den durchschnittlichen Stand der Technik wieder. Zeitvergleiche oder Technologievergleiche sind allerdings nur mit Vorbehalten möglich. Der Energiebericht 1990 der Österreichischen Bundesregierung enthält eine detaillierte Aufstellung der für die Bereiche Kraftwerke, Industrie, Kraftfahrzeuge, Einzelöfen, Etagenheizungen, Zentralheizungen und Heizwerke erhobenen Emissionsfaktoren. Aufgrund der Mittelung über eine große Zahl von Einflußfaktoren sind sie mit mehr oder

---

<sup>10)</sup> Gilli P.V., Verursacher und Entwicklung der Luftbelastung, Referat während der umweltwissenschaftlichen Fachtage 5.-7.September 1988 in Graz, S.2

weniger großen Unsicherheiten verbunden:<sup>11</sup>

Sektor Kraftwerke: +/- 10 %

Fehler relativ gering, da eine zentrale Erhebung und Auswertung zugrundeliegt.

Sektor Verkehr: < +/- 50 %

generell mittlere Fehler; hier überlagern sich die rein technischen Unsicherheiten (z.B. Zeitgang des Emissionsverhaltens von Kfz zwischen den gesetzlich vorgeschriebenen Überprüfungen) mit den Unsicherheiten der Bestandstatistik.

Sektor Kleinabnehmer:

relativ geringe Fehler um +/- 10 % für SO<sub>2</sub> und CO<sub>2</sub> (ausg. Braunkohle, wo mit mittleren Fehlern zu rechnen ist); sehr hohe Fehler (> +/- 50 %) für CO- und C<sub>x</sub>H<sub>y</sub>-Emissionsfaktoren der festen Brennstoffe; mittlere Fehler bei den sonstigen Emissionsfaktoren.

Sektor Industrie: > +/- 50 %

abgesehen von SO<sub>2</sub> und CO<sub>2</sub> sehr hohe Fehler wegen des weiten Anlagenspektrums und der aus der hohen Anlagenzahl resultierenden Schwierigkeit der Bildung repräsentativer Stichproben; für brennbare Abfälle auch die SO<sub>2</sub>- und CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren wegen der höchst unterschiedlichen Zusammensetzung der verbrannten Abfälle relativ unsicher.

Kohlenwasserstoffemissionen:

generell hohe Fehler; durch unterschiedliche Definitionen (flüchtig, total) kommt es außerdem zu systematischer Unsicherheit der Zuordnung bestimmter Emissionen zu den Kohlenwasserstoffen oder zu Staub.

## **2.1. GASFÖRMIGE UND IN ABGASEN ENTHALTENE EMISSIONEN IN GESETZEN UND VERORDNUNGEN**

Luftreinhaltegesetz 1988 und Luftreinhalteverordnung 1989:

Verbrennung fester, flüssiger und gasförmiger Brennstoffe in Kesselanlagen:  
staubförmige Em., SO<sub>2</sub>, CO, NO<sub>2</sub>,

---

<sup>11</sup>) Bundesministerium f. wirtsch. Angelegenheiten, Energiebericht 1990 der Österr. Bundesregierung, Wien o.J., S.28

spezifische Festlegungen für Müllverbrennungsanlagen, für mit Holz, Torf, Hackgut, Rinde oder Holzresten befeuerten Dampfkesselanlagen, mit Altöl befeuerte Dampfkesselanlagen, für Laugenverbrennungsanlagen der Zellstofferzeugung und die Verbrennung krankenhausspezifischer Abfälle:

staubförmige Em., gasförmige Em. (HCl, HF, SO<sub>2</sub>, CO, NO<sub>2</sub>), Em. in Dampf- und/oder Partikelform (Blei, Zink & Chrom inkl. Verbindungen, zusammen; Arsen, Cobalt, Nickel inkl. Verbindungen; Cadmium & lösliche Verbindungen; Quecksilber & Verbindungen), C, PCDD, PCDF, Volumenverhältnis von CO zu CO<sub>2</sub>,

Verordnungen gem. Par. 82,1 Gewerbeordnung 1973 i.d.F.1988:

Bisher erst dreimal in Anspruch genommen: Begrenzung der Emissionen von Trichloräthylen und Tetarchloräthylen aus Chemischreinigungsanlagen (BGBl. Nr.427/1974), Begrenzung von Emissionen aus Aufbereitungsanlagen für bituminöses Mischgut (BGBl-Nr.378/1976) sowie betreffend die Begrenzung der Emissionen von Chlorkohlenwasserstoffen und Chlorfluorkohlenwasserstoffen aus CKW-Anlagen in gewerblichen Betriebsanlagen (BGBl. Nr.27/1990) – im speziellen: Summenparameter CKW, 1,1,1,-Trichlorethan, Trichlorethen, Trichlorethylen), Tetrachlorethen (Perchlorethylen) sowie CKW nach Par.2,5,6/7/12.

In der Neufassung der GewO ist zwar eine Emissionsbegrenzung nach dem Stand der Technik festgelegt. Die Bestimmung enthält allerdings keine nähere Festlegung bezüglich des Standes der Technik, insbesondere keine Verordnungsgrundlage zur Normierung von Emissionsgrenzwerten. Dabei böte die GewO die Möglichkeit zur Begrenzung von Luftschadstoff-Emissionen aller Gewerbe- und Industrieanlagen (ausgenommen Anlagen der Land- und Forstwirtschaft, Bergbauanlagen, Krankenanstalten, Eisenbahnanlagen, Flugplätze und Stromerzeugungsanlagen).

2.Verordnung gg. forstschädliche Luftverunreinigungen 1984:

SO<sub>2</sub>, HF & Siliziumtetrafluorid & Kieselfluorwasserstoffsäure (zusammen als anorganische gasförmige Fluorverbindungen), Cl, HCl, Schwefelsäure, Ammoniak, aus Verarbeitungs- und Verbrennungsprozessen stammender Staub (Schwermetalle, Kalzium, Kalziumoxide, Magnesium, Magnesiumoxide)

Berggesetz 1975 idF 1990:

Stäube aus Bergbaubetrieben

Altölverordnung 1987 gem. Par. 5 Altölgesetz 1986:

Emissionsgrenzwerte für staubförmige Emissionen (Blei, Zink, Chrom, Cadmium) und gasförmige Emissionen (HCl, CO, organ. C). Für Dampfkesselanlagen, die mit Altöl befeuert werden, gilt nicht die AltölVO, sondern die LuftreinhalteVO für Kesselanlagen 1989, welche ebenfalls Emissionsgrenzwerte festsetzt, die mit den Werten der AltölVO identisch sind.

Staubschädenbekämpfungsverordnung 1954:

Stäube

Kraftfahrzeuggesetz-Durchführungsverordnung 1967:

Grenzwerte für: CO, C<sub>x</sub>H<sub>y</sub>, NO<sub>x</sub>, Partikelemissionen

Verordnung gem. Par. 26a,2,c und Par. 136,3a KFG 1967:

höchstzulässiger Blei-, Benzol- und Schwefelgehalt von Kraftstoffen

## 2.2. GASFÖRMIGE BZW. IN ABGASEN ENTHALTENE EMISSIONEN IN UMWELTBERICHTEN

Emissionen sind hier nur dann angeführt, wenn es sich um veröffentlichte Meß- oder Schätzergebnisse handelt.

Tiroler Umweltschutzbericht 1987	-
Zweiter Burgenländischer Umweltbericht	-
Wiener Umweltbericht 1989	-
Kärntner Umweltschutzbericht 1988	SO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , Staub
Bericht über die Umweltsituation des Landes Salzburg 1989	SO <sub>x</sub> , NO <sub>x</sub> , C <sub>x</sub> H <sub>y</sub>
Niederösterreichischer Umweltbericht 1990	SO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , CO, HF, C <sub>x</sub> H <sub>y</sub> , Staub, Aerosole
BMWA, Energiebericht 1990 der österreichischen Bundesregierung	SO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , CO, CO <sub>2</sub> , Staub, Pb, C <sub>x</sub> H <sub>y</sub>
ÖBIG, Umweltbericht Luft 1989	SO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , CO, Staub, Pb, Cd, Hg, As, Aerosole, Ruß, HCl, HF, NH <sub>3</sub> , anorg. Substanzen, C <sub>x</sub> H <sub>y</sub> , Dibenzodioxine, Dibenzofurane, organ. Dämpfe
ÖStZ, Umweltdaten 1989	SO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , Staub, Pb, Ruß, Fl, C <sub>x</sub> H <sub>y</sub> , organ. Dämpfe
BMUJF, Erster Umweltkontrollbericht 1988	SO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , CO, CO <sub>2</sub> , Staub, Pb, BTX, Phenol, PAH, B(a)P, PCB

**Tab.2.1. Gasförmige und in Abgasen enthaltene Emissionen in Umweltberichten**

## 2.3. VORSCHLAG FÜR EINE KONSENSFÄHIGE SCHADSTOFFLISTE

Auf der Grundlage der Ergebnisse des im Rahmen des Projekts veranstalteten Experten-Workshops<sup>12</sup> und der darauffolgenden Überarbeitungen wird folgende Schadstoffliste für

<sup>12</sup>) s. Endbericht Teil VII, S.46ff

gasförmige und in Abgasen enthaltene Emissionen (plus der für das Umweltsatellitensystem relevanten Maßeinheit) vorgeschlagen:

1)	SO <sub>2</sub>	kg/a
2)	NO <sub>x</sub>	kg/a
3)	NH <sub>3</sub>	kg/a
4)	CO	kg/a
5)	CO <sub>2</sub>	kg/a
6)	HFl, HCl	kg/a
7)	Gesamtstaub	kg/a
8)	Blei und Bleiverbindungen	kg/a
9)	Cadmium und Cadmiumverbindungen	kg/a
10)	Gesamtkohlenwasserstoffe	kg/a
11)	Methan	kg/a
12)	Benzol, Toluol, Xylol (BTX)	kg/a
13)	Benzo(a)pyren	kg/a
14)	Gesamtphenole	kg/a
15)	Formaldehyd	kg/a
16)	PCDD/PCDF	kg/a
17)	sonstige hochtoxische Gase	kg/a

## 2.4. EMITTENTENINZIDENZ

Die vorgeschlagene Schadstoffliste wird nun einer an die Betriebssystematik angelehnten verkürzten Systematik wirtschaftlicher Aktivitäten gegenübergestellt.<sup>13</sup> Dieser Emittentenmatrix werden mittels Literaturrecherche<sup>14</sup> potentielle Emissionen zugeordnet. Die Matrix liefert einen Überblick über die derzeit bekannten potentiellen Emissionen der jeweiligen wirtschaftlichen Aktivitäten:

<sup>13)</sup> Zur Bildung dieser Systematik vgl. Zwischenbericht S.48ff

<sup>14)</sup> Der Bundesminister des Innern/Umweltschutz, Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft - TA Luft) vom 27.2.1986; Neumüller Otto-Albrecht, Römpfs Chemie-Lexikon, Stuttgart 1988; Umweltbundesamt (Hg.), Luftreinhaltung '88: Tendenzen - Probleme - Lösungen, Materialien zum 4.Immissionsschutzbericht der Bundesregierung an den Deutschen Bundestag, Berlin 1989; ÖBIG, Umweltbericht Luft, Wien 1989; Rat von Sachverständigen für Umweltfragen, Umweltgutachten 1987, Dezember 1987; Orthofer Rudolf, Urban Gerhard, Abschätzung der Emissionen von flüchtigen organischen Verbindungen in Österreich, Seibersdorf 1989; Orthofer Rudolf, Vesely Andreas, Abschätzung von toxischen Emissionen (PCDD, PCDF, PAH, BaP) aus Verbrennungsprozessen in Österreich, Seibersdorf 1990; Frauerwieser Gerhard, Maly Karl H., Die wichtigsten Umweltchemikalien, in: Katzmann Werner, Schrom Heinrich (Hg.), Umweltreport Österreich, Wien 1991; Koch Rainer, Umweltchemikalien - Physikalisch-chemische Daten, Toxizitäten, Grenz- und Richtwerte, Umweltverhalten, Weinheim/New York/Cambridge/Basel 1989; Hanne Tügel, Hinter den Kulissen der Konzerne, in: natur Heft 9/10/11/12/1988, 2/3/1989

Tab.2.1. Emittenteninzidenz

BS idF '85	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	NH <sub>3</sub>	CO	CO <sub>2</sub>	HCl	HF	S <sup>2</sup>	Pb	Cd	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	CH <sub>4</sub>	BTX	B(a)P	P <sup>2</sup>	HCHO	H <sup>2</sup>	PCDD/ PCDF	A <sup>2</sup>
01,02	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X				X	X
11-14	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X			X	X		X	X	X
21,22, 24-26	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				X
23,46	X	X		X	X			X	X		X		X				X	X	
31,32	X	X	X	X	X	X	X	X			X			X	X	X	X		
35,36	X	X		X	X	X	X	X			X			X					
33,34	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	
37,38, 391	X	X		X	X	X	X	X			X	X	X	X		X	X		X
41,42	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X			X		X	X	X	
45	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
27,47	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X			X		X			X
48,593	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X			X		X			X
51-59	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
61-63	X	X		X	X	X	X	X			X			X			X		X
71-76	X	X		X	X	X	X	X			X								
78,956, 822	X	X		X	X	X	X	X			X								
81-85, 88	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X		X	X		X	X	X	X
91-99, 430,853	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X	X	X	
-	X	X	X	X	X	X	X	X			X		X	X		X	X	X	X

\*)

S: Staub gesamt  
P: Phenole gesamtH: HKW gesamt  
A: Sonst. toxische

## **2.5. EINZELBETRACHTUNG DER VORGESCHLAGENEN SCHADSTOFFPARAMETER**

Die folgende Einzelbetrachtung der vorgeschlagenen Schadstoffparameter beschreibt überblicksartig ihre wichtigsten bekannten Schadwirkungen auf Menschen, Vegetation, Tiere, Böden, Gewässer und Materialien sowie Mengenangaben, soweit sie derzeit verfügbar sind.

### **2.5.1. SCHWEFELDIOXID (SO<sub>2</sub>)**

SO<sub>2</sub> ist ein Reizgas. Es setzt sich zusammen mit Wasser zur schwefeligen Säure um, die weiter zur Schwefelsäure oxidiert. Die Schwefelsäure wirkt, in Wassertröpfchen gelöst, stark korrosiv auf Organismen, Steine und Eisenmaterialien. SO<sub>2</sub> stört den natürlichen Photosyntheseablauf v.a. von Nadelhölzern. Bei 6–12 ppm werden Nase und Rachen lokal gereizt. 400–500 ppm können in den Luftwegen und den Lungen lebensgefährliche Schädigungen hervorrufen. Beitrag zur Smogbildung bei Inversionswetterlagen und Nebelbildung. Hohe Schwefeldioxidkonzentrationen werden auch für erhöhte Infektionsgefahren verantwortlich gemacht. Synergistische Wirkungen, wenn es gemeinsam mit anderen Luftschadstoffen auftritt. Es entsteht vor allem bei der Verbrennung schwefelhaltiger fossiler Brennstoffe, ferner bei der Raffination von Mineralöl, der Erzverarbeitung und der Zementherstellung in z.T. erheblichen Konzentrationen. Es wird geschätzt, daß die natürliche Emission auf der Erde etwa 20 Mt/a beträgt, die künstliche Emission etwa 150 Mt/a.

Das Umweltbundesamt aktualisierte die bundesweiten Emissionsmengen für SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, VOC (volatile organic compound), CO und Staub für den Zeitraum 1980 bis 1990:

**Tab.2.2 Bilanz der Emissionen von Luftschadstoffen 1980 - 1990 (in 1.000 t)**

Jahr	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	VOC *)	CO	Staub
1980	389	232	365	1268	75
1983	232	227	379	1180	68
1985	190	230	393	1205	55
1987	145	225	406	1205	42
1988	121	213	409	1161	39
1990	100	206	403	1095	38

) VOC = flüchtige organische Verbindungen

**Tab.2.3. Emissionen von Luftschadstoffen nach ihrer Herkunft, 1988 (in 1.000 t)**

Jahr 1988	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	VOC *)	CO	Staub
Kraft- und Wärme- technik	20	12	< 1	6	2
Industrie (Feuerung u. Prozesse)	66	43	31	51	15
Kleinverbrauch	30	10	66	572	10
Verkehr	5	148	140	532	12
Lösungsmittel, Sonstiges			130 41		
Summe	121	213	409	1161	39

) VOC = flüchtige organische Verbindungen

### 2.5.2. STICKOXIDE (NO<sub>x</sub>)

Unter der Schadstoffgruppe "Stickoxide (NO<sub>x</sub>)" wird das Stickstoffmonoxid (NO) und das Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>) verstanden. Beide werden auch als nitrose Gase bezeichnet. NO ist schlecht wasserlöslich und in seiner biologischen Wirkung weniger gefährlich als NO<sub>2</sub>. NO<sub>2</sub> wirkt als Reizgas auf die Atemwege und die Lungenfunktion ein und ist besser wasserlöslich. Stickoxide entstehen aus dem Sauerstoff und Stickstoff der Luft sowie aus stickstoffhaltigen Brennstoffen. Es werden im wesentlichen zwei Bildungsmechanismen unterschieden: Das "Brennstoff-NO<sub>x</sub>" entsteht aus dem im Brennstoff (insb. Kohle und schweres Heizöl) gebundenen Stickstoff. Das "thermische NO<sub>x</sub>" wird bei Verbrennungstemperaturen über 1000°C und ausreichendem Sauerstoffpartialdruck gebildet. Bei der Bildung der Stickoxide entsteht zunächst zu rd. 90% Stickstoffmonoxid, das durch anschließende Oxidation hauptsächlich mit Hilfe von Ozon zu NO<sub>2</sub> umgewandelt wird. Eine genaue Berechnung des Bildungspotentials und der daraus entstehenden NO<sub>x</sub>-Mengen, ist derzeit nur unzureichend möglich, da die verschiedenen Bildungsmechanismen bezüglich Verlauf und Bildungsanteil derzeit nicht quantifiziert werden können. Auch ist der Anteil des NO<sub>2</sub> bei der Bildung von Stickoxiden sowie unmittelbar danach derzeit nicht berechenbar. Die Abschätzung der Stickoxidemissionen erfolgt daher entweder mittels Emissionsfaktoren oder durch direkte Übertragung von Meßwerten, die von vergleichbaren Anlagen mit gleichwertigen Brennstoffen stammen.<sup>15</sup>

Stickoxide sind gemeinsam mit den Schwefeloxiden die Hauptquellen für die die Bildung des sauren Regens. Weiters bilden sie gemeinsam mit gasförmigen Kohlenwasserstoffen die sogenannten "Oxidantien" (Ozonvorläufersubstanzen).

Für NO<sub>x</sub>-Emissionen der Jahre 1988 liegen aktualisierte verursacherspezifische Schätzungen des Umweltbundesamtes vor:

---

<sup>15</sup>) Hackl A.E., Emissionsverminderung - Stand der Technik 1989, hg.v. Gesellschaft Österreichischer Chemiker, in: Schriftenreihe "Umweltschutz" Bd.9, Wien 1989, S.8ff

QUELLE	NO <sub>x</sub> in t	PROZENT
<b>VERKEHR</b>	<b>150.570</b>	<b>70</b>
davon: PKW und Kombi	66.600	
LKW und Busse	72.520	
Zugfahrzeuge	8.880	
Flugverkehr (bis 7 km Höhe)	2.570	
<b>INDUSTRIE</b>	<b>42.200</b>	<b>20</b>
davon: Verbrennung	29.500	
Prozesse	12.700	
davon: bekannte Sparten:		
Zementerzeugung	8.000 <sup>)</sup>	
Ziegelindustrie	2.250 <sup>)</sup>	
Glasproduktion	1.600 <sup>)</sup>	
Zellstoff/Papier	4.500 <sup>)</sup>	
Chemie Linz (Salpet. Anlage)	2.320 <sup>)</sup>	
VÖEST-Linz	4.520	
VÖEST-Donawitz	1.200 <sup>)</sup>	
Raffinerie Schwechat	4.000	
davon: Dampfkessel (≥ 50 MW <sub>b</sub> )	4.800	
<b>KLEINVERBRAUCH: VERBRENNUNG</b>	<b>9.840</b>	<b>4,5</b>
<b>KRAFT- UND HEIZWERKE</b>	<b>12.000</b>	<b>5,5</b>
davon: Dampfkessel der EVU (≥50 MW <sub>b</sub> )	9.200	
<b>SUMME</b>	<b>214.610</b>	<b>100</b>

<sup>)</sup> nicht in Messungen erhoben

Tab.2.4. NO<sub>x</sub>-Emissionen 1988 in Österreich<sup>16</sup>

### 2.5.3. AMMONIAK (NH<sub>3</sub>)

Gasförmiges Ammoniak ist ein starkes Reizgas, es ist farblos und hat einen stechenden Geruch. Ammoniak wirkt auf Augen und Atemwege ein, es ist in geringeren Konzentrationen reizend, in höheren Konzentrationen ätzend. Gasförmiges Ammoniak hat lufthygienisch geringe Bedeutung. In Form verschiedener Ammoniaksalze kann es jedoch auch über größere Gebiete und Entfernungen luftchemisch und als Deposition wirken. Die ammoniakgesättigte Abluft aus Hühnerbatterien ist nachgewiesenermaßen ein Verursacher lokaler Waldschäden.

<sup>16)</sup> Berger B., Radunsky K. et al., Bericht des Arbeitskreises "Ozonstrategie", interner Bericht des Umweltbundesamtes, Wien 1991, S.34

Es wird geschätzt, daß die natürliche Emission (v.a. durch Fäulnisvorgänge) auf der Erde etwa 1.200 Mt/a beträgt, die künstliche Emission etwa 7–35 Mt/a. Davon gehen ca. 90% auf die landwirtschaftliche Tierhaltung zurück, der Rest größtenteils auf die Stickstoffdüngung (im Zuge der Ammoniaksynthese, der nachgeschalteten Produktionsprozesse sowie bei Lagerung und Transport) und zu geringfügigen Anteilen auf Verbrennungsprozesse. Ammoniakemissionen können auch bei Kompressionskältemaschinen entstehen, in welchen flüssiges Ammoniak als Kältemittel eingesetzt wird.<sup>17</sup>

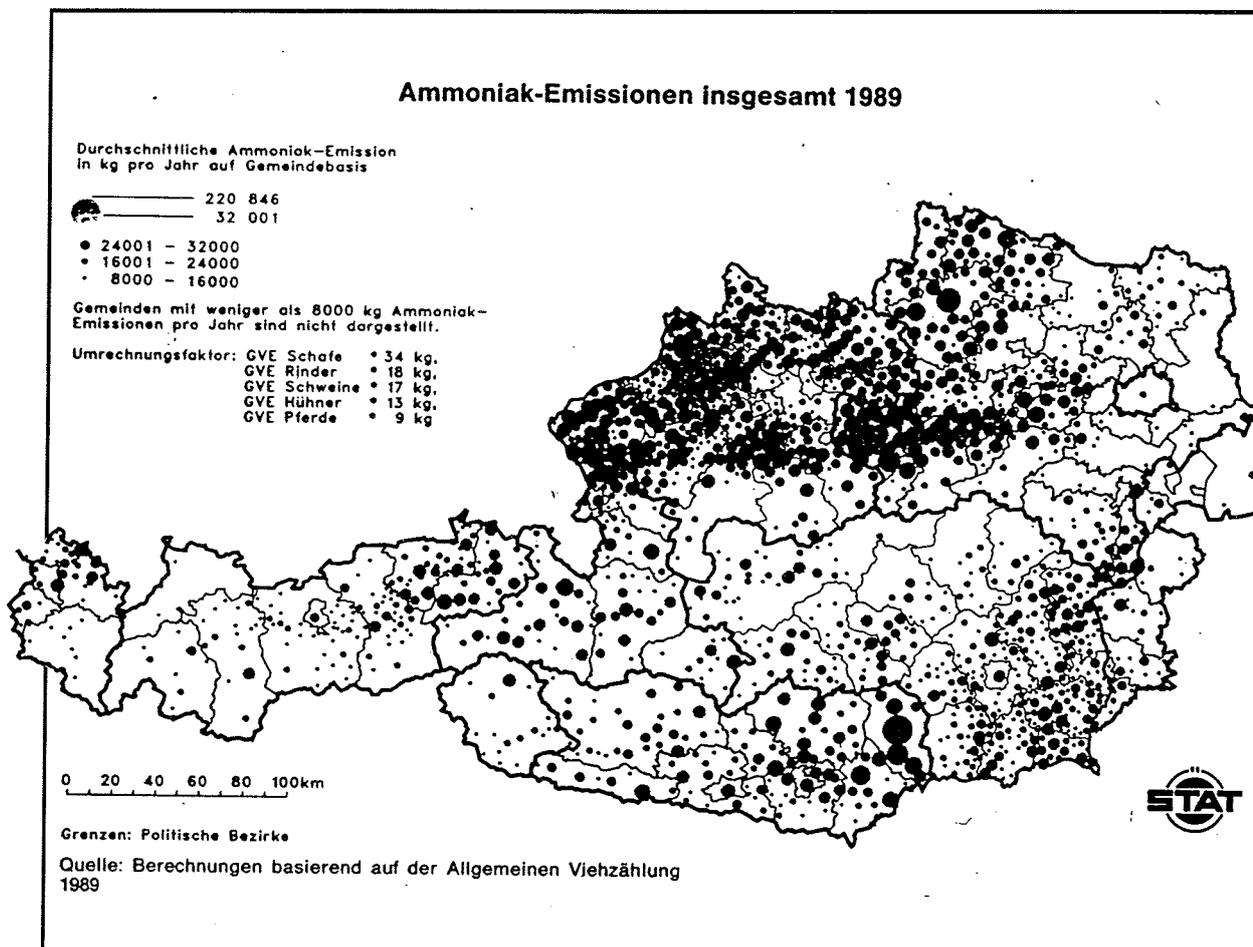
**Tab.2.5. Verteilung von Ammoniakemissionen auf Emittentengruppen 1985 (grobe Schätzung)<sup>18</sup>**

Emittentengruppe	t	Anteil (%)
Kal. Kraftwerke	*)	< 1
Industrie	10.000	15
Verkehr	*)	< 1
Kleinverbraucher	60.000	85
*) nicht bekannt		

Das ÖSTAT schätzt Ammoniak-Emissionen aus landwirtschaftlicher Nutztierhaltung. Die bedeutendste Emissionsquelle sind demnach Rinderexkremente. Die Berechnung erfolgt auf der Basis von Großvieheinheiten.

<sup>17)</sup> Hackl A.E., a.a.o., Wien 1989, S.20

<sup>18)</sup> Hackl A.E., a.a.o., Wien 1989, S.21

Abb.2.1. Ammoniak-Emissionen aus Rinder- und Schweinemist 1989<sup>19</sup>

#### 2.5.4. KOHLENMONOXID (CO)

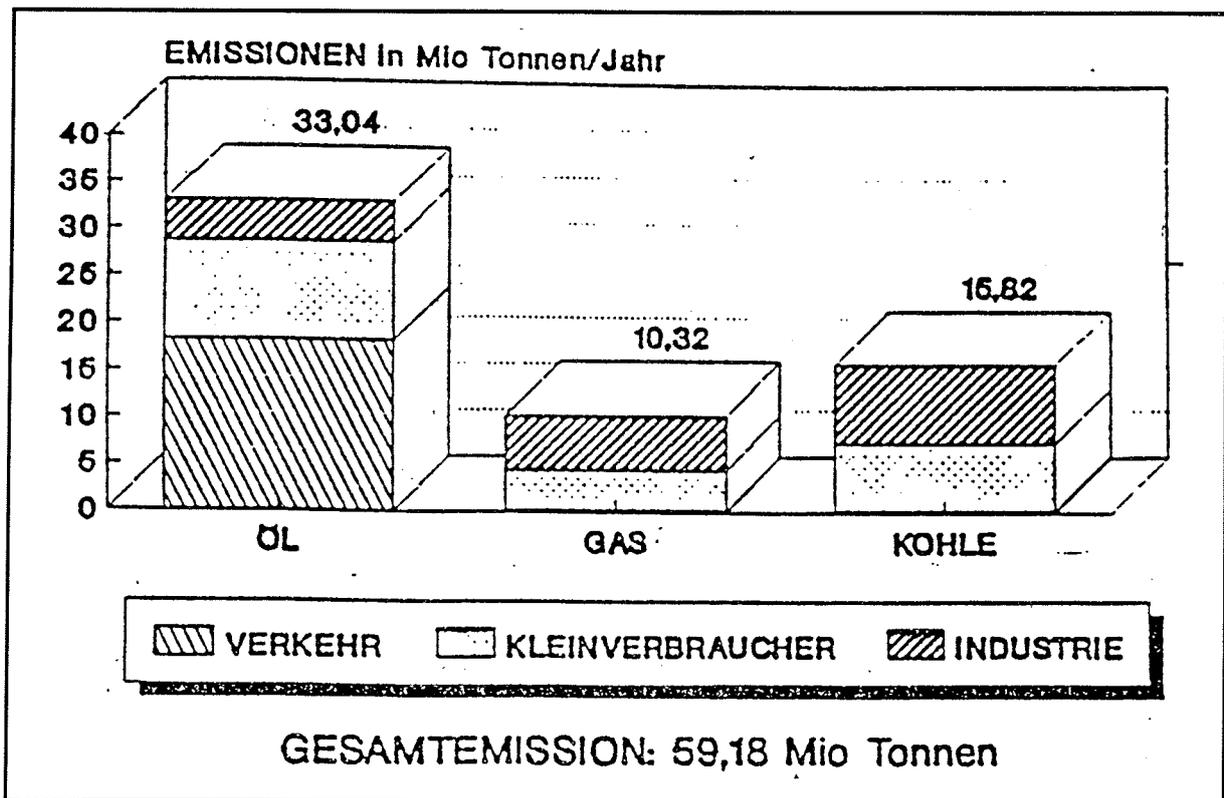
Kohlenmonoxidemissionen (auch Kohlenoxid) entstehen durch unvollständige Verbrennung fossiler Brennstoffe, Autoabgase und bakterielle Vorgänge im Erdboden und Meer. Es wird an der Luft schnell zu Kohlendioxid umgewandelt. Eingeatmetes Kohlenmonoxid blockiert Sauerstoffaufnahme und -transport im Blut und führt so zu Sauerstoffmangel im Gewebe. Kohlenmonoxid ist selbst bei äußerster Verdünnung hochtoxisch. In Verkehrsstoßzeiten bzw. Inversionswetterlagen sind besonders Herz-Kreislauf-Kranke gefährdet. Jährliche anthropogene Emissionsmengen für Österreich sind in Kap. 2.5.1. enthalten.

<sup>19)</sup> Bittermann Wolfgang, Umweltrelevante Aspekte der Landwirtschaft, 2.Teil, in: Statistische Nachrichten 8/1991, S.750f

### 2.5.5. KOHLENDIOXID (CO<sub>2</sub>)

Kohlendioxid entsteht bei allen Atmungs- und Verbrennungsvorgängen. In kleinen Konzentrationen ist Kohlendioxid ungiftig, in hohen Konzentrationen erstickend. Der Kohlendioxidgehalt der Luft ist in den letzten 100 Jahren um 14% gestiegen. Ein weiterer Anstieg führt zu langfristigen Klimaveränderungen. Insgesamt wurden in Österreich 1987 durch die Verbrennung fossiler Energieträger und Biomasse ca. 69 Millionen Tonnen Kohlendioxid emittiert. Die durch Biomasse bedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen sind im Hinblick auf die in Österreich nachwachsende Biomasse als "nicht-umweltrelevant" in Bezug auf den Treibhauseffekt einzustufen. Somit betragen die energiebedingten "umweltrelevanten" CO<sub>2</sub>-Emissionen in Österreich derzeit etwa 59 Millionen Tonnen pro Jahr.<sup>20</sup>

Tab.2.6. Umweltrelevante Kohlendioxid-Emissionen in Österreich 1987<sup>21</sup>



<sup>20</sup>) Faninger Gerhard, Wege zur Reduktion energiebedingter Emissionen, hg.v. Österreichisches Forschungszentrum Seibersdorf, Seibersdorf 1991, S.3

<sup>21</sup>) Faninger Gerhard, a.a.o., Seibersdorf 1991, S.41

### 2.5.6. FLUORWASSERSTOFF, CHLORWASSERSTOFF (HFL, HCL)

Chlor und Fluor sowie deren Verbindungen Fluorwasserstoff und Chlorwasserstoff werden als Gruppe der Halogene zusammengefaßt. Chlor ist ein giftiges Gas, das besonders auf Atemwege, Lunge und Augen einwirkt. Fluor ist ein starkes Pflanzengift, bei hoher Konzentration auch für den Menschen schädlich. Es führt zu Schleimhautreizungen, bei chronischer Belastung zu Knochen-, Zahn-, Nieren- und Hautveränderungen. Bei der Verbrennung chlor- oder fluorhaltiger Brennstoffe (insb. Kohle) werden die darin enthaltenen Chlor- und Fluorverbindungen weitgehend als Chlor- und Fluorwasserstoff freigesetzt. Weiters treten Chlorwasserstoffemissionen bei praktisch allen Prozessen der chemischen Industrie auf, die mit Chlor oder Chlorverbindungen arbeiten. Fluorwasserstoffemissionen sind typisch für Aluminiumhütten, Ziegeleien, Keramik- und Emailbetriebe, Glashütten. Halogene sowie verschiedenste chlor- und fluorhaltige Kohlenwasserstoffe sind insbesondere auch in den Abgasen von Müll- und Sonderabfallverbrennungsanlagen enthalten.

Tab.2.7. Halogenemissionen in Österreich 1985 (grobe, nicht taxative Schätzung in t)<sup>22</sup>

Emittentengruppe	HCl	HF
Abfallverbrennung und thermische Kraftwerke	3000	150
Industrie	600	250
Verkehr	50	-
Kleinverbraucher	300	30
Summe	3950	330

### 2.5.7. GESAMTSTAUB

Stäube sind ein komplexes, vielschichtiges Stoffgemisch. Im allgemeinen versteht man darunter "ein in einem Trägergas fein verteiltes Kollektiv von Feststoffteilchen".<sup>23</sup> Stäube können nach verschiedenen Kriterien wie Partikelgröße, chemische Zusammensetzung oder morphologische Ausbildung der Teilchen unterschieden werden. Am gebräuchlichsten ist die Unterscheidung in Grobstäube und Feinstäube.

<sup>22</sup>) Hackl A.E., a.a.o., Wien 1989, S.14

<sup>23</sup>) Hackl A.E., a.a.o., Wien 1989, S.22ff

Staubpartikel entstehen entweder über primäre oder sekundäre Bildungswege. Primäre Bildungswege bringen die Partikel auf direktem Wege in die Atmosphäre ein. Meist handelt es sich dabei um mechanische Prozesse der Zerkleinerung, des Sichtens und Klassierens, Reibungsvorgänge in stationären und mobilen Anlagen sowie um die Verbrennung von aschehältigen festen und flüssigen Brennstoffen. Über den primären Bildungsweg werden hauptsächlich Grobstäube emittiert. Eine sekundäre Bildung liegt vor, wenn die Teilchen erst in der Atmosphäre gebildet werden. Dabei handelt es sich vorwiegend um Feinstäube. Ausgangsstoffe hierfür können Gase und Dämpfe bilden, die bei Verbrennungsprozessen oder auch metallurgischen Prozessen in die Atmosphäre übertreten. Als kritische Stäube werden Stäube mit den chemischen Komponenten Kalzium, Magnesium, Fluor, Sulfat und Nitrat verstanden. Kritische Stäube setzen sich sowohl aus Fein- als auch Grobstäuben zusammen. Kalzium- und magnesiumhaltige Stäube werden im Bereich der Steine- und Erdenindustrie, bei Kalk-, Zement- und Magnesitwerken, den zugehörigen Abbaustätten und Transporteinrichtungen, z.T. auch in Zellstoffwerken und aus Kohlefeuerungen emittiert. Fluorhaltige Stäube treten vor allem in der Emission von Aluminiumwerken, Glashütten und klinker-erzeugenden Betrieben auf. Die biologische Wirkung solcher Stäube besteht in der trockenen oder nassen Deposition und der dadurch verursachten mechanischen und/oder chemischen Einwirkung auf Pflanzen.

Die gesundheitliche Wirkung von Staub ist von seiner chemischen Zusammensetzung und der Partikelgröße abhängig. Kleine Teilchen dringen in die Lunge ein, während große Teilchen in den oberen Atemwegen zurückgehalten werden. In der jüngeren Vergangenheit finden auch den toxischen Spurenelementen im Staub, wie z.B. verschiedene Schwermetallverbindungen, Aluminium, Phosgen, polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe und viele andere besondere Aufmerksamkeit.

Die vorhandenen Mengenangaben über Staubemissionen (s. Kap. 2.5.1.) beziehen sich hauptsächlich auf Emissionen aus Verbrennungsprozessen. An den etwa 40.000 Tonnen Staub aus Verbrennungsprozessen sind die privaten Haushalte zu rund einem Drittel beteiligt, der betriebliche Sektor am Rest. Über die Staubemissionen durch Straßenabrieb, aus der landwirtschaftlichen Bodenbearbeitung, der Bauwirtschaft und dem Bergbau sind z.T. grobe Schätzungen bekannt.

### **2.5.8. BLEI UND BLEIVERBINDUNGEN (PB)**

Bleiverbindungen gelangen v.a. als Blei(II)Oxid, Blei(II)Salze und Organoblei-Verbindungen in die Luft. Es handelt sich um starke Umweltgifte, die beim Menschen zu Störungen im

blutbildenden System und Nervensystem führen. Symptome erhöhter Bleiwerte im Blut sind Kopfschmerzen, Appetitlosigkeit, Müdigkeit bis Magen-/Darmkoliken und Hirnschäden. Genotoxische Wirkungen sind noch unsicher, teratogene Wirkungen sind nicht bekannt, Hinweise auf Kanzerogenität beim Menschen sind bisher ebenfalls nicht bekannt. Da Blei und Bleiverbindungen überwiegend in Form von Schwebstoffpartikeln mit geringen Teilchendurchmessern emittiert wird, erfolgt in beträchtlichem Ausmaß ein atmosphärischer Transport über große Entfernungen in selbst entlegene Gebiete. Als Folge der seit Jahrzehnten andauernden Bleiemissionen ist eine nahezu allgegenwärtige und globale Umweltkontamination durch Blei entstanden. Bleiemissionen entstehen durch die Verwendung als Antiklopfmittel, in Müllverbrennungsanlagen (bleihaltige Abfälle), Metallhütten, bleiverarbeitenden Betrieben (Akkumulatoren, Kabelummantelungen, Bleilote, Metallgußteile etc.), bei Verbrennungsprozessen und bei der Zementproduktion.

**Tab.2.8. Schätzung von Pb- und Cd-Emissionen in Österreich für 1985<sup>24</sup>**

Emittentengruppen	Pb (t)	Cd (t)
Thermische Kraftwerke	5	)
Industrie	10	)
Verkehr	307	) 1
Kleinverbraucher	-	)
Summe	322	) 1

### 2.5.9. CADMIUM UND CADMIUMVERBINDUNGEN (Cd)

Cadmium ist extrem toxisch, krebserzeugend, führt zu Lungen-, Nieren- und Knochen-schäden (Itai-Itai-Krankheit), wirkt auf Pflanzen wachstumshemmend und weist eine hohe Bioakkumulation auf. Es wirkt ebenso wie Blei als Summationsgift. Die Aufnahme erfolgt beim Menschen zu etwa 75% über die Nahrung (besonders in Innereien, Gemüse und Pilzen) und zu etwa 6% über die Luft.

Cadmium wird als Nebenprodukt der Zinkgewinnung aus Zinkerzen gewonnen. Emissionen entstehen v.a. durch Feuerungsanlagen, Metallhütten, Galvanikbetriebe, Cadmiumproduktion,

<sup>24</sup>) Hackl A.E., a.a.o., Wien 1989, S.30

Farbstoff- und Kunststoffproduktion (PVC-Stabilisator), Müllverbrennungsanlagen (cadmiumhaltige Abfälle), Herstellung von Nickel-Cadmium-Batterien. Kap. 2.5.8. enthält eine Schätzung von gasförmigen bzw. in Gasen enthaltenen Cadmiumemissionen in Österreich. Die durchschnittlichen gesamten Cadmiumemissionen in den Ländern der EG werden auf 6.500 t/a geschätzt. Der natürliche Cadmumeintrag beträgt dagegen schätzungsweise 40 t/a.<sup>25</sup>

### 2.5.10. KOHLENWASSERSTOFFE ( $C_xH_y$ bzw. VOC)

Unter den Sammelbegriff "Kohlenwasserstoffe" fallen ungefähr eine Million verschiedener chemischer Verbindungen. Ihre Konsistenz reicht von gasförmig und leicht flüchtig bis zu zähflüssig und fest. Ihre biologische Wirkung ist höchst unterschiedlich und reicht von harmlosen Substanzen bis zu hochtoxischen Stoffen. Gemeinsam mit Stickoxiden bilden Kohlenwasserstoffe die sogenannten Oxidantien (Ozon, Peroxide, Aldehyde, Peroxiacetyl-nitrat), die starke Vegetationsschäden verursachen. Zahlreiche Kohlenwasserstoffverbindungen gelten als Ozonvorläufersubstanzen. Kohlenwasserstoffemissionen entstehen:

- a) bei Verbrennung fester, flüssiger oder gasförmiger Kohlenwasserstoffe, bei welchen nicht vollständig verbrannte Anteile als Abbau- bzw. Zwischenprodukte freigesetzt werden,
- b) als Feststoffpartikel (Staub) bei Verbrennung von Kohle und Mineralölprodukten,
- c) bei der prozeßmäßigen Verarbeitung (Ab- und Umfüllen, Transport, Lagerung) von gasförmigen und flüssigen Kohlenwasserstoffen. Hinzu kommen noch die Verdunstungsverluste, die bei der Verwendung kohlenwasserstoffhaltiger Produkte (Lacke, Imprägnierungsmittel, Reinigungsmittel etc.) entstehen.

Für  $C_xH_y$ -Emissionen 1988 liegen aktualisierte verursacherspezifische Schätzungen des Umweltbundesamtes vor:

---

<sup>25</sup>) Koch R., Umweltchemikalien - Physikalisch-chemische Daten, Toxizitäten, Grenz- und Richtwerte, Umweltverhalten, Weinheim/New York/Basel/Cambridge 1989, S.113

QUELLE	VOC in t	PROZENT
<b>LÖSUNGSMITTEL</b>	<b>130.000</b>	<b>32</b>
mögliche Bandbreite	(100.000 – 160.000)	
<b>VERKEHR</b>	<b>141.750</b>	<b>34,6</b>
davon: Benzinverdampfung	45.100	
Abgase:		
PKW und Kombi	42.840	
LKW und Busse	19.990	
Zweirädrige	23.800	
Zugfahrzeuge	8.570	
Schienenverkehr	710	
Flugverkehr (bis 7 km Höhe)	280	
Schifffahrt	460	
<b>MOTORSÄGEN, RASENMÄHER</b>	<b>1.850</b>	<b>0,5</b>
<b>MINERALÖL- UND ERDGASKETTE (ohne KFZ-Emissionen)</b>	<b>17.570</b>	<b>4,3</b>
davon: Erdöl-/Erdgasförderung u. Erdgasverteilung	3.660	
Raffinerie	2.690	
Großtanklager	2.400	
Kleintanklager u. Transportfahrzeuge	2.360	
Tankstellenbefüllung	2.360	
KFZ-Betankung	4.100	
<b>KLEINVERBRAUCH: VERBRENNUNG</b>	<b>65.650</b>	<b>16</b>
<b>INDUSTRIE: PROZESSE (excl. Lösungsmittel)</b>	<b>10.530</b>	<b>2,6</b>
davon: Kunststoffindustrie	5.530	
Chemische Industrie	500	
Eisen- und Stahlindustrie	1.500	
Nahrungsmittelindustrie	200	
Spanplattenerzeugung	300	
Zellstofferzeugung	1.600	
Ziegelindustrie	900	
<b>KRAFT-/HEIZWERKE, INDUSTRIE: VERBRENNUNG</b>	<b>4.000</b>	<b>1</b>
<b>SONSTIGES</b>	<b>37.800</b>	<b>9</b>
davon: Deponien	800	
davon: Kläranlagen	25.000	
davon: Strohverbrennung	12.000	
<b>SUMME</b>	<b>409.150</b>	<b>100</b>

Tab.2.9. VOC-Emissionen 1988 in Österreich<sup>26</sup><sup>26</sup>) Berger Berthold, Radunsky Klaus, a.a.o., Wien 1991, S.35

### 2.5.11. METHAN (CH<sub>4</sub>)

Methan wird als Treibgas, Stadtgas, Heizgas und als Ausgangsstoff in der chemischen Synthese verwendet. Methan ist an der Oxidantienbildung beteiligt. Es gilt weiters als klimawirksames Gas. Hohe Emissionen gehen von der Rinderzucht aus, weiters von Kläranlagen, Deponien, ungeklärten Abwässern und Erdgasförderungs- und -verteilungsanlagen. Die natürlichen Methanemissionen auf der Erde werden auf ca. 1.600 Mt/a geschätzt, die künstlichen Emissionen auf ca. 110 Mt/a.

<b>Biogene Emissionen</b>	
Wildtiere	5.000
Süßwasserfeuchtgebiete (Neusiedler See)	10.000
Böden	60.000
<hr/>	
Gesamt	75.000
<b>Anthropogene Emissionen</b>	
KFZ-Abgase	12.000
Stationäre Verbrennung	10.000
Erdgasförderung, -verteilung, -speicherung	45.000
Deponien	100.000
Kläranlagen (Haushalte, Industrie, Gewerbe)	75.000
Ungeklärte Abwässer (Haushalte, Industrie, Gewerbe)	10.000
Landwirtschaftliche Tierhaltung/Rinder	190.000
Schweine, Schafe	21.000
<hr/>	
Gesamt	485.000

Tab.2.10. Methanemissionen in Österreich 1988/90, in Tonnen<sup>27</sup>

### 2.5.12. BENZOL, TOLUOL, XYLOL (BTX)

Benzol ist Ausgangskemikalie einer Vielzahl aromatischer Verbindungen. Es ist stark toxisch, kanzerogen und erbgutschädigend. Es verursacht erwiesenermaßen Leukämie. Es ist wasser- und lipoidlöslich, hat hohe Mobilität und Dispersionstendenz in Hydro- und

<sup>27)</sup> Österreichisches Forschungszentrum Seibersdorf 1990, zit. bei Institut für Wirtschaft und Umwelt, Der Zustand der Umwelt, Wien 1991, S.81

Atmosphäre, geringe Persistenz (Halbwertszeit), ist schnell metabolisierbar. Die relative Kompartimentalisierung verteilt sich zu 99% in die Luft, 0,6% ins Wasser und 0,1% in den Boden. Emissionen entstehen hauptsächlich durch Kfz-Abgase (als Antiklopfmittel), bei Verbrennung fossiler Energieträger, Kokereien, in der Chemie- und der Erdölindustrie. Häufige Verwendung als Lösungs-, Extraktions- und Reinigungsmittel.

Besondere umwelttoxikologische Bedeutung hat die Gruppe der Chlorbenzole. Ihr Umweltverhalten hängt vom Chlorierungsgrad ab. Am kommerziell bedeutendsten ist Hexachlorbenzol (ubiquitär, hohe Bio- und Geoakkumulationstendenz). Diverse Verwendungen, meist als Zwischenprodukte bei der Farbstoff- und Pestizidsynthese sowie als Lösungsmittel.

Toluol wird als Lösungsmittel, Zusatz für Flugbenzin und als Ausgangsstoff für zahlreiche chemische Synthesen (z.B. Phenole) verwendet. In Druckereien als Lösungsmittel v.a. im Illustrationstiefdruck, Flexodruck und Spezialtiefdruck eingesetzt. In zahlreichen Produkten enthalten (Aerosole, Farben, Lacke, Klebstoffe usw.). Die in die Umwelt emittierte Menge stammt größtenteils aus Raffinerien, gefolgt von Kraftfahrzeugabgasen und als Lösungsmittelverluste. Toluol ist relativ schwer abbaubar, teratogen, wahrscheinlich nicht kanzerogen. Es kann zur Smogbildung beitragen.

Xylol (auch Dimethylbenzol) kommt in Form der drei Isomeren 1,2-Dimethylbenzol (o-Xylol), 1,3-Dimethylbenzol (m-Xylol) und 1,4-Dimethylbenzol (p-Xylol) vor. Es wird als Lösungsmittel in der chemischen Industrie (v.a. Lackindustrie) eingesetzt. Wegen ihrer hohen Oktanzahl sind Xylole Bestandteil in hochwertigen Motorkraftstoffen. Xyloldämpfe in höheren Konzentrationen bewirken Kopfschmerzen, Schwindel, Brechreiz und Bewußtlosigkeit. Xylol ist stark gewässerschädigend.

### **2.5.13. BENZO(A)PYREN (B(a)P)**

Benzo(a)pyrene werden aus unvollständigen Verbrennungen (Tabakrauch, Kfz-Abgase insb. von Dieselmotoren, Kohle- und Holzfeuerungen, Kokereien) emittiert. Benz(a)pyrene zählen zur Gruppe der polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe (PAK). Sie zeichnen sich durch geringe Wasserlöslichkeit und Flüchtigkeit, hohe Lipophilie, hohe Bio- und Geoakkumulation aus. In die Atmosphäre werden PAK vorzugsweise an Festpartikel transportiert. Alle bekannten Verbindungen gelten als krebserzeugend und mutagen. Nitro- und Chlor-Benz(a)pyrene sind hochtoxisch. Von der WHO wurde vorgeschlagen, folgende polyzyklische Aromaten, insbesondere aufgrund ihrer Nachweishäufigkeit und Konzentration

in den Umweltmedien, ihrer physikalisch-chemischen Eigenschaften sowie ihrer Reaktivität und biologischen Aktivität als Leit- und Indikatorsubstanzen zu werten, wovon Benzo(a)pyren die größte Popularität als Leitindikator (es gilt als am stärksten kanzerogen) aufweist:

- Fluoranthen
- Benzo(ghi)perylen
- Benzo(k)fluoranthen
- Benzo(a)pyren
- Benzo(b)fluoranthen
- Indeno(1,2,3cd)pyren

**Tab.2.11. Gefahrenpotential polyzyklischer aromatischer Kohlenwasserstoffe<sup>28</sup>**

Angaben nach:	PONGRATZ [4] mutagen cancerogene		LEE [5]	IARC [6]	EPA [7]
Acenaphthylen			0		•
Acenaphthen			0		•
Fluoren	-	-	0		•
Phenanthren	-	-	0		•
Anthracen	-	-	0		•
Fluoranthen	+/-	+	0		•
Pyren	-	+/-	0		•
Benzo(a)anthracen	+	+	+	•	•
Chrysen	+	+/-	+		•
Triphenylen	+	+/-	+		•
Benzo(b)fluoranthen	++	++	0	•	•
Benzo(j)fluoranthen	+++	+++	++		•
Benzo(k)fluoranthen	++	+	++		•
Benzo(a)fluoranthen					
Benzo(e)pyren	+	-	0/+		•
Benzo(a)pyren	++++	++++	++	•	•
Perylen	+	-	0		•
Indeno(1, 2, 3-cd)pyren	++	++	+		•
Dibenz(a, c)anthracen			+		•
Dibenz(a, h)anthracen			+		•
Benzo(ghi)perylen	+	+/-	+		•
Anthanthren			0		•

Wirkung nach Pongratz:    sehr stark    stark    m:äßig    schwach    keine  
   +++++    +++    ++    +    -

Cancerogenität im Tierversuch nach Lee:  
          stark    schwach    unsicher, aber möglich    nicht nachweisbar  
          ++    +    0/+    0

IARC: • . . . Leitkomponenten für die Luftüberwachung in Bezug auf cancerogene Schadstoffe der International Association for Research on Cancer;  
EPA: • . . . in der von der Environmental Protection Agency herausgegebenen Liste gefährlicher Umweltgifte enthalten.

Das Forschungszentrum Seibersdorf führte eine Emissionsschätzung für die Periode 1987/88 für die wichtigsten Emittentenbereiche durch. Demnach liegen die PAK-Emissionen (in Summe) aus Verbrennungsprozessen in Österreich bei 350 t/a; die Unsicherheitsgrenzen werden mit 140 bis 579 t/a angenommen. Die B(a)P-Emissionen liegen bei etwa 6.000 kg/a; mit Unsicherheitsgrenzen von 2.200 bis 9.800 kg/a). Trotz der großen Bandbreite der Schätzwerte lassen sich klare quantitative Aussagen über besonders problematische

<sup>28)</sup> Wörgetter Manfred, Wurst Franz, Emission beim Einsatz von Rapsölmethylester in Traktoren, in: Der Förderungsdienst 6/1990, S.154

Emittentengruppen machen. Kleinere Emittenten wie z.B. Graphitherstellung, Teerverwendung oder Selchereien konnten mangels Daten nicht berücksichtigt werden.<sup>29</sup>

	PAH (t/a)	BaP (kg/a)
KFZ-Abgase	67 (20-120)	218 (70-360)
Hausbrand	202 (70-340)	3.362 (1.100-5.600)
Kal. Kraftwerke	<<	<<
Strohverbrennung	50 (20-80)	2.100 (700-3.500)
Kokserzeugung	26	340
Tabakkonsum	<<	< 1
Summe (gerundet)	350 (140-570)	6.000 (2.200-9.800)

**Tab.2.12. PAK- und B(a)P-Emissionen aus Verbrennungsprozessen in Österreich (Durchschnitt 1987/88)<sup>30</sup>**

#### 2.5.14. GESAMTPHENOLE

Phenole sind eine Gruppe aromatischer Verbindungen, die eine oder mehrere Alkoholgruppen (-OH) direkt am Stammsystem haben. Phenole sind farblose Flüssigkeiten oder kristalline Festkörper, die schon bei niedriger Temperatur schmelzen. Phenole sind Ausgangssubstanzen zur Herstellung von Lacken, Kunstharzen, Waschmitteln, Emulgatoren, Desinfektionsmittel, Holzimprägnierungsmittel, Insektiziden, Pharmaka und Vitamin E. Sie wirken auf Schleimhäute und Haut verätzend. Sie wirken auch als Zellgift, lähmen das Zentralnervensystem, können Störungen des Kreislaufsystems, der Leber und der Niere hervorrufen, sind z.T. mutagen und blutbildverändernd.

Hohe Umweltgefährlichkeit zeichnet die Gruppe der Chlorphenole aus. Die Gruppe umfaßt 19 Verbindungen. Maßgeblichen Anteil hat Pentachlorphenol (hauptsächlich in die Pedosphäre, meist mit PCDD und PCDF verunreinigt) Die Toxizität der Chlorphenole erhöht sich mit zunehmenden Chlorierungsgrad. Kommerziell bedeutend sind 4-CPP, 2,4-DCP,

<sup>29)</sup> Orthofer Rudolf, Vesely Andreas, Abschätzung von toxischen Emissionen (PCDD, PCDF; PAH, BaP) aus Verbrennungsprozessen in Österreich), hg.v. Österreichisches Forschungszentrum Seibersdorf, Seibersdorf 1990, S.IX

<sup>30)</sup> Orthofer Rudolf, Vesely Andreas, a.a.o., Seibersdorf 1990, S.XI

2,4,5-TCP 2,4,6-TCP und 2,3,4,6-TCP. Sie werden hauptsächlich als Herbizide, Bakterizide, Fungizide, Insektizide, als Zwischenprodukte in der chemischen Industrie und als Leder- und Holzschutzmittel verwendet. Die Gruppe der Chlorphenole ist auch in der Gruppe der halogenierten Kohlenwasserstoffe enthalten.

### 2.5.15. FORMALDEHYD (HCOH)

Formaldehyd wirkt reizend auf Augen und obere Atemwege und kann auch zu Lungenschäden führen. Formaldehyd ist wahrscheinlich kanzerogen. Der größte Teil der produzierten Formaldehydmengen wird zu anderen Chemikalien weiterverarbeitet, die Formaldehyd mehr oder weniger stabil eingebunden enthalten. Nur ein kleiner Teil wird direkt eingesetzt, wie z.B. als Desinfektionsmittel, Konservierungsmittel, Textilhilfsmittel, zur Herstellung von Spanplatten oder zur Herstellung und Kondensation von Harzen.

**Tab.2.13. Einsatzgebiete und Mengen von Formaldehyd<sup>31</sup>**

Einsatzgebiet	Mengen (t/a)
Klebstoff für Holzwerkstoffe	180 000
Vorprodukt für andere Chemikalien	167 000
Kunststoffe	45 000
Härtbare Formmassen	21 000
Tränklarze	20 000
Papierveredelung	16 000
Lackrohstoffe	12 500
Klebstoffe für Fasermatten u.ä.	9 000
Klebstoff für Schleifmaterialien	1 000
Klebstoff für Reibbeläge	1 000
Gießereiharze	4 000
Sonst. Harzverwendung	9 500
Desinfektion und Konservierung	4 000
Infektionsinhibitor (Zuckerherstellung)	4 000
Kautschukchemikalien	1 000
Summe	495 000

<sup>31)</sup> Umweltbundesamt (Hg.), Luftreinhaltung '88: Tendenzen-Probleme-Lösungen, Materialien zum 4.Immissions-schutzbericht der Bundesregierung an den Deutschen Bundestag, Berlin 1989, S.679

### 2.5.16. POLYCHLORIERTE DIBENZODIOXINE UND -FURANE (PCDD, PCDF)

75 PCDD-Isomere und 135 PCDF-Isomere sind gegenwärtig bekannt. Für 2,3,7,8-Tetrachlordibenzo-p-dioxin liegen die meisten Informationen vor, weshalb es i.d.R. als Leitsubstanz verwendet wird. PCDD und PCDF weisen sehr hohe Persistenz und hohe Lipophilie auf. Sie sind z.T. hochtoxisch, teratogen, mutagen und kanzerogen. Chlorakne ist das am häufigsten feststellbare Wirkungssymptom beim Menschen. Maßgebliche Quellen sind die Herstellung und Verwendung kontaminierter Chemikalien und Produkte wie PCB, Chlorphenole, Chlorbenzole, Hexachlorophenol, Pentachlorophenol u.a., industrielle Verbrennungsprozesse (v.a. MVA) und die Deponierung PCDD- und PCDF-haltiger Abfälle.

Die gesamten PCDD- und PCDF-Emissionen in Österreich aus Verbrennungsprozessen liegen zwischen 50 und 320 g p.a. (gerechnet als 2,3,7,8-TCDD-Äquivalent). Der größte Beitrag stammt in Höhe von ca. 60% aus Kleinf Feuerungsanlagen, insbesondere aus der Holz- und Kohleverbrennung. Einen hohen Beitrag liefert auch die metallverarbeitende Industrie, insbesondere die Schmelze von Schrottabfällen. Allein aus drei Betrieben stammen ca. 17% der gesamten Belastung. Etwa 12% der Emissionen kommen aus Kleinabnehmer-, Sonder- und Spitalsmüllverbrennungsanlagen. Aus der Strohverbrennung in der Landwirtschaft stammen rd. 9%. Geringere Emissionsmengen stammen weiters aus der Klärschlammverbrennung, kalorischen Kraftwerken sowie dem Kfz-Verkehr.

Über prozeßbedingte PCDD- und PCDF-Emissionen sind keinerlei Daten verfügbar. Bekannt ist lediglich, daß die Emissionen der Chlorbleiche des einzigen Sulfatzellstoffwerks in Österreich etwa ähnlich zur Belastung wie die Hausmüllverbrennung beiträgt. Über die hohen Dioxinbelastungen aus der Anwendung von Chloraromaten (insb. PCP und PCB) können keine quantitativen Angaben gemacht werden.

<b>JÄHRLICHE DIOXINEMISSIONEN IN ÖSTERREICH (BASIS 1987/88<sup>32</sup>)</b>		
EQ (g/a)		
<b>Verbrennungsprozesse</b>		
Hausmüllverbrennung	3	(1-14)
Sondermüllverbrennung	6	(2-10)
Spitalsmüllverbrennung	4	(1-11)
Klärschlammverbrennung	< 1	
Kraftfahrzeugverkehr	< 1	
Kleinf Feuerungen	70	(40-230)
Kalorische Kraftwerke	<<	
Strohverbrennung	10	(4-16)
Metallurgie	19	(<1-38)
Tabakkonsum	<<	
Summe (gerundet)	112	(50-320)
<b>Sonstige</b>		
Zellstoffbleiche	4	
Chloraromate (kumul 30 J)	12.000	
<sup>32</sup> ) Summe von tetra- bis oktachlorierten Dibenzodioxinen und Dibenzofuranen (PCDD/PCDF) dargestellt in Toxizitätsäquivalenten (EQ).		

**Tab.2.14. Jährliche Dioxinmissionen in Österreich (Durchschnitt 1987/88)<sup>32</sup>**

<sup>32</sup>) Orthofer Rudolf, Vesely Andreas, Abschätzung von toxischen Emissionen (PCDD, PCDF, PAH, BaP) aus Verbrennungsprozessen in Österreich, Seibersdorf 1990, S.VI

### **3. FLÜSSIGE EMISSIONEN BZW. EMISSIONEN IN GEWÄSSER**

#### **3.1. EMISSIONEN IN GESETZEN, VERORDNUNGEN, RICHTLINIEN UND SONSTIGEN EMPFEHLUNGEN**

BGBl 74/1991 (Allgemeine Abwasseremissionsverordnung nach WRG-Novelle 1990):

Al, As, Ba, Pb, Cd, Cr-gesamt, CrVI, Fe, Co, Cu, Ni, Hg, Ag, Zn, Sn, freies Chlor, Gesamt Chlor, Ammonium, Chlorid, Cyanid, Fluorid, Nitrat, Nitrit, Gesamt Phosphor, Sulfat, Sulfid, Sulfit, TOC, CSB, BSB<sub>5</sub>, AOX, Schwerflüchtige lipophile Stoffe, Summe der Kohlenwasserstoffe, POX, Phenolindex, Summe anionischer und nichtionischer Tenside, BTX

BGBl 74/1991 (1. Emissionsverordnung für kommunales Abwasser):

BSB<sub>5</sub>, CSB, TOC, NH<sub>4</sub>-N, Gesamt-P, PO<sub>4</sub>-P

BGBl 74/1991 (Begrenzung von Abwasseremissionen aus der Erzeugung von gebleichtem Zellstoff):

BSB<sub>5</sub>, TOC, CSB, AOX, abfiltrierbare Stoffe

BGBl 74/1991 (Begrenzung von Abwasseremissionen aus Schlachtbetrieben und fleischverarbeitenden Betrieben):

abfiltrierbare Stoffe, absetzbare Stoffe, Gesamt-Chlor, Ammonium, Gesamt-Phosphor, CSB, BSB<sub>5</sub>, AOX, schwerflüchtige lipophile Stoffe

BGBl 74/1991 (Begrenzung von Abwasseremissionen aus Milchbearbeitungs- und Milchverarbeitungsbetrieben):

abfiltrierbare Stoffe, absetzbare Stoffe, Gesamt-Chlor, Ammonium, Gesamt-Phosphor, CSB, BSB<sub>5</sub>, AOX, schwerflüchtige lipophile Stoffe

BGBl 74/1991 (Begrenzung von Abwasseremissionen aus Gerbereien, Lederfabriken und Pelzzurichtereien):

abfiltrierbare Stoffe, absetzbare Stoffe, Al, As, Chrom-gesamt, Chrom-VI, Fe, Ammonium, Ammoniak, Phosphat-Phosphor, Sulfat, Sulfid, CSB, BSB<sub>5</sub>, AOX, schwerflüchtige lipophile Stoffe, Summe der Kohlenwasserstoffe

ÖNORM M 6202 (Anforderungen an die Beschaffenheit abzuleitender Abwässer aus eisen-erzeugenden und -verarbeitenden Betrieben):

ungelöste Stoffe, absetzbare Stoffe, Fe-gesamt, Fe-gelöst, Cr-III, Cr-VI, Ni, Ba, Cyanide, Fluorid, Nitrit, freies Chlor, extrahierbare Stoffe, aliphatische Kohlenwasserstoffe

ÖNORM M 6203 (Anforderungen an die Beschaffenheit abzuleitender Abwässer aus ober-flächenbehandelnden Betrieben):

absetzbare Stoffe, Chrom-gesamt, Cr-VI, Cu, Ni, Cd, Zn, Pb, Sn, Co, Al, Fe, Ba, Ag, Cyanide, Fluorid, Nitrit, Sulfat, Sulfit, freies Chlor, extrahierbare Stoffe, aliphatische Kohlenwasserstoffe, halogenierte Lösungsmittel, halogenfreie organische Lösungsmittel, Methanal

ÖNORM M 6204 (Anforderungen an die Beschaffenheit abzuleitender Abwässer aus Wasseraufbereitungsanlagen):

absetzbare Stoffe, Schwebstoffe, freies Chlor, gebundenes Chlor, Salzgehalt, Sulfat, BSB<sub>5</sub>, Kaliumpermanganatverbrauch, CSB, Fe, Mn, Al, kationenaktive Tenside

ÖNORM M 6205 (Anforderungen an die Beschaffenheit abzuleitender Abwässer aus Milch-erfassungs- und Milchverarbeitungsbetrieben):

absetzbare Stoffe, ungelöste Stoffe, CSB, Kaliumpermanganatverbrauch, BSB<sub>5</sub>, Phosphat-Phosphor, verseifbare Fette und Öle

ÖNORM M 6206 (Anforderungen an die Beschaffenheit abzuleitender Abwässer aus Gerbereien, Lederfabriken und Pelzzurichtereien):

absetzbare Stoffe, CSB, BSB<sub>5</sub>, Al, As, Fe, Cr-III, Cr-VI, Sulfid, Sulfat, verseifbare Fette und Öle, gesamte Kohlenwasserstoffe, Methanal

ÖNORM M 6207 (Anforderungen an die Beschaffenheit abzuleitender Abwässer aus Brau-ereien und Mälzereien):

absetzbare Stoffe, ungelöste Stoffe, CSB, BSB<sub>5</sub>, Phosphat

ÖNORM M 6208 (Anforderungen an die Beschaffenheit abzuleitender Abwässer aus Schlachthöfen und fleischverarbeitenden Betrieben):

absetzbare Stoffe, CSB, BSB<sub>5</sub>, Kaliumpermanganatverbrauch, verseifbare Fette und Öle

ÖNORM M 6209 (Anforderungen an die Beschaffenheit abzuleitender Abwässer aus Kühl-systemen):

freies Chlor, Cr-VI, Gesamtphosphor

ÖNORM M 6210 (Anforderungen an die Beschaffenheit abzuleitender Abwässer aus Fotoanstalten und graphischen Betrieben):

absetzbare Stoffe, Ammonium, Chrom-gesamt, Cr-VI, Cu, Se, Ag, Zn, Pb, Cd, Sulfit, Sulfat, Thiosulfat, Phosphat, leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe, aromatische Kohlenwasserstoffe, aliphatische Kohlenwasserstoffe, BSB<sub>5</sub>, CSB, TOC

ÖNORM M 6211 (Anforderungen an die Beschaffenheit abzuleitender Abwässer aus Sauer-gemüse und Sauerkraut erzeugenden Betrieben):

ansetzbare Stoffe, ungelöste Stoffe, CSB, BSB<sub>5</sub>, Kaliumpermanganatverbrauch, verseifbare Fette und Öle

ÖNORM M 6212 (Anforderungen an die Beschaffenheit abzuleitender Abwässer aus Kran-kenanstalten und sonstigen medizinischen Einrichtungen):

absetzbare Stoffe, CSB, BSB<sub>5</sub>, Hg, halogenierte Phenole, Aldehyde, freies Chlor

ÖNORM M 6214 (Anforderungen an die Beschaffenheit abzuleitender Abwässer aus Anlagen zur Beschichtung einschließlich der Mittel zur Pulverbeschichtung):

Pb, Cd, Cr-gesamt, Cu, Ni, Zn, Al, Fe, Cr III, Cr IV

ÖNORM M 6221 (Anforderungen an die Beschaffenheit abzuleitender Abwässer aus Werk-stätten für Fahrzeuge, Maschinen und Geräte):

absetzbare Stoffe, Pb, Cr VI, Cd, Ni, Sulfat, Phosphat, extrahierbare Stoffe, aliphatische Kohlenwasserstoffe, chlorierte Kohlenwasserstoffe, Kaltreiniger, Glykole, Glykoläther, Glykolester

ÖNORM M 6223 (Anforderungen an die Beschaffenheit abzuleitender Abwässer aus Textil-veredelungsbetrieben):

absetzbare Stoffe, ungelöste Stoffe, CSB, Kaliumpermanganatverbrauch, BSB<sub>5</sub>, Al, Cr, Fe, Sn, Sulfit, Sulfat, Sulfid, freies Chlor, Phenole, Ammonium, Ammoniak

ÖNORM M 6224 (Anforderungen an die Beschaffenheit abzuleitender Abwässer aus Betrie-ben zur Gewinnung, Aufbereitung, Be- und Verarbeitung von Steinen und Erden):

absetzbare Stoffe, ungelöste Stoffe, extrahierbare Stoffe, Fluorid, Sulfat, Phosphat

ÖNORM M 6226 (Anforderungen an die Beschaffenheit abzuleitender Abwässer aus Papier-und Pappe erzeugenden Betrieben):

abfiltrierbare Stoffe, BSB<sub>5</sub>, CSB, Chlor, Sulfit

ÖNORM M 6227 (Anforderungen an die Beschaffenheit abzuleitender Abwässer aus Dampf-erzeugern):

absetzbare Stoffe, Ammonium, Hydrazin, Cu, Gesamt-Phosphat, Sulfit, NaOH

### 3.2. FLÜSSIGE EMISSIONEN BZW. EMISSIONEN IN GEWÄSSER IN UMWELTBERICHTEN

Emissionen sind hier nur dann angeführt, wenn es sich um veröffentlichte Meß- oder Schätzergebnisse handelt.

**Tab.3.1. Flüssige Emissionen bzw. Emissionen in Gewässer in Umweltberichten**

Kärntner Umweltschutzbericht, 1988	BSB <sub>5</sub> , K <sub>25</sub> , TOC, NO <sub>3</sub> , NH <sub>4</sub> , Pb, Zn, Cd
Bericht über die Umweltsituation des Bundeslandes Salzburg, 1989	-
Tiroler Umweltschutzbericht, 1991	-
Zweiter Burgenländischer Umweltbericht, 1991	CSB, TOC, NH <sub>4</sub> -N, PO <sub>4</sub> -P, P ges., NO <sub>3</sub> -N,
Wiener Umweltbericht 1989, Gruppe Umwelttechnik	-
Linzer Umweltbericht 1988, Umwelterehebung	-
Niederösterreichischer Umweltbericht, 1990	BSB <sub>5</sub>
Umweltdaten 1988, ÖStZ	-
Erster Umweltkontrollbericht 1988, BMUJF	Pb, As, lösl. Flourid, ges. ungelöste Feststoffe, CSB, NH <sub>4</sub> -N, NO <sub>3</sub> -N, PO <sub>4</sub> -P, P ges.
ÖBIG, Umweltbericht 1989, Wasser	BSB <sub>5</sub> , CSB, NH <sub>4</sub> -N, NO <sub>3</sub> -N, PO <sub>4</sub> -N, P ges., anion. Detergenzien, E. coli, Hg, CKW
UBA, 1990, Schadstoffbelastung von Wasser und Abwasser in Österreich	P ges., Bor, BSB <sub>5</sub> , CSB, AOX, TRI, PER
Kärntner Fließgewässergüteatlas 1990	K <sub>20</sub> , TOC, Schwebstoffe, BSB <sub>5</sub> , Pb, Cd, Zn, As, Cu, Cr, P ges., Al, Hg, PO <sub>4</sub> -P, NH <sub>4</sub> -N, SO <sub>4</sub> , CKW, Cl
Informationen zur Umweltpolitik, AK, 1991	BSB <sub>5</sub> , CSB, PER, TRI
Umweltbericht Wasser, Magistrat der Stadt Wien, 1989	-

### 3.3. VORSCHLAG FÜR EINE KONSENSFÄHIGE SCHADSTOFFLISTE

Auf der Grundlage der Ergebnisse des im Rahmen des Projekts veranstalteten Experten-Workshops und der darauffolgenden Überarbeitungen wird folgende Schadstoffliste für flüssige Emissionen bzw. Emissionen in Gewässer (plus der für das Umweltsatellitensystem relevanten Meßgröße) vorgeschlagen:

1)	nicht gelöste Stoffe	kg/a
2)	BSB <sub>5</sub>	kg/a
3)	Summe organischer Stoffe	kg/a
4)	elektrische Leitfähigkeit	S.m <sup>2</sup> /a
5)	Kohlenwasserstoffe	kg/a
6)	Organische Halogenverbindungen	kg/a
7)	Phenole	kg/a
8)	Blei und Bleiverbindungen	kg/a
9)	Cadmium und Cadmiumverbindungen	kg/a
10)	Chrom und Chromverbindungen	kg/a
11)	Quecksilber und Quecksilberverb.	kg/a
12)	Nickel und Nickelverbindungen	kg/a
13)	Zink und Zinkverbindungen	kg/a
14)	Zinn und Zinnverbindungen	kg/a
15)	anorganische Stickstoffverbindungen	kg/a
16)	Phosphat	kg/a
17)	Cyanide	kg/a
18)	Tenside	kg/a
19)	sonstige hochtoxische Stoffe	kg/a

### 3.4. EMITTENTENINZIDENZ

Die in der Matrix dargestellten Zuordnungen zu Verursachern wurden auf der Grundlage einer Literaturrecherche ermittelt.<sup>33</sup> Ein x bedeutet, daß Emissionen des entsprechenden Schadstoffes für die angegebene Branche dokumentiert sind bzw. vom Gesetzgeber angenommen werden. Es handelt sich also um eine qualitative Zuordnung potentieller Emissionen. Andererseits sind fehlende Verursacherzuordnungen zunächst dahingehend zu interpretieren, daß hier keine Emissionsdaten vorliegen und nicht, daß die entsprechende Branche nicht emittiert. Ein o in der Matrix bedeutet, daß sich die Angabe auf eine Studie über Altlasttypische Schadstoffe

<sup>33</sup>) BGBl 74/1991 179.-184. Verordnung; ÖNORMEN M 6202-M 6212, M 6214, M 6221-M 6224, M 6226-M 6227; Spatzierer G., Emission und Immission, in: Wiener Mitteilungen Bd 81, 1990; Katzmann W., Schrom H., Hg., Umweltreport Österreich, Kremayr & Scheriau, Wien 1991; Borgmann A., Gerds D., Hahn R., Altlasttypische Schadstoffe, Bund Umwelt Forschungsinstitut, Ratingen 1988; Koch R., Umweltchemikalien, VHC Weinheim 1989; Kärntner Fließ-Gewässergüteatlas, Amt d.Kärntner Landesregierung, Klagenfurt 1990; Lauber W., Zellstoffindustrie und Gewässerschutz in Österreich, Inst.f.Wirtschaft und Umwelt der Arbeiterkammer Wien, 1989; Abwasser Verwaltungs Vorschrift (AVV) nach Par. 7 WHG, Mindestanforderungen für Abwasser VwV Nr.1-46, BRD

bezieht (Borgmann et al. 1988). Hier wäre die Aktualität noch näher zu prüfen. Man kann jedoch davon ausgehen, daß zumindest kleinere Betriebe Investitionen in neue Umwelttechnologien erst mit einiger Verzögerung tätigen und daher noch länger die angeführten altlasttypischen Schadstoffe emittieren.

Legende zu Tab.3.2. Emittenteninzidenz:

- A.....ungelöste Stoffe
- B.....organischer Stoffe als CSB oder TOC
- C.....elektrische Leitfähigkeit
- D.....Organohalogenverbindungen
- E.....Cyanide
- F.....Phenole gesamt
- G.....Tenside
- H.....sonstige hoch toxische Substanzen



### 3.5. EINZELBETRACHTUNG DER VORGESCHLAGENEN SCHADSTOFF-PARAMETER

#### 3.5.1. NICHT GELÖSTE STOFFE

In der Abwasseranalytik werden ungelöste Stoffe in absetzbare und nicht absetzbare Stoffe (=Schwebstoffe) eingeteilt. Ihr Anteil an der gesamten Schmutzfracht ist z. B. für kommunale Abwässer und für Abwässer aus Kleinstgewerbebetrieben relativ konstant.<sup>34</sup> Einen Überblick gibt die folgende Abbildung:

Schmutzmenge in g/(E · d)	organisch	anorganisch	gesamt	BSB <sub>5</sub>
Absetzbare Stoffe	30	10	40	20
Nichtabsetzbare Stoffe (Schwebstoffe)	10	5	15	10
Gelöste Stoffe	50	75	125	30
Summe	90	90	180	60

Abb.3.1. Anteile von absetzbaren Stoffen, Schwebstoffen und gelösten Stoffen in kommunalen Abwässern<sup>35</sup>

#### 3.5.2. BIOCHEMISCHER SAUERSTOFFBEDARF INNERHALB VON 5 TAGEN (BSB<sub>5</sub>)

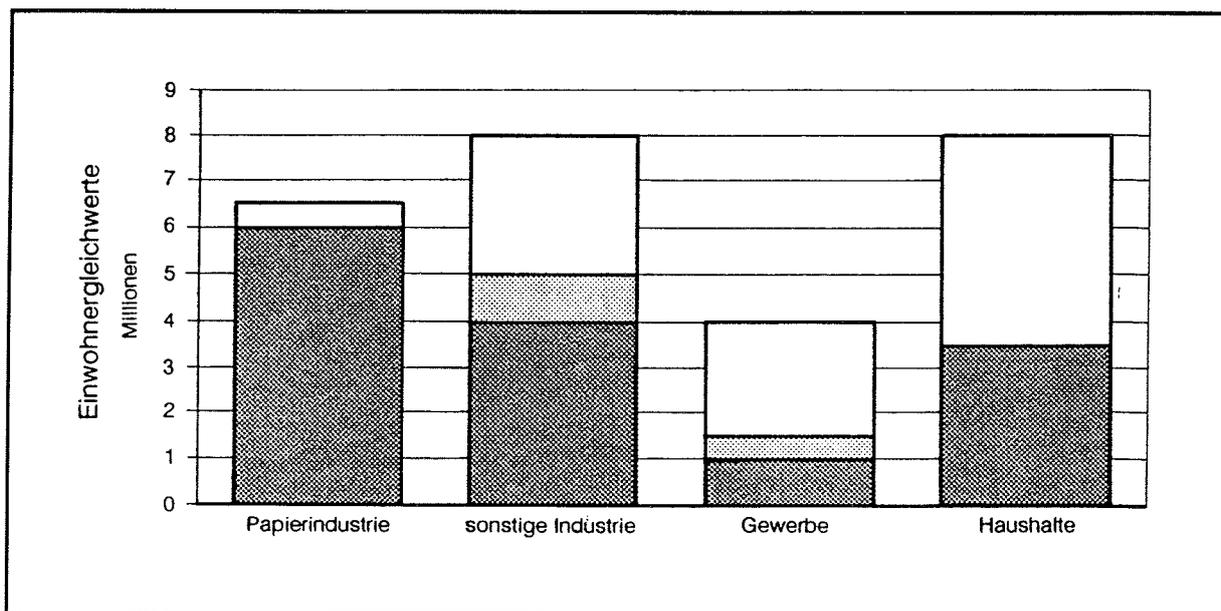
Der BSB ist definiert als diejenige Menge Sauerstoff, welche von Mikroorganismen benötigt wird, um die im Wasser enthaltenen organischen Substanzen bei 20° C oxidativ abzubauen. Der BSB<sub>5</sub> ist ein Summenparameter für biologisch abbaubare Verunreinigungen und damit auch eine Maßzahl für die gegebene Belastung des Sauerstoffhaushaltes eines Gewässers;

<sup>34</sup>) Hütter L., Wasser und Wasseruntersuchung, Frankfurt a.M. 1988, S.174

<sup>35</sup>) Imhoff K., 1985 nach Hütter L., a.a.o., 1988, S.176

(bzw. ein Parameter für Sauerstoffentzug, da ja biologische Abbauprozesse oxidativ mit Sauerstoff als Oxidationsmittel ablaufen; vgl.dazu auch Kap 6.4.2.). Die Aussagekraft von BSB-Werten ist sehr eingeschränkt bei Gewässern, die mit schwer abbaubaren Substanzen oder mit toxischen Stoffen, die die Bakterienaktivität hemmen, belastet sind.<sup>36</sup> Das ist insbesondere bei industriellen und gewerblichen Abwässern der Fall, die große Mengen anorganischer und biologisch schwer abbaubarer organischer Stoffe enthalten. Dem von einem Einwohner pro Tag produzierten Abwasser wird ein durchschnittlicher BSB<sub>5</sub> - Wert von 60g Sauerstoff zugeordnet.(sog. Einwohnergleichwert = EGW).

Nach Angaben des Österreichischen Bundesinstitutes für Gesundheitswesen wird die gesamte BSB<sub>5</sub>-Belastung österreichischer Abwässer auf 30 Mio. EGW geschätzt. Die größten Anteile entfallen dabei auf die Papier- und Zellstoffindustrie (9 Mio. EGW), die Nahrungs- und Genussmittelindustrie (5 Mio. EGW) und die chemische Industrie (4 Mio. EGW).<sup>37</sup> Schätzwerte für 1987 sind in Abb.3.2. zusammengefaßt.



**Abb.3.2. BSB<sub>5</sub>-Jahresschmutzfrachten industrieller und häuslicher Abwässer, Schätzwerte für 1987 in Mio EGW<sup>38</sup>**

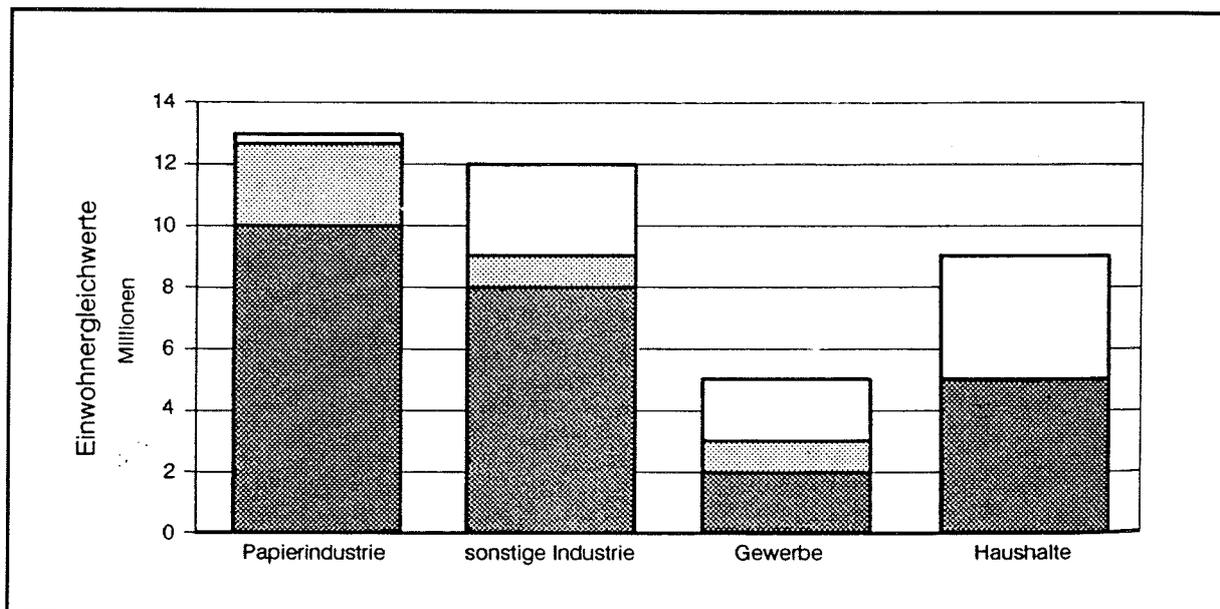
<sup>36</sup>) Hütter L., a.a.o., 1988, S.86

<sup>37</sup>) ÖBIG, 1985 zit. bei Hütter, a.a.o., 1988, S.51

<sup>38</sup>) ÖBIG, Umweltbericht Wasser, Wien 1989, S.68

### 3.5.3. SUMME ORGANISCHE STOFFE:

Gewässer sind, neben ihrem Mineralstoffgehalt und ihrem Anteil an nicht gelösten Stoffen, auch durch das Vorhandensein vielfältigster gelöster organischer Stoffe chemisch charakterisiert. Unbelastete natürliche Gewässer enthalten organische Stoffe meistens in so geringer Konzentration, daß sie sich den Nachweismethoden der chemischen Analytik entziehen.<sup>39</sup> Der weitaus größte Anteil an organischen Stoffen gelangt also durch anthropogenen Eintrag in die Gewässer, darunter Schadstoffe mit völlig unterschiedlichen ökotoxikologischen Eigenschaften. Die Zahl der in Gewässer emittierten organischen Einzelstoffe ist so groß, daß man sich im allgemeinen auf die Bestimmung von chemischen Summenparametern beschränken muß.<sup>40</sup> Der CSB ist die gebräuchlichste Methode zur Erfassung organischer Verbindungen im Wasser, wird aber zunehmend durch den viel genaueren TOC ersetzt. Einen Überblick über Summenparameter zur Erfassung organischer Stoffe in Wasser gibt Abb.3.3.



**Abb.3.3. CSB-Jahresschmutzfrachten industrieller und häuslicher Abwässer, Schätzwerte für 1987 in Mio EGW<sup>41</sup>**

<sup>39</sup>) Hütter L., a.a.o., 1988, S.81

<sup>40</sup> Weltweit werden zur Zeit zwischen 65 000 und 100 000 verschiedene Chemikalien kommerziell produziert, von denen viele verändert oder unverändert in die Umwelt gelangen (Streit B. 1991).

<sup>41</sup>) ÖBIG, Umweltbericht Wasser, Wien 1989, S.68

Der wichtigste Vorteil von Summenparametern ist, daß mit einer einzigen Analyse eine ganze Stoffgruppe erfaßt werden kann. Weiters ist das Datenmaterial bei einigen relativ gut (BSB, CSB).

Nachteile sind vor allem in folgendem zu sehen: Die Anteile der einzelnen erfaßten Schadstoffe sind nicht bestimmbar. So können z.B. sehr toxische und weniger toxische (bei AOX und EOX) bzw. anthropogene und natürliche Stoffe (bei TOC und DOC) nicht differenziert werden. Die wichtigsten Summenparameter für organisch gebundenen Kohlenstoff sind CSB und TOC.

### **Chemischer Sauerstoffbedarf (CSB)**

Der CSB ist definiert als die Menge an Kaliumdichromat, die notwendig ist, um die im Wasser enthaltenen Stoffe zu oxidieren. Man schätzt die Oxidationsausbeute für organische Substanzen bei üblichen Abwässern auf 95%. Verfälschungen der Ergebnisse durch höhere Mengen von Chlorid im Wasser möglich (Chlorid wird ebenfalls durch Kaliumdichromat oxidiert). Durch das Verhältnis von CSB zu BSB<sub>5</sub> läßt sich das Abbauverhalten eines Abwassers charakterisieren. Bei einem CSB/BSB<sub>5</sub> von 1,5 kann volle biologische Abbaubarkeit angenommen werden. Hohe Quotienten (4–10) sind typisch für industrielle Abwässer.<sup>42</sup> Die Nachweisgrenze ist mit 15 mg/l relativ hoch.<sup>43</sup>

### **Total Organic Carbon (TOC)**

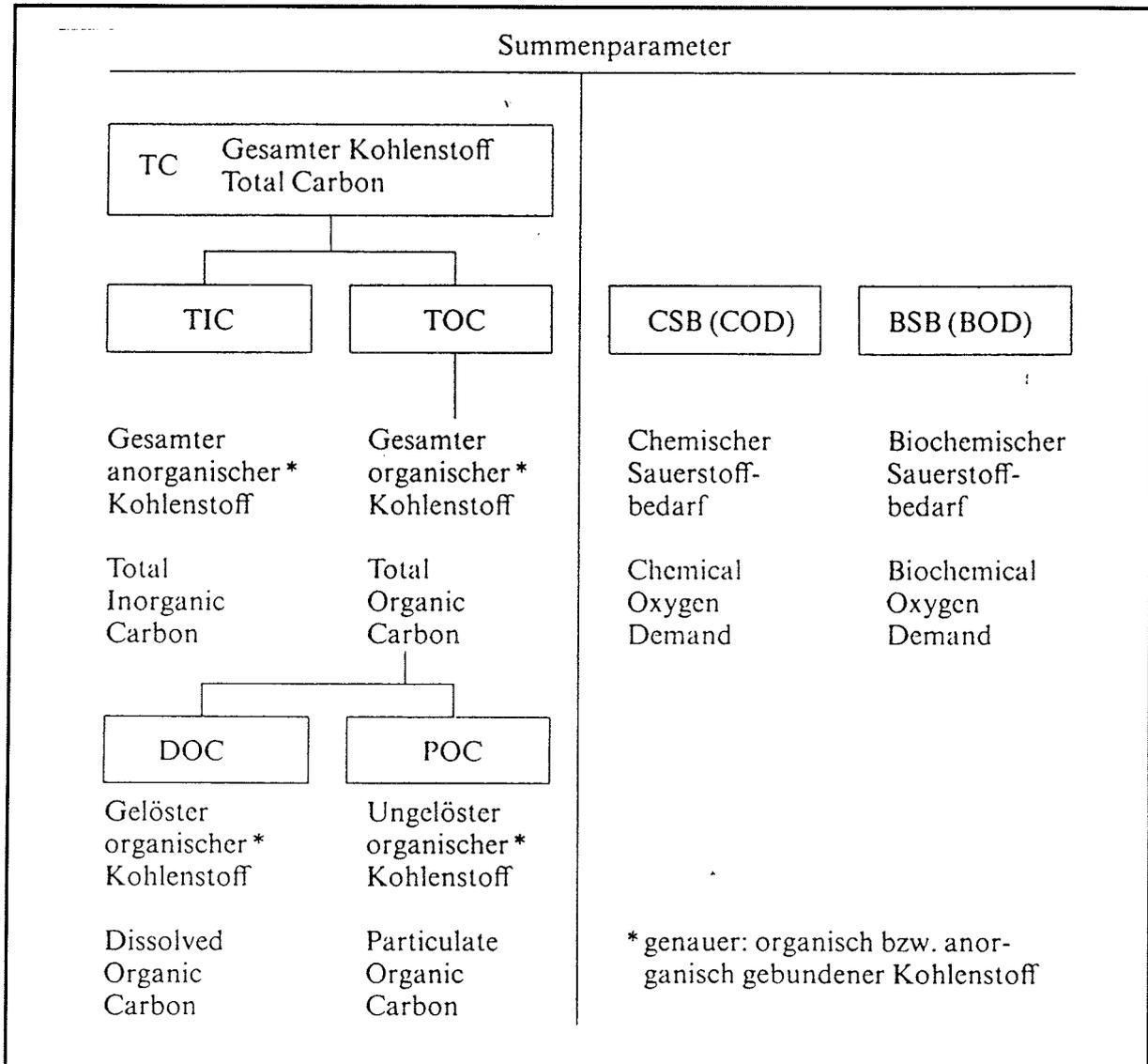
Im Gegensatz zu den oben beschriebenen oxidativen Verfahren BSB und CSB ist der TOC eine direkt meßbare, absolute Größe. Die Bestimmung erfolgt durch Oxidation der organischen Stoffe zu CO<sub>2</sub> und H<sub>2</sub>O und Messung des entstandenen CO<sub>2</sub>. Der TOC ist ein Summenparameter für die Belastung mit organischen Substanzen. Besonders bei schwer abbaubaren Substanzen ist der TOC der aussagekräftigste Summenparameter. Mit einer Nachweisgrenze von 0,1 mg/l ist er auch ein sehr empfindlicher Parameter.

---

<sup>42)</sup> Umweltbundesamt, Schadstoffbelastung von Wasser und Abwasser in Österreich, Wien 1990, S.13

<sup>43)</sup> Borgmann A., Gerds D., Hahn R., Altlasttypische Schadstoffe. Ein Leitfaden für Bürgerinitiativen und Kommunalpolitik, Bonn o.J., S.123

Abb.3.4. Überblick über Möglichkeiten zur Erfassung organischer Stoffe in Gewässern<sup>44</sup>



### 3.5.4. SALZE

Natürliche Gewässer haben einen Salzgehalt von ca. +/- 400mg/l.<sup>45</sup> Durch wesentliche Erhöhungen können Schädigungen von Organismen eintreten. Weiters werden Gewässernut-

<sup>44)</sup> Hütter L., a.a.o., 1988, S.83

<sup>45)</sup> Spatzierer G., Emission und Immission, in: Wiener Mitteilungen, Bd.81, Wien 1990, S.C-8

zungen durch hohen Salzgehalt zumeist negativ beeinflusst. Laut DIN 38404 Teil 8 ist die elektrische Leitfähigkeit als Parameter für die summarische Erfassung von im Wasser gelösten Ionen auf alle Wässer anwendbar. Sie wird für die vergleichende Qualitätsbeurteilung von Trinkwasser, Mineralwasser, Fließgewässern sowie von Abwässern<sup>46</sup> herangezogen. Die elektrische Leitfähigkeit ist abhängig von der:

- Konzentration und dem Dissoziationsgrad der gelösten Stoffe (Elektrolyte),
- der elektrochemischen Wertigkeit,
- der Ionenbeweglichkeit,
- der Temperatur.

"Da für eine zu messende Wasserprobe die Wertigkeit der Ionen und deren Wanderungsgeschwindigkeit konstant sind, ist bei konstanter Temperatur deren Leitfähigkeit eine Funktion ihrer Ionenkonzentration".<sup>47</sup> Die im Wasser gelösten Elektrolyte sind zum größten Teil anorganische Salze. Die elektrische Leitfähigkeit ist also ein Summenparameter für den Salzgehalt von Gewässern.<sup>48</sup> Hohe Leitfähigkeit ist ein Indikator für Verunreinigungen mit anorganischen Salzen.

Die elektrische Leitfähigkeit ist als Kehrwert des spezifischen elektrischen Widerstandes definiert. Die Einheit ist Siemens (= Ohm<sup>-1</sup>) pro cm (S/cm). Im Gegensatz zu Konzentrationsangaben, die sich auf Volumseinheiten beziehen, ist die elektrische Leitfähigkeit proportional der Länge und indirekt proportional der Querschnittsfläche der zu messenden Flüssigkeitssäule. Das heißt der gemessene Wert bezieht sich sowohl auf ein definiertes Volumen als auch auf eine definierte Leiterform – ausgedrückt als Verhältnis von Länge zu Querschnittsfläche. Daraus ergeben sich Probleme bei der, für die Zwecke des Umweltinformationssystems notwendigen Aggregation von Emissionsdaten. Eine Aufsummierung, analog zur Summierung von Schadstoffkonzentration mal jährlicher Abwassermenge, ist hier im streng physikalischen Sinne nicht möglich. Der durch Aufsummierung errechnete Wert kann nicht mehr als "elektrische Leitfähigkeit" eines definierten Wasserkörpers interpretiert werden. Aufgrund der annähernden Proportionalität zwischen elektrischer Leitfähigkeit und Salzkonzentration, kann der summierte Wert dennoch als brauchbarer Indikator für Salzemissionen angesehen werden. Der Indikator wird ermittelt, indem für jeden Betrieb die experimentell ermittelte elektrische Leitfähigkeit mit dem jährlichen Abwasservolumen multipliziert wird und die so erhaltenen Daten für jeweils eine Branche summiert werden. Dadurch erhält man einen numerischen

---

<sup>46</sup>) beispielsweise im Kärtner Fließgewässergüteatlas 1990

<sup>47</sup>) Hütter L., a.a.o., 1988, S.220

<sup>48</sup>) vgl. Umweltbundesamt, Daten zur Umwelt, Berlin 1989, S.315

Wert in der physikalischen Einheit  $S \cdot m^2/a$ . Wichtig dabei ist, daß dieser Wert nicht mehr physikalisch – als elektrische Leitfähigkeit – interpretiert werden kann, sondern als künstlicher Indikator, als eine Art "Maßzahl" für die jährliche Salzfracht anzusehen ist. Die Aussagekraft des vorgeschlagenen Indikators für Salzemissionen wäre noch empirisch zu prüfen. Seine Brauchbarkeit wird nicht zuletzt auch davon abhängen, welche Anforderungen an das vorgeschlagene Umweltinformationssystem hinsichtlich seiner Datengenauigkeit künftig gestellt werden.

Eine Alternative zum vorgeschlagenen Indikator wäre die Messung einzelner Elektrolyte (siehe unten). Dadurch ließen sich zwar verschiedenen Schwierigkeiten bei der Datenaggregation vermeiden, eine lückenlose Erfassung der gesamten Salzemissionen wäre dennoch nicht gegeben, da bei dieser Vorgangsweise aus der großen Anzahl von emittierten Salzen einige wenige ausgewählt werden müßten. Darüber hinaus ist die analytische Erfassung einzelner Salze relativ aufwendig und zeitraubend, während sich die elektrische Leitfähigkeit sehr rasch und ohne großen Aufwand bestimmen läßt.

Abgesehen von anorganischen Stickstoffsalzen und Phosphat, die als eigene Parameter angeführt sind, sind v.a. folgende Ionen als Salzemissionen von Bedeutung:

#### Chlorid:

Chlorid ist ein natürlicher Bestandteil fast aller Binnengewässer. Der anthropogen bedingte Chlorideintrag ins Wasser hat in den letzten Jahren europaweit deutlich zugenommen. Als wesentliche Verursacher sind Landwirtschaft (NaCl- und KCl-hältige Düngemittel) und Verkehr (Streusalzaufbringung) bekannt.<sup>49</sup>

#### Fluorid:

Fluorid ist das Fluoranion ( $F^-$ ) bzw. die Bezeichnung für Salze der Fluorwasserstoffsäure. Fluorid ist ein für den Menschen essentielles Element (Aufbau des Skeletts, Schutz vor Karies) in Konzentrationen von mehr als 1,5 mg/l jedoch toxisch. (Fluorosen) Verwendung als Flußmittel, Holzschutzmittel, für spezielle optische Gläser, zum Vergüten von Glas, zur Fluoridierung (z.B. in manchen Ländern Fluoridierung von Trinkwasser) und zur Fluorierung (= Einführung von Fluor in organische Verbindungen).

#### Bor:

Das Spurenelement Bor liegt im Wasser gelöst überwiegend als Borat vor. Der Boratgehalt natürlicher Gewässer liegt zw. 0,01–0,05 mg/l, in Abwässern werden bis zu 100fach erhöhte Werte gefunden. Bor ist ein essentieller Mikronährstoff für höhere Pflanzen, wirkt in höheren

---

<sup>49</sup>) Payer H., Steurer A., Transparenz der Verursacher, IFF-Zwischenbericht, Wien 1990, S.10 f

Konzentrationen phytotoxisch. Auf Grund seines eindeutig anthropogenen Ursprungs und seiner hohen Mobilität ist Bor ein typischer Verschmutzungsindikator. Bor wird als humantoxikologisch unbedenklich eingestuft. Borverbindungen werden vielfältig angewendet z.B. bei der Herstellung von Mineralfarben und Imprägnierungen, vor allem aber bei der Herstellung von Waschmitteln, weiters als Dünge- und Pflanzenschutzmittel. Verursacher von Boremissionen sind v.a. Email- und Glasindustrie, Galvanik, Photochemie, Wasch- und Reinigungsmittelindustrie; Atomkraftwerke emittieren beträchtliche Mengen Borsäure in die Gewässer.<sup>50</sup>

#### Sulfat:

Unbelastete Gewässer weisen einen Sulfatgehalt von 10 – 30 mg/l auf.<sup>51</sup> Höhere Sulfatkonzentrationen erniedrigen den pH Wert, verzögern den Abbau organischer Substanzen, vermindern die Artenzahl von Phyto- und Zooplankton und von wirbellosen Wassertieren. Darüber hinaus werden Fischpopulationen schwer geschädigt.<sup>52</sup> Verursacher von Sulfatmissionen sind in erster Linie Industriebetriebe; z.B: Metallindustrie, Gerbereien, Chemiebetriebe, Glasindustrie.

#### Sulfit:

Das Sulfit wirkt schädigend auf Photosyntheseprozesse und gilt allgemein als etwa zwanzig mal giftiger als das Sulfation.<sup>53</sup> Verursacher von Sulfitmissionen sind z.B. die Zellstoffindustrie oder Metallver- und bearbeitende Betriebe.

### 3.5.5. KOHLENWASSERSTOFFE ( $C_xH_y$ , KW)

Kohlenwasserstoffe sind eine Klasse von organischen Verbindungen, die nur Kohlenstoff- und Wasserstoffatome enthalten. Die niedermolekularen Substanzen sind geruchlose, brennbare Gase, die mittleren meist benzin- und petroleumartige Flüssigkeiten und die höhermolekularen feste Stoffe. Nach Art des Kohlenstoffgerüsts unterscheidet man die Gruppe der azyklischen (aliphatische) und die Gruppe der zyklischen (aromatische) Kohlenwasserstoffe. Es gibt derzeit kein Analyseverfahren, das beide Gruppen von KW in einem Summenparameter erfassen kann.

---

<sup>50)</sup> Hütter L., a.a.o., 1988, S.77

<sup>51)</sup> Hütter L., a.a.o., 1989, S. 75

<sup>52)</sup> Odum E.P., Grundlagen der Ökologie, Bd.1, Stuttgart/New York 1983, S.

<sup>53)</sup> Streit B., Lexikon Ökotoxikologie, Weinheim/New York/Basel/Cambridge 1991, S.574

### **Azyklische oder aliphatische KW**

Abwasserrelevante aliphatische Kohlenwasserstoffe sind vor allem Mineralöle und Mineralölprodukte, wie z.B. Benzin, Heizöl, Schmieröle. Sie zeichnen sich typischerweise durch hohe Persistenz, Fähigkeit zur Emulsionsbildung – die durch das Vorhandensein von Tensiden gefördert wird – und durch starke geruchliche und geschmackliche Beeinträchtigung des Wassers aus. Verdünnungen von 1:1 Million sind noch feststellbar.<sup>54</sup> Ölfilme am Wasser behindern den Gasaustausch mit der Atmosphäre und bedecken bzw. verkleben die Oberfläche von Organismen. In gelöster Form können sie auch direkt toxisch wirken. Für die Analytik ist von Bedeutung, daß es andererseits auch eine große Anzahl von Kohlenwasserstoffen biogenen Ursprungs im Wasser gibt, z.B. aus den Oberflächenschichten verschiedener Pflanzen oder aus aquatischen Organismen.

Verursacher: Metallverarbeitende Industrie, Raffinerien, Kokereien, chemische Fabriken, Garagen, bei Oberflächenentwässerungen und Unglücksfällen.<sup>55</sup>

### **Zyklische oder aromatische KW**

Nach Anzahl der Ringe werden sie als mono- bis polyzyklische Kohlenwasserstoffe bezeichnet. Als Wasserschadstoffe von Bedeutung sind vor allem die mehrere 100 Verbindungen umfassende Stoffgruppe der polyzyklischen aromatischen KW (PAK oder PAH). Einige von diesen Verbindungen erwiesen sich im Tierversuch als kanzerogen, v.a. Benzo(a)pyren. Nach DIN 38 409-H13 werden 6 wichtige Verbindungen bestimmt, darunter auch Benzo(a)pyren.<sup>56</sup> Genauere und aufwendigere Analysen von PAKs sind durch Hochdruckflüssigkeitschromatographie möglich.

Verursacher: Eisenerzeugung und -verarbeitung, oberflächenbehandelnde Betriebe, Photolabors und graphische Betriebe.

---

<sup>54</sup>) Hütter L., a.a.o., 1988, S.97

<sup>55</sup>) Spazierer G., a.a.o., 1990, S.C-16

<sup>56</sup>) Hütter L. 1988, a.a.o., S.96

### 3.5.6. ORGANISCHE HALOGENVERBINDUNGEN

Allgemeine Eigenschaften organischer Halogenverbindungen sind ihre hohe Persistenz und hohe Toxizität (insb. kanzerogene Wirkungen). Unabhängig von ihrer Gefährlichkeit können sie als typische Indikatoren für anthropogene Einflüsse verstanden werden, da halogenierte Substanzen in der Natur kaum vorkommen. Die wichtigste Gruppe ist die Klasse der halogenierten KW und davon wiederum mengenmäßig am bedeutendsten die chlorierten Kohlenwasserstoffe. Flüchtige halogenierte KW können gaschromatographisch getrennt und analysiert werden. Ein Summenparameter für nicht flüchtige organische Halogenverbindungen ist der AOX = adsorbierbare organische Halogenverbindungen.<sup>57</sup>

Halogenierte Kohlenwasserstoffe haben wegen ihrer günstigen technischen Eigenschaften ein weit gestreutes Anwendungsgebiet und sind infolgedessen ubiquitär in der Umwelt verbreitet. HKW werden v.a. zur Oberflächenreinigung, Einfettung bei der Metallverarbeitung, bei der Textilreinigung als Hilfsstoffe für Gummi, Lacke, Druckfarben, Feuerlöschmittel, Frostschutzmittel, Hygieneartikel etc., als Löse- und Verdünnungsmittel, Entfettungs- und Extraktionsmittel (auch in der Lebensmittelindustrie), Konservierungsmittel, Kunststoffe (PVC), Weichmacher, Stabilisatoren, Holzschutzmittel verwendet.<sup>58</sup> Die in Österreich verwendeten Mengen der vier wichtigsten Chlorkohlenwasserstoffe (Trichlorethylen = TRI, Perchlorethylen = PER, 1,1,1-Trichlorethan, Dichlormethan) werden auf 14 000 t/a geschätzt. Diese leicht flüchtigen Verbindungen gelangen als Emissionen in die Umwelt und zwar zu ca. zwei Drittel über Abluft, zu ca. einem Drittel über feste Abfälle und zu 1 bis 3 % über Abwasser. Auf dem Weg vom Emittenten bis zum Einlauf in die Kläranlage gehen bereits 90% durch Ausgasen oder durch Adsorption an organische Substanzen verloren.<sup>59</sup>

Verursacher: Papier- und Zellstoffindustrie, Wäschereien, Putzereien, Lebensmittelindustrie, Landwirtschaft, Chemische Industrie, Metallverarbeitung.

---

<sup>57)</sup> s. DIN 38 409-H14; zu weiteren Analysemethoden siehe auch Hütter L., a.a.o., 1988 S.96

<sup>58)</sup> vgl. Umweltbundesamt, a.a.o., Wien 1990, S.25; Hütter L., a.a.o., 1988, S.96

<sup>59)</sup> vgl. Umweltbundesamt, a.a.o., Wien 1990, S. 25f

**Abb.3.5. Entwicklung der täglichen Schadstofffrachten der Papier- und Zellstoffindustrie in Österreich<sup>60</sup>**

Jahr	Jahresproduktion Zellstoff (Tonnen)	tägliche Schadstofffracht in Tonnen		
		BSB <sub>5</sub>	CSB	AOX
1900	90.000	100	400	-
1937	250.000	200	900	3
1950	250.000	150	850	3
1969	600.000	450	1.950	8
1979	1.000.000	500	2.100	13
1989	1.200.000	70	300	11
	mit Rechberg:	(110)	(470)	

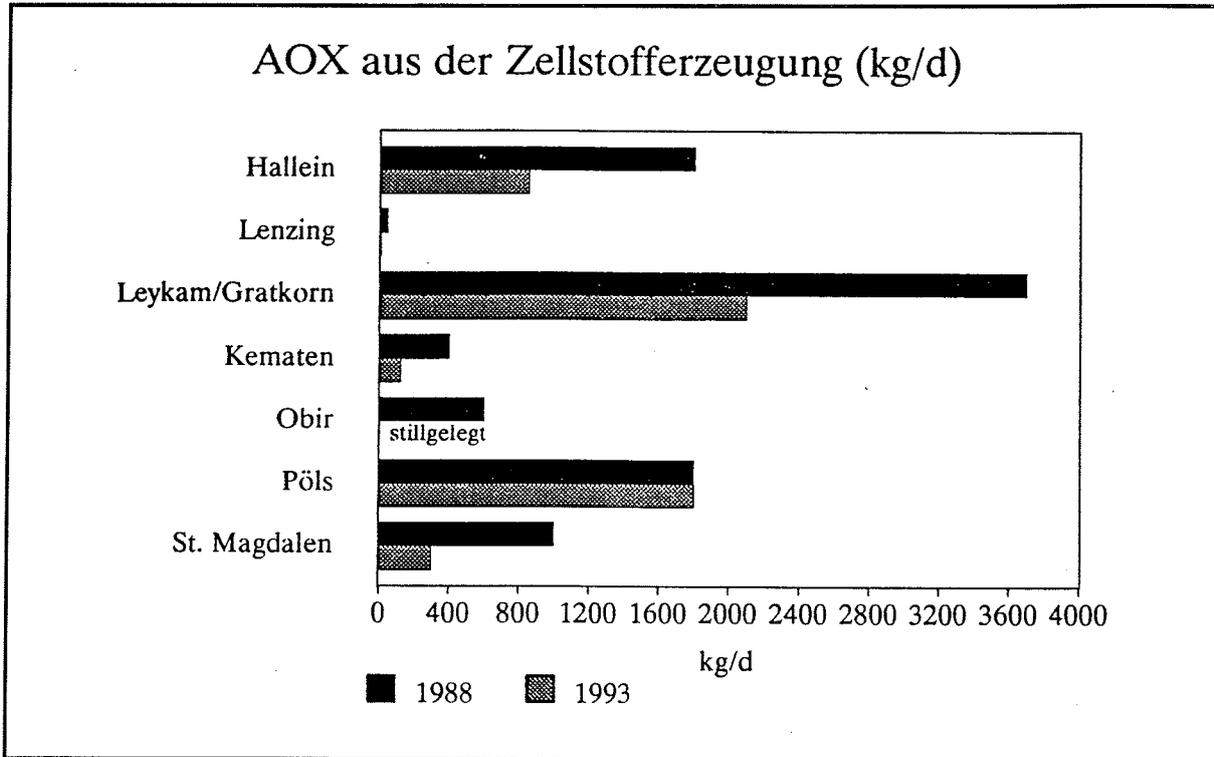
**Abb.3.6. TRI- und PER-Konzentrationen in den Abläufen ausgewählter österreichischer Betriebe<sup>61</sup>**

<i>Branche</i>	<i>PER (µg / l)</i>	<i>TRI (µg / l)</i>
<i>Chemische Reinigung</i>	<i>1.000 – 4.000 (bis 120.000)</i>	<i>-</i>
<i>KFZ-Betrieb</i>	<i>-</i>	<i>1.100</i>
<i>Metallverarbeitung</i>	<i>-</i>	<i>200</i>
<i>Tierkörperverwertung</i>	<i>1.000 – 2.000.10<sup>3</sup></i>	<i>-</i>
<i>Chemie-Werk</i>	<i>2.400</i>	<i>2.400</i>
<i>(Vorfluter nach Werk)</i>	<i>21</i>	<i>18</i>

<sup>60)</sup> Lauber W., Zellstoffindustrie und Gewässerschutz in Österreich, hg.v. Institut für Wirtschaft und Umwelt, Wien 1989, S.35

<sup>61)</sup> Umweltbundesamt, a.a.o., Wien 1990, S.27

Abb.3.7. AOX-Emissionen der österreichischen Zellstoffindustrie in kg/d, Stand 1988 und Prognose für 1993<sup>62</sup>



### 3.5.7. PHENOLE

Phenole sind toxisch für Wasserorganismen, insbesondere für Fische. Neben ihrer toxischen Wirkung sind Phenole v.a. auf Grund ihrer intensiven Geruchs- und Geschmacksbeeinflussung im Wasser unerwünschte Stoffe. Der Phenol-Index kann nach DIN 38408-H16 bestimmt werden. Hinsichtlich ihrer chemischen Zusammensetzung und Wirkung auf den Menschen gilt das gleiche, wie in Kap. 2.5.14 bereits ausgeführt wurde.

Verwendung als Ausgangssubstanzen zur Herstellung von Kunstharzen, Waschmitteln, Emulgatoren, Desinfektionsmitteln, Holzimprägnierungsmitteln, Insektiziden, Weichmachern, Riechstoffen, Schmierölen, Pharmaka und Vitamin E.

<sup>62)</sup> Umweltbundesamt, „Belastung von Fließgewässern durch die Zellstoff- und Papierindustrie in Österreich, Wien 1989, S.XIII

Verursacher: Chemische Industrie, Textilindustrie, Erdölverarbeitung. Neben anthropogenen Phenol-Emissionen gelangen auch über natürliche Mechanismen beträchtliche Mengen an Phenolen in die Umwelt. Phenole sind natürlich vorkommende Pflanzenriechstoffe, Produkte biochemischer Umsetzungen im Boden und des Abbaus von Pflanzen. Phenol ist weiters ein Bestandteil des menschlichen Urins (in einer Konzentration von 50 mg/l). Allein über diesen Weg werden in der BRD jährlich 100 000 t emittiert.<sup>63</sup>

### **3.5.8. BLEI UND BLEIVERBINDUNGEN**

Emissionen von Blei und Bleiverbindungen erfolgen nur zu einem geringen Anteil in flüssiger Form. Hinsichtlich der Wirkungen von Bleiemissionen gilt weitgehend das gleiche, wie in Kap. 2.5.8. ausgeführt wurde.

Verursacher: Metallhütten und Blei verarbeitende Betriebe (Akkumulatoren, Kabelummantelungen, Bleilote, etc.), alte Wasserleitungsnetze aus Bleirohren, Bergbau, Steine und Erden, Glasindustrie.

### **3.5.9. CADMIUM UND CADMIUMVERBINDUNGEN**

Hinsichtlich der Wirkungen von Cadmiumemissionen gilt weitgehend das gleiche, wie in Kap. 2.5.9. ausgeführt wurde.

Verursacher: Metallhütten, Galvanik, Emailherstellung, Glasindustrie, chemische Industrie.

### **3.5.10. CHROM UND CHROMVERBINDUNGEN**

Für den Menschen ist CrIII ein wichtiges Spurenelement (Insulinstoffwechsel). CrVI gilt als giftigste Form (100–1000 mal giftiger als Cr III). Es verursacht Ekzeme und ist kanzerogen. Die Aufnahme erfolgt über Luft, Haut und Trinkwasser. Bei Pflanzen und Tieren wirkt Chrom VI schon in geringen Mengen toxisch. Bioakkumulation durch Phytoplankton, verschiedene Bodentiere und durch Säugetiere (Muskeln, Knochen Leber). Die Mobilität im Boden ist

---

<sup>63</sup>) Streit B., a.a.o., 1990, S.499

unterschiedlich, je nach physikalisch – chemischen Bedingungen. Chrom und Chromverbindungen werden als Legierungsbestandteil von Stählen, als Oberflächenschutz (Verchromen), als Feuerfestauskleidung, Gerbereihilfsmittel, Farbpigmente, Katalysatoren und Holzschutzmittel verwendet.

Verursacher: Gerbereien, Metallindustrie, Glasindustrie, Färbereien, Bergbau, Steine und Erden, Chemische Industrie, Dienstleistungssektor. Die jährlichen Chromemissionen werden in der BRD und in Frankreich auf 1000t in Gewässer und 700t in die Luft geschätzt.<sup>64</sup>

### 3.5.11. QUECKSILBER UND QUECKSILBERVERBINDUNGEN

Quecksilber ist ein bei Zimmertemperatur flüssiges Schwermetall. Quecksilberdampf ist außerordentlich giftig und bewirkt Nervenschäden, Zittern, Gedächtnisschwäche und Verhaltensstörungen. Bestimmte Mikroorganismen können in Gewässern enthaltene anorganische Quecksilberverbindungen methylieren und dadurch in die wesentlich gefährlicheren organischen Quecksilberverbindungen überführen, die von Fischen aufgenommen und in der Nahrungskette angereichert werden. Organoquecksilberverbindungen werden vom Menschen gut resorbiert und in Leber, Niere, Gehirn, Zentralnervensystem und Muskeln gespeichert. Einige Massenvergiftungen mit Organoquecksilber wurden dokumentiert.<sup>65</sup>

Flüssiges Hg wird in der chemischen Industrie für Laborchemikalien verwendet, weiters für Quecksilberbatterien, Zahnplomben, Thermometer, Leuchtstoffröhren etc. Hg(II)-chlorid wird zur Desinfektion, zur Holzverarbeitung, bei der Pelzverarbeitung, in der Photographie als Negativverstärker etc. verwendet. Organoquecksilberverbindungen werden als Pestizide, Konservierungsmittel, und Desinfektionsmittel verwendet.

Verursacher: Quecksilber gelangt durch anthropogen verursachte und zu einem beträchtlichen Teil auch durch natürliche Prozesse in die Umwelt (siehe Tab.3.3.). Anthropogene Verursacher sind hauptsächlich Landwirtschaft, Nahrungsmittelindustrie, Metallindustrie, Chemische Industrie, Dienstleistungssektor, Textil- und Holzindustrie.

---

<sup>64</sup>) Streit B., a.a.o., 1990, S.167

<sup>65</sup>) ÖBIG, a.a.o., Wien 1989, S.195

<b>Natürliche Emissionen:</b>	
Vulkantätigkeit, Gesteinsverwitterung	0,5–5 x 10 <sup>3</sup> t
Verdampfung aus der Erdkruste	25–150 x 10 <sup>3</sup> t
Verdampfung aus den Ozeanen	23 x 10 <sup>3</sup> t
Oberflächliche Abschwemmungen	3,8 x 10 <sup>3</sup> t
<b>Anthropogene Emissionen:</b>	
Quecksilberherstellung	6–10 x 10 <sup>3</sup> t
Bergbau	1,5–20 x 10 <sup>3</sup> t
Verbrennungsprozesse jeglicher Art	0,1–8 x 10 <sup>3</sup> t

**Tab.3.3. Vergleich zw. natürlichen und anthropogenen Quecksilberemissionen, in t/a<sup>66</sup>**

### 3.5.12. NICKEL UND NICKELVERBINDUNGEN (Ni)

**Wirkung:** Für den Menschen wahrscheinlich essentielles Spurenelement. Nickelstaub und einige Nickelverbindungen sind kanzerogen. Unterschiedliche Toxizität für Lebewesen aquatischer Systeme differierend je nach Spezies und Milieubedingungen. Ähnliches gilt für terrestrische Ökosysteme. Man kennt ca. 70 Pflanzenarten, die Nickel in besonders hohen Konzentrationen anreichern, bis zu 10 000 ppm bezogen auf die Trockenmasse.<sup>67</sup>

Nickellegierungen werden für Küchengeräte, Münzen, Schmuck, in Ni–Cd Akkumulatoren in und Katalysatoren verwendet. Nickeltetracarbonyl ist ein Zwischenprodukt der Nickelreinigung und wird auch in Produktionsprozessen verwendet.

**Verursacher:** Metallhütten, chem. Industrie, Glas, Steine und Erden, Nahrungsmittelindustrie.

### 3.5.13. ZINK UND ZINKVERBINDUNGEN (Zn)

Zink ist ein wichtiges Spurenelement. Zinkhaltiger Staub bewirkt Atemwegsreizungen, die akute Toxizität von anorganischen Zinkverbindungen ist gering. Bioakkumulation durch Meeressalgen. Kaum Anreicherung in tierischen Organismen.

<sup>66</sup>) Koch R., a.a.o., 1989, S.356

<sup>67</sup>) Streit B., a.a.o., 1991, S.445f

Verwendung für das Verzinken von Stahlteilen, für Trockenbatterien und Pigmente und Katalysatoren. Zinkverbindungen sind weiters Bestandteil von Pestiziden.

Verursacher: Wasseremissionen durch Galvanikindustrie, aus der Lösung verzinkter Oberflächen in Leitungen, Landwirtschaft, Bergbau, Chemische Industrie, Dienstleistungssektor, Metallindustrie.

#### **3.5.14. ZINN UND ZINNVERBINDUNGEN (Sn)**

Metallisches Zinn ist fast ungiftig, im Gegensatz zu Organozinnverbindungen, die unterschiedliche Toxizitätsgrade aufweisen.

Verwendung als Legierungen (Bronze) und zum Verzinnen von Metalloberflächen. Zinnorganische Verbindungen sind in Holzschutz- und Desinfektionsmitteln enthalten und werden auch als PVC- und PCB- Hitzestabilisatoren verwendet.

Verursacher: Landwirtschaft, Metallverarbeitung, Dienstleistungssektor.

#### **3.5.15. ANORGANISCHE STICKSTOFFVERBINDUNGEN**

Stickstoff ist als Bestandteil von Proteinen und Nukleinsäuren essentielles Element für alle Organismenarten. Neben gelöstem elementarem  $N_2$  treten in Gewässern vor allem folgende anorganische Stickstoffverbindungen auf: Ammonium  $NH_4$ , Nitrat  $NO_3$ , Nitrit  $NO_2$ . N – Verbindungen werden in Gewässern sehr stark durch mikrobielle Redoxvorgänge gebildet, abgebaut und ineinander umgewandelt. Als Abwasserinhaltsstoffe sind die genannten anorganischen Stickstoffverbindungen vor allem auf Grund ihrer eutrophierenden, potentiell toxischen bzw. das Ökosystem störenden Wirkung beobachtenswert.

##### **Nitrat ( $NO_3$ )**

Nitrat ist das Salz bzw. Anion der Salpetersäure ( $NO_3$ ). Unter neutralen bzw. aeroben Bedingungen ist es die wichtigste Stickstoff-Form in Gewässern. Nitrat selbst wird als nicht toxisch eingestuft. Ein Gefährdungspotential besteht in der möglichen bakteriellen Reduktion zu Nitrit (siehe unten), weshalb Nitratgrenzwerte für Trinkwasser festgelegt werden. Als

$\text{HNO}_3$  ist es Bestandteil von Niederschlagswasser und neben  $\text{H}_2\text{SO}_4$  für die Acidität des Regens verantwortlich. Als essentieller Pflanzennährstoff hat es z.T. auch eutrophierende Wirkung, die jedoch im Vergleich zu Phosphat von untergeordneter Bedeutung ist (siehe Kap. 3.5.16.). Nitrat ist in Düngemittel und Lebensmittelzusatzmittel enthalten; darüber hinaus ist es Produkt bakterieller Stoffwechselleistungen.

Verursacher: Nitrat gelangt durch die Auswaschung gedüngter Böden ins Wasser, weiters durch Nitrifizierung von Ammonium bei der Selbstreinigung und biologischen Abwasserreinigung und durch kommunale Abwässer.<sup>68</sup>

### Nitrit ( $\text{NO}_2$ )

Entsteht durch bakterielle Reduktion aus Nitrat in sauerstoffarmen Gewässern (Denitrifikation) sowie durch anorganische Reduktion z.B. an Fe- und Zn-hältigen Leitungsrohren. Nitrit kann auch durch Nitratreduktion im Verdauungstrakt gebildet werden und ist in größeren Mengen giftig. Die Gefährlichkeit für den Menschen besteht v.a. durch die Fähigkeit zur Reaktion mit sekundären Aminen, wodurch kanzerogene Nitrosamine entstehen können. Für Säuglinge ist Nitrit durch Bildung von Methämoglobin – ein starkes Atemgift – besonders gefährlich. Es ist weiters ein starkes Fischgift.

### Ammonium ( $\text{NH}_4$ )

Steht in wässriger Lösung im Gleichgewicht zu Ammoniak (seiner konjugierten Base). Die Lage des Gleichgewichts ist pH-Wert- und temperaturabhängig. In der Abwassertechnik werden beide Verbindungen gemeinsam analysiert und als  $\text{NH}_4\text{-N}$  angegeben. Ammoniak wirkt sowohl über die Luft als auch über orale Aufnahme in höheren Konzentrationen für den Menschen tödlich – ab ca.  $2\text{g/m}^3$  Luft bzw. 3–5 ml Salmiakgeist.<sup>69</sup> Ammoniak ist für Fische und verschiedene Wasserorganismen sehr giftig. Die negative Beeinflussung aquatischer Systeme durch Ammonium beruht auf dessen sauerstoffzehrender Wirkung.

Die natürliche, globale Ammoniakemission wird auf 1200Mt/a geschätzt, die künstliche auf 7–35 Mt/a.<sup>70</sup> Wasseremissionen entstehen v.a. durch Ausschwemmung von Ammoniakdün-

---

<sup>68</sup>) Streit B., a.a.o., 1991 S.449

<sup>69</sup>) Streit B., a.a.o., 1991 S.39

<sup>70</sup>) Streit B., a.a.o., 1991, S.39

gern. Weiters entsteht  $\text{NH}_4\text{-N}$  aus Nitrat in sauerstoffarmen Gewässern, durch chemische Industrie, metallverarbeitende Betriebe, Leder Industrie, Textilindustrie.

### 3.5.16. PHOSPHAT

Als Phosphate werden die Salze und Ester der verschiedenen Phosphorsäuren bezeichnet. Phosphor ist ein essentielles Element für sämtliche Organismen. Phosphate haben eine herausragende Bedeutung als Minimumfaktor für die Primärproduktion in aquatischen Systemen. Alle übrigen Nährstoffe, einschließlich Stickstoff, sind fast immer in ausreichender Menge vorhanden<sup>71</sup> bzw. ist Stickstoff als limitierender Pflanzennährstoff erst in zweiter Linie von Bedeutung<sup>72</sup>. Phosphate werden vom Boden relativ gut adsorbiert und werden in natürlichen Gewässern nur in sehr geringen Konzentrationen gefunden (bis 0,1 mg/l).<sup>73</sup> Höhere Phosphatwerte sind fast ausschließlich Produkt menschlicher Verunreinigungen. Eine Rückgewinnung über mechanisch-biologische Kläranlagen ist nur unvollständig möglich. Näheres zur ökologischen Bedeutung von Phosphaten enthält der Exkurs (siehe unten). Phosphate werden in Form von Düngemittel, Wasch- und Reinigungsmittel (zur Herabsetzung der Wasserhärte) und zur Herstellung von Zahncreme, Backpulver, Speiseeis, etc. verwendet.

Verursacher: Waschmittelposphate sind zu rund 40% an der Gewässereutrophierung beteiligt,<sup>74</sup> weiters Landwirtschaft, Reinigungsbetriebe, Fremdenverkehr, metallverarbeitende Betriebe, Nahrungsmittelindustrie, Textil- und Lederindustrie.

### 3.5.17. CYANIDE (CN)

Als wassergefährdende Cyanide sind v.a. Cyanwasserstoff und lösliche Natrium- bzw. Kaliumcyanide relevant. Die genannten Stoffe sind sehr starke Atemgifte: 50–60 mg lösliche Cyanide oral aufgenommen, sind für erwachsene Menschen tödlich.<sup>75</sup> Die Aufnahme

---

<sup>71)</sup> Hütter L., a.a.o., 1988, S.58

<sup>72)</sup> Odum E.P., a.a.o., 1983, S.200

<sup>73)</sup> Hütter L., a.a.o., 1988, S.77

<sup>74)</sup> Katzmann W., Schrom H.(Hg.), Umweltreport Österreich, Wien 1991, S.197

<sup>75)</sup> Borgmann A., Gerds D., Hahn R., a.a.o., o.J., S.63

subletaler Dosen kann verschiedene Symptome auslösen, wie Kopfschmerzen, Übelkeit, Erbrechen, Störungen des Jod-Stoffwechsels, Hautschäden etc. Die Toxizität von Cyaniden gegenüber Wasserorganismen ist stark abhängig vor allem von Temperatur, pH Wert, Sauerstoffsättigung. Cyanide werden in der Metallbe- und -verarbeitung und als Schädlingsbekämpfungsmittel eingesetzt.

Verursacher: Kokereien, Gaswerke, Hüttenwerke, Härtereien, galvanische und chemische Industrie.

### 3.6.18. TENSIDE

Tenside ist ein Sammelbegriff für synthetische, organische, grenzflächenaktive Stoffe. Zwei Gruppen werden unterschieden: Anionische oder methylenblauaktive (MBAS) und nichtionische oder bismutaktive (BiAS) Tenside. Tenside werden in Wasch- und Reinigungsmitteln, als "Additive" in Schmierölen und Motorenkraftstoffen, sowie bei verschiedenen technischen Verfahren verwendet. Die toxische Wirkung auf Fische und niedrige Wasserorganismen ergibt sich aufgrund ihrer Schaumbildung. Die gesetzliche Forderung, daß Tenside in Wasch- und Reinigungsmitteln mindestens zu 90% abbaubar sein müssen, bezieht sich allerdings nur auf den Abbau der grenzflächenaktiven Atomgruppen. An die vollständige Mineralisation des Restmoleküls, das häufig Benzolringe enthält, werden keine Anforderungen gestellt, sodaß trotzdem Schadstoffe im Wasser verbleiben.<sup>76</sup>

Verursacher: Kommunale Abwässer, Dienstleistungssektor, Fremdenverkehrsbetriebe, Metallbe- und -verarbeitung

### 3.5.19. SONSTIGE HOCHTOXISCHE SUBSTANZEN

Diese Gruppe soll sonstige spezifische Schadstoffe umfassen, die nur bei ganz bestimmten Prozessen freigesetzt werden und sich durch hohe Toxizität auszeichnen. Diese Kategorie ist im wesentlichen "offen", und es ist fraglich, ob hier Summenbildungen nach Gewichtseinheiten sinnvoll sind.

---

<sup>76</sup>) Hütter L., a.a.o., 1988, S.98

## EXKURS: ÖKOLOGISCHE AUSWIRKUNGEN VON PHOSPHATEMISSIONEN IN GEWÄSSER

### Sauerstoffzehrung und Eutrophierung

In natürlichen Gewässern werden abgestorbene Organismen und zugeführtes organisches Material mikrobiell abgebaut. Diese bakteriellen Abbauprozesse laufen unter  $O_2$  Verbrauch und Energiegewinn ab und führen letztlich zu anorganischen Verbindungen (v.a.  $CO_2$  und  $H_2O$ ). Diesen Vorgang nennt man Mineralisation oder "im Hinblick auf das Gewässer Selbstreinigung"<sup>77</sup>. Die Endprodukte der Mineralisation stehen wiederum als anorganische Nährstoffe den Pflanzen zur Verfügung. Die Selbstreinigungskapazität von Gewässern ist also unmittelbar von der Sauerstoffsättigung abhängig. Befindet sich das Ökosystem im Gleichgewicht, sind Photosyntheseleistung und Mineralisation ausgewogen. Durch Sauerstoffentzug kann dieses Gleichgewicht empfindlich gestört werden. Beeinträchtigungen des Sauerstoffhaushaltes werden durch verschiedene Emissionen verursacht:

- Die Zufuhr von abbaubaren organischen Substanzen bedeutet, auf Grund der bakteriellen Oxidationsvorgänge, zusätzlichen  $O_2$  Verbrauch. In der Folge entstehen durch Sauerstoffmangel zunehmend anaerobe Bedingungen (meßbar als  $BSB_5$ ).
- Zufuhr von lipophilen Substanzen, die einen Ölfilm bilden und somit den Gasaustausch behindern.
- Zufuhr von anorganischen sauerstoffzehrenden Substanzen, z.B.  $NH_4$ .
- Zufuhr von Wärme. Da die Löslichkeit des Sauerstoffs in Wasser mit steigender Temperatur sinkt, kann durch Wärmezufuhr  $O_2$  Mangel entstehen.
- Die Zufuhr von Pflanzennährstoffen bewirkt zunächst eine Massentwicklung von einigen wenigen Pflanzenarten (besonders Algen) auf Kosten anderer. Das Resultat ist eine Verschiebung und Reduktion des Artenspektrums und eine Zunahme der Biomasse. "Diesen Prozeß der Anreicherung anorganischer Pflanzennährstoffe in Gewässern und die daraus folgende steigende Produktion pflanzlicher Biomasse bezeichnet man als "**Eutrophierung**"<sup>78</sup>. In weiterer Folge bedeutet die Zunahme an Biomasse, daß zusätzliches organi-

---

<sup>77)</sup> Hütter L., a.a.o., 1988, S.56

<sup>78)</sup> Heintz A., Reinhardt G., Chemie und Umwelt, Braunschweig 1990, S.167

ches Material unter  $O_2$  Verbrauch abgebaut werden muß. Die Produkte der Mineralisation, die Pflanzennährstoffe, steigern wiederum die Photosyntheseleistung, und so entsteht ein Kreislauf: Nährstoffe – mehr Primärproduktion – mehr Biomasse – gesteigerte Mineralisation unter  $O_2$  Verbrauch – mehr Nährstoffe – mehr Primärproduktion. Dieser Prozeß entwickelt sich auf einen Zustand zu, wo der Sauerstoffverbrauch nicht mehr durch Photosyntheseleistung ersetzt werden kann. Es entsteht ein zunehmend reduktives Milieu. Schließlich werden bei  $O_2$  Mangel anaerobe Abbauvorgänge vorherrschen. Sauerstoff wird dabei anorganischen Quellen ( $NO_3^-$ ,  $SO_4^{2-}$ ) entzogen, aus denen durch Reduktion  $NH_3$ ,  $H_2S$ ,  $CO_2$  und  $CH_4$  entstehen, typische Stoffe eines Fäulnismilieus, sowie eine Vielzahl übelriechender organischer Substanzen<sup>79</sup>. Dabei sterben die auf Sauerstoff angewiesenen Organismen ab. Das Gewässer ist von einem eutrophen in einen **hypertrophen** Zustand übergegangen, es ist "umgekippt".

Eutrophierung ist also nur einer von mehreren Prozessen, die eine Belastung des Sauerstoffhaushaltes von Gewässern bewirken. Unter den zahlreichen Pflanzennährstoffen ist es jedoch in erster Linie der Phosphor, der für die beschriebenen Eutrophierungsvorgänge verantwortlich ist.

### **Eutrophierende Wirkung von Phosphaten**

Die herausragende Bedeutung von Phosphor als eutrophierender Nährstoff kann mit dem Prinzip der "limitierenden Faktoren" erklärt werden:<sup>80</sup> Die Primärproduktion eines Ökosystems, und damit letztlich die Bildung der gesamten Biomasse, wird begrenzt durch das knappe Vorhandensein einiger weniger essentieller Systembedingungen. Für aquatische Systeme gelten Licht und unter den Nährstoffen in erster Linie Phosphor als produktionsbegrenzend. Eutrophierung kann also nur durch Zufuhr von Nährstoffen bewirkt werden, die in einem gegebenen Ökosystem limitierend wirken, nicht aber durch solche, die ohnehin im Überschuß vorhanden sind.

Phosphor ist ein essentieller Pflanzennährstoff, der in natürlichen Gewässern nur in sehr geringen Konzentrationen, etwa 0,1 mg/l, vorkommt<sup>81</sup>. In der ökologischen Literatur wird dem Phosphor durchwegs eine herausragende Rolle als Minimumnährstoff natürlicher

---

<sup>79</sup>) Hütter L., a.a.o., 1988, S.57

<sup>80</sup>) Odum E.P., a.a.o., Stuttgart/New York 1983, S.167ff

<sup>81</sup>) Hütter L., a.a.o., 1988, S.77

aquatischer Systeme beigemessen.<sup>82</sup> Über die Bedeutung von Stickstoff als limitierender Nährstoff in natürlichen Gewässern gibt es differierende Ansichten. Nach Hütter ist es durchwegs die Verfügbarkeit von Phosphor, die Eutrophierung herbeiführt, "da alle übrigen Nährstoffe, einschließlich Stickstoff, meist in ausreichendem Maße vorhanden sind und daher die Primärproduktion nicht limitieren"<sup>83</sup>. Nach Odum ist Stickstoff erst in zweiter Linie nach Phosphor als Minimumfaktor von Bedeutung<sup>84</sup>. Jedenfalls ist Phosphor im Vergleich zu Stickstoff ein überaus seltenes Element in unbelasteten Gewässern. Das Verhältnis P:N beträgt 1:23.<sup>85</sup>

### **Störung des Phosphorkreislaufes**

Phosphoremissionen sind jedoch nicht allein auf Grund der limitierenden Funktion von Phosphor ökologisch bedenklich, sondern sie stellen auch einen massiven Eingriff in den biogeochemischen Kreislauf dieses Elementes dar. Die chemischen Elemente befinden sich in charakteristischen Kreisläufen zwischen Organismen und Umwelt. Es gibt im wesentlichen zwei Typen dieser sogenannten biogeochemischen Kreisläufe: Gaskreisläufe mit der Atmosphäre bzw. Hydrosphäre als Reservoir und Sedimentkreisläufe mit der Erdkruste als Reservoir. Im allgemeinen gilt, daß sich Gaskreisläufe (z.B. C, N, O Kreisläufe) relativ schnell nach einer Störung wieder einregulieren v.a. auf Grund ihrer natürlichen negativen Feedback-Kontrolle und ihres großen Reservoirs.<sup>86</sup> Im Gegensatz dazu sind Sedimentkreisläufe (wie P und Fe Kreislauf) erheblich störanfälliger, weil die Erdkruste als Reservoir die Elemente in einer relativ inaktiven Form über längere Zeiträume zurückhält.<sup>87</sup> Für den P-Kreislauf bedeutet das, daß schon durch natürliche Prozesse ein bestimmter Anteil des Phosphats kontinuierlich dem Kreislauf entzogen wird.

Der Eingriff des Menschen in diesen Kreislauf besteht in erster Linie darin, daß die Prozesse zunehmend azyklisch ablaufen, für Phosphor also einen insgesamt noch größeren Verlust

---

<sup>82</sup> "Of all the elements present in living organisms, phosphorus is likely to be the most important ecologically, because the ratio of phosphorus to other elements in organisms tends to be considerably greater than the ratio in the primary sources of biological elements. A deficiency of phosphorus is therefore more likely to limit the productivity of any region of the earth surface than is a deficiency of any other material except water" (Hutchinson 1957 in Odum E.P. 1983, S.200).

<sup>83</sup>) Hütter L., a.a.o., 1988, S.58

<sup>84</sup>) Odum E.P., a.a.o., Stuttgart/New York 1983, S.200

<sup>85</sup>) Odum E.P., a.a.o., Stuttgart/New York 1983, S.137

<sup>86</sup> Es gibt für die Erde insgesamt natürlich Grenzen der Selbstregulierung.

<sup>87</sup>) vgl. Odum E.P., a.a.o., Stuttgart/New York 1983, S.48

dieses Elementes. Der Abbau von phosphathältigen Mineralien, der Einsatz von Phosphatdünger, von Reinigungsmitteln, Phosphatausschwemmung durch Erosion führen insgesamt zu einer Überbelastung der Gewässer mit Phosphat mit allen beschriebenen negativen Folgen. Da bei einem Überangebot insgesamt aber nur geringe Mengen im biologischen Kreislauf bleiben, ergibt sich die paradoxe Situation, daß der Überschuß an Phosphat in den Gewässern gleichzeitig einen irreversiblen Verlust an Phosphat bedeutet.

## 4. DIE EMISSIONSDATENLAGE IM ÜBERBLICK

Es zeigt sich, daß die Auffüllung des Emissionsmoduls mit "fertigen" Daten derzeit nur in den wenigsten Fällen möglich ist. Die Ursachen dafür wurden bereits ausführlich dargestellt<sup>88</sup>. Die mit Abstand brauchbarste Datenbasis ist für gasförmige Emissionen verfügbar. Für flüssige Emissionen gibt es derzeit praktisch keine bundesweiten Daten, die den Erfordernissen des geplanten Umweltsatellitensystems gerecht werden können. Die vorhandene Datenbasis kann allerdings in vielen Fällen für eine kurz- bis mittelfristige Zusammenstellung vollständiger Datensets als günstig bezeichnet werden. Für feste Emissionen müßte überhaupt erst ein neues Erhebungssystem entwickelt und vollzogen werden.

Die einzelnen Kategorien werden im folgenden hinsichtlich ihrer derzeitigen Datenverfügbarkeit beurteilt. Als relevante Emissionsdaten werden hier nicht nur aggregierbare Daten betrachtet, sondern auch unsystematisch vorliegende singuläre Maß- oder Schätzdaten unabhängig davon, ob ausreichend Zusatzinformation für ihre Aggregation zur Verfügung steht. Das Kriterium der Vollständigkeit der Primärdaten bezieht sich auf die räumliche und institutionelle Reichweite, der für Schadstofffrachten vorhandenen Daten. Die Bewertung der Emissionsdatenlage erfolgt nach folgendem Schema:

**Voraussetzungen für Primärdaten:** Gesetzliche Bestimmungen zur Erhebung von Daten sind vorhanden und werden vollzogen. Oder: Basisinformationen zur Berechnung mittels Emissionsfaktoren sind gegeben.

**Primärdaten:** Mengenangaben über emittierte (Schad-)Stoffe liegen für alle Wirtschaftszweige vor.

**Aufbereitung:** Emissionsmengen können den einzelnen Wirtschaftszweigen zugeordnet werden.

---

<sup>88</sup>) Tagungsband "Umwelt & Öffentlichkeit", Zwischenbericht, Protokoll Workshop Umweltinformationsgesetz, ÖBIG Umweltberichte

## GASFÖRMIGE EMISSIONEN

Indikator	Maß- einheit	konzeptu- elle Reife	Datenlage			Mach- bar- keit	vorgeschlagener nächster Schritt
			V	P	A		
Schwefeldioxid	kg/a	vollziehbar	(+)	(+)	(+)	1	Emissionserklärungen, Em.Koeffizienten
Stickoxide	kg/a	vollziehbar	(+)	(+)	(+)	1	Emissionserklärungen, Em.Koeffizienten
Ammoniak	kg/a	vollziehbar	(-)	(+)	(+)	1	Emissionserklärungen, Em.Koeffizienten
Kohlenmonoxid	kg/a	vollziehbar	(+)	(+)	(+)	1	Emissionserklärungen, Em.Koeffizienten
Kohlendioxid	kg/a	vollziehbar	(+)	(+)	(+)	1	Emissionserklärungen, Em.Koeffizienten
Halogene	kg/a	vollziehbar	(-)	(+)	(-)	1-3	Emissionserklärungen, Em.Koeffizienten
Gesamtstaub	kg/a	vollziehbar	(-)	(-)	(-)	1-3	Emissionserklärungen, Em.Koeffizienten
Blei(verbindungen)	kg/a	vollziehbar	(-)	(-)	-	1-3	Emissionserklärungen, Em.Koeffizienten
Cadmium(verb.)	kg/a	vollziehbar	(-)	(-)	-	1-3	Emissionserklärungen, Em.Koeffizienten
Kohlenwasserstoffe	kg/a	vollziehbar	(+)	(+)	(+)	1-3	Emissionserklärungen, Em.Koeffizienten
Methan	kg/a	vollziehbar	(-)	(+)	(+)	1	Emissionserklärungen, Em.Koeffizienten
Benzol,Toluol,Xylol	kg/a	vollziehbar	(-)	(-)	-	1-3	Emissionserklärungen, Em.Koeffizienten
Benz(a)pyren	kg/a	vollziehbar	(-)	(+)	(+)	1-3	Emissionserklärungen, Em.Koeffizienten
Phenole	kg/a	vollziehbar	(-)	-	-	1-3	Emissionserklärungen, Em.Koeffizienten
Formaldehyd	kg/a	vollziehbar	(-)	(-)	-	1-3	Emissionserklärungen, Em.Koeffizienten
PCDD, PCDF	kg/a	vollziehbar	(-)	(+)	(+)	1-3	Emissionserklärungen, Em.Koeffizienten
sonst.hochtox.Em.	kg/a	vollziehbar	(-)	-	-	1-3	Emissionserklärungen, Em.Koeffizienten

## Legende

V: Voraussetzungen für geeignete Primärdaten

P: Primärdaten

A: Aufbereitung / Aufbereitbarkeit nach Wirtschaftsklassen

+ : gegeben

(): mit Einschränkungen

- : nicht gegeben

## Machbarkeit:

1: kurzfristig machbar – innerhalb eines Jahres

1-3: mittelfristig machbar – innerhalb von 1-3 Jahren

3+ : langfristig machbar – länger als drei Jahre

## FLÜSSIGE EMISSIONEN

Indikator	Maß- einheit	konzeptu- elle Reife	Datenlage			Mach- bar- keit	vorgeschlagener nächster Schritt
			V	P	A		
nicht gelöste Stoffe	kg/a	vollziehbar	-	(-)	-	1-3	VO gem.WRG, Abwasserabgabe, Em.Koeff.
BSB <sub>5</sub>	kg/a	vollziehbar	(-)	(+)	-	1-3	VO gem.WRG, Abwasserabgabe, Em.Koeff.
Summe organ.Stoffe	kg/a	vollziehbar	(-)	(+)	-	1-3	VO gem.WRG, Abwasserabgabe, Em.Koeff.
Salze	S.m <sup>2</sup> /a	vollziehbar	-	(-)	-	1-3	VO gem.WRG, Abwasserabgabe, Em.koeff.
Kohlenwasserstoffe	kg/a	vollziehbar	-	(-)	-	1-3	VO gem.WRG, Abwasserabgabe, Em.Koeff.
Phenole	kg/a	vollziehbar	-	(-)	-	1-3	VO gem.WRG, Abwasserabgabe, Em.Koeff.
organ.Halogenverb.	kg/a	vollziehbar	-	(+)	-	1-3	VO gem.WRG, Abwasserabgabe, Em.Koeff.
Blei(verbindungen)	kg/a	vollziehbar	-	(-)	-	1-3	VO gem.WRG, Abwasserabgabe, Em.Koeff.
Cadmium(verb.)	kg/a	vollziehbar	-	(-)	-	1-3	VO gem.WRG, Abwasserabgabe, Em.Koeff.
Quecksilberverb.	kg/a	vollziehbar	-	(-)	-	1-3	VO gem.WRG, Abwasserabgabe, Em.Koeff.
Chromverbindungen	kg/a	vollziehbar	-	(-)	-	1-3	VO gem.WRG, Abwasserabgabe, Em.Koeff.
Nickelverbindungen	kg/a	vollziehbar	-	(-)	-	1-3	VO gem.WRG, Abwasserabgabe, Em.Koeff.
Zinkverbindungen	kg/a	vollziehbar	-	(-)	-	1-3	VO gem.WRG, Abwasserabgabe, Em.Koeff.
Zinnverbindungen	kg/a	vollziehbar	-	(-)	-	1-3	VO gem.WRG, Abwasserabgabe, Em.Koeff.
anorg.Stickstoffverb.	kg/a	vollziehbar	-	-	-	1-3	VO gem.WRG, Abwasserabgabe, Em.Koeff.
Phosphat	kg/a	vollziehbar	-	(+)	-	1-3	VO gem.WRG, Abwasserabgabe, Em.Koeff.
Cyanide	kg/a	vollziehbar	-	(-)	-	1-3	VO gem.WRG, Abwasserabgabe, Em.Koeff.
Tenside	kg/a	vollziehbar	-	-	-	1-3	VO gem.WRG, Abwasserabgabe, Em.Koeff.
sonst.hochtox.Em.	kg/a	vollziehbar	-	-	-	1-3	VO gem.WRG, Abwasserabgabe, Em.Koeff.

Zu keiner einzigen von insgesamt 36 Emissionskategorien liegen derzeit ausreichend spezifizierte Mengenangaben vor. Für 6 Emissionkategorien (ausschließlich gasförmige Emissionen) können mit geringem Aufwand (d.h. kurzfristig) spezifizierte Mengenangaben bereitgestellt werden. Für 25 Emissionskategorien sind aggregierbare Daten teilweise vorhanden. Die Qualität der Daten ist hinsichtlich ihrer räumlichen und verursacherbezogenen Reichweite allerdings unterschiedlich. Der erforderliche Erhebungsaufwand zur Vervollständigung der Daten erscheint jedoch in den meisten Fällen überschaubar. Zu 5 Emissionskategorien sind keinerlei Mengenangaben (Primärdaten) bekannt.

Es ist also erforderlich, entsprechende Aktivitäten zu setzen, die gesuchten Informationen zu beschaffen. Um dieses Ziel kurz- bis mittelfristig zu realisieren, wird vorgeschlagen, ein mehrjähriges Forschungsprogramm zur Entwicklung von Emissionskoeffizienten zu starten.

Ein derartiges Programm wäre im wesentlichen die systematische Fortsetzung der bereits begonnenen Forschungs- und Erhebungsarbeiten zur Entwicklung und laufenden Wartung von Emissionskoeffizienten für Verbrennungsprozesse.

## **5. ABFÄLLE**

### **5.1. ABFALL IN ÖSTERREICH**

#### **5.1.1. DER ABFALLBEGRIFF**

Die österreichische Abfallwirtschaft ist insbesondere dadurch gekennzeichnet, daß kein einheitlicher und damit vollziehbarer Abfallbegriff existiert. Dies ist vor allem darauf zurückzuführen, daß bezüglich der erforderlichen Begriffsklärung gegenwärtig zwei verschiedene Normensysteme existieren, nämlich das System der ÖNORMEN sowie die Rechtsgrundlage des Abfallwirtschaftsgesetzes. Zur herrschenden Sprachverwirrung stellt das ÖBIG fest, daß es vonnöten wäre, "in Hinkunft alle Abfälle – und zwar ausgehend von einem einheitlichen Abfallbegriff – nach ihren Eigenschaften und der chemischen Zusammensetzung zu klassifizieren."<sup>89</sup>

Im folgenden wird ein Überblick über die verschiedenen derzeit praktizierten Begriffsdefinitionen und Klassifizierungen gegeben.

##### **5.1.1.1. ÖNORM S 2000**

Die ÖNORM S 2000 unterscheidet zwischen Abfallarten und Abfallstoffen. "Abfallarten unterscheiden Abfälle nach Herkunft und Eigenschaften, Abfallstoffe nach der Art der Abfallbehandlung."<sup>90</sup> Etwas weiter werden Abfallstoffe als "Stoffe oder Bestandteile von Abfällen

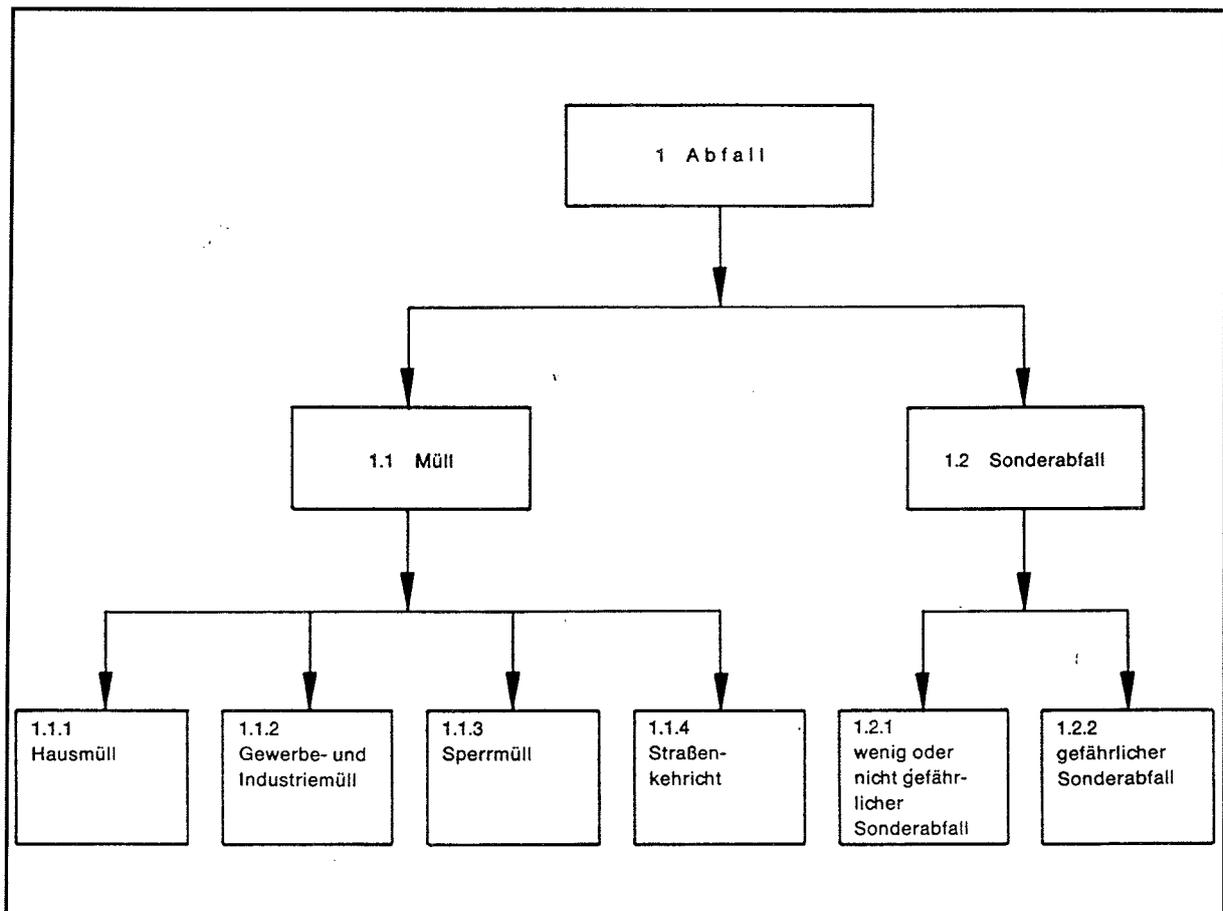
---

<sup>89</sup>) ÖBIG, Umweltbericht Abfall, Wien 1989, S.31

<sup>90</sup>) ÖNORM S 2000 idF 1.1.1986, S.1

ohne Rücksicht auf die Art ihrer weiteren Behandlung<sup>91</sup> (z.B. Abfallpapier, Abfallmetalle, Abfallglas) definiert. Der Abfallbegriff der ÖNORM S 2000 schließt zwar feste, flüssige und gasförmige Stoffe ein, allerdings werden Abfälle selbst in flüssigem oder gasförmigem Aggregatzustand nur soweit in die Normung aufgenommen, als sie Sonderabfälle nach dem Sonderabfallkatalog der ÖNORM S 2100 darstellen.<sup>92</sup>

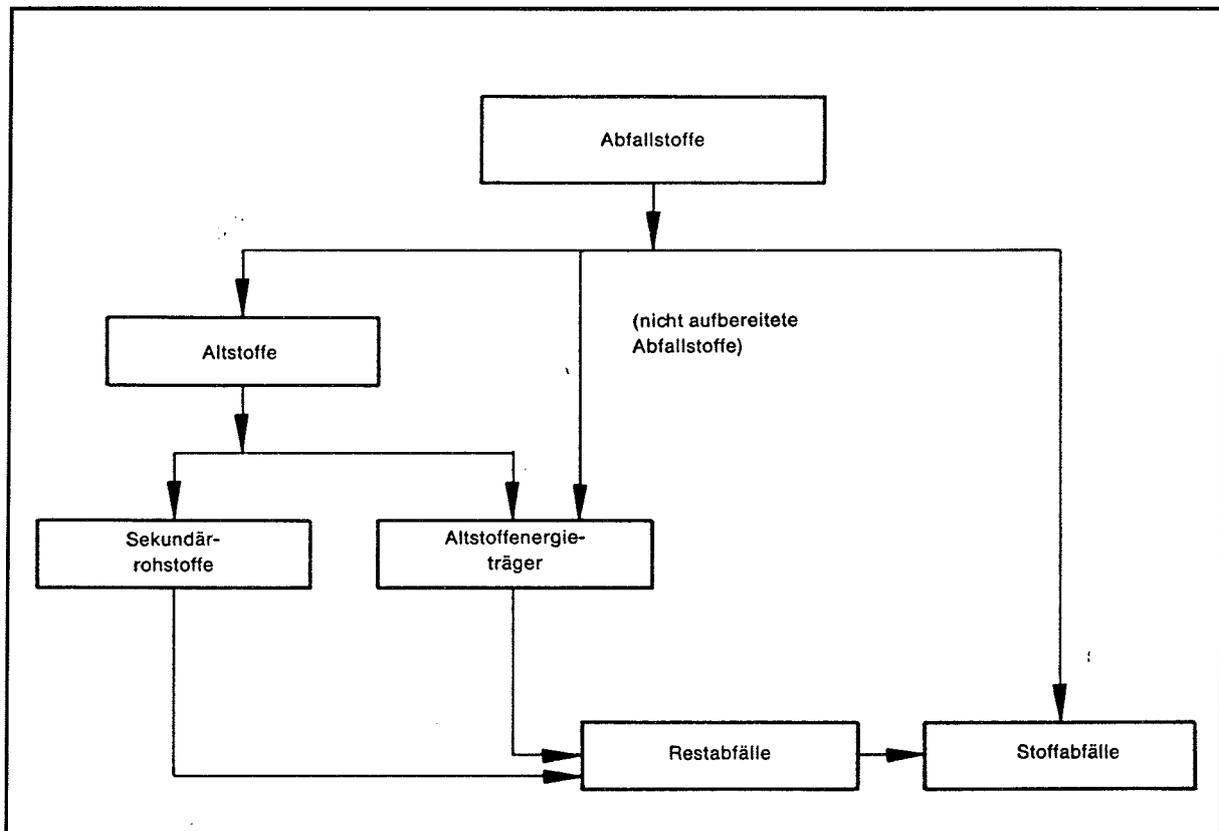
**Abb.5.1. Begriffsplan Abfallarten<sup>93</sup>**



<sup>91</sup>) ÖNORM S 2000 idF 1.1.1986, S.3

<sup>92</sup>) ÖNORM S 2000 idF 1.1.1986, S.1

<sup>93</sup>) ÖNORM S 2000 idF 1.1.1986, S.1

Abb.5.2. Begriffsplan Abfallstoffe<sup>94</sup>

### 5.1.1.2. ÖNORM S 2100

Die ÖNORM S 2100 enthält einen Abfallkatalog für Abfälle einschließlich fehlerhafter Zwischen- und Endprodukte, die bei einer Verfahrensstufe von Produktionsvorgängen anfallen können (z.B. Fehlchargen, Rückstände) und keiner Verwendung oder Verwertung zugeführt werden. Zweck dieser ÖNORM ist es Schlüssel-Nummern für Abfälle festzulegen und Hinweise für ihre mögliche Behandlung (chemisch-physikalisch, biologisch, thermisch oder Deponierung) zu geben. Die Schlüssel-Nummern entsprechen weitgehend jenen des deutschen Abfallkatalogs (sog. LAGA-Katalog).<sup>95</sup>

<sup>94</sup>) ÖNORM S 2000 idF 1.1.1986, S.3

<sup>95</sup>) ÖNORM S 2100 idF 1.3.1990, S.1f

**Tab.5.1. Abfallkatalog ÖNORM S 2100, nach Zwei-Stellern<sup>96</sup>**

Schlüssel-Bezeichnung Nummer	
11	Nahrungs- und Genußmittelabfälle
12	Abfälle pflanzlicher und tierischer Fetterzeugnisse
13	Abfälle aus der Tierhaltung und Schlachtung
14	Häute und Lederabfälle
17	Holzabfälle
18	Zellulose-, Papier- und Pappeabfälle
19	Andere Abfälle aus der Verarbeitung und Veredelung tierischer und pflanzlicher Produkte
31	Abfälle mineralischen Ursprungs (ohne Metallabfälle)
35	Metallabfälle
39	Andere Abfälle mineralischen Ursprungs sowie Abfälle von Veredelungsprodukten
51	Oxide, Hydroxide, Salzabfälle
52	Abfälle von Säuren, Laugen und Konzentraten
53	Abfälle von Pflanzenbehandlungs- und Schädlingsbekämpfungsmitteln sowie von pharmazeutischen Erzeugnissen und Desinfektionsmitteln
54	Abfälle von Mineralöl- und Kohleveredelungsprodukten
55	Abfälle von organischen Lösemitteln, Farben, Lacken, Klebstoffen, Kitten und Harzen
57	Kunststoff- und Gummiabfälle
58	Textilabfälle (Natur- und Chemiefaserprodukte)
59	Andere Abfälle chemischer Umwandlungs- und Syntheseprodukte
71	Radioaktive Abfälle
91	Feste Siedlungsabfälle einschließlich ähnlicher Gewerbeabfälle
94	Abfälle aus Wasseraufbereitung, Abwasserbehandlung und Gewässernutzung
95	Flüssige Abfälle aus Abfallbehandlungsanlagen
97	Abfälle aus dem medizinischen Bereich
99	Sonstige Siedlungsabfälle einschließlich ähnlicher Gewerbeabfälle

Der Abfallkatalog enthält insgesamt 653 Bezeichnungen. Die Qualität aller Abfälle ist durch Analyse gemäß ÖNORM S 2110 und durch Eluierung gemäß ÖNORM S 2072 festzustellen. Allerdings ist die ÖNORM S 2110 erst seit kurzem in Kraft getreten und die Analyseergebnisse einer Eluierung gemäß ÖNORM S 2072 haben grundsätzlich geringe Aussagekraft hinsichtlich des gesamten Schadstoffspektrums. Aufgrund der schwankenden Stoffzusammensetzung der Abfälle ist eine eindeutige Bezeichnung und Zuordnung derzeit somit meist nicht möglich. Die ÖNORM S 2100 hält einschränkend fest, daß sich durch Untersuchungen gemäß ÖNORM S 2110 gegebenenfalls Abweichungen von der vorgeschlagenen Behandlungsmethode ergeben können und daß weiters der Abfallkatalog die für eine bestimmte Anlage erforderliche genaue Abfalldeklaration nicht ersetzen kann.<sup>97</sup>

<sup>96</sup>) ÖNORM S 2100 idF 1.3.1990, S.1f

<sup>97</sup>) Önorm S 2100 idF 1.3.1990, S.3

### **5.1.1.3. ÖNORM S 2101**

Die ÖNORM S 2101 zählt diejenigen Sonderabfälle auf, die aufgrund ihrer schädlichen Eigenschaften einer besonderen Behandlung bedürfen und deshalb auch überwachungsbedürftig sind. Der Sonderabfallkatalog der ÖNORM S 2101 enthält insgesamt 148 Bezeichnungen. Er ist eine Auswahl der im Abfallkatalog der ÖNORM S 2100 angeführten Abfallarten. Nicht enthalten sind überwachungsbedürftige Abfälle gemäß Altlastensanierungsgesetz sowie überwachungsbedürftige Abfälle, für die andere Rechtsvorschriften als das Abfallwirtschaftsgesetz gelten.

### **5.1.1.4. AWG-Systematik**

Das Abfallwirtschaftsgesetz sieht nur eine Unterscheidung in Gesamtabfall und gefährlichem Abfall (inkl. Altöle und Problemstoffe) vor. Für die Definition und Behandlung gefährlicher Abfälle ist seit 15.2.1991 eine entsprechende Durchführungsverordnung in Kraft getreten. Abfälle nach dem Altlastensanierungsgesetz gelten ebenfalls als gefährlicher Abfall.

Die folgende Abbildung gibt einen Überblick über die derzeit geltenden Begriffsdefinitionen nach der ÖNORMEN-Systematik und AWG-Systematik:

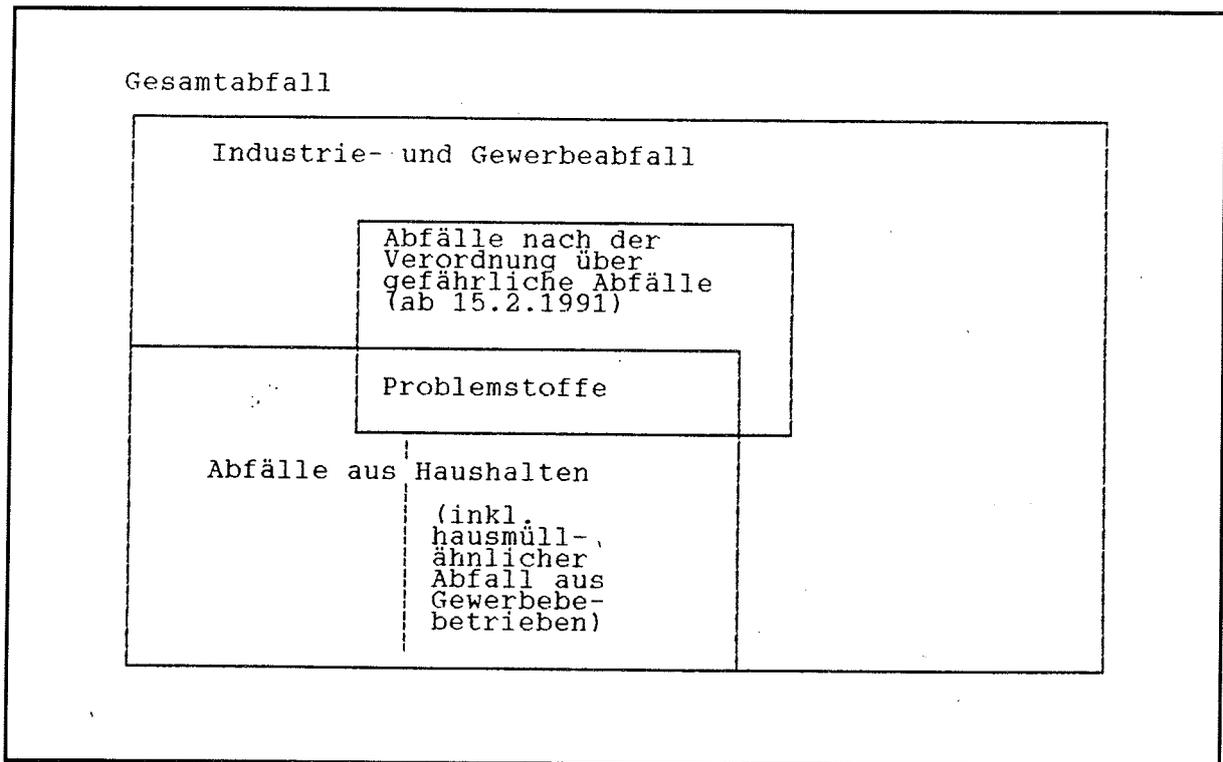


Abb.5.3. Der Abfallbegriff in Österreich<sup>98</sup>

## 5.1.2. ABFALLERHEBUNGEN

### 5.1.2.1. Bisherige Ergebnisse

Die letzte österreichweite Müllmengenerhebung stammt aus dem Jahre 1973.<sup>99</sup> Bundesweite Teilerhebungen wurden durch das ÖBIG für die Jahre 1973, 1980 und 1983 und für das Jahr 1987 eine Hochrechnung durchgeführt. Seit der letzten Erhebung ist jedoch "in allen Teilbereichen der Abfallwirtschaft in Österreich ein akuter Datenmangel eingetreten."<sup>100</sup> Daneben wurden und werden von einigen Ämtern der Landesregierungen Erhebungen durchgeführt, die allerdings wegen ihrer unterschiedlichen Erhebungsgrundlagen nur bedingt vergleichbar und verknüpfbar sind. Es bestehen unterschiedliche landesgesetzliche

<sup>98</sup>) eigene Darstellung

<sup>99</sup>) ÖBIG, Umweltbericht Abfall, Wien 1989, S.31

<sup>100</sup>) ÖBIG, Umweltbericht Abfall, Wien 1989, S.29

Definitionen des Abfallbegriffs. Die wenigsten Deponien und sonstigen Abfallbehandlungsanlagen verfügen über Wiegeeinrichtungen, sodaß die meisten Zahlenangaben auf groben Schätzungen beruhen.<sup>101</sup> In der Regel stellt die kommunale Müllabfuhr die Erhebungseinheit dar, sodaß nur die entsorgte Menge, nicht aber die gesamte produzierte Abfallmenge erfaßt wird. Ein erheblicher Anteil des Industrie- und Gewerbeabfalls wird gemeinsam mit dem Hausmüll erfaßt, transportiert und behandelt bzw. deponiert, obwohl Analysen gezeigt haben, daß nur ein geringer Teil der betrieblichen Abfälle hausmüllähnlicher Natur ist.<sup>102</sup>

Die gesamte Haus- und Sperrmüllmenge (vor der eventuellen Trennung in Altstoffe und Abfall) wurde für 1987 auf 2,028.000 Tonnen<sup>103</sup> bzw. 2,079.000 Tonnen<sup>104</sup> geschätzt.

Den größten Anteil am Hausmüll in Gewichtsprozent machen Papierabfälle und Pappe- und Kartonverpackungen, organische Küchenabfälle und Kunststoffverpackungen aus. Über die genaue Hausmüllzusammensetzung existieren unterschiedliche Schätzungen, was auf eine äußerst lückenhafte Datenbasis zurückzuführen ist.

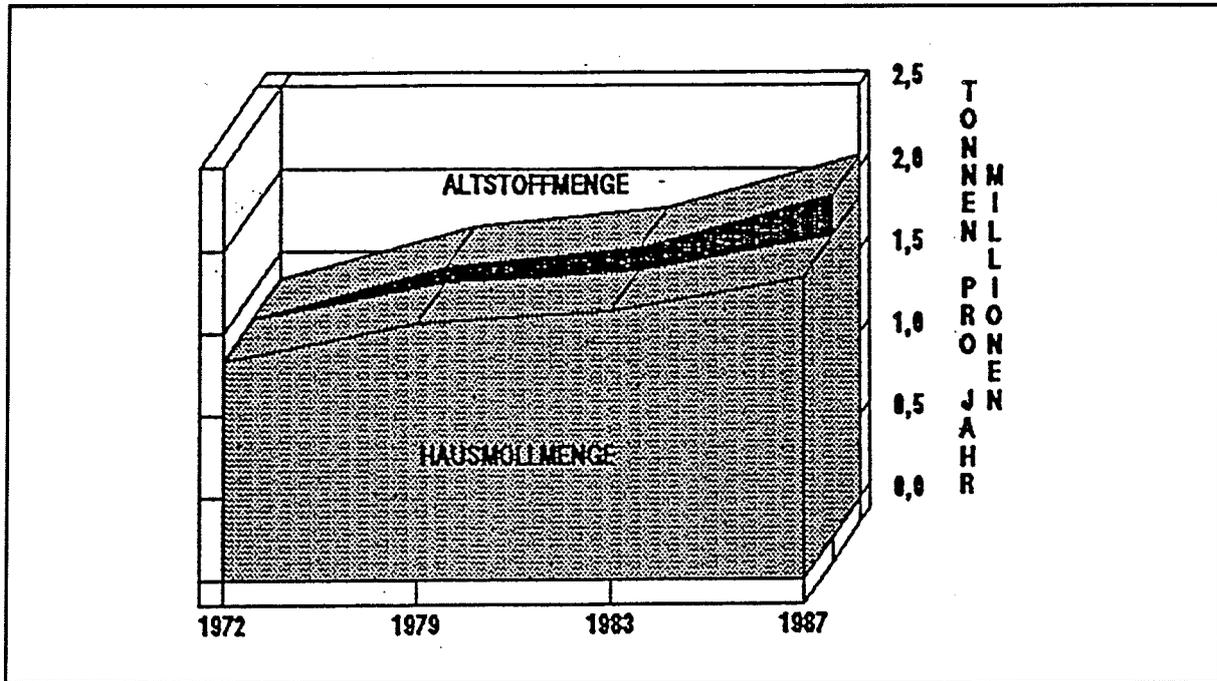
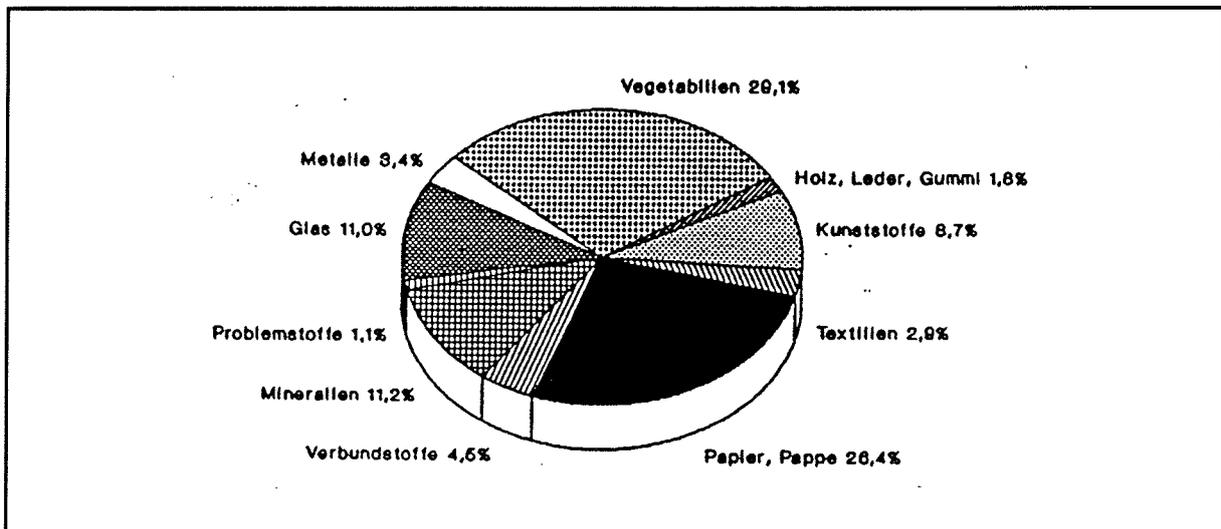
---

<sup>101</sup>) Dieses Manko dürfte jedoch mit dem Inkrafttreten des Altlastensanierungsgesetzes relativ schnell behoben werden, da die Deponiebetreiber für die Bemessung der Altlastensanierungsbeitrags über entsprechende Wiegeeinrichtungen verfügen müssen.

<sup>102</sup>) Bei der Erstellung einer Gewerbestudie für die Gemeinde Wien durch das Österreichische Ökologie-Institut (Binder A./Ocenasek Ch./Schwegelbauer Ch./Payer H./Hantsch W./Konrad W., Abfallvermeidung und -verwertung in Handel und Gewerbe. Eine Studie des Österreichischen Ökologie-Instituts im Auftrag der Gemeinde Wien (MA 48), Wien 1989) zeigte sich, daß in insgesamt 10 untersuchten Branchen eine große Menge an Problemstoffen (z.B. Lackdosen, Spraydosen) und Wertstoffen (z.B. Papier und Pappe, Kunststofffolien, Speisereste etc.) über die Müllabfuhr entsorgt werden.

<sup>103</sup>) Umweltbundesamt, zit. bei Institut für Wirtschaft und Umwelt (Hg.), Der Zustand der Umwelt, Wien 1991, S. 92

<sup>104</sup>) Österreichisches Ökologie-Institut (hg.), Ausstieg aus der Müllverbrennung - Einstieg in die Ökologische Abfallwirtschaft, Wien 1990, S.216

Abb.5.4. Gesamthausmüllmenge 1972–1987, in t/a<sup>105</sup>Abb.5.5. Hausmüllzusammensetzung in Gewichtsprozent<sup>106</sup>

<sup>105</sup>) Österreichisches Ökologie-Institut, a.a.o., Wien 1990, S.216

<sup>106</sup>) Österreichisches Ökologie-Institut (Hg.), a.a.o., Wien 1990, S.218

**Tab.5.2. Beiträge einzelner Stoffgruppen zum Hausmüll nach dem Anteil am Volumen (Wien 1989)<sup>107</sup>**

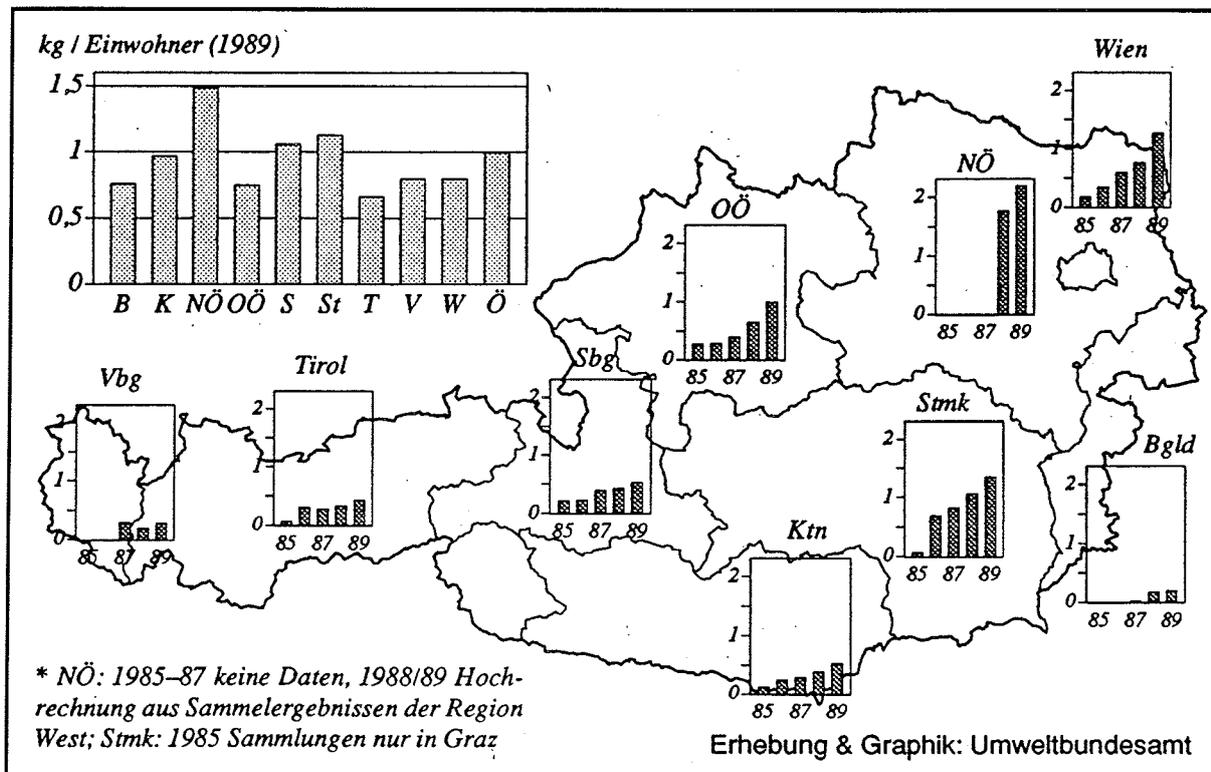
Volumen	Gewicht		Volumprozent
1	(2)	Papier (ohne Verpackungen)	19,57
2	(4)	Pappe- und Kartonverpackung	11,93
3	(8)	Kunststoff-Verpackungsfolien	9,63
4	(1)	Organische Küchenabfälle	9,22
5	(11)	Kunststoff-Formkörper (sonstige Verpackungen)	6,32
6	(14)	Verbundstoffe (sonstige Verpackungen)	4,98
7	(3)	Gartenabfälle (Mähgut, Laub)	4,83
8	(16)	Papier (Verpackung)	4,13
9	(7)	Verbundstoffe (Nichtverpackung)	3,12
10	(10)	Holz, Leder, Gummi	2,70
11	(22)	Kunststoff-Tragetaschen	2,61
12	(9)	Textilien	2,57
13	(18)	Gartenabfälle (Schnittgut)	2,02
14	(23)	Verbundstoffe (Milchverpackung)	1,78
15	(15)	Windeln ua Hygieneverbundstoffe	1,58
16	(29)	Kunststoff-Folien (Nichtverpackung)	1,58
17	(19)	Kunststoff-Formkörper (Nichtverpackung)	1,54
18	(17)	Fe-Metalle (sonstige Verpackung)	1,20
19	(5)	Restfeinfraktion	1,06
20	(6)	Glas (sonstige Getränkeverpackung)	0,95
21	(31)	Kunststoff-Formkörper (Milchverpackung)	0,78
22	(13)	Mineralische Bestandteile	0,76
23	(27)	Verbundstoffe (Getränkeverpackung)	0,75
24	(12)	Glas (sonstige Verpackung)	0,54
25	(37)	Kunststoff-Formkörper (Getränkeverpackung)	0,51
26	(35)	Pet-Flaschen	0,49
27	(28)	Pappe (Nichtverpackung)	0,43
28	(30)	Fe-Getränkedosen	0,38
29	(21)	Fe-Metalle (Nichtverpackung)	0,36
30	(25)	Sonstige Gartenabfälle	0,32
31	(26)	Problemstoffe	0,30
32	(33)	Alu-Getränkedosen	0,29
33	(34)	Ne-Metalle (Nichtverpackung)	0,23
34	(32)	Ne-Metalle (sonstige Verpackung)	0,20
35	(20)	Glas (Nichtverpackung)	0,16
36	(24)	Glas (Milch-Einwegverpackung)	0,14
37	(36)	Glas (Milch-Mehrwegverpackung)	0,04

Systematische Problemstoffsammlungen werden in einigen Bundesländern bereits verpflichtend durchgeführt. Die gesammelten Problemstoffe werden entweder einer Verwertung (z.B. Starterbatterien, Fotochemikalien, Leuchtstoffröhren) oder Entsorgung in Sonderabfallverbrennungsanlagen oder Sonderabfalldeponien zugeführt. In Österreich wurden 1987 rd. 3.000 t Problemstoffe gesammelt. Die Gesamtmenge von Problemstoffen im Hausmüll (ohne Industrie- und Gewerbemüll) wird auf etwa 18.000 t geschätzt.<sup>108</sup>

<sup>107</sup>) Vogel Gerhard, Müll vermeiden, Wien 1990, zit. bei Institut für Wirtschaft und Umwelt (Hg.), Wien 1991, S.97

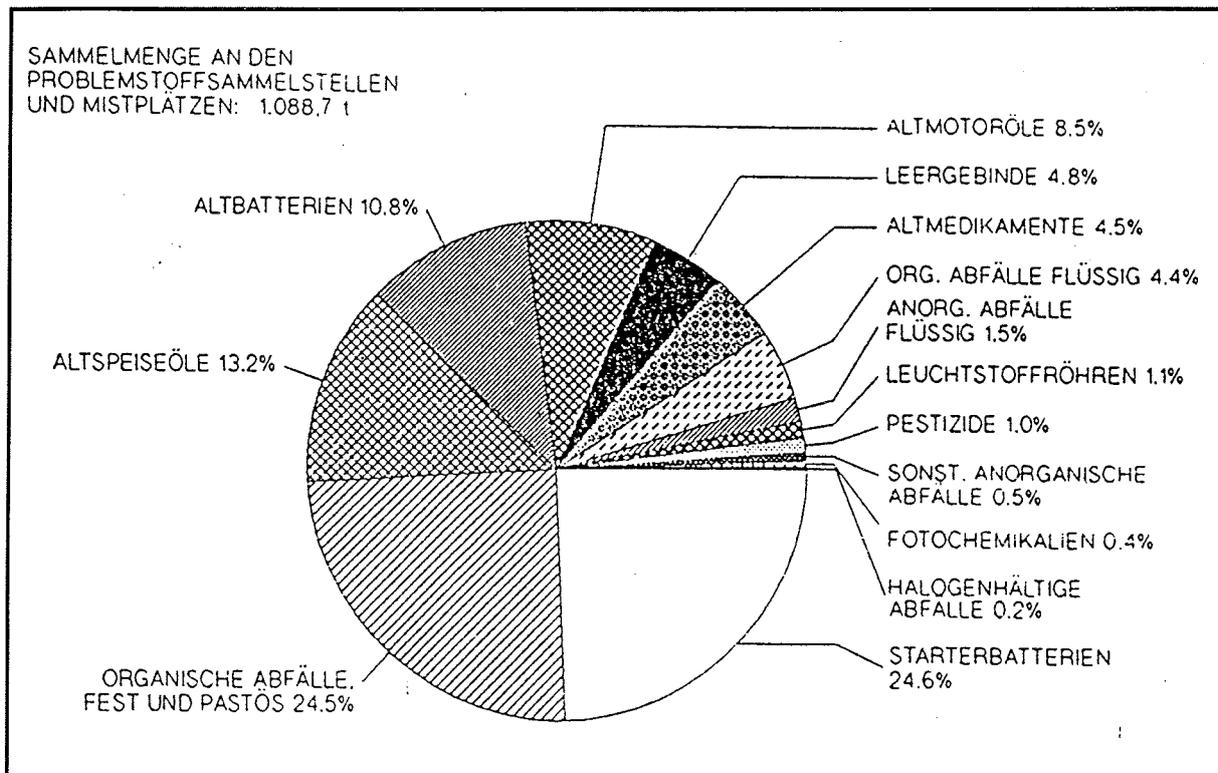
<sup>108</sup>) s. Institut für Wirtschaft und Umwelt (Hg.), Der Zustand der Umwelt, Wien 1991, S.106

Abb.5.6. Gesammelte Problemstoffe in Österreich 1985 - 1989 (in 1.000 t), nach Angaben der Ämter der Landesregierungen<sup>109</sup>



<sup>109</sup>) Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie, Zweiter Umweltkontrollbericht, Wien 1991, S.83

**Abb.5.7. Zusammensetzung der getrennt gesammelten Problemstoffe (Wien 1989, nach Gewicht)<sup>110</sup>**



Sperrmüll wird nach ÖNORM S 2000 als Müll aus privaten Haushalten, Gewerbe- und Industriebetrieben sowie aus öffentlichen Einrichtungen definiert, der wegen seiner Beschaffenheit (Größe oder Masse) nicht durch ortsübliche Hausmüllsammelsysteme erfasst, aber einer Müllbehandlung zugeführt werden kann.<sup>111</sup> Die Sperrmüllmenge hat in den letzten Jahren deutlich zugenommen. Dieser Mengenzuwachs ist auf häufigere Sperrmüllabfuhr, auf die vermehrte Errichtung von Sperrmüllsammelstellen und auf die generelle Abnahme der Lebensdauer von Konsumgütern zurückzuführen. Das ÖBIG schätzt für 1987 ein gesamtes Sperrmüllaufkommen von 153.800 t.<sup>112</sup>

Straßenkehricht wird nach ÖNORM S 2000 als der bei der Straßenreinigung anfallende Müll definiert, der einer Müllbehandlung zugeführt werden kann. Durch besondere Straßen-

<sup>110</sup>) Institut für Wirtschaft und Umwelt (Hg.), Der Zustand der Umwelt, Wien 1991, S.106

<sup>111</sup>) ÖNORM S 2000, S.2

<sup>112</sup>) vgl. ÖBIG, Umweltbericht Abfall, S.35

verunreinigungen kann es erforderlich werden, diesen verunreinigten Straßenkehrschutt als Sonderabfall zu behandeln.<sup>113</sup> Über den Mengenanfall von Straßenkehrschutt liegen nur aus den Bundesländern Wien, Niederösterreich und Salzburg Erhebungsergebnisse vor.<sup>114</sup>

Die derzeit praktizierte Kategorisierung betrieblicher Abfälle orientiert sich primär an den vorhandenen Entsorgungseinrichtungen und -praktiken. Das Kriterium der stofflichen Zusammensetzung ist eher zweitrangig. Betriebliche Abfälle werden in drei verschiedene Kategorien unterteilt bzw. erfaßt. Zunächst definiert die ÖNORM S 2000 einen sogenannten Gewerbe- und Industriemüll, der nach seiner Beschaffenheit, Zusammensetzung und Menge dem Hausmüll ähnlich ist und der mit diesem der Müllbehandlung zugeführt werden kann.<sup>115</sup> Einerseits werden diese Abfälle über die öffentliche Müllabfuhr erfaßt und damit gemeinsam mit dem Hausmüll entsorgt. Andererseits werden sie getrennt gesammelt und direkt den Behandlungsanlagen oder Deponien zugeführt. In der Praxis wird daher regelmäßig zwischen hausmüllähnlichem Gewerbe- und Industriemüll (z.B. Büroabfälle) und sogenanntem Sonderabfall unterschieden, der zwar aufgrund seiner Zusammensetzung als relativ unproblematisch angesehen wird ("wenig oder nicht gefährlicher Sonderabfall"), jedoch aufgrund seiner Menge nicht über die öffentliche Müllabfuhr entsorgt werden kann. Es wird davon ausgegangen, daß es sich hierbei zu einem Großteil um Abfälle mit geringer Verschmutzung und guter Stoffqualität handelt, die einer weitgehenden stofflichen Verwertung zugeführt werden können.<sup>116</sup> Als dritte Kategorie kommen die sogenannten gefährlichen Abfälle hinzu, die ex lege überwachungsbedürftig sind und einer bestimmten Abfallbehandlung bzw. -entsorgung zugeführt werden müssen.

Die mengenmäßige Erfassung betrieblicher Abfälle ist wegen der verschiedenen Entsorgungswege mit großen praktischen Schwierigkeiten verbunden. Erschwerend kommt hinzu, daß betriebliche Abfälle vom Abfallbegriff der Landesgesetze teilweise unterschiedlich erfaßt werden. Darüber hinaus existiert eine beträchtliche Menge an nicht entsorgten oder innerbetrieblich entsorgten bzw. zwischengelagerten Abfällen, die keiner Erfassung zugänglich sind.

---

<sup>113</sup>) ÖNORM S 2000, S.2

<sup>114</sup>) s.ÖBIG, Umweltbericht Abfall, S.40

<sup>115</sup>) ÖNORM S 2000, S.2

<sup>116</sup>) s.ÖBIG, Umweltbericht Abfall, S.37f

**Tab.5.3. Betriebliche Abfälle in Österreich<sup>117</sup>**

- o Fast zwei Millionen Tonnen Bodenaushub,
- o Über 1,7 Millionen Tonnen organisch belastete Spül- und Waschwässer aus der Lebens- und Genußmittelbranche,
- o Über 1,4 Millionen Tonnen Schlämme aus der Zellstoff- und Papierfabrikation,
- o Über 1,2 Millionen Tonnen Klärschlamm,
- o 500.000 Tonnen Abwässer mit organischen Anteilen aus der Grundstoffindustrie,
- o Fast 400.000 Tonnen Sulfitablauge aus der Zellstofferzeugung,
- o Fast 400.000 Tonnen Textilfabrikationsschlämme,
- o Über 400.000 Tonnen Holzabfälle,
- o Rund 300.000 Tonnen Laugengemische,
- o 260.000 Tonnen Chemiegipsgemische,
- o 250.000 Tonnen Bauschutt,
- o Über 200.000 Tonnen Ammoniaklösung,
- o Über 200.000 Tonnen Hüttenschutt,
- o Fast 200.000 Tonnen Sand- und Erdschlämme,
- o Fast 200.000 Tonnen metallsalzhaltige Spül- und Waschwässer,
- o Fast 140.000 Tonnen Straßenaufbruch,
- o Fast 100.000 Tonnen ölverunreinigtes Erdreich,
- o Fast 90.000 Tonnen Kohlenasche,
- o Fast 80.000 Tonnen Schlämme aus Fäll- und Löseprozessen,
- o Fast 80.000 Tonnen Molke.

Die Umfrage des ÖBIG hat eine jährliche Abfallmenge der befragten Betriebe von 13 Mio t ergeben. Eine Hochrechnung auf alle Betriebe ergab eine Menge von 25 bis 30 Mio t p.a. In dieser Erhebung sind Abwasserfrachten mitberücksichtigt. Von den gemeldeten 13 Mio t fester und flüssiger Abfälle werden 5 Mio t in den Betrieben behandelt oder beseitigt. Die außerhalb der Betriebe entsorgte Menge (inkl. der Rückstände aus der betriebseigenen Abfallbehandlung) wurden mit 9 Mio t angegeben. Die bedeutsamsten Anteile davon waren 4,2 Mio t Abwasserfrachten, die in die Kanalisation eingeleitet wurden und 2,2 Mio t, die auf Bauschutt- und Bauaushubdeponien gebracht wurden.

#### 5.1.2.2. Begleitscheinverfahren

Gefährliche Abfälle werden derzeit nach dem sogenannten Begleitscheinverfahren erfaßt. Die Besitzer von gefährlichen Abfällen haben danach Art, Masse, Herkunft und Verbleib durch

<sup>117</sup>) Österreichisches Bundesinstitut für Gesundheitswesen, Abfallerhebung 1984 in Betrieben, Wien 1986, S.87

Begleitscheine nachzuweisen. "Die für das Jahr 1988 bundesweit über befugte Dritte entsorgten gefährlichen Abfälle ergaben eine Gesamtmasse von rd. 139.000 Tonnen (bereinigte Begleitscheinmeldungen). Darin sind jene Abfälle nicht enthalten, die innerbetrieblich behandelt wurden. Für die Sammlung der Abfälle standen bundesweit über 200 befugte Sammler zur Verfügung."<sup>118</sup>

**Tab.5.4. Anfall an gefährlichen Abfällen in Österreich 1988, in Tonnen<sup>119</sup>**

1. Außerbetrieblich entsorgt	
Durch Begleitschein nachgewiesen	139.000
Zusätzliche Mengen gemäß Schätzungen des Umweltbundesamtes	<u>75.000</u>
	215.000
2. Innerbetrieblich entsorgt	zirka 200.000
<b>Summe</b>	<b>zirka 415.000</b>

Die Erfassung mittels Begleitscheinen ist allerdings noch mit großen praktischen Problemen verbunden. Zum Teil werden die Fragebögen mangelhaft ausgefüllt, was sicher auch auf Informationsdefizite seitens der Betriebe zurückzuführen ist. Zum Teil werden die an private Sammler weitergegebenen unterschiedlichen Abfallarten von diesen wieder vermischt, was die exakte Nachvollziehung und quantitative Darstellung der tatsächlichen Abfallströme oft erheblich erschwert. Weiters erschweren unterschiedliche Definitionen und Vollziehungspraktiken in den Ländern eine systematische bundesweite Auswertung. Darüber hinaus werden mit den Begleitscheinen nur jene Abfälle erfaßt, die die Werkstore verlassen. Solange gefährlicher Abfall nicht an befugte Sammler oder Entsorger weitergegeben wird, ist er auch nicht aufzeichnungspflichtig.

Das Begleitscheinverfahren stellt für die in Kap.7 vorgeschlagene Schätzung von Emissionsmengen mittels Emissionskoeffizienten dennoch eine unentbehrliche Datenquelle dar. Die Maßnahmen zur Verbesserung dieser Erhebung sollten unbedingt fortgesetzt und intensiviert werden. Es darf allerdings nicht außer Acht bleiben, daß der Informationsgewinn aus Abfallerhebungen, die nur unter dem Aspekt der Abfallbeseitigung stattfinden, begrenzt ist. Die Aufmerksamkeit der Datengewinnung sollte daher auch auf die Quelle der Abfallentstehung gerichtet werden. Wichtigste Grundlage für eine vermeidungsorientierte Abfallwirtschaft ist

<sup>118</sup>) Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie, Zweiter Umweltkontrollbericht, Wien 1991, S.82

<sup>119</sup>) Institut für Wirtschaft und Umwelt (Hg.), Der Zustand der Umwelt, Wien 1991, S.88

die Zuordnung der Abfälle und Abfallinhaltsstoffe zu ihren Erzeugern. Dies erfordert einerseits produktorientierte Abfallanalysen, andererseits sekundärstatistische Analysen der Waren- und Verpackungsströme. Produktorientierte Abfallanalysen wurden bisher erst in Wien (1985/86) und in Linz (1989) durchgeführt, sekundärstatistische Analysen gibt es für den Bereich der Getränkeverpackungen (Datengrundlage 1982/83).<sup>120</sup> Eine unverzichtbare Datenquelle stellen weiters verbindliche Produktdeklarationen der Erzeuger dar, die u.a. auch die Bekanntgabe von Produktinhaltsstoffen sowie von Emissionen und Abfällen bei der Produktion enthält.<sup>121</sup>

### 5.1.2.3. Geplante Abfallerhebung des ÖSTAT

Das ÖSTAT plant ab 1991 eine jährliche Totalerhebung bei den Gemeindeverbänden und den aufzeichnungspflichtigen Verursachern gemäß AWG durchzuführen.<sup>122</sup> Damit wäre auch eine Verknüpfung mit der laufenden Wirtschaftsstatistik grundsätzlich möglich. Der Entwurf für eine diesbezügliche Verordnung ist allerdings noch in Diskussion.

Die Klärung der Datenlage vor allem hinsichtlich der Herkunft der anfallenden Abfälle ist nicht nur für das geplante Umweltsatellitensystem von zentraler Bedeutung; mehr Transparenz der Verursacher ist auch die notwendige Voraussetzung einer ökologischen Abfallwirtschaft. "Erst die Kenntnis der Prozesse, bei denen Abfälle anfallen, erlaubt es, Vorschläge zur Verbesserung der Abfallsituation<sup>123</sup> zu diskutieren. Diese Dimension der Verknüpfung von Abfall und Erzeuger wird in der öffentlichen Diskussion noch zu wenig berücksichtigt. Der Grund dafür ist zum einen das Beharren der Erzeuger auf der Geheimhaltung der Angaben. Zum anderen liegt die fehlende Zuordnung (Abfall < - > Erzeuger) in der Tatsache begründet, daß das Abfallproblem immer nur unter dem Gesichtspunkt der "Beseitigung" gesehen wurde. Eine echte Vermeidung wird aber erst dann möglich werden, wenn man von dieser Betrachtungsweise abgeht und sich statt dessen auf den Erzeuger von Abfällen, d.h. auf die Quelle der Abfallentstehung, konzentriert."<sup>124</sup>

---

<sup>120)</sup> vgl. Österreichisches Ökologie-Institut (Hg.), a.a.o., Wien 1991, S.211f

<sup>121)</sup> Näheres hierzu bei Payer Harald, Öko-Umsatzsteuer auf gefährliche Chemikalien. Ein Diskussionspapier des Österreichischen Ökologie-Instituts im Auftrag der Jungen Generation der SPÖ, Wien 1989, S.15

<sup>122)</sup> Das AWG 1990 selbst sieht eine Änderung des Bundesstatistikgesetzes zum Erhebungsgegenstand "Abfallwirtschaft" vor.

<sup>123)</sup> insbesondere Branchenkonzepte zur Abfallvermeidung

<sup>124)</sup> ÖBIG, Umweltbericht Abfall, Wien 1989, S.232

Unter anderem sollen bei der geplanten ÖSTAT-Erhebung Art, Gewicht und Volumen des zu entsorgenden und wiederverwertbaren Abfalls festgestellt werden. Die Kategorisierung des Abfalls soll i.w. den ÖNORMEN S 2100 und S 2101 folgen. Das ÖSTAT rechnet mit einer Entwicklungsdauer des gesamten Erhebungssystems von ca. 4 bis 5 Jahren. Es wird auch angestrebt, die Ergebnisse der geplanten Abfallerhebung mit den Daten der Roh- und Hilfsstoffstatistik vergleichbar zu machen.

Die notwendige Voraussetzung für die geplante Abfallerhebung ist die Kooperation der Betriebe. Dazu werden wohl zahlreiche Vereinbarungen mit den Interessenvertretungen erforderlich sein. Die Kooperationsbereitschaft der Betriebe und damit der Erfolg der Datenerfassung wird weiters abhängen von einer exakten und glaubhaften Trennung der Erhebung von Daten, die ausschließlich statistischen Zwecken dienen, und Daten, die administrativen Zwecken dienen.

#### **5.1.2.4. Abfallerhebung der Bundeskammer der gewerblichen Wirtschaft**

Die Bundeswirtschaftskammer führte 1990 eine Abfallerhebung für die Jahre 1985 und 1989 durch, inklusive einer Prognose für das Jahr 1993. Die Erhebung basiert auf freiwilliger Beantwortung eines Fragebogens. Adressaten sind die Mitgliedsbetriebe der Bundeswirtschaftskammer. Gefragt wird nach Art des Abfalls gemäß ÖNÖRM S 2100, anfallende Menge, Art und Umfang der Verwertung bzw. Behandlung innerhalb und außerhalb des Betriebes sowie Maßnahmen zur Abfallreduktion und ihrer quantitativen Auswirkungen. Da die Ergebnisse der Erhebung bisher nicht veröffentlicht wurden, können hier keinerlei qualitative Aussagen dazu getroffen werden.

## **5.2. PLÄDOYER FÜR EINE STOFFBEZOGENE ABFALLERHEBUNG**

Das vorgeschlagene Emissionsmodul für das geplante Umweltsatellitensystem ist stoffbezogen, d.h. es werden Mengenangaben zu bestimmten Stoffen bzw. Emissionen dargestellt, die über die Grenze des sozio-ökonomischen Systems "unbeabsichtigterweise" in die Natur bzw. Umwelt emittiert werden. Im Vordergrund steht die quantitative Darstellung dieser "Schadstofftransfers" und ihre Zuordnung zu den verursachenden wirtschaftlichen Aktivitäten. Im Idealfall kann das Emissionsmodul Informationen darüber bereitstellen, wieviel Kilogramm eines bestimmten Schadstoffs insgesamt pro Jahr emittiert werden. Dazu ist eine Datenbasis erforderlich, die unabhängig vom Aggregatzustand der emittierten Schadstoffe und ihrer

Trägermedien zum Zeitpunkt ihrer unmittelbaren Emission, Mengenangaben (in kg/a) zu den emittierten Stoffen anbieten kann. Die laufende Berichterstattung über gasförmige und flüssige Emissionen kann diesen Anspruch zumindest theoretisch und hinsichtlich einiger weniger Schadstoffe auch praktisch erfüllen, da sie stoffbezogen ist.

Für die gegenwärtige Abfallberichterstattung trifft dies nicht zu. Es werden nicht die Mengen von Schadstoffen in festem Aggregatzustand erhoben, sondern Gesamtabfallmengen bzw. Mengen von bestimmten Abfallarten (also eigentlich die Trägermedien der zu beobachtenden Schadstoffe). Diese Erfassungsweise ist zudem mit großen Mängeln behaftet, was auf das Fehlen einer einheitlichen Kategorisierung von Abfallarten und Defiziten in der Vollziehung der Abfallgesetzgebung zurückzuführen ist. Die Notwendigkeit der mengenmäßigen Erfassung von Abfallarten ist nicht abzustreiten. Aussagen über die Umweltgefährlichkeit können mit dieser Datenbasis jedoch nur in stark begrenztem Maße getroffen werden, da sich die Umweltgefährlichkeit ja gerade durch die besonderen Eigenschaften der im Abfall enthaltenen Inhaltsstoffe ergibt.

In der Logik des gesamten Indikatorensets (ÖSIs, EMIs, GELs) sind die Abfallmengen ebenso wie die Abwasser- oder Abluftmengen in den Materialbilanzrechnungen je Wirtschaftsbranche<sup>125</sup> enthalten. Die quantitative Darstellung dieser Materialströme reflektiert vor allem die erwähnten Überlegungen bezüglich Ressourcenökonomie und Entropie.<sup>126</sup> Dagegen entspricht die quantitative Darstellung von einzelnen Emissionen dem chemisch-toxikologischen Modell der Umweltschadensdiskussion. Emissionen sind nach bestimmten Kriterien ausgewählte Schadstoffe, die in der gesamten Abfallmenge – ob fest, flüssig oder gasförmig – enthalten sind.

Da die Vergleichbarkeit und Aggregierbarkeit des gesamten Emissionsmoduls stoffbezogene Abfalldaten erfordert, wird daher eine ergänzende stoffbezogene Abfallerfassung vorgeschlagen. Im folgenden ist daher die Machbarkeit einer solchen Erfassungsweise zu prüfen. Diese stützt sich vor allem auf die Analyse von gefährlichen Abfällen. Diese Vorgangsweise entspricht auch dem Vorschlag, für den gesamten Bereich der Emissionen ein interministerielles Programm zur Entwicklung von Emissionskoeffizienten zu starten<sup>127</sup>

Eine konsensfähige Schadstoffliste für feste Emissionen bzw. Abfälle konnte im Rahmen des Forschungsprojekts nicht entwickelt werden. Ein großer Erfolg der Arbeit bestünde bereits

---

<sup>125</sup>) s.Endbericht Teil V

<sup>126</sup>) s.Endbericht Teil I

<sup>127</sup>) s. Kap.7

darin, daß zwischen der zuständigen Gesetzgebung, Vollziehung und Forschung ein Konsens über die hier vorgeschlagene Vorgangsweise erzielt werden kann.

### **5.2.1. ERSTE ANSÄTZE FÜR DIE SYSTEMATISCHE ERHEBUNG VON SCHADSTOFFEN IN ABFÄLLEN**

Die Analyse von Abfällen hinsichtlich bestimmter Schadstoffe gewinnt seit kurzem an Bedeutung. Das ist vor allem darauf zurückzuführen, daß die Entsorgung und Behandlung gefährlicher Abfälle wegen der damit verbundenen Sicherheitsrisiken sehr massiv das öffentliche Interesse geweckt hat und diese Entsorgungsproblematik durch die begrenzten inländischen Entsorgungskapazitäten zusätzlich verschärft wird.<sup>128</sup>

Das Umweltbundesamt schätzt den gegenwärtigen bundesweiten Entsorgungsbedarf für überwachungsbedürftige Sonderabfälle auf rd. 215.000 t/a.

---

<sup>128</sup>) Einen Überblick über die vorhandenen Entsorgungskapazitäten und Exportgenehmigungen gibt Krammer Hans-Jörg, Tschabuschnig Harald, Müller Udo, Samy Wolfgang: Zweiter überarbeiteter Entwurf des Umweltbundesamtes für das Rahmenkonzept zur Beseitigung von überwachungsbedürftigen Sonderabfällen (unter Berücksichtigung der vorliegenden Stellungnahmen), Interner Bericht des Umweltbundesamtes, Klagenfurt 1990, S.12f

Tab.5.5. Entsorgungsbedarf für überwachungsbedürftigen Sonderabfall geordnet nach Bundesländern und Abfallgruppen gemäß Sonderabfallkatalog<sup>129</sup>

(Angaben in Tonnen/Jahr)

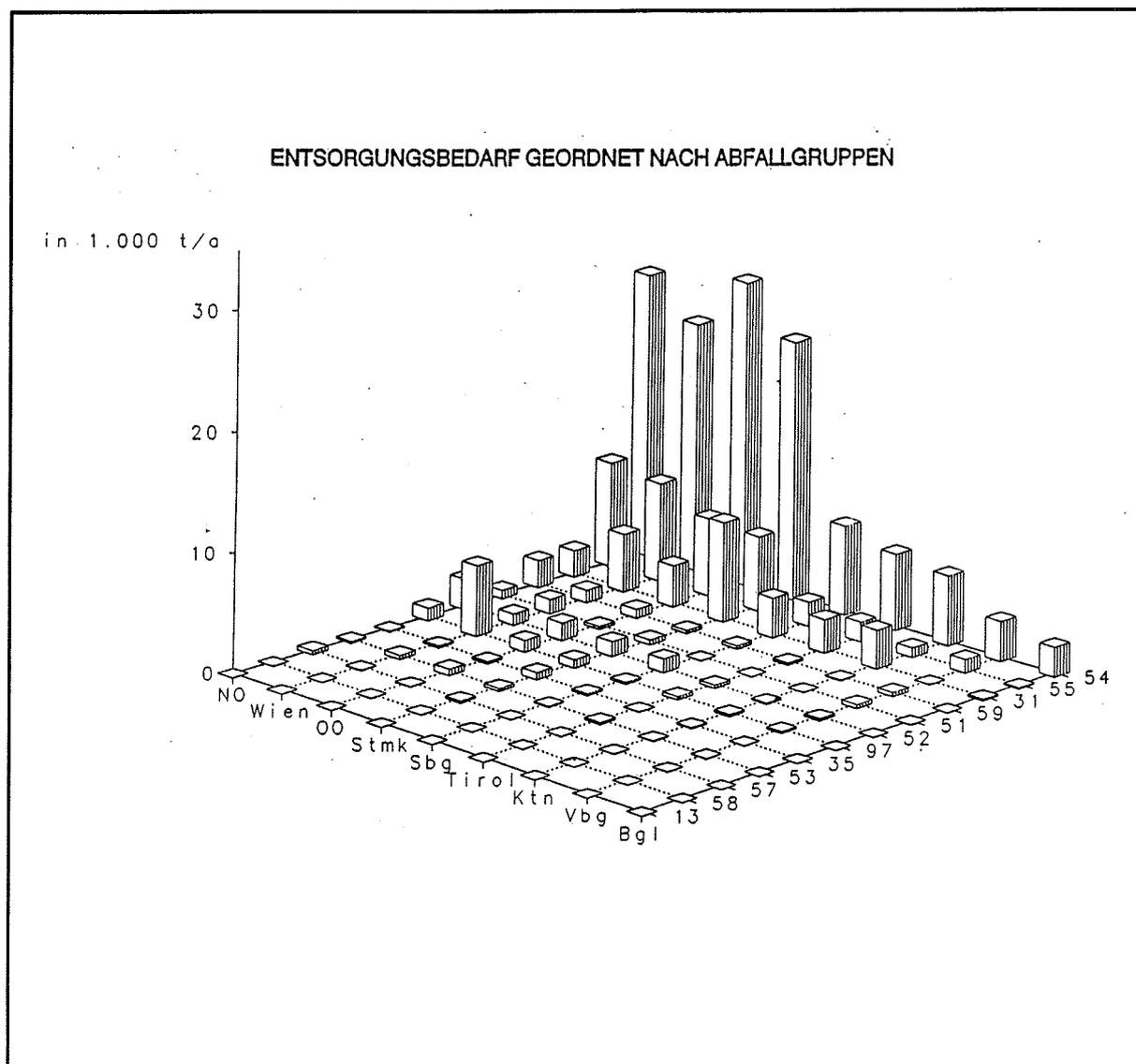
Abfallgruppe	Burgenl.	Kärnten	Niederöste	Oberöste	Salzburg	Steiermark	Tirol	Vorarlberg	Wien	Summe
13 Abf. aus Tierhaltung und Schlachtung	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31 Abf. mineralischen Ursprungs (ohne Metalabfälle)	100 - 200	3.000 - 3.500	1.600 - 3.000	3.300 - 3.800	3.100 - 3.600	7.200 - 9.800	2.600 - 3.100	40 - 60	4.000 - 6.000	25.000 - 33.100
35 Metalabfälle	15 - 20	110 - 130	70 - 110	140 - 220	140 - 200	200 - 300	20 - 30	30 - 45	130 - 170	900 - 1.200
51 Oxide, Hydroxide, Salzabfälle	45 - 60	30 - 70	550 - 900	150 - 300	15 - 30	300 - 600	20 - 30	300 - 350	1.100 - 1.400	2.500 - 3.700
52 Abf. von Säuren, Laugen u. Konzentraten	15 - 30	90 - 150	2.100 - 3.100	1.300 - 1.700	1.100 - 1.200	1.100 - 1.400	240 - 370	160 - 220	850 - 1.050	7.000 - 9.200
53 Abf. - Pflanzenbe- handlungsmitteln sowie v. Pharmazut. Erzeugnissen	15 - 20	30 - 60	200 - 300	450 - 600	70 - 130	220 - 300	150 - 200	30 - 35	310 - 350	1.500 - 2.000
54 Abfälle von Mineralölprodukten	2.300 - 2.700	5.500 - 6.300	21.000 - 28.000	24.000 - 28.000	6.700 - 8.500	20.000 - 24.000	6.000 - 6.900	3.000 - 3.700	18.500 - 24.000	107.000 - 132.000
55 Abf. von organisch. Lösungsmitteln, Farben, Lacke	80 - 130	700 - 900	7.500 - 10.500	5.700 - 7.600	1.700 - 2.400	5.400 - 7.700	1.500 - 1.800	1.000 - 1.300	7.500 - 9.400	31.100 - 41.300
57 Kunststoff- und Gummialfälle	1 - 5	10 - 20	200 - 450	50 - 90	1 - 2	150 - 200	25 - 40	20 - 30	70 - 100	500 - 900
58 Textilabf. (Natur- u. Chemiefaserprodukte)	-	-	2 -	40 -	5 -	50 -	3 -	3 -	3 -	100 -
59 Andere Abfälle chem. Umwandlungs- und Syntheseprodukte	15 - 20	60 - 100	1.600 - 3.100	800 - 1.100	180 - 370	230 - 320	100 - 130	340 - 370	1.000 - 1.200	4.300 - 6.700
97 Krankenhaus-spezifische Abfälle	3 - 5	150 - 200	1.000 - 1.200	1.000 - 1.000	150 - 200	700 - 700	300 - 300	100 - 200	5.000 - 7.000	8.400 - 10.800
S u m m e	2.600 - 3.200	10.000 - 12.000	35.000 - 50.000	37.000 - 44.000	13.000 - 17.000	35.000 - 45.000	11.000 - 13.000	5.000 - 7.000	39.000 - 50.000	188.000 - 241.000
M i t t e l w e r t	2.900	11.000	43.000	41.000	15.000	40.000	12.000	6.000	45.000	215.000

(Angaben in Tonnen/Jahr)

UBA/Dezember 1989

<sup>129)</sup> Krammer et al, a.a.o., S.37,38

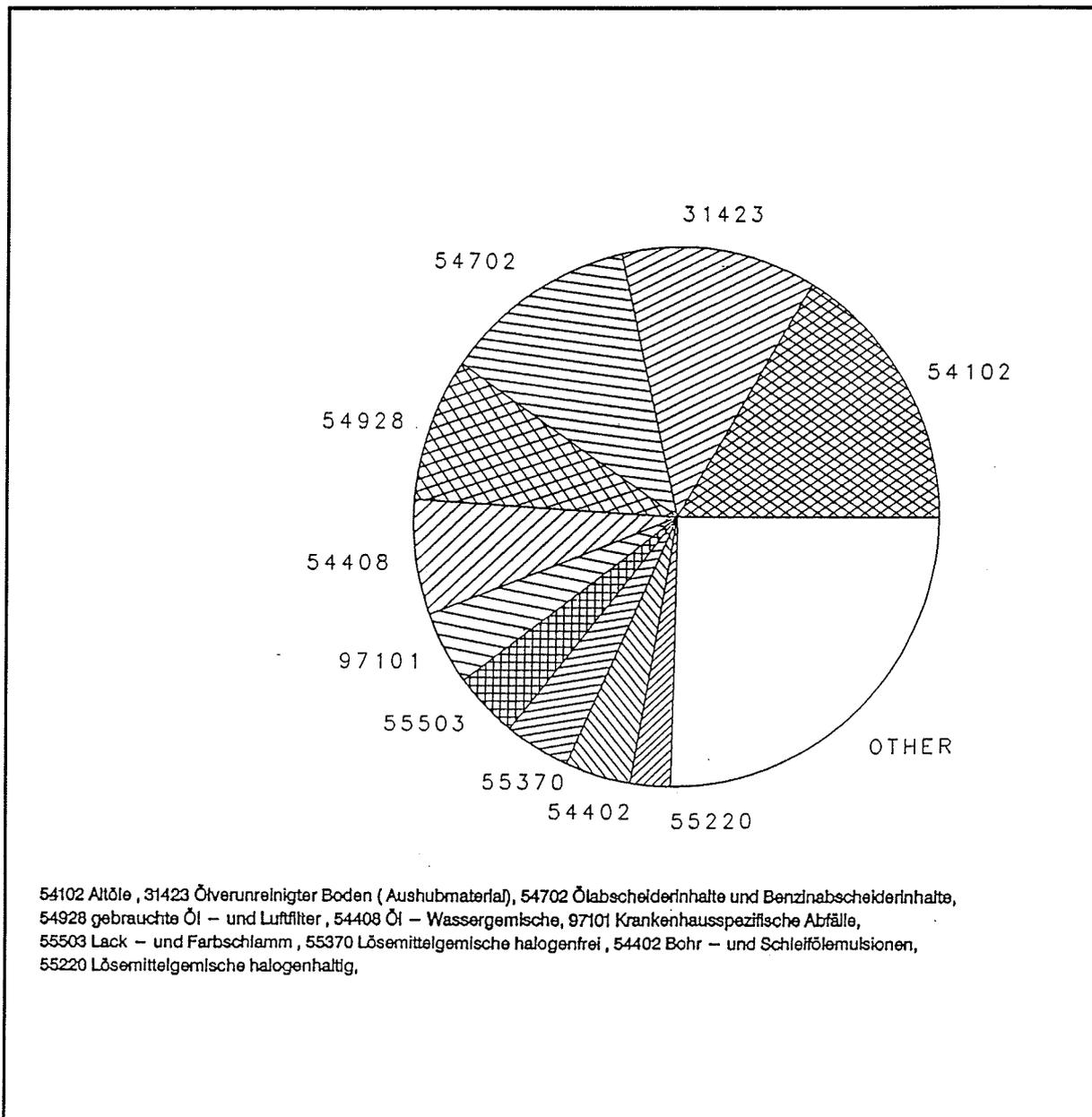
Abb.5.8. Entsorgungsbedarf für überwachungsbedürftigen Sonderabfall geordnet nach Bundesländern und Abfallgruppen gemäß Sonderabfallkatalog<sup>130</sup>



<sup>130</sup>) Krammer et al., a.a.o., S.37,38

Die Abschätzung des Entsorgungsbedarfes ergibt, daß über 50% des Gesamtentsorgungsbedarfes auf die Abfallgruppe 54 (Abfälle von Mineralölprodukten) entfällt und durch nur 10 Abfallarten rd. 75% des Gesamtentsorgungsbedarfes gebildet werden:

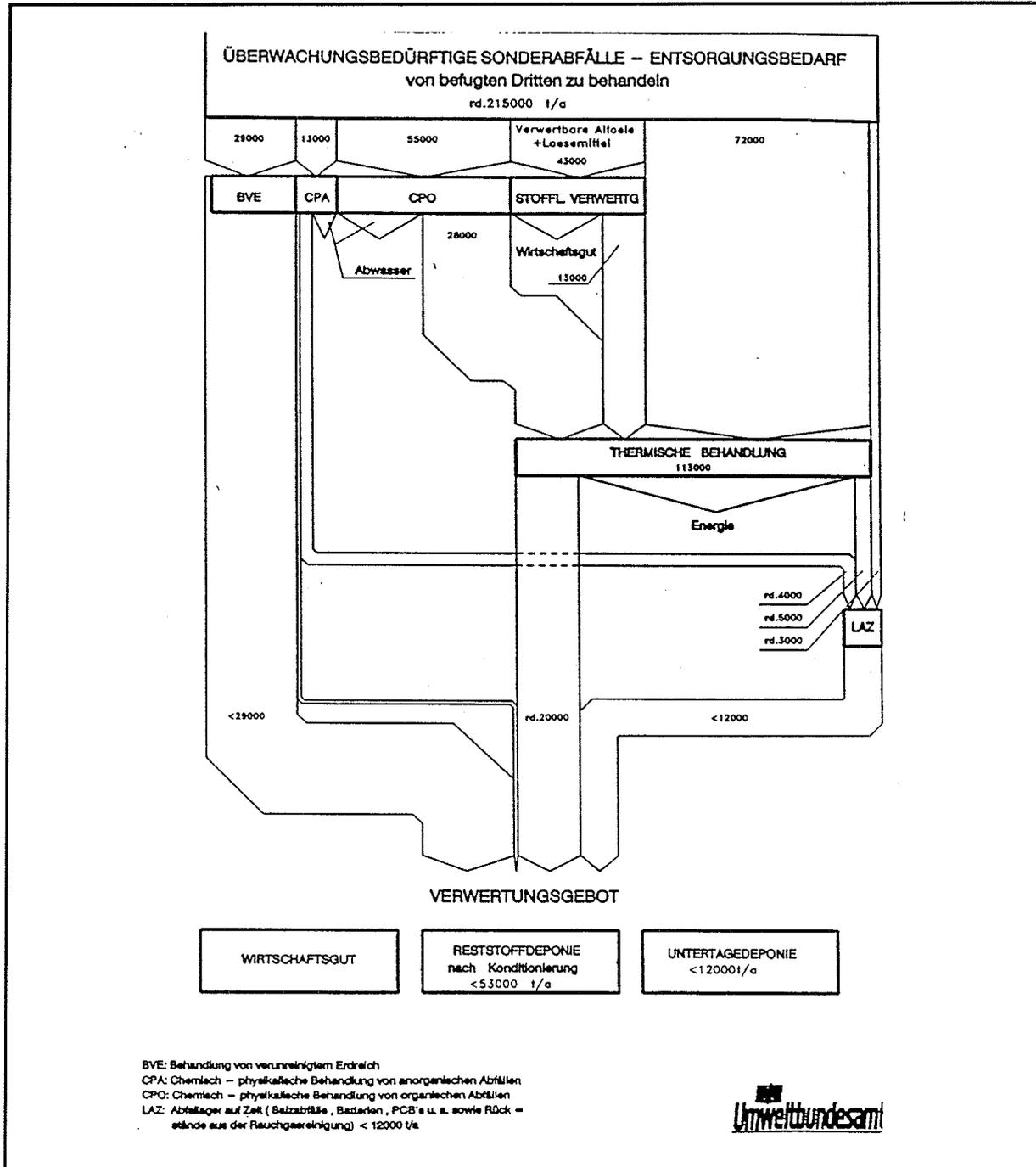
**Abb.5.9. 10 Abfallarten verursachen 75% des Gesamtentsorgungsbedarfes<sup>131</sup>**



<sup>131)</sup> Krammer et al., a.a.o., S.40

Aufbauend auf der Abschätzung des Entsorgungsbedarfes wurde ein Konzept zur Zuordnung der überwachungsbedürftigen Sonderabfallmassen zu dafür erforderlichen Behandlungskapazitäten erarbeitet:

Abb.5.10. Überwachungsbedürftige Sonderabfälle – Entsorgungsbedarf<sup>132)</sup>



<sup>132)</sup> Krammer et al., a.a.o., S.44

Mit der Einführung obligatorischer Begleitscheine sind sowohl Verursacher, Sammler und Entsorger zunehmend darauf angewiesen, Informationen über die Eigenschaften, insbesondere die Inhaltsstoffe gefährlicher Abfälle einzuholen, um eine Zuordnung zu bestimmten Behandlungswegen bzw. Deponietypen treffen zu können. Für die chemische Analyse stehen nun auch normierte Meßverfahren in Form der ÖNORM S 2072 (Eluatklassen) und der ÖNORM S 2110 (Analytische Beurteilung von Abfällen) zur Verfügung. Es ist davon auszugehen, daß in nächster Zukunft – ähnlich wie für die klassischen Luftemissionen – ein stoffbezogener Datenfundus entsteht, der möglicherweise hinsichtlich einzelner Schadstoffe und Schadstoffgruppen bzw. –parameter erste systematische Mengenaggregationen erlauben könnte.

Anhand dokumentierter Abfallanalysen soll im folgenden die Machbarkeit der hier vorgeschlagenen Vorgangsweise demonstriert werden. Aufgrund der Homogenität einzelner Abfallgruppen (z.B. Abfälle von Mineralölprodukten) sollte die Bildung von Schadstoffparametern teilweise mit relativ geringem Aufwand möglich sein. Eine wesentliche Erkenntnis dieser Recherche ist weiters, daß derartige Stichproben bereits eine breite Verwendung finden. Es zeigt sich, daß insbesondere private Firmen ihren betrieblichen Abfall zum Zwecke seiner Entsorgung hinsichtlich seiner stofflich–chemischen Zusammensetzung z.T. sehr genau untersuchen lassen. Die für solche Untersuchungen erforderlichen Labors sind offensichtlich in großer Menge vorhanden. Neben diversen Zivilingenieurbüros bieten auch das Österreichische Forschungszentrum Seibersdorf, das Labor der Entsorgungsbetriebe Simmering, ein Labor der VOEST–Alpine–Stahl AG, ein Labor der Chemiefaser Lenzing AG, die Forschungsgesellschaft Technischer Umweltschutz, das Institut für Analytische Chemie an der Technischen Universität Wien, das Institut für Anorganische Technologie an der Technischen Universität Wien, ein Abfall–Labor an der Universität für Bodenkultur Wien sowie entsprechende Einrichtungen von Magistratsabteilungen und Ämtern der Landesregierung (z.B. niederösterreichische Umweltschutzanstalt) Stichprobennahmen und –analysen an.

Da es sich hierbei in der Regel um Auftragsanalysen für private Firmen handelt, sind aus Datenschutzgründen keine Analyseergebnisse verfügbar. Wichtig wäre daher eine Bewilligung für die statistische Verarbeitung (d.h. in anonymisierter Form) dieses Datenmaterials.

Im Rahmen eines Bürgerbeteiligungsverfahrens wurden für die Umweltverträglichkeitsbeurteilung einer Hochtemperaturvergasungsanlage (HTV) zur thermischen Behandlung von BRAM (Brennstoff aus Müll) und Sonderabfall im Zeitraum 1988 bis 1990 Probeläufe durchgeführt. Dabei wurden u.a. auch sogenannte Inputanalysen über den Schadstoffgehalt bestimmter eingesetzter Abfallarten vorgenommen:

**Tab.5.6. Meßergebnisse Inputanalysen – Sondermüll der Hochtemperaturvergasungsanlage der VOEST-ALPINE Industrieanlagenbau Ges.m.b.H. in Linz<sup>133</sup>**

Parameter	A	B	C	D	E	E1	F	G
H <sub>2</sub> O-Gehalt (%)	59,3	18,4	39	13,5	0,17	0,17	11,7	<0,5
Asche wf (%)	16,8	55	7,75	0,67	0,03	0,01	10,0	0,042
C wf (%)	46,4	29,2	60,4	83,5	86,66	86,66	87,56	32,2
H wf (%)	6,56	2,87	2,95	12,57	10,88	10,88	0,16	4,66
N wf (%)	5,1	1,3	13	<0,1	0,33	0,33	0,75	60,9
S wf (%)	0,1	1,9	0,035	0,6	1,95	<0,3	0,72	0,140
Cl wf (%)	0,1	0,05	18,5	2,4	0,003	0,003	0,01	0,012
F wf (%)	0,01	0,002	0,0015	0,023	<0,002	<0,002	<0,001	0,017
Hu wf (kWh/kg)	5,248	3,209	6,793	11,337	11,299	11,299	8,173	4,992
Hg wf (ppm)	4	<0,1	0,7	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Cd wf (ppm)	17	8	0,2	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Pb wf (ppm)	156	3030	4,5	355	0,36	0,36	< 1	< 4

Tab. 4

Zuordnung:

A ... Farbschlamm weiß wf .... wasserfrei

B ... Farbschlamm blau

C ... Pflanzenbehandlungsmittel

D ... Altöl dotiert

E ... Heizöl S

E 1 ... Heizöl EL

F ... Koks

G ... Triazolsumpf

<sup>133)</sup> o.A., HTV-Bürgerbeteiligungsverfahren, Endbericht des Gutachtergremiums über die Testläufe an der HTV-Anlage (Hochtemperaturvergasungsanlage) mit BRAM und Sonderabfall, Langfassung, Linz 1990, S.55

Laufende Stichproben werden auch für die Sonderabfall-Lieferungen an die EBS (Entsorgungsbetriebe Simmering) durchgeführt. Die EBS ist derzeit die einzige öffentlich zugängliche Sonderbehandlungsanlage. Es könnte auf einen umfangreichen Datenfundus zurückgegriffen werden. Anonymisiertes Datenmaterial ist derzeit jedoch nicht verfügbar.

Einen indirekten Hinweis über die potentielle branchenspezifische chemische Zusammensetzung von Gewerbe- und Industrieabfällen enthalten Altlastanalysen hinsichtlich bestimmter Schadstoffinhalte. Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über altlastverdächtige Standorte und mögliche relevante Stoffe, angelehnt an die deutsche Systematik der Wirtschaftszweige. Die rechte Spalte soll einen ersten Überblick vermitteln, welche Stoffe für den jeweiligen Standorttyp charakteristisch sind und maßgeblich das Risiko bestimmen können. Die Darstellung sagt nichts über die tatsächlich im Einzelfall vorgefundene Stoffpalette aus. Aufgrund von technischem Fortschritt und geänderter legislativer Rahmenbedingungen stellt sie auch nur einen groben Hinweis auf mögliche relevante Emissionen aus der Produktion bestehender Betriebe mit vergleichbaren Tätigkeiten dar.

**Tab.5.7. Altlastverdächtige Altstandorte und mögliche relevante Stoffe<sup>134</sup>**

NE-Metallumschmelzwerke	Antimon, Arsen, Beryllium, Blei, Cadmium, Chrom, Cyanide, Fluoride, Kupfer, Mineralöl, Nickel, Phenol, Quecksilber, Säuren/Basen, Zink
Metallgießereien	Antimon, Arsen, Cadmium, Cyanide, Blei, Kupfer, Nickel, Phenol, Quecksilber, Säuren/Basen, Vanadium, Zink
Oberflächenveredelung/ Härtung von Metallen	Antimon, Arsen, Benzin, Benzol, Blei, Cadmium, Chrom, Cyanide, Dichlormethan, Fluoride, Kupfer, Mineralöl, Nickel, Quecksilber, Säuren/Basen, Selen, Tetrachlorethen, Tetrachlormethan, Trichlorethan, Trichlorethen, Trichlormethan, Zink
Tierkörperbeseitigung, Tierkörperverwertung	Ammonium, Benzin, Tetrachlorethen
Herstellung und Verarbeitung von Glas	Antimon, Arsen, Benzol, Blei, Cadmium, Chrom, Cyanide, Fluoride, Kupfer, Nickel, Quecksilber, Selen, Zink
Bearbeitung, Imprägnierung, Verarbeitung von Holz	Arsen, Benzin, Chrom, DDT, Dichlormethan, Dinitrophenol, Fluoranthren, Fluoride, Fluorosilicate, Kresole, Kupfer, Mineralöl, Naphthalin, Nickel, PCB, PCN, Pentachlorphenol, Phenol, Quecksilber, Säuren/Basen, TCDD, Teeröle, Tetrachlormethan, Toluol, Trichlorethen, Xylol, Zink
Herstellung und Verarbeitung von Papier, Pappen und Texti- lien	Antimon, Arsen, Benzol, Blei, Chrom, Cyanide, Epichlorhydrin, Kupfer, Mineralöl, PCB, Pentachlorphenol, Quecksilber, Säuren/Basen, Teeröle, Tetrachlorethen, Thallium, Trichlorbenzol, Trichlorethan, Trichlorethen, Zink
Verarbeitung von Gummi, Kunststoffen und Asbest	Antimon, Asbest, Acrylnitril, Benzin, Benzo(a)pyren, Benzol, Blei, Cadmium, Chlorbenzol, Chrom, Cyanide, Dichlorethan, Dichlorethen, Dichlormethan, Dichlorpropan, Dinitrotoluol, Epichlorhydrin, Fluoride, Kupfer, Nitrobenzol, PAH, PCB, Phenol, Phthalate, Quecksilber, Selen, Teeröle, Tetrachlormethan, Toluol, Trichlorethan, Trichlorethen, Zink
Erzeugung und Verarbeitung von Leder	Arsen, Chrom, Fluoride, Kresole, Naphthalin, Pentachlorphenol, Phenol, Quecksilber, Tetrachlormethan
Herstellung von Speiseölen und Nahrungsfetten	Benzin, Benzol, Chrom, Dichlorethan, Dichlormethan, Nickel, Säuren/Basen, Tetrachlorethen, Tetrachlormethan, Trichlorethen, Trichlormethan

<sup>134</sup>) Sondergutachten "Altlasten" des Rates von Sachverständigen für Umweltfragen, S.34f

Chemische Reinigungen	Benzin, Benzol, Dichlorethan, Tetrachlorethen, Trichlorethan, Trichlorethen, Trichlormethan
Abfallbehandlungsanlagen, Betriebskläranlagen	es sind viele Stoffe möglich; die Art des Betriebes bestimmt, welche Stoffe im Einzelfall relevant sind
Schrottplätze, Autowrackplätze	Benzin, Blei, Cadmium, Chrom, Mineralöl, PCB, Tetrachlorethen, Trichlorethen, Zink
Güterbahnhöfe, Bahnbetriebswerke	es sind viele Stoffe möglich; die Art des Betriebes und die transportierten Güter bestimmen, welche Stoffe im Einzelfall relevant sind
Flugplätze	Benzin, Benzol, Bleialkyle, Bromverbindungen, Mineralöl, Phosphatester, Tetrachlorethen, Trichlorethen
Metallverarbeitung	Cyanide, Mineralöl, Tetrachlorethen, Trichlorethan, Trichlorethen, Trichlormethan, (Schwermetalle)
Tankstellen	Benzin, Benzol, Bleialkyle, Chlorkohlenwasserstoffe, Dieselmotortreibstoff, PAH, Petroleum, Schmieröle, Testbenzin, Toluol, Xylol
Herstellung von Batterien, Akkumulatoren	Antimon, Arsen, Blei, Cadmium, Chrom, Fluoride, Kupfer, Nickel, Quecksilber, Säuren/Basen, Selen, Zink
Herstellung von anorganischen Grundstoffen und Chemikalien	Ammonium, Antimon, Arsen, Beryllium, Blei, Cadmium, Chrom, Cyanide, Dinitrophenol, Fluoride, Fluorosilicate, Kupfer, Nickel, Nitrobenzol, Pentachlorphenol, Quecksilber, Säuren/Basen, Selen, Tetrachlormethan, Thallium, Thiocyanate, Vanadium, Zink
Herstellung von Handelsdüngern	Ammonium, Arsen, Cadmium, Fluorosilicate, Kupfer, Säuren/Basen, Thallium
Herstellung von organischen Grundstoffen; Chemikalien und Pharmazeutika	es sind viele Stoffe möglich; die Art des Betriebes bestimmt, welche Stoffe im Einzelfall relevant sind
Herstellung von Kunststoffen	Acrylnitril, Benzol, Blei, Cadmium, Chrom, Cyanide, Dibromethan, Dichlorethan, Dichlorethen, Dichlorpropan, Dinitrotoluol, Epichlorhydrin, Fluoride, Kresole, PAH, Phenol, Phthalate, Säuren/Basen, Selen, Tetrachlormethan, Trichlormethan, Toluol, Vinylchlorid, Zink
Herstellung von Farben und Lacken	Anthracen, Antimon, Arsen, Benzin, Benzol, Blei, Cadmium, Chlorbenzol, Chlorphenol, Chrom, Cyanide, Dichlormethan, Dinitrophenol, Dinitrotoluol, Ethylbenzol, Fluoranthen, Fluoride, Kresole, Kupfer, Mesitylen, Mineralöl, Naphthalin, Nitrobenzol, PAH, PCB, Pentachlorphenol, Phenol, Phthalate, Quecksilber, Säuren/Basen, Selen, Teeröle, Tetrachlorethan, Tetrachlorethen, Tetrachlormethan, Toluol, Trichlorethan, Trichlorethen, Trichlormethan, Xylol, Zink
Herstellung von Pflanzenschutzmitteln, Schädlingsbekämpfungsmitteln usw.	Aldrin, Arsen, Benzol, Blei, Chlorbenzol, Chlorphenol, Chrom, Cyanide, DDT, Dibromethan, Dichlorphenol, Dichlorpropan, Dinitrophenol, Epichlorhydrin, Fluoride, Fluorosilicate, Hexachlorbenzol, Hexachlorcyclohexane, Kresole, Kupfer, Naphthalin, Nitrobenzol, Pentachlorphenol, Phenol, Quecksilber, Selen, TCDD, Teeröle, Tetrachlormethan, Thallium, Trichlorbenzol, Trichlorphenol, Tetrachlorethan, Trichlormethan, Xylol, Zink
Herstellung von Munition und Explosivstoffen	aromatische Amine, Antimon, Arsen, Blei, Chrom, Dinitrobenzol, Dinitrophenol, Dinitrotoluol, Kupfer, Methylaminnitrat, Nitrobenzol, Nitrophenole, Phenol, Quecksilber, Säuren/Basen, Toluol, Trimethyltrinitroamin (Hexogen), Trinitrotoluol
Aufbereitungsanlagen für verbrauchte Lösemittel, Chemikalien usw.	es sind viele Stoffe möglich; die Art des Betriebes bestimmt, welche Stoffe im Einzelfall relevant sind
Steinkohlenbergbau, Gaswerke, Kokereien	Ammonium, Anthracen, Arsen, (Asbest), Benzo(a)pyren, Benzol, Blei, Chrom, Cyanide, Ethylbenzol, Fluoren, Kresole, Mesitylen, Mineralöl, Naphthalin, PAH, Phenol, Säuren/Basen, Teeröle, Thiocyanate, Toluol, Xylol, (Zink)
NE-Metallerz-Bergbau	Blei, Cadmium, Chrom, Cyanide, Kresole, Kupfer, Phenol, Quecksilber, Säuren/Basen, Zink
Mineralölverarbeitung/Mineralöllagerung (incl. Altöl)	Anthracen, Arsen, Benzin, Benzol, Blei, Chrom, Dibromethan, Dichlorethan, Dichlorpropan, Ethylbenzol, Kupfer, Mineralöl, Naphthalin, Nickel, PAH, PCB, PCN, Pentachlorphenol, Phenol, Säuren/Basen, Selen, TCDD, Teeröle, Tetrachlorethan, Tetraethylblei, Toluol, Trichlorethan, Trichlorethen, Vanadium, Xylol, Zink
Eisen- und Stahlerzeugung	Arsen, Blei, Cadmium, Chrom, Cyanide, Fluoride, Mineralöl, Nickel, Phenol, Quecksilber, Säuren/Basen, Vanadium, Zink
NE-Metallhütten	Antimon, Arsen, Beryllium, Blei, Cadmium, Chrom, Cyanide, Fluoride, Kupfer, Nickel, Quecksilber, Säuren/Basen, Selen, Thallium, Vanadium,

Relativ einfach könnten Analysen von ausgewählten Fraktionen der gesammelten Problemstoffabfälle (s.oben) durchgeführt und auf die geschätzte gesamte Problemstoffmenge hochgerechnet werden. Zuordnungen zu wirtschaftlichen Aktivitäten könnten teilweise sogar durchgeführt werden, da die Herkunft einzelner Problemstoffe bzw. -produkte hinreichend bekannt ist.

De iure hätte auch das ÖSTAT die Möglichkeit, Stichproben durchführen zu lassen. Diese Vorgangsweise könnte in vielen Fällen sogar zu effektiveren Ergebnissen führen, da das ÖSTAT im Gegensatz zum UBA keine Sanktionsgewalt hat. Das heißt, die befragten Betriebe hätten keinerlei strafrechtliche Konsequenzen zu fürchten.

Mit der ÖNORM S 2110 ist seit 1.Oktober 1991 ein standardisiertes – wenn auch nicht verbindliches – Instrument zur analytischen Beurteilung von Abfällen in Kraft. Mit Hilfe der nach dieser ÖNORM empfohlenen Abfallanalyse sollen Daten über physikalische, chemische und biochemische Eigenschaften von Abfällen gewonnen werden, die für eine Beurteilung der weiteren Abfallbehandlung erforderlich sind. Ziel der ÖNORM ist es, bei der erstmaligen Untersuchung eines Abfalls sein Gefahrenpotential zu erfassen, sowie die entsprechende Behandlungsmethode vorzuschlagen. Zu diesem Zweck enthält die ÖNORM S 2110 neben diversen anderen Analyseparametern relativ umfangreiche Schadstofflisten (siehe Tab. 5.8.). Wurde ein Abfall schon einmal zu einer Behandlung übernommen, sollen bei Folgeanlieferungen nur mehr jene Analysen erforderlich sein, die sich auf diese Behandlung sowie die Überprüfung der Zusammensetzung beziehen.<sup>135</sup>

Eine große Hilfe für die branchenspezifische Lokalisierung von Schadstoffen in betrieblichen Abfällen bietet ein vom Umweltbundesamt Berlin erstelltes Abfallstromregister. Dieses Register ermöglicht die Zuordnung von Abfallarten (in einer ähnlichen Systematisierung wie der ÖNORM–Abfallkatalog) zu bestimmten darin enthaltenden Reinstoffen und der Branche, in der der Abfall typischerweise entsteht. Anhand dieses Registers ist es z.B. möglich, in den Abfällen gezielt nach Antimonemissionen zu suchen – bei der Herstellung von NE–Metallen und –Metallhalbzeug, Erzeugnissen von Ziehereien, von Kaltwalzwerken und bei der Stahlverformung, elektrotechnischen Erzeugnissen, Eisen-, Blech- und Metallwaren, feinkeramischen Erzeugnissen, Glas und Glaswaren etc.<sup>136</sup>

Die von der EG geplante güterbezogene Wirtschaftssystematik PRODCOM könnte möglicherweise einen besseren Zugang zu stoffbezogenen Abfalldaten bedeuten, da sie stoffbezogener

---

<sup>135</sup>) ÖNORM S 2000 idF 1.10.1991, S.1

<sup>136</sup>) Genest W., Gottschalk Ch., Henschel P., Offhaus E., Radke S., Ronneburger J., Wiedemann H., Szelinski B.–A., Handbuch Sonderabfall, hg.v.Umweltbundesamt Berlin, S.515ff

aufgebaut ist als die derzeit verwendete Gütersystematik. Diese Option müßte allerdings noch genauer geprüft werden.

**Tab.5.8. Schadstofflisten nach ÖNORM S 2110**

<b>(14) Analyse</b>		
<b>14.1 Analyse für thermische Behandlung</b>		
Meßgröße	Einheit (nicht Zutreffendes ist zu streichen)	Meßwert
Wassergehalt	Prozent der Masse	.....
Glühverlust	Prozent der Masse	.....
Summe der polychlorierten Biphenyle und Terphenyle	mg/kg oder mg/l	.....
Halogengehalt	mg/kg TS oder Proz. d. Masse	.....
Schwefelgehalt	mg/kg TS oder Proz. d. Masse	.....
Antimon	mg/kg TS	.....
Arsen	mg/kg TS	.....
Barium	mg/kg TS	.....
Beryllium	mg/kg TS	.....
Blei	mg/kg TS	.....
Bor	mg/kg TS	.....
Cadmium	mg/kg TS	.....
Chrom, gesamt	mg/kg TS	.....
Cobalt	mg/kg TS	.....
Kupfer	mg/kg TS	.....
Mangan	mg/kg TS	.....
Nickel	mg/kg TS	.....
Quecksilber	mg/kg TS	.....
Selen	mg/kg TS	.....
Thallium	mg/kg TS	.....
Vanadium	mg/kg TS	.....
Zink	mg/kg TS	.....
Zinn	mg/kg TS	.....

Tab.5.8/2.

14.2 Analyse für chemisch/physikalische Behandlung		
Meßgröße	Einheit (nicht Zutreffendes ist zu streichen)	Meßwert
pH-Wert	—	.....
Leitfähigkeit	mS/m	.....
Feststoffgehalt	Prozent der Masse	.....
Kohlenwasserstoffe, gesamt	mg/l oder mg/kg TS	.....
schwerflüchtige lipophile Substanzen (z. B. Ölgehalt)	mg/l oder Prozent der Masse	.....
Summe der polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe (PAK)	mg/l oder mg/kg TS	.....
Phenole <sup>3)</sup>	mg/l oder mg/kg TS	.....
adsorbierbare organische Halogenverbindungen (AOX[Cl]) oder extrahierbare organische Halogenverbindungen (EOX[Cl])	mg/l oder mg/kg TS	.....
Summe der polychlorierten Biphenyle und Terphenyle (PCB, PCT)	mg/l oder mg/kg TS	.....
Nitrit (als NO <sub>2</sub> )	mg/l oder mg/kg TS	.....
Cyanide (als CN, leicht freisetzbar)	mg/l oder mg/kg TS	.....
Antimon	mg/l oder mg/kg TS	.....
Arsen	mg/l oder mg/kg TS	.....
Barium	mg/l oder mg/kg TS	.....
Beryllium	mg/l oder mg/kg TS	.....
Blei	mg/l oder mg/kg TS	.....
Bor	mg/l oder mg/kg TS	.....
Cadmium	mg/l oder mg/kg TS	.....
Chrom, gesamt	mg/l oder mg/kg TS	.....
Chrom (VI)	mg/l oder mg/kg TS	.....
Eisen	mg/l oder mg/kg TS	.....
Cobalt	mg/l oder mg/kg TS	.....
Kupfer	mg/l oder mg/kg TS	.....
Mangan	mg/l oder mg/kg TS	.....
Nickel	mg/l oder mg/kg TS	.....
Quecksilber	mg/l oder mg/kg TS	.....
Selen	mg/l oder mg/kg TS	.....
Silber	mg/l oder mg/kg TS	.....
Thallium	mg/l oder mg/kg TS	.....
Vanadium	mg/l oder mg/kg TS	.....
Zink	mg/l oder mg/kg TS	.....
Zinn	mg/l oder mg/kg TS	.....

<sup>3)</sup> Wasserdampfllüchtige Phenole (als Phenolindex)

Tab.5.8/3.

14.3 Analyse für Deponierung				
Meßgröße	Abfall		Eluat <sup>4)</sup>	
	Einheit	Meßwert	Einheit	Meßwert
pH-Wert	–	–	–	.....
Leitfähigkeit	–	–	mS/m	.....
Glühverlust	Proz. d. Masse	.....	–	–
Geruch	–	–	–	.....
Summe der polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe (PAK)	mg/kg TS	.....	mg/l	.....
Phenole <sup>6)</sup>	mg/kg TS	.....	mg/l	.....
Chemischer Sauerstoffbedarf (CSB[O <sub>2</sub> ])	–	–	mg/l	.....
Kohlenwasserstoffe, gesamt	mg/kg TS	.....	mg/l	.....
austreibbare organische Halogenverbindungen (POX[Cl])	–	–	mg/l	.....
extrahierbare organische Halogenverbindungen (EOX[Cl])	mg/kg TS	.....	mg/l	.....
anionenaktive Tenside <sup>5)</sup>	–	–	mg/l	.....
Summe der polychlorierten Biphenyle (PCB)	mg/kg TS	.....	mg/l	.....
Calcium	–	–	mg/l	.....
Magnesium	–	–	mg/l	.....
Aluminium	–	–	mg/l	.....
Antimon	–	–	mg/l	.....
Arsen	mg/kg TS	.....	mg/l	.....
Barium	–	–	mg/l	.....
Beryllium	–	–	mg/l	.....
Bor	–	–	mg/l	.....
Blei	mg/kg TS	.....	mg/l	.....
Cadmium	mg/kg TS	.....	mg/l	.....
Benzol, Toluol, Xylol (BTX)	mg/kg TS	.....	mg/l	.....
Mercaptane	mg/kg TS	.....	mg/l	.....
Chrom, gesamt	–	–	mg/l	.....
Chrom (VI)	–	–	mg/l	.....
Eisen	–	–	mg/l	.....
Cobalt	–	–	mg/l	.....
Kupfer	–	–	mg/l	.....
Mangan	–	–	mg/l	.....

<sup>4)</sup> hergestellt gemäß ÖNORM S 2072.  
<sup>5)</sup> berechnet als Tetrapropylenbenzolsulfonat (TBS).  
<sup>6)</sup> Wasserdampfllüchtige Phenole (Phenolindex)

Tab.5.8/4.

Meßgröße	Abfall		Eluat <sup>4)</sup>	
	Einheit	Meßwert	Einheit	Meßwert
Nickel	mg/kg TS	. . . . .	mg/l	. . . . .
Quecksilber	mg/kg TS	. . . . .	mg/l	. . . . .
Selen	—	—	mg/l	. . . . .
Silber	—	—	mg/l	. . . . .
Thallium	—	—	mg/l	. . . . .
Vanadium	—	—	mg/l	. . . . .
Zink	—	—	mg/l	. . . . .
Zinn	—	—	mg/l	. . . . .
Fluor	—	—	mg/l	. . . . .
Ammonium (als NH <sub>4</sub> )	—	—	mg/l	. . . . .
Chlorid	—	—	mg/l	. . . . .
Cyanid, gesamt (als CN)	—	—	mg/l	. . . . .
Cyanid (als CN, leicht freisetzbar)	mg/kg TS	. . . . .	mg/l	. . . . .
Nitrat (als NO <sub>3</sub> )	—	—	mg/l	. . . . .
Nitrit (als NO <sub>2</sub> )	—	—	mg/l	. . . . .
Phosphat (als P)	—	—	mg/l	. . . . .
Sulfat (als SO <sub>4</sub> )	—	—	mg/l	. . . . .
Sulfid	—	—	mg/l	. . . . .
Gehalt an wasserlöslichen Salzen (20 °C) <sup>7)</sup>	—	—	mg/l	. . . . .

<sup>4)</sup> siehe Fußnote 4 auf Seite 8.  
<sup>7)</sup> bestimmt als Filtratrockenrückstand aus dem Eluat; bezogen auf Trockensubstanz.

Tab.5.8/5.

14.4 Analyse für biologische Behandlung		
Meßgröße	Einheit	Meßwert
pH-Wert <sup>8)</sup>	—	—
Leitfähigkeit <sup>8)</sup>	mS/m	—
Glühverlust	Prozent der Masse	.....
Geruch <sup>8)</sup>	—	—
Summe der polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe (PAK)	mg/kg TS	.....
Phenole <sup>6)</sup>	mg/kg TS	.....
Kohlenwasserstoffe, gesamt	mg/kg TS	.....
extrahierbare organische Halogenverbindungen (EOX[Cl])	mg/kg TS	.....
Summe der polychlorierten Biphenyle (PCB)	mg/kg TS	.....
Calcium	mg/kg TS	.....
Magnesium	mg/kg TS	.....
Aluminium	mg/kg TS	.....
Antimon	mg/kg TS	.....
Arsen	mg/kg TS	.....
Barium	mg/kg TS	.....
Beryllium	mg/kg TS	.....
Bor	mg/kg TS	.....
Blei	mg/kg TS	.....
Cadmium	mg/kg TS	.....
Chrom, gesamt	mg/kg TS	.....
Chrom (VI)	mg/kg TS	.....
Eisen	mg/kg TS	.....
Cobalt	mg/kg TS	.....
Kupfer	mg/kg TS	.....
Mangan	mg/kg TS	.....
Nickel	mg/kg TS <sup>4)</sup>	.....
Quecksilber	mg/kg TS	.....
Selen	mg/kg TS	.....
Silber	mg/kg TS	.....
Thallium	mg/kg TS	.....
Vanadium	mg/kg TS	.....
Zink	mg/kg TS	.....

<sup>4)</sup> Wasserdampfvlüchtige Phenole (Phenolindex)  
<sup>6)</sup> aus dem Eluat zu bestimmen.

Tab.5.8/6.

Meßgröße	Einheit	Meßwert
Zinn	mg/kg TS	.....
Fluor	mg/kg TS	.....
Ammonium (als NH <sub>4</sub> )	mg/kg TS	.....
Chlorid	mg/kg TS	.....
Cyanid, gesamt (als CN)	mg/kg TS	.....
Cyanid (als CN, leicht freisetzbar)	mg/kg TS	.....
Nitrat (als NO <sub>3</sub> )	mg/kg TS	.....
Nitrit (als NO <sub>2</sub> )	mg/kg TS	.....
Phosphat (als P)	mg/kg TS	.....
Sulfat (als SO <sub>4</sub> )	mg/kg TS	.....
Sulfid	mg/kg TS	.....
Stickstoff, gesamt	mg/kg TS	.....
Lindan	mg/kg TS	.....
Pentachlorphenol	mg/kg TS	.....

### 5.3. RÉSUMÉ

Die systematische Erhebung stoffbezogener Abfalldaten und die Entwicklung einer darauf aufbauenden Schadstoffliste Abfall für das geplante Umweltsatellitensystem erscheint grundsätzlich machbar. Das dafür erforderliche technische Know-How ist vorhanden bzw. können zusätzlich erforderliche Laborkapazitäten relativ kurzfristig angeschafft werden. Notwendig wären vor allem noch umfangreiche vorbereitende Planungsarbeiten. Diese müßten sinnvollerweise in ein koordiniertes umfassendes Forschungsprogramm zur Erstellung von Emissionskoeffizienten, wie es im Kap.7 näher beschrieben wird, eingebunden werden.

Ein Konsens über eine Schadstoffliste Abfall konnte im Rahmen des Projekts nicht hergestellt werden. Dafür fehlen umfangreiche theoretische und empirische Vorarbeiten, die hier nicht geleistet werden konnten. Eine Schadstoffbeschreibung wie für die Bereiche Luft und Wasser erscheint daher nicht zweckmäßig. Es kann jedoch davon ausgegangen werden, daß sich die Schadstoffliste Abfall bezüglich mehrerer Schadstoffe bzw. Schadstoffparameter mit den beiden anderen Listen decken wird. Weiters ist davon auszugehen, daß die hier vorgeschlagene Vorgangsweise für die Gruppe der betrieblichen Abfälle aufgrund ihrer relativen

Stoffhomogenität wesentlich einfacher und mit verlässlicheren Ergebnissen durchgeführt werden kann, als für die stark heterogen zusammengesetzten Hausmüllmengen und Shredderabfälle.

Für die Erfassung und Darstellung der Gesamtabfallmenge empfiehlt sich eine grobe Dreiteilung in Hausmüll, betriebliche Abfälle und gefährliche Abfälle. Letztere sind sowohl im Hausmüll als auch in den betrieblichen Abfällen enthalten, sollten jedoch gesondert dargestellt werden.<sup>137</sup> Eine gesonderte Darstellung empfiehlt sich außerdem für die Subkategorien "Bauschutt" und "Nutzung/Recycling von Abfall" (Rückführung in den Wirtschaftskreislauf).

Die Methodik und der strukturelle Aufbau der Darstellung von Abfallmengen sollte jedenfalls mit dem vorgeschlagenen Indikator für die Materialintensität<sup>138</sup> kompatibel sein. Ein detaillierter Vorschlag für die konzeptive Einbindung von Gesamtabfallmengen in verursacherbezogene Materialbilanzrechnungen konnte im Rahmen des Projekts nicht geleistet werden.

## **6. MODELLE ZUR ENTWICKLUNG VON UMWELTINDIKATOREN AUS EMISSIONSDATEN**

### **6.1. EINLEITUNG**

Um aus der Fülle an Emissionsdaten, die für ein Umweltsatellitensystem zur VGR a priori erhoben werden müssten, zu einigen wenigen Kennzahlen zu kommen, die die Umweltbelastungen eines Betriebes bzw. einer Branche beschreiben, müssen die Daten aggregiert und normiert werden. Datenaggregation und Normierungen sind auch bei vergleichenden Produktbewertungen, insbesondere bei der Öko-Bilanz, von Nutzen und wurden teilweise dort entwickelt. Dort dienen sie vor allem dazu, Vergleichbarkeit zwischen unterschiedlichen Umweltbelastungen herzustellen.

---

<sup>137</sup>) vgl. Interuniversitäres Forschungsinstitut für Fernstudien – AG Soziale Ökologie, Österreichisches Ökologie-Institut für Angewandte Umweltforschung (Hg.), Verursacherbezogene Umweltinformationen, S.118f

<sup>138</sup>) s. Endbericht Teil V

Im folgenden sollen verschiedene Bewertungsmodelle vorgestellt und im Hinblick auf ihre Aussagefähigkeit (Korrelation mit Umweltschäden), ihre konzeptuelle Reife und ihr Aggregationsvermögen beurteilt werden. Zunächst werden verschiedene Modelle am Beispiel von Abwasseremissionen diskutiert. Daran anschließend werden Modelle zur Berechnung des "Global Warming Potential" (GWP) und des "Ozone Depletion Potential" (ODP) vorgestellt.

Grundsätzlich unterscheiden wir zwischen Summenparametern und Effektparametern:

#### 1. Summenparameter

sind nach chemischer Verwandtschaft aggregierte Emissionsdaten (angegeben als Fracht in Masse/Zeiteinheit), die in einem Analyseschritt bestimmt werden und sich daher nicht mehr disaggregieren lassen.

#### 2. Effektparameter

sind nach Wirkungspotentialen aggregierte Emissionsdaten (angegeben als Summe von Masse x Wirkungskoeffizient / Zeiteinheit) oder Indikatorsubstanzen.

##### 2.1. Aggregation nach ökotoxikologischen Kriterien

##### 2.2. Aggregation nach ökotoxikologischen und politischen Kriterien

##### 2.3. Indikatoren für spezifische Schädigungsprozesse.

## 6.2. MESSUNG VON SUMMENPARAMETERN UND ZUSAMMENFASSUNG NACH CHEMISCHEN STOFFGRUPPEN

In vielen gesetzlichen Regelungen werden oft keine Einzelsubstanzen festgeschrieben, sondern Summen- bzw. Gruppenparameter. Bezüglich Abwasser sind hier vor allem CSB, TOC, BSB, AOX, gesamt Stickstoffgehalt und gesamt Phosphatgehalt zu nennen. Der Bestimmung von Summenparametern kommt in der Praxis große Bedeutung zu, weil die Erfassung von Einzelstoffen zu aufwendig wäre.<sup>139</sup>

---

<sup>139</sup> Weltweit werden zur Zeit zwischen 65 000 und 100 000 verschiedene Chemikalien kommerziell produziert und gelangen zumindest teilweise in die die Umwelt. (Streit B. 1991, S.X) Eine praktikable Beschreibung von Emissionen, muß sich daher zwangsläufig auf die analytische Erfassung von Summen- und Gruppenparametern konzentrieren und Einzelsubstanzen nur in Hinblick auf spezielle Fragestellungen messen. (vgl. Hütter L. 1988, S.95)

Tab.6.1. Summenparameter für Abwasser.<sup>140</sup>

Tabelle 11-4: Methoden zur Konzentrationsbestimmung von Schadstoffen im Abwasser			
Kenngroße	experimentelle Methode	Konzentrationsangabe	erfaßte Schadstoffgruppen
BSB <sub>5</sub>	Oxidation durch aerobe Mikroorganismen	mg O <sub>2</sub> /l	1
CSB	Oxidation mit K-Dichromat	mg O <sub>2</sub> /l	1+2+3+5+6
TOC	kat. Verbrennung	mg C/l	1+2+5+6
DOC	kat. Verbrennung	mg C/l	1+2
AOX	Adsorption an Aktivkohle	µg X/l	6
N <sub>ges.</sub>	Farbstoffreaktion, photometrisch	mg N/l	3+4
P <sub>ges.</sub>	Fällung	mg P/l	7

Bezeichnung der Schadstoffgruppen:

- 1 = biologisch leicht abbaubare, gelöste, kohlenstoffhaltige Verbindungen
- 2 = biologisch schwer abbaubare, gelöste, kohlenstoffhaltige Verbindungen
- 3 = NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-Stickstoff
- 4 = NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-Stickstoff
- 5 = kolloidal gelöste und sedimentierbare organische Feststoffpartikel
- 6 = organische Halogenverbindungen (X = F, Cl, Br, J)
- 7 = Phosphate

Wesentlich für die Beurteilung der ökotoxikologischen Aussagekraft von Summenparametern ist die Tatsache, daß es sich hierbei um Daten handelt, die nur nach chemisch/physikalischen Kriterien aggregiert wurden. Da die chemischen Verbindungsklassen, die durch Summenparameter dargestellt werden, typischerweise sehr umfassend und heterogen sind, lassen sich nur qualitative Aussagen in Bezug auf ökotoxikologische Eigenschaften treffen.

So ist z.B. der AOX ein Mengenmaß für absorbierbare organische Halogenverbindungen. Diese sind meist äußerst persistent und toxisch. Stark AOX-belastete Abwässer stellen eine permanente Umweltgefahr dar. Der AOX-Wert erlaubt allerdings keine quantitativen Rückschlüsse auf die Toxizität und Persistenz des Abwassers, da sich die einzelnen Verbindungen, die durch den AOX erfaßt werden, doch erheblich unterscheiden. Ein gutes Beispiel dafür liefert die Zellstoffindustrie. Verschiedene Bleichverfahren liefern Abwässer, die sich hinsichtlich ihrer Toxizität stark voneinander unterscheiden, deren AOX-Belastung aber

<sup>140)</sup> Heintz A., Reinhardt C., a.a.o., Braunschweig 1990, S.260

durchaus ähnlich sein kann.<sup>141</sup> Umweltpolitisch besteht die Gefahr, daß durch Festbeschreibung eines Summenparameters, ohne Berücksichtigung spezifischer Bedingungen (das sind z.B: spezielle Verfahrensbedingungen, branchenspezifische Bedingungen, usw.), positive Entwicklungen nicht erkannt und vielleicht sogar Fehlentwicklungen gefördert werden.

Noch ein anderes Beispiel: Die Methylenblaumethode gibt als Summenparameter die Belastung des Abwassers mit anionischen Tensiden wieder. Der Parameter gibt die vorhandene Menge an oberflächenaktivem Tensid an und spiegelt so die Teilabbaubarkeit wieder, sagt aber nichts aus über die Toxizität der einzelnen Verbindungen. So kann ein "schwach" belastetes Gewässer äußerst toxisch sein und in der Umwelt vielleicht einen um ein Vielfaches höheren Schaden anrichten als ein "stark" belastetes. Ebenso sagt der Parameter nichts aus über die Totalabbaubarkeit (vollständige Zerlegung in CO<sub>2</sub> und H<sub>2</sub>O) der Tenside im Abwasser.

Andererseits ermöglichen bestimmte Summenparameter Rückschlüsse auf sehr spezielle umweltrelevante Eigenschaften. So läßt sich z.B. durch das Verhältnis von CSB zu BSB<sub>5</sub> die biologische Abbaubarkeit der organischen Fracht charakterisieren<sup>142</sup> und AOX-Werte sind immer auch Indikatoren für anthropogen verursachten Stoffeintrag, da halogenierte organische Verbindungen in der Natur kaum vorkommen.

Ingesamt haben jedoch chemische Summenparameter geringe ökotoxikologische Aussagekraft, mit Ausnahme des BSB<sub>5</sub>. Der BSB<sub>5</sub> ist ein Maß für den biochemischen Sauerstoffbedarf innerhalb von 5 Tagen, d.h. er aggregiert Stoffe nicht nur nach chemischer, sondern auch nach biologischer Verwandtschaft. Somit ist er auch ein Maß für die tatsächliche sauerstoffzehrende Wirkung von Emissionen. Die Sauerstoffsättigung ist wiederum eine entscheidende Voraussetzung für die Selbstreinigungskapazität von Gewässern (vgl. Exkurs in Kap.3). Der BSB<sub>5</sub> kann also auch als Effektparameter interpretiert werden. Er wäre nach der vorgeschlagenen Systematik ein Indikator für Sauerstoffentzug.

### 6.3. EFFEKTPARAMETER

Unter Effektparametern verstehen wir Meßgrößen, die quantitative Aussagen über bestimmte, durch Emissionen verursachte Schädigungsprozesse erlauben sollen.

---

<sup>141</sup>) Vogel W., Chovanec A., 1989, S.8

<sup>142</sup>) Umweltbundesamt, a.a.o., Wien 1990, S.13

### 6.3.1. AGGREGATION NACH ÖKOTOXIKOLOGISCHEN KRITERIEN

Nach Klöpfer sind zur Beurteilung der ökotoxikologischen Eigenschaften von chemischen Verbindungen folgende Kriterien relevant:<sup>143</sup>

- Menge (Eintrag in die Umwelt)
- Mobilität (Verteilungstendenz)
- Persistenz
- Akkumulierbarkeit
- Schadwirkung (direkte und indirekte)

Der konventionelle Ansatz, Emissionen darzustellen, besteht in der Angabe von Mengen – als Konzentration (Masse/Volumen) oder als Fracht (Masse/Zeiteinheit). Zur Quantifizierung der übrigen ökotoxikologischen Eigenschaften existieren verschiedene experimentelle Methoden, die in Tabelle 6.2. diskutiert werden.

Die Werte, die sich für einzelne Verbindungen bezüglich Toxizität, Persistenz, Akkumulierbarkeit etc. ermitteln lassen, können als Wirkungskoeffizienten interpretiert werden. Die Bestimmung von Wirkungskoeffizienten würde folgendes ermöglichen:

- Den einzelnen Schadstoffen könnte ein Schadenspotential zugeordnet werden.
- Damit wäre eine vergleichende Bewertung von Stoffen mit unterschiedlichen ökotoxikologischen Eigenschaften möglich.
- Weiters ist eine Aggregation nach ökotoxikologischen Kriterien möglich, zumindest bei allen Emissionsdaten, für die sich solche Wirkungskoeffizienten bestimmen lassen.

Grenzen und Schwierigkeiten dieses Konzepts sind einerseits durch Probleme der Meßmethodik bedingt. Andererseits bleibt die Darstellung komplexer ökologischer Prozesse durch notwendigerweise stark vereinfachende, pragmatische Modelle überprüfungswürdig. Im einzelnen ergeben sich v.a. folgende Kritikpunkte:

- Für wichtige ökotoxikologische Eigenschaften steht keine umfassende Meßmethodik zur Verfügung (z.B. Toxizität)
- Die relative Bedeutung der verschiedenen Kriterien ist umstritten.
- Die meisten Wirkungskoeffizienten lassen sich nur für Einzelstoffe sinnvoll bestimmen.

---

<sup>143</sup>) Klöpfer W.,a.a.o., 1989, S.43

Tab.6.2. Methoden zur Quantifizierung ökotoxikologischer Eigenschaften

Kriterium	Meßbar als:	Bemerkungen
Menge	Konzentration Fracht	Die Emission kann im allgemeinen leicht festgestellt werden. Wesentlich für die Schädwirkung eines Stoffes ist allerdings in welchem Compartment (Luft, Wasser, Klärschlamm, Sediment, usw.) er in welcher Menge vorliegt. Dies kann über Verteilungskoeffizienten abgeschätzt werden.
Mobilität	Wasserlöslichkeit Dampfdruck Verdunstungszahl Adsorbierbarkeit u.a.	Die Mobilität einer Chemikalie in der Umwelt kann nur durch die Angabe einer Reihe physikalisch-chemischer Eigenschaften wiedergegeben werden. Eine Reduktion auf eine Stoffeigenschaft, die angenähert die Mobilität einer Substanz beschreibt ist nicht möglich.
Persistenz	biologische Halbwertszeit chemische Lebensdauer Verhältnis BSB/CSB	Die Angabe der Persistenz ist nur bei prinzipiell abbaubaren Verbindungen – also organischen Verbindungen – möglich. Nicht abbaubare Verbindungen wie z.B. Metalle können zwar "dakiviert" werden, aber stets auch wieder mobilisiert werden.
Akkumulierbarkeit	Bioakkumulationsfaktor Biokonzentrationsfaktor n-Octanol/Wasser-Verteilungskoeffizient	Wie bei den Toxizitätsangaben beziehen sich die Stoffdaten Bioakkumulationsfaktor und Biokonzentrationsfaktor auf ein bestimmtes Bezugsindividuum.
Schadwirkung	LD <sub>50</sub> verschiedene andere Effektkonzentrationen (z.B. no observed effect level, Hemmung des Zellwachstums) Mutagenität nach Ames-Test	Toxizitätsangaben beziehen sich im allgemeinen auf ein bestimmtes Versuchstier. Tatsächlich reagieren allerdings verschiedene Individuen äußerst unterschiedlich auf einen Stoff. Synergistische Effekte zwischen verschiedenen Umweltchemikalien werden durch diese Toxizitätsangabe völlig außer Acht gelassen. In der Praxis treten immer mehrere Umweltchemikalien gleichzeitig auf und somit sind immer synergistische Effekte gegeben.

Im folgenden werden einige konkrete Ansätze zur Entwicklung von Effektparametern durch Datenaggregation nach ökotoxikologischen Kriterien diskutiert. Diese Modelle beziehen nur ein einziges Umweltkriterium mit ein; lediglich die Bewertung mit der Wassergefährdungszahl beinhaltet bereits als relevante Umweltkriterien die Persistenz und die Toxizität.

### Aggregation nach Toxizität

Ein möglicher Ansatz für die Berechnung eines Effektparameters wäre hier die Summierung der Produkte aus emittierter Menge mal Toxizitätsmaß der einzelnen Emissionen:

$$EP_T = \sum (E_i * T_i)$$

EP<sub>T</sub>...Effektparameter Toxizität

E<sub>i</sub>...Emission [kg/a]

T<sub>i</sub>...Toxizitätsmaß...1/LD<sub>50</sub>

Der Wirkungskoeffizient ist hier ein Toxizitätsmaß; z.B. der LD<sub>50</sub>- Kehrwert oder Toxizitäts-äquivalente etc. Diese Zusammenfassung und Bewertung ist für alle toxischen Einzelstoffe möglich. Nicht erfaßt werden können damit eutrophierende Stoffe. In Bezug auf die Schadstoffliste wäre damit die Zusammenfassung und Bewertung aller Metalle, der Cyanide und evt. der Phenole möglich.

Tab.6.3. Toxizitätsäquivalente am Beispiel der Dioxine<sup>144</sup>

Kongener	Inter- national	Schweiz	Skandi- navien	BGA	EPA	Eadon
	1988 /50/	1988 /51/	1988 /52/	1985 /53/	1985 /54/	1982 /54/
-2,3,7,8-TetraCDD	1	1	1	1	1	1
-1,2,3,7,8-PentaCDD	0,5	0,4	0,5	0,1	0,2	1,0
-1,2,3,4,7,8-HexaCDD	0,1	0,1	0,1	0,1	0,04	0,03
-1,2,3,6,7,8-HexaCDD	0,1	0,1	0,1	0,1	0,04	0,03
-1,2,3,7,8,9-HexaCDD	0,1	0,1	0,1	0,1	0,04	0,03
-1,2,3,4,6,7,8-HeptaCDD	0,01	0,01	0,01	0,01	0	0
OctaCDD	0,001	0,001	0,001	0,001	0	0
-2,3,7,8-TetraCDF	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,33
-1,2,3,7,8-PentaCDF	0,05	0,01	0,01	0,1	0,1	0,33
-2,3,4,7,8-PentaCDF	0,5	0,4	0,5	0,1	0,1	0,33
-1,2,3,4,7,8-HexaCDF	0,1	0,1	0,1	0,1	0,01	0,01
-1,2,3,6,7,8-HexaCDF	0,1	0,1	0,1	0,1	0,01	0,01
-1,2,3,7,8,9-HexaCDF	0,1	0,1	0,1	0,1	0,01	0,01
-2,3,4,6,7,8-HexaCDF	0,1	0,1	0,1	0,1	0,01	0,01
-1,2,3,4,6,7,8-HeptaCDF	0,01	0,01	0,01	0,01	0,001	0
-1,2,3,4,7,8,9-HeptaCDF	0,01	0,01	0,01	0,01	0,001	0
OctaCDF	0,001	0,001	0,001	0,001	0	0
nicht 2,3,7,8-substituierte PCDD/PCDF	0	0	0	0,001-0,01	0 - 0,01	0

<sup>144</sup>) VDI Berichte 745, Bd.1 und 2, Halogenierte organische Verbindungen in der Umwelt, Düsseldorf 1989, S.958

### Aggregation nach Persistenz

Hier könnte ein Effektparameter als Summe der Produkte aus emittierter Menge mal chemischer Lebensdauer der einzelnen Emissionen angesetzt werden:

$$EP_p = \sum (E_i * \tau_i)$$

EP<sub>p</sub>...Effektparameter Persistenz

E<sub>i</sub>...Emission [kg/a]

τ<sub>i</sub>...chemische Lebensdauer [a]

Aufgrund der geringen biologischen Abbaubarkeit stellen persistente Stoffe, unabhängig von ihrer akuten Toxizität, ein langfristiges Umweltrisiko dar. Persistenz wird daher von manchen Autoren als das zentrale Kriterium für die Beurteilung des Schadenspotentials eines Stoffes angesehen.<sup>145</sup>

Persistenzdaten liegen ebenso wie Toxizitätsdaten für sehr viele Umweltchemikalien vor. Sie lassen sich prinzipiell für alle chemischen Verbindungen ermitteln, nicht jedoch für Elemente wie z.B. Schwermetalle (eine Ausnahme bilden radioaktive Elemente). Allerdings lassen sich Persistenzwerte nur Einzelstoffen zuordnen. Die Daten der vorgeschlagenen Schadstofflisten (siehe Kap.4) können daher z.T. nicht nach diesem Modell aggregiert werden. Die folgende Tabelle enthält beispielhaft Persistenzdaten für verschiedene Fluor-Chlor-Kohlenwasserstoffe.

---

<sup>145</sup>) vgl. Klöpfer W., a.a.o., 1989, S.54

Tab.6.4. Lebensdauer, Weltverbrauch und Ozonabbaubarkeit von FCKW<sup>146</sup>

Ozonabbaupotential, Lebensdauer und Weltverbrauch der verschiedenen FCKW's:					
Verbindung	Formel	Molekulargewicht	Lebensdauer (Jahre)	Weltverbrauch (1000t/Jahr)	Ozonabbaupotential
F- 11	(CFC1 <sub>1</sub> )	137.5	65	342	1.00
F- 12	(CF <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> )	121	130	444	1.00
Tetrachlorkohlenstoff	(CCl <sub>4</sub> )	154	50	1029	1.06
F-113	(C <sub>2</sub> F <sub>3</sub> Cl <sub>3</sub> )	187.5	90	163	0.78
F-114	(C <sub>2</sub> F <sub>4</sub> Cl <sub>2</sub> )	171	180	-	1.10
F-115	(C <sub>2</sub> F <sub>5</sub> Cl)	154.5	380	-	0.60
F- 22	(CHF <sub>2</sub> Cl)	86.5	20	207	0.05
Methylchloroform	(C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> Cl)	133.5	7.0	545	0.10
Methylenchlorid	(CH <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> )	85	0.28	-	3x10 <sup>-3</sup>
Halon 1301	(CBrF <sub>3</sub> )	149	110	10	11.4
Halon 1211	(CF <sub>2</sub> BrCl)	165.5	25	10	5
Halon 2402	(C <sub>2</sub> F <sub>4</sub> Br <sub>2</sub> )	260	derzeit unbekannt	derzeit gering	noch zu bestimmen

<sup>146</sup>) Bundeskanzleramt, Ergänzter Bericht über die beabsichtigten Sofortmaßnahmen der Bundesregierung zur Verwendungsbeschränkung von Fluor-Chlor-Kohlenwasserstoffen in allen Bereichen, insbes. in Spraydosen, III-47(neu) der Beilagen zu den Stenographischen Protokollen des Nationalrates XVII.GP, Wien 1988

### Aggregation nach Bioakkumulierbarkeit

Der Ansatz müßte hier analog zur Toxizität aussehen, anstatt eines Toxizitätsmaßes wird ein Maß für die Akkumulierbarkeit genommen, z.B. der Biokonzentrationsfaktor:

$$EP_A = \Sigma (E_i * BCF_i)$$

EP<sub>A</sub>....Effektparameter Bioakkumulierbarkeit

E<sub>i</sub>.....Emission [kg/a]

BCF<sub>i</sub>...Biokonzentrationsfaktor

**Tab.6.5. Bioakkumulation**

Nr.	C H E M I K A L I E	BAF <sub>L</sub> <sup>a</sup>
1	2,2-DICHLORPROPIONSÄURE	0,08
2	ANILIN	0,09
3	METHYLBROMID	0,09
4	PENTACHLORPHENOL (PCP)	0,4
5	LINDAN (γ-HCH)	1,3
6	α-HEXACHLORCYCLOHEXAN (α-HCH)	3,4
7	β-HEXACHLORCYCLOHEXAN (β-HCH)	9,3
8	HEPTACHLOREPOXID	7,6
9	DIELDRIN (HEOD)	5,9
10	HEPTACHLOR	11,9
11	HEXACHLORBENZOL (HCB)	10,8
12	ALDRIN	9,7
13	2,2',5,5'-TETRACHLORBIPHENYL	5,9
14	1,1-DICHLOR-2,2-bis(p-CHLORPHENYL)ETHYLEN	10,9
15a	2,3,7,8-TETRACHLORDIBENZO-p-DIOXIN (TCDD)	12,2 <sup>b</sup>
15b		10,0 <sup>c</sup>
16	MIREX	7,3
17	2,4,5,2',4',5'-HEXACHLORBIPHENYL	6,0
18	2,3,4,2',4',5'-HEXACHLORBIPHENYL	5,4
19	2,3,4,5,2',4',5'-HEPTACHLORBIPHENYL	5,4
20	2,3,4,5,2',3',4',5'-OCTACHLORBIPHENYL	3,7
21	2,3,4,5,6,2',3',4',5'-NONACHLORBIPHENYL	4,0
22	CYPERMETHRIN	0,07
23	TOXAPHEN (CHLORIERTES CAMPHEN)	0,32
24	AROCLOR 1254 (PCB-MISCHUNG mit 54 % Cl)	4,5
25	POLYBROMIERTE BIPHENYL-MISCHUNG (PBB)	4,4

a) BAF<sub>L</sub> = Bioakkumulationsfaktor (auf Milchfett bezogen)  
 b) Kuhmilch c) Ziegenmilch

### **Aggregation nach Wassergefährdungszahl**

Ein weiterer Ansatz zur Ermittlung von Effektparametern für die Umweltgefährdung durch Emissionen könnte auf der Wassergefährdungszahl (WGZ) beruhen. Dabei würde der Effektparameter analog zu den vorhergehenden ermittelt:

$$EP_w = \sum E_i * WGZ_i$$

EP<sub>w</sub>...Effektparameter Wassergefährdung

E<sub>i</sub>.....Emission [kg/a]

WGZ<sub>i</sub>...Wassergefährdungszahl

Dieser Ansatz hat den Vorteil, daß er vergleichsweise praktikabel ist, da für sehr viele Stoffe Wassergefährdungszahlen vorliegen. Nachdem in die WGZ sowohl mehrere Toxizitätswerte, als auch Persistenzdaten einfließen, kann dieses Modell umfassender als die oben besprochenen Modelle Schädigungsprozesse abbilden. Gleichzeitig wird durch einen zusätzlichen Abstraktionsschritt (nämlich die Transformation von verschiedenen Testergebnissen in ein Zahlensystem) die Genauigkeit der Methode verringert.

### **6.3.2. AGGREGATION NACH ÖKOLOGISCHEN UND POLITISCHEN KRITERIEN**

Für diese Modelle werden Wirkungskoeffizienten herangezogen, die als gesetzliche Emissionsgrenzwerte (wie bei der kritischen Luft- und Wassermenge) oder als "maximale tolerierbare Emission" (wie beim kritischen Fluß) definiert sind. In die Grenzwertfestlegung fließen neben naturwissenschaftlichen Überlegungen auch politische Rahmenbedingungen mit ein. Gemeinsam ist diesen Modellen, daß ihnen ein gesellschaftlicher Minimalkonsens über das Schädigungspotential einzelner Stoffgruppen zugrundeliegt. Sie haben daher im Vergleich zu den bisher besprochenen Modellen geringere naturwissenschaftliche Relevanz, sind jedoch andererseits leichter zu operationalisieren.

Zwei Ansätze, die bei der Erstellung von Ökobilanzen entwickelt wurden und bereits praktisch angewendet werden, sollen im folgenden näher beschrieben werden.

### Der Ansatz der kritischen Luft- und Wassermengen<sup>147</sup>

Mit diesem Ansatz kann ein Effektparameter berechnet werden, der die gesamte Umweltbelastung in einem Medium (Luft, Wasser) darstellt. Der Wert wird berechnet, indem gemessene oder geschätzte Einzelemissionen nach ihrem Schadenspotential gewichtet werden. Als Wirkungskoeffizienten werden gesetzliche Grenzwerte herangezogen. Dabei wird die kühne Annahme getroffen, daß die Höhe des Grenzwertes die Umweltrelevanz eines Stoffes widerspiegelt. Mathematisch formuliert lautet der Ansatz:

$$EP_{KL(KW)} = \Sigma (E_i / GW_i)$$

$EP_{KL(KW)}$ ...Effektparameter Kritische Luft-[m<sup>3</sup>] bzw. Abwassermenge [Nm<sup>3</sup>],

$E_i$ .....Emission [kg/a]

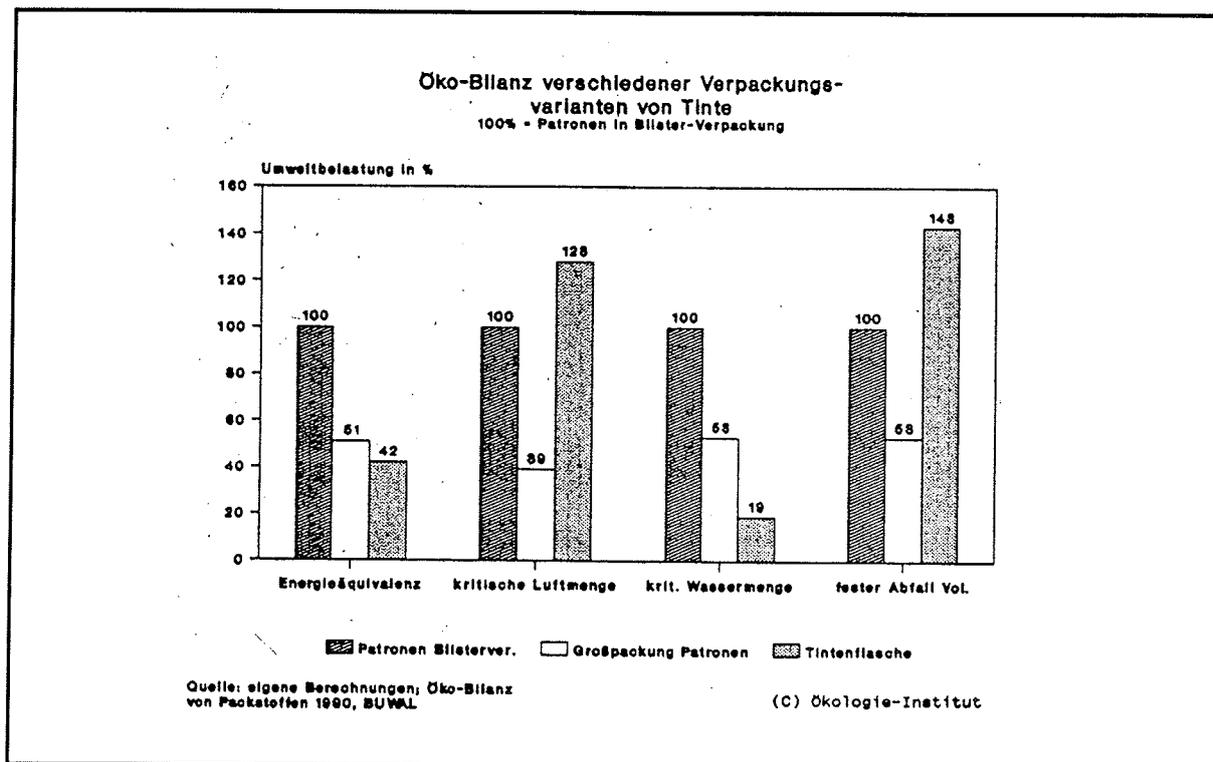
$GW_i$ .....Grenzwert eines Stoffes im betreffenden Medium, angegeben als Konzentration [kg/Nm<sup>3</sup>],[kg/m<sup>3</sup>]

Die Kennzahl kann auch dahingehend interpretiert werden, daß sie diejenige Luft- bzw. Wassermenge angibt, die notwendig wäre, um die Emissionen auf das gesetzlich erlaubte Maß zu verdünnen.

Die Berechnung der kritischen Luft- und Abwassermengen ist für alle Schadstoffe möglich, für die ein gesetzlicher Grenzwert existiert. Wenn für einen bestimmten Stoff kein Grenzwert existiert, könnte z.B. auch mit einem Grenzwert aus einem anderen Land gearbeitet werden. In die Berechnung dieses Effektparameters werden nicht nur Einzelstoffdaten miteinbezogen, sondern ebenso Summenparameter.

---

<sup>147)</sup> vgl. Bundesamt für Umweltschutz (Hg.), Oekobilanzen von Packstoffen, in: Schriftenreihe Umweltschutz Nr.24, Bern 1984

Tab.6.6. Ökobilanzen verschiedener Verpackungsvarianten von Tinte<sup>148</sup>

### Der Ansatz mit Ökopunkten<sup>149</sup>

Entwickelt wurde dieser Ansatz in der Schweiz. Dort wurden anzustrebende höchstzulässige Emissionsmengen ("Kritischer Fluß") als Zielvorgabe für einige Schadstoffe festgelegt. Für Österreich existieren solche Vorgaben nicht. Um mit diesem Ansatz arbeiten zu können, müßten entweder ebensolche Vorgaben entwickelt oder Richtlinien aus anderen Ländern adaptiert werden.

Die Gewichtung der einzelnen Emissionen erfolgt hier durch den "kritischen Fluß". Dieser ist definiert als maximale Belastungsmenge des betreffenden Schadstoffes, welche in den betroffenen Ökosystemen noch keine irreversiblen Schäden bewirkt. Da es für die Ermittlung eines so definierten "kritischen Flusses" keine naturwissenschaftlichen Modelle gibt, muß dieser Wert als gesellschaftlicher Konsens über die maximal tolerierbare Menge von Schadstoffen interpretiert werden.

<sup>148</sup>) Kellner J., Seitenblicke im Büro, in: Notizen – Höchstzeitschrift des Österreichischen Ökologie-Instituts 04/91, S.12

<sup>149</sup>) vgl. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (Hg.), Methodik für Ökobilanzen, Bern 1990

In BUWAL 1990 wird der "kritische Fluß" gewichtet. Anschließend werden alle Emissionen (Luft, Wasser, Abfall) zu einer einzigen Kennzahl – den Ökopunkten – zusammengefaßt. Die Gewichtung erfolgt über den Begriff der Knappheit, der als Verhältnis zwischen der tatsächlichen Nutzung bzw. Belastbarkeit eines Gutes und der maximal zulässigen Nutzung bzw. Belastbarkeit definiert wird.

Unter Verwendung des "kritischen Flusses" als Wirkungskoeffizient läßt sich analog zu obigen Beispielen ein Effektparameter "Kritischer Fluß" berechnen:

$$EP_{KF} = \Sigma (E_i / KF)$$

$EP_{KF}$ ...Effektparameter Kritischer Fluß

$E_i$ .....Emission [kg/a]

KF.....Kritischer Fluß [kg]

Insgesamt zeigen die bis jetzt diskutierten Modelle zur Aggregation von Emissionsdaten zwei gegenläufige Tendenzen. Machbarkeit und Aggregationsniveau werden durchwegs mit einem Verlust an öko-toxikologischer Aussagekraft erreicht (Beispiele: Kritische Wassermenge, Kritischer Fluß). Umgekehrt erwiesen sich Ansätze mit wissenschaftlich fundierteren Daten (Beispiele: Persistenz, Bioakkumulierbarkeit) als relativ aufwendige Modelle mit geringem Aggregationsniveau.

## 6.4. INDIKATOREN FÜR SPEZIFISCHE SCHÄDIGUNGSPROZESSE

### 6.4.1. INDIKATOREN FÜR OZONSCHICHT- UND KLIMAWIRKSAME GASE

#### Ozonwirksame Gase

Mit Hilfe von Modellrechnungen kann abgeschätzt werden, wie stark die verschiedenen ozonwirksamen Substanzen zur Zerstörung der Ozonschicht beitragen. Die entsprechende Maßzahl heißt "relative Ozonwirksamkeit", englisch "ozone depletion potential" (ODP). Das ODP wird üblicherweise mit Hilfe eines eindimensionalen Modells ermittelt, wobei FCKW-11 als Be-

zugsgröße = 1 gesetzt wird; alle anderen Substanzen werden jeweils dazu in Relation gesetzt.<sup>150</sup> Zur Berechnung werden dabei die Anzahl der Chloratome, denen beim Ozonabbau zentrale Bedeutung beikommt, die Masse und die Lebensdauer einer Substanz herangezogen.<sup>151</sup> Wichtig ist, im Auge zu behalten, daß diese Zahlen Ergebnisse von Modellberechnungen sind, sodaß neue Erkenntnisse zu Neubewertungen führen können. So gibt es etwa Hinweise, daß die sehr niedrige Bewertung von H-FCKW-22 nicht dem tatsächlichen Ozon-Gefährdungspotential dieser Substanz entspricht, was deswegen von Bedeutung ist, weil versucht wird, diesen Stoff als Ersatzstoff für FCKW-11 und FCKW-12 zu etablieren.<sup>152</sup> Beim Bekanntwerden neuer Gewichtungsfaktoren werden die Werte entsprechend anzupassen sein.

Die ODP-Werte sind in der Literatur gewissen Schwankungen unterworfen, die jedoch nur bei wenigen Substanzen ins Gewicht fallen. Ob es notwendig ist, alle Stoffe der Liste in das Informationssystem aufzunehmen, hängt davon ab, ob sie in Österreich in relevanten Mengen verbraucht werden, bzw. ob sie mögliche Ersatzstoffe für FCKW-11 oder FCKW-12 darstellen können. Diese Frage wurde nicht untersucht.

---

<sup>150</sup>) Enquetekommission Vorsorge zum Schutz der Erdatmosphäre, Erster Zwischenbericht der Enquete-Kommission. Deutscher Bundestag Drucksache Nr. 11/3246, 1988, S.81

<sup>151</sup>) Griebhammer R., Hey Ch., Hennieke P., Kalberlah F., Ozonloch und Treibhauseffekt, Reinbek 1989, S.20

<sup>152</sup>) Griebhammer R., Hey Ch., Hennieke P., Kalberlah F., a.a.o., Reinbek 1989, S.53-59

**Tab.6.6. Relative Ozonwirksamkeit verschiedener Substanzen bezogen auf die emittierte Masse, ODP von FCKW-11 = 1**

Quelle	1	2	3	4
<b>ECKW (vollhalogenierte Fluor-Chlor-Kohlenwasserstoffe)</b>				
FCKW-11	1,0	1,0	1,0	1,0
FCKW-12	1,0	1 (1,1)	0,9-1,0	0,86 (1,0)
FCKW-13	0,45	-		
FCKW-112	0,96			
FCKW-113	0,8	0,9 (0,8)	0,8-0,9	0,93 (0,8)
FCKW-114	1,0	0,8 (-)	0,6-0,8	0,82 (1,0)
FCKW-115	0,6	0,2 (0,6)	0,3-0,5	0,4 (0,6)
<b>H-FCKW (teilhalogenierte Fluor-Chlor-Kohlenwasserstoffe)</b>				
H-FCKW-21	0,05			
H-FCKW-22	0,05	0,05 - (0,08)	0,04-0,06	0,038
H-FCKW-123	0,01	0,013-0,022	0,013-0,022	
H-FCKW-124	0,02	0,016-0,024	0,016-0,024	
H-FCKW-132b	0,05			
H-FCKW-133a	0,05			
H-FCKW-141b	0,09	0,07-0,11		
H-FCKW-142b	0,06	0,05-0,06		
H-FCKW-225ca	0,08			
H-FCKW-225cb	0,08			
<b>HALONE (Wirksamkeit hängt von vorhandener Cl-Menge ab, Grundlage: etwa heutige Werte)</b>				
Halon 1301 (11,4)	10	8	7,8-13,2	9,82
Halon 1211	3	3	2,2-3,0	3,94 (2,7)
Halon 2402	6	5,0-6,2	6,55 (5,6)	
<b>CKW (chlorierte Kohlenwasserstoffe)</b>				
Methylchloroform	0,15	0,10-0,16	0,13	
Tetrachlorkohlenstoff	1,2 (1)	1,0-1,2	1,19	

## Klimawirksame Gase

Der Beitrag verschiedener Spurengase zum Treibhauseffekt wird durch eine Maßzahl für die relative Klimawirksamkeit, "Global Warming Potential" (GWP), ausgedrückt. Auch diese Daten beruhen auf Modellberechnungen und sind wissenschaftlich noch wenig abgesichert, unumstritten sind allerdings die Größenordnungen.<sup>153</sup> Auch in diesem Bereich wird es nötig sein, beim Bekanntwerden neuer Ergebnisse die Gewichtungsfaktoren anzupassen.

Die GWPs sind stark von der atmosphärischen Lebensdauer der Stoffe abhängig. Übliche Bezugsgrößen sind 20, 100 und 500 Jahre. Bei langlebigen Substanzen liegt der GWP<sub>100</sub>-Wert

<sup>153</sup>) vgl. Hackl A.E., Vitovec W., Orthofer R., Bauer I., Bestandsaufnahme - Anthropogene Klimaänderungen: Mögliche Auswirkungen auf Österreich - Mögliche Maßnahmen in Österreich, hg.v. Akademie der Wissenschaften, Wien 1991

über dem  $GWP_{20}$ -Wert, bei kurzlebigen kann er darunter liegen; der Unterschied der beiden Werte ist z.T. beträchtlich. Auf welchen man sich im Endeffekt einigt, um alle Treibhausgasemissionen in einen Indikator zu integrieren, wird sicherlich eines Diskussionsprozesses bedürfen. Der  $GWP_{20}$ -Wert ist eher für die Bewertung kurzfristiger Maßnahmen geeignet, der  $GWP_{100}$ -Wert für langfristige.

In Tab.6.7. sind die  $GWP_{20}$ - und  $GWP_{100}$ -Werte für eine Reihe von Substanzen angegeben. Die Liste enthält eine Reihe von Substanzen nicht, für die in anderen Publikationen  $GWP$ -Werte angegeben werden.<sup>154</sup> Die Werte dieser Publikationen können aber nicht zur Ergänzung der Liste verwendet werden, da weder angegeben ist, für welchen Zeitraum sie gerechnet wurden, noch ob sie sich auf das Molekül  $CO_2$  oder auf die Masse beziehen.

---

<sup>154</sup>) Das betrifft: HFCKW-21, H-FCKW-132b, H-FCKW-133a, Tetrachlorkohlenstoff ( $CCl_4$ ) und Methylchloroform ( $CH_3CCl_3$ ). Diesbezügliche Werte sind in Wendrinsky J., Orthofer R., a.a.o., Seibersdorf 1990 und Rosemarin A., a.a.o., 1990 enthalten.

**Tab.6.7. Relative Klimawirksamkeit verschiedener Spurengase, berechnet über 20 und 100 Jahre bezogen auf die emittierte Masse,  $\text{CO}_2 = 1$** <sup>155</sup>

	GWP <sub>20</sub>	GWP <sub>100</sub>
CO <sub>2</sub>	1	1
N <sub>2</sub> O	270	290
CH <sub>4</sub>	63	21
CKW (Chlor-Kohlenwasserstoffe)		
Tetrachlormethan	1.900	1.300
1,1,1 Trichlorethan	350	100
sonstige CKW	?	?
FCKW (vollhalogenierte Fluor-Chlor-Kohlenwasserstoffe)		
FCKW-11	4.500	3.500
FCKW-12	7.100	7.300
FCKW-113	4.500	4.200
FCKW-114	6.000	6.900
FCKW-115	5.500	6.900
H-FCKW (teihalogenierte Fluor-Chlor-Kohlenwasserstoffe)		
H-FCKW-22	4.100	1.500
H-FCKW-123	310	85
H-FCKW-124	1.500	430
H-FCKW-141b	1.500	440
H-FCKW-142b	3.700	1.600
H-FKW (teihalogenierte Fluor-Kohlenwasserstoffe)		
H-FKW-125	4.700	2.500
H-FKW-134a	3.200	1.200
H-FKW-143a	4.500	2.900
H-FKW-152a	510	140
Halone		
Halon-1301	5.800	5.800
Halon-1211	?	?

## 6.4.2. INDIKATOREN FÜR SAUERSTOFFZEHRUNG UND EUTROPHIERUNG

Bestimmte Umweltschäden werden im wesentlichen nur durch eine einzige oder einige wenige Schadstoffgruppen hervorgerufen. So wird z. B. die Gewässereutrophierung zum überwiegenden Teil durch Phosphatmissionen hervorgerufen (vgl. Exkurs über ökologische Auswirkungen von Phosphatmissionen in Gewässern). Die Menge an emittiertem Phosphat

<sup>155</sup>) Hackl A.E., Vitovec W., Orthofer R., Bauer I., a.a.o., Wien 1991

kann demnach als Effektparameter für Eutrophierung angesehen werden. Desgleichen kann der BSB<sub>5</sub> als Effektparameter für Sauerstoffzehrung interpretiert werden (vgl. Kap.6.2).

Ein Vergleich von Indikatorsubstanzen wäre bei genügend belegter Korrelation zwischen Schadstoff und Umweltschädigung ein gut operationalisierbarer und aussagekräftiger Ansatz. Eine Datenaggregation wäre prinzipiell für alle Stoffe möglich, für die sich Wirkungäquivalente zur Indikatorsubstanz definieren lassen. Modelle, vergleichbar mit den oben beschriebenen zur Darstellung von ozonschicht- und klimawirksamen Gasen (ODP und GWP), existieren für Abwasseremissionen zur Zeit noch nicht.

## **7. EMPFEHLUNG FÜR EIN FORSCHUNGSPROGRAMM ZUR ENTWICKLUNG VON EMISSIONSKOEFFIZIENTEN**

Der Einsatz von Emissionskoeffizienten als integrierter Bestandteil von Emissionsschätzungen ist sehr unterschiedlich verbreitet. Das gegenwärtige Schwergewicht liegt im Bereich der Luftemissionen aus Verbrennungsprozessen.<sup>156</sup> Die Energiestatistik und die Kfz-Bestandsstatistik des ÖSTAT liefern die dafür erforderliche Datenbasis bezüglich der Bezugsmengen.

In den meisten anderen Bereichen liegt es bereits am Mangel des entsprechenden Datenmaterials über die Verbrauchsmengen der Bezugseinheiten (z.B. der Abwassermengen oder der festen Abfälle) und der Technologie-Verteilung, daß Emissionskoeffizienten bisher keine breitere Anwendung finden. Darüber hinaus fehlen für viele Bereiche die erforderlichen Analysen der Zusammenhänge zwischen Technik und Emissionsverhalten.

Nach Meinung verschiedener Experten ist ein systematischer Einsatz in anderen Bereichen dennoch möglich und erstrebenswert. Einzelne Stichprobenmessungen, exemplarische

---

<sup>156</sup>) BMHGI, Energiebericht und Energiekonzept 1984 der Österreichischen Bundesregierung, Wien 1984, S.64f; BMHGI, Energiebericht 1986 der österreichischen Bundesregierung, Wien 1986, S.34ff; BMWA, Energiebericht 1990 der Österreichischen Bundesregierung, Wien o.J., S.26ff; Ahamer G., Emissionsfaktoren zur Verwendung in Emissionskatastern, Diplomarbeit Aufbaustudium Technischer Umweltschutz, Graz 1989; Orthofer R./Urban G., Abschätzung der Emissionen von flüchtigen organischen Verbindungen in Österreich, hg. v. Österreichisches Forschungszentrum Seibersdorf, 1989; Orthofer R./Vesely A., Abschätzung von toxischen Emissionen (PCDD, PCDF, PAH, BaP) aus Verbrennungsprozessen in Österreich, hg.v. Österreichisches Forschungszentrum Seibersdorf, 1990; Klaasen Ger, Emissions of Ammonia in Europe, IIASA Working Paper, Laxenburg 1990

Schätzungen im Rahmen von Fallstudien und viel spezifisches (oft ungeschriebenes) Expertenwissen sind als notwendige Voraussetzung für die Bildung von Emissionskoeffizienten durchaus vorhanden. Dieses Know-How liegt jedoch weitgehend brach. Es ist nur sehr verstreut vorhanden, konzentriert sich auf wenige spezielle Problemfälle oder ist überhaupt nur inoffiziell oder gar nicht zugänglich.

Die Entwicklung von Emissionskoeffizienten ist daher nur im Rahmen eines mehrjährigen Forschungsprogramms sinnvoll, in das zahlreiche Institutionen und Personen mit Teilprojekten eingebunden sind. Der politische Wille zur Durchführung eines solchen Programms sollte sich aus der erklärten Absicht der österreichischen Bundesregierung ergeben, ein sogenanntes Umwelt-Satellitensystem zur inländischen VGR aufzubauen.

Emissionskoeffizienten bieten mehrere Vorteile. Sie sind

- billiger in ihrer Erstellung als andere Beobachtungssysteme (z.B. Emissionsmessungen, Verwaltungskontrolle),
- liefern relativ rasch Ergebnisse und
- sind für eine Vielzahl von Anwendungszwecken einsetzbar.

Die praktischen Anwendungsmöglichkeiten von Emissionskoeffizienten gehen weit über das geplante Umweltsatellitensystem hinaus:

- laufende Emissionsberichterstattung,
- integrierte Planung der Wechselwirkungen zwischen Ökonomie und Ökologie,
- laufende Maßnahmenkontrolle sowie
- Möglichkeiten der Simulation der Auswirkungen wirtschaftlicher Veränderungen im Rahmen von Input-Output-Modellen.

## **7.1. ZUR VERKNÜPFBARKEIT VON EMISSIONSKOEFFIZIENTEN MIT WIRTSCHAFTSDATEN**

Die ökonomische Theorie kennt das Modell der Produktionsfunktionen. Solche Funktionen verknüpfen Einsatzstoffe, Arbeit und Kapital mit den daraus hergestellten Produkten. Die Erzeugung von Schuhen etwa erfordert Leder, Kunststoffe, Energie, Arbeitszeit, Gebäude,

Werkzeuge usw. Zwischen den Quantitäten dieser Inputs (in Quadratmetern, Stunden, Stück usw.) und dem Output produzierter Schuhe bestehen Zusammenhänge. Genauso bestehen Zusammenhänge zwischen der Anzahl und Art der produzierten Schuhe oder der Menge an Einsatzstoffen und der Abfallmenge, der Menge der emittierten Lösungsmittel usw.

Auf der Basis naturwissenschaftlich-technischer Informationen können in gleicher Weise Produktionsfunktionen aufgestellt werden, die neben Einsatzstoffen, Arbeit, Kapital und den erzeugten Gütern und Dienstleistungen auch die Emissionen und andere Natureingriffe enthalten.

Emissionskoeffizienten oder auch Emissionsfaktoren sind eine Möglichkeit der algorithmischen Verknüpfung von Wirtschaftsdaten mit Emissionsdaten. Ein Emissionskoeffizient gibt an, welche Mengen an verschiedenen Emissionen durch eine bestimmte Aktivitätseinheit (z.B. die Erzeugung einer Kilowattstunde elektrischer Energie, die Reinigung eines Kilogramms Textilien, der Verbrauch von einem Liter Milch usw.) entstehen. Ein Emissionskoeffizient stellt eine ganz spezifische Beziehung zwischen Wirtschaftssystem und Umwelt dar, die prinzipiell folgendermaßen aussieht:

$$\begin{array}{l} \text{Menge der} \\ \text{Referenzeinheiten} \\ \text{(pro Zeitperiode)} \end{array} \times \frac{\begin{array}{l} \text{spezifische Emissionsmenge} \\ \text{-----} \\ \text{Referenzeinheit} \end{array}}{\text{Referenzeinheit}} = \begin{array}{l} \text{Schadstoff-Fracht} \\ \text{(pro Zeitperiode)} \end{array}$$

Die spezifische Emissionsmenge pro Bezugseinheit ist der Emissionskoeffizient. Ein bekanntes Beispiel für den Einsatz von Emissionskoeffizienten sind die Berechnungen der Emissionen an Luftschadstoffen in den Energieberichten der Bundesregierung.<sup>157</sup> Die Emissionskoeffizienten werden hier je nach Technologie als Vektor der Emissionen (in kg) bezogen auf den Energieeinsatz (in TJ Heizwert) – bzw. bei Kraftfahrzeugen bezogen auf gefahrene Kilometer – angegeben.

Die Ermittlung der Gesamtemissionen eines bestimmten Schadstoffes bzw. einer Schadstoffgruppe stellt einen mehrstufigen Arbeitsprozeß dar. Zunächst benötigt man Emissionskoeffizienten, die über Stichprobenverfahren oder Schätzungsverfahren gewonnen oder aus internationaler Literatur entnommen werden. Weiters benötigt man Informationen über die Verteilung von Technologien und Inputstoffen innerhalb der einzelnen Wirtschaftsbereiche (z.B. Tonnen eingesetzte Steinkohle), die z.T. in amtlichen Statistiken bereits vorhanden sind,

<sup>157</sup>) BMHGI, Energiebericht und Energiekonzept 1984 der Österreichischen Bundesregierung, Wien 1984, S.64f; BMHGI, Energiebericht 1986 der österreichischen Bundesregierung, Wien 1986, S.34ff; BMWA, Energiebericht 1990 der Österreichischen Bundesregierung, Wien o.J., S.26ff

z.T. erstmalig erhoben werden müßten. Je differenzierter (nach Emittentengruppen, Technologie-Gruppen und Inputstoffen) die Bezugseinheiten und die Koeffizienten vorliegen, desto differenzierter und genauer können die Ergebnisse sein. Bei räumlich differenzierten Bezugseinheiten ist sogar die Erstellung von Emissionskatastern möglich.

Mit Hilfe eines solchen Sets von Emissionskoeffizienten kann die wirtschaftliche Entwicklung mit der Entwicklung der Emissionen verknüpft werden. Es ließen sich die Auswirkungen von Wirtschaftswachstum, wirtschaftlichem Strukturwandel, Änderungen in der Zusammensetzung des Endkonsums, technischem Fortschritt, geplanten umweltpolitischen Maßnahmen u.v.m. auf die künftige Entwicklung verschiedenster Emissionen modellieren.

## LITERATUR

Ahamer G., Emissionsfaktoren zur Verwendung in Emissionskatastern, Diplomarbeit Aufbau-  
studium Technischer Umweltschutz, Graz 1989

Amt der Burgenländischen Landesregierung, Landesamtsdirektion – Umweltreferat, Zweiter  
Burgenländischer Umweltbericht, Eisenstadt 1991

Amt der Kärntner Landesregierung, Kärntner Umweltschutzbericht 1988, Klagenfurt o.J.

Amt der Kärntner Landesregierung, Kärntner Fließ- Gewässergütatlas, 1990, Klagenfurt

Amt der Tiroler Landesregierung, Abteilung Umweltschutz, Tiroler Umweltschutzbericht  
1987, Innsbruck 1988

Berger B., Radunsky K. et al., Bericht des Arbeitskreises "Ozonstrategie", interner Bericht des  
Umweltbundesamtes, Wien 1991

BGBl 399/1967 Kraftfahrzeuggesetz-Durchführungsverordnung 1967

BGBl 437/1974 Verordnung über Chemischreinigungsmaschinen

BGBl 259/1975 Berggesetz 1975

BGBl 292/1983 Vereinbarung über den höchstzulässigen Schwefelgehalt im Heizöl

BGBl 199/1984 2. Verordnung gegen forstschädliche Luftverunreinigungen

BGBl 395/1985 18. Novelle zur Kraftfahrzeuggesetz-Durchführungsverordnung (Abgasbestim-  
mungen für PKW)

BGBl 111/19 Verordnung des Bundesministeriums für Gesundheit und Umweltschutz über  
den höchstzulässigen Gehalt an Bleiverbindungen, Benzol und Schwefel in Kraftstoffen

BGBl 548/1985 Verordnung des Bundesministeriums für Gesundheit und Umweltschutz über  
den höchstzulässigen Schwefelgehalt im Dieseltreibstoff

BGBl 362/1987 22. Novelle zur Kraftfahrzeuggesetz-Durchführungsverordnung (Abgasbestimmungen für Nutzfahrzeuge)

BGBl 383/1987 Altölverordnung

BGBl 455/1988 24. Novelle zur Kraftfahrzeuggesetz-Durchführungsverordnung (Abgasbestimmungen für Motorfahräder und Motorräder)

BGBl 380/1988 Luftreinhaltegesetz für Kesselanlagen

BGBl 19/1989 Luftreinhalteverordnung für Kesselanlagen

BGBl 74/1991 (Allgemeine Abwasseremissionsverordnung nach WRG-Novelle 1990)

BGBl 74/1991 (1. Emissionsverordnung für kommunales Abwasser)

BGBl 74/1991 (Begrenzung von Abwasseremissionen aus der Erzeugung von gebleichtem Zellstoff)

BGBl 74/1991 (Begrenzung von Abwasseremissionen aus Schlachtbetrieben und fleischverarbeitenden Betrieben)

BGBl 74/1991 (Begrenzung von Abwasseremissionen aus Milchbearbeitungs- und Milchverarbeitungsbetrieben)

BGBl 74/1991 (Begrenzung von Abwasseremissionen aus Gerbereien, Lederfabriken und Pelzzurichtereien)

BGBl Z 5702 A Nr.34/1987, Verordnung über die Herkunftsbereiche von Abwasser (Abwasserherkunftsverordnung-AbwHerkV), Bonn 1987

Binder A., Ocenasek Ch., Schwegelbauer Ch., Payer H., Hantsch W., Konrad W., Abfallvermeidung und -verwertung in Handel und Gewerbe. Eine Studie des Österreichischen Ökologie-Instituts im Auftrag der Gemeinde Wien (MA 48), Wien 1989

Borgmann A., Gerds D., Hahn R., Altlasttypische Schadstoffe. Ein Leitfaden für Bürgerinitiativen und Kommunalpolitik, hg. v. BUND Umwelt Forschungsinstitut, o.J.

Bortenschlager, Leiner, Lebeth, Umweltbericht Wasser 1989, hg. v. Magistrat der Stadt Wien, Geschäftsgruppe Umwelt, Freizeit und Sport, Wien 1990

Breihofe D., Mielenz A., Rentz O., Maßnahmen zur Minderung der Emissionen von SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> und VOC bei stationären Quellen in der Bundesrepublik Deutschland, Karlsruhe 1991

Bruckner W., Fellingner R., Schwegelbauer Chr., Chlorierte Kohlenwasserstoffe als Lösungsmittel – Anwendung, Gefahren und Substitution, in: Informationen zur Umweltpolitik Nr. 57, Wien 1989

Bundesamt für Umweltschutz (Hg.), Ökobilanzen von Packstoffen, in: Schriftenreihe Umweltschutz Nr.24, Bern 1984

Bundesamt für Umweltschutz (Hg.), Anleitung zur Erstellung eines Emissionskatasters, in: Schriftenreihe Umweltschutz Nr.73, Bern 1987

Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (Hg.), Methodik für Ökobilanzen, Bern 1990

Bundeskanzleramt, Ergänzter Bericht über die beabsichtigten Sofortmaßnahmen der Bundesregierung zur Verwendungsbeschränkung von Fluor-Chlor-Kohlenwasserstoffen in allen Bereichen, insbesondere in Spraydosen, III-47 (neu) der Beilagen zu den Stenographischen Protokollen des Nationalrates XVII.GP, Wien 1988

Bundesministerium für wirtschaftliche Angelegenheiten (Hg.), Energiebericht 1988, Wien 1990

Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie, Erster Umweltkontrollbericht, Wien 1988

Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie, Zweiter Umweltkontrollbericht, Wien 1991

Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie, Entwurf für eine Verordnung betreffend statistische Erhebungen über die Abfallwirtschaft, Beilage zur Z1.89.220/o-8/91

Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft (Hg.), Richtlinie für die Ablagerung von Abfällen, Wien 1990

Bureau of National Affairs, Toxic Chemical Emissions: A Compliance Guide To The Community Right-To-Know Act, Washington 1988

Crutzen P.J., Menschliche Einflüsse auf das Klima und die Chemie der globalen Atmosphäre, in: Crutzen P.J., Müller M. (Hg.), Das Ende des blauen Planeten? Die Zerstörung der Erdatmosphäre: Gefahren und Auswege, München 1989

Der Bundesminister des Inneren, Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft) vom 27.2.1986 (GMBI S.95,202)

Der Bundesminister für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hg.), Bericht der Bundesregierung an den Deutschen Bundestag, Vierter Immissionsschutzbericht der Bundesregierung, Bonn 1988

Deutsche Kommission zur Reinhaltung des Rheins, Schadstoff-Fracht des Rheins 1985 und Prognose der Reduzierung 1995, Düsseldorf 1989

Deutscher Bundestag Drucksache 11/6191 v. 3.1.1990, Unterrichtung durch die Bundesregierung, Sondergutachten "Allgemeine ökologische Umweltbeobachtung" des Rates von Sachverständigen für Umweltfragen – Oktober 1990

Deutscher Bundestag Drucksache 11/6191 v. 3.1.1990, Unterrichtung durch die Bundesregierung, Sondergutachten "Altlasten" des Rates von Sachverständigen für Umweltfragen

Deutscher Bundestag Drucksache 11/8493, Unterrichtung durch die Bundesregierung, Sondergutachten des Rates von Sachverständigen für Umweltfragen vom September 1990 "Abfallwirtschaft"

Enquetekommission Vorsorge zum Schutz der Erdatmosphäre, Erster Zwischenbericht der Enquete-Kommission. Deutscher Bundestag Drucksache Nr. 11/3246, 1988

Fischer-Kowalski M., Lackner Ch., Amtliche Umweltberichterstattung in Österreich, Wien 1990

Frauerwieser G., Maly K.H., Die wichtigsten Umweltchemikalien, in: Katzmann W., Schrom H. (Hg.), Umweltreport Österreich, Wien 1991

Genest W., Gottschalk Ch., Henschel P., Offhaus E., Radke S., Ronneburger J., Wiedemann H., Szelinski B.-A., Handbuch Sonderabfall, hg.v.Umweltbundesamt Berlin, Berlin

Gilli P.V., Verursacher und Entwicklung der Luftbelastungen, Referat während der umweltwissenschaftlichen Fachtage, 5.-7.September 1988 in Graz

Grießhammer R., Hey Ch., Hennicke P., Kalberlah F., Ozonloch und Treibhauseffekt, Reinbek 1989

Haas J./Spitzer J., Möglichkeiten und Grenzen von biomassezentrierten energiepolitischen Strategien zur Verringerung der CO<sub>2</sub>-Emissionen, in: Informationsdienst Energie und Umwelt 2/1990

Hackl A.E., Emissionsverringerng – Stand der Technik 1989, hg.v. Gesellschaft Österreichischer Chemiker und Kooperationsabkommen Forstwirtschaft-Platte-Papier, in: Schriftenreihe "Umweltschutz" Bd.9, Wien 1989

Hackl A.E., Vitovec W., Orthofer R., Bauer I., Bestandsaufnahme – Anthropogene Klimaänderungen: Mögliche Auswirkungen auf Österreich – Mögliche Maßnahmen in Österreich, hg.v. Akademie der Wissenschaften, Wien 1991

Heintz A., Reinhardt C., Chemie und Umwelt, Braunschweig 1990

Hohmeyer O. et al, Methodenstudie zur Emittentenstruktur in der Bundesrepublik Deutschland – Verknüpfung von Wirtschaftsstruktur- und Umweltbelastungsdaten, 1.Zwischenbericht, hg.v.Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung, Karlsruhe 1990

Hütter L., Wasser und Wasseruntersuchung, Diesterweg Frankfurt a.M., Sauerländer Aarau, Frankfurt a.M., Salzburg, 3. Auflage 1988

Institut für Energieforschung der Forschungsgesellschaft Joanneum, Emissionsbezogene Bewertung von Energieplanungsmaßnahmen, Graz 1988

Institut für Wirtschaft und Umwelt (Hg.), Der Zustand der Umwelt, Wien 1991

Interuniversitäres Forschungsinstitut für Fernstudien – AG Soziale Ökologie, unveröff. Protokoll des Experten-Workshops "Gesetzliche und institutionelle Erzeugungsbedingungen von evrursacherbezogenen Umweltinformationen – Zustände und Aussichten in Österreich" am 4.12.1990 am IFF/Projektzentrum Wien

Interuniversitäres Forschungsinstitut für Fernstudien – AG Soziale Ökologie, Österreichisches Ökologie-Institut für Angewandte Umweltforschung (Hg.), Umwelt & Öffentlichkeit, Erfassung und Darstellung von Zuständen, Prozessen und Maßnahmen in Österreich, Dokumentation der gleichnamigen Tagung am 13. und 14.9.1989 in Wien

Interuniversitäres Forschungsinstitut für Fernstudien – AG Soziale Ökologie, Österreichisches Ökologie-Institut für Angewandte Umweltforschung (Hg.), Verursacherbezogene Umweltinformationen – Bausteine für ein Satellitensystem zur Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung. Dokumentation des gleichnamigen Workshops am 21. und 22. Februar 1991, Wien 1991

Jänicke M., Staatsversagen. Die Ohnmacht der Politik in der Industriegesellschaft, München 1986

Katzmann W., Schrom H., Umweltreport Österreich, Wien 1991

Kellner J., Seitenblicke im Büro, in: Notizen – Höchstzeitschrift des Österreichischen Ökologieinstituts 4/91

Klöpfer W., Persistenz und Abbaubarkeit, in: Zeitschrift für Umweltchemie und Ökotoxikologie 2/1989

Koch R., Umweltchemikalien – Physikalisch-chemische Daten, Toxizitäten, Grenz- und Richtwerte, Umweltverhalten, Weinheim/New York/Cambridge/Basel 1989

Kodex Umweltrecht, Stand 1.7.1990

Koordinierungsstelle für Umweltschutz des Amtes der NÖ Landesregierung, Umweltbericht Niederösterreich 1990, Wien 1990

Korte F., Lehrbuch der ökologischen Chemie, Stuttgart 1987

Kortenkamp A., Grahl B., Grimme L.H. (Hg.), Die Grenzenlosigkeit der Grenzwerte. Zur Problematik eines politischen Instruments im Umweltschutz – Ergebnisse eines Symposiums des Öko-Instituts und der Stiftung Mittlere Technologie, Schriftenreihe Alternative Konzepte, Karlsruhe 1988

Krammer H.-J., Tschabuschnig H., Müller U., Samy W., Zweiter überarbeiteter Entwurf des Umweltbundesamtes für das Rahmenkonzept zur Beseitigung von überwachungsbedürftigen Sonderabfällen (unter Berücksichtigung der vorliegenden Stellungnahmen), UBA-IB-270, Klagenfurt 1990

Landesumweltschutz Salzburg, Bericht über die Umweltsituation des Bundeslandes Salzburg, 1989

Lauber W., Zellstoffindustrie und Gewässerschutz in Österreich, hg.v. Institut für Wirtschaft und Umwelt der Arbeiterkammer Wien, Wien 1989

Magistrat der Stadt Wien/Geschäftsgruppe Umwelt, Freizeit und Sport, Umweltbericht Wasser 1989, Wien 1990

Magistrat der Stadt Wien/Geschäftsgruppe Umwelt, Freizeit und Sport, Wiener Umweltbericht 1989, o.J.

Müller K., Hannappel S., Zwischenbericht der beratenden Arbeitsgruppe zur Studie über die Schaffung einheitlicher Abfallstatistiken in der Europäischen Gemeinschaft, Punkt: Methodologische Diskussion, hg. v. Arbeitsgruppe Umweltstatistik an der Technischen Universität Berlin, Brüssel 1991

Neumüller O., Römpps Chemie-Lexikon, Stuttgart 1979

Odum E.P. Grundlagen der Ökologie in 2 Bänden, Thieme Verlag, Stuttgart/New York 1983

Orthofer R., Urban G., Abschätzung der Emissionen von flüchtigen organischen Verbindungen in Österreich, Seibersdorf 1989

Orthofer R., Vesely A., Abschätzung von toxischen Emissionen (PCDD, PCDF, PAH, BaP) aus Verbrennungsprozessen in Österreich, Seibersdorf 1990

Österreichisches Bundesinstitut für Gesundheitswesen. Umweltbericht Abfall, Wien 1989

Österreichisches Bundesinstitut für Gesundheitswesen. Umweltbericht Chemikalien, Wien 1989

Österreichisches Bundesinstitut für Gesundheitswesen, Umweltbericht Luft, Wien 1989

Österreichisches Bundesinstitut für Gesundheitswesen, Umweltbericht Wasser, Wien 1989

Österreichisches Institut für Raumplanung, Linzer Umweltbericht 88, im Auftrag des Magistrates der Landeshauptstadt Linz, Amt für Umweltschutz, Wien 1988

Österreichisches Normungsinstitut, Branchenspezifische Richtwerte für die Ableitung von Abwässer aus Betrieben in öffentliche Abwasseranlagen: ÖNORMEN M 6202 – M 6212, M 6214, M 6221, M 6223, M 6224, M 6226, M 6227

- Österreichisches Ökologie-Institut, Ausstieg aus der Müllverbrennung, Wien 1991
- o.A., Handbuch des Umweltschutzes, 21.Erg.-Lfg. 9/85, II-3 Anl.2 Katalog wassergefährdender Stoffe, Bek.d.BMI v.1.3.1985 – U III 6 523 074/3, Faksimile
- o.A., HTV-Bürgerbeteiligungsverfahren, Endbericht des Gutachtergremiums über die Testläufe an der HTV-Anlage (Hochtemperaturvergasungsanlage) mit BRAM und Sonderabfall, Langfassung, Linz 1990
- Österreichisches Ökologie-Institut, Öko-Bilanzen zweier Einkäufe: Konsum und IG-Naturkost, Wien 1987
- Österreichisches Statistisches Zentralamt, Umweltdaten 1988
- Payer H., Öko-Umsatzsteuer auf gefährliche Chemikalien. Ein Diskussionspapier des Österreichischen Ökologie-Instituts im Auftrag der Jungen Generation der SPÖ, Wien 1989
- Payer H., Steuerer A., Transparenz der Verursacher, Wien 1990
- Pilch B., Aschemann R., Ahamer G., Luftreinhalteung in der Stadtökologie – Zusammenhänge im Bereich der Luftreinhalteung, Projektarbeit im Rahmen des Aufbaustudiums Technischer Umweltschutz, Graz 1988
- Rat von Sachverständigen für Umweltfragen, Umweltgutachten 1987, Dezember 1987
- Rippen R., Handbuch Umweltchemikalien, Lech 1990
- Rosemarin A., Some Backgrounds on CFCs, in: Ambio Vol. 19 No 6-7/1990
- Russel R., Wigley T. (Hg.), Ozone Depletion – Health and Environmental Consequences, 1989
- Scharff Ch., Vogel G., Oberösterreichische Müllanalysen 1990/91 – Kurzfassung, hg. v. Oö. Umweltakademie beim Amt der oö. Landesregierung, Linz o.J.
- Spatzierer G. Emission und Immission, in: Wiener Mitteilungen Bd.81, Wien 1990
- Spitzer J., Prioritäten bei der CO<sub>2</sub>-Reduzierung, in: Energiewirtschaftliche Tagesfragen 1/2/1991

Statistisches Amt der Europäischen Gemeinschaften/F 3 Umwelt, Bericht über die Abfallstatistik anlässlich der gemeinsamen Sitzung der Arbeitsgruppen "Abfall" und "Umweltstatistik" am 16.Mai 1990 in Luxemburg

Statistisches Amt der Europäischen Gemeinschaften, Dok. NACE 110 28.06.1989, NACE REV.1, Faksimile

Steininger D., Detlef H., Zentrale Erfassung und Auswertung von Emissionsdaten entsprechend der Großfeuerungsanlagenverordnung (GFAVO), in: Automatisierungstechnische Praxis 32/1990

Streit B., Lexikon Ökotoxikologie, Weinheim/New York/Basel/Cambridge 1991

Tügel H., Hinter den Kulissen der Konzerne, in: natur Heft 9/10/11/12/1988, und 2/3/ 1989

Umweltbundesamt, Belastung von Fließgewässern durch die Zellstoff- und Papierindustrie in Österreich, Teil A und B - Technologie und Emissionen, Wien 1989

Umweltbundesamt, Belastung von Oberflächen- und Grundwasser durch Textilveredelungsfabriken - Fallstudie Groß-Siegharts/NÖ, Wien 1990

Umweltbundesamt (Hg.), Daten zur Umwelt 1988/89, Berlin 1989

Umweltbundesamt, Montanwerke Brixlegg - Wirkungen auf die Umwelt, Wien 1990

Umweltbundesamt (Hg.), Luftreinhalte '88: Tendenzen-Probleme-Lösungen, Materialien zum 4.Immissionsschutzbericht der Bundesregierung an den Deutschen Bundestag, Berlin 1989

Umweltbundesamt, Schadstoffbelastung von Wasser und Abwasser in Österreich, Wien 1990

VDI Berichte 745, Bd. 1 und 2, Halogenierte organische Verbindungen in der Umwelt, VDI Verlag 1989, Düsseldorf

Wendrinsky J., Orthofer R., Flüchtige Halogenkohlenwasserstoffe in Österreich: Einsatzbereiche und Ersatztechnologien, hg.v. Österreichisches Forschungszentrum Seibersdorf, Seibersdorf 1990

Wörgetter M., Wurst F., Emission beim Einsatz von Rapsölmethylester in Traktoren, in: Förderungsdienst 6/1990

## SCHRIFTENREIHE SOZIALE ÖKOLOGIE

- Band 1\*  
*Umweltbelastungen in Österreich als Folge menschlichen Handelns.* Forschungsbericht gem. m. dem Österreichischen Ökologie-Institut. Fischer-Kowalski, M., Hg. (1987)
- Band 2  
*Environmental Policy as an Interplay of Professionals and Movements - the Case of Austria.* Paper to the ISA Conference on Environmental Constraints and Opportunities in the Social Organisation of Space, Udine 1989. Fischer-Kowalski, M. (1989): 22 S., öS 70,-
- Band 3  
*Umwelt & Öffentlichkeit.* Dokumentation der gleichnamigen Tagung, veranstaltet vom IFF und dem Österreichischen Ökologie-Institut in Wien, 1990. 186 S., öS 80,-
- Band 4\*  
*Umweltpolitik auf Gemeindeebene.* Politikbezogene Weiterbildung für Umweltgemeinderäte. Lackner, Ch. (1990)
- Band 5\*  
*Verursacher von Umweltbelastungen.* Grundsätzliche Überlegungen zu einem mit der VGR verknüpfbaren Emittenteninformationssystem. Fischer-Kowalski, M., M. Kisser, H. Payer, A. Steurer (1990)
- Band 6\*  
*Umweltbildung in Österreich, Teil I: Volkshochschulen.* Fischer-Kowalski, M., U. Fröhlich, R. Harauer, R. Vymazal (1990)
- Band 7  
*Amtliche Umweltberichterstattung in Österreich.* Fischer-Kowalski, M., Ch. Lackner, A. Steurer (1990): 48 S., öS 110,-
- Band 8  
*Verursacherbezogene Umweltinformationen.* Bausteine für ein Satellitensystem zur österr. VGR. Dokumentation des gleichnamigen Workshop, veranstaltet vom IFF und dem Österreichischen Ökologie-Institut, Wien 1991. 167 S., öS 70,-
- Band 9\*  
*A Model for the Linkage between Economy and Environment.* Paper to the Special IARIW Conference on Environmental Accounting, Baden 1991. Dell'Mour, R., P. Fleissner, W. Hofkirchner, A. Steurer (1991)
- Band 10  
*Verursacherbezogene Umweltindikatoren - Kurzfassung.* Forschungsbericht gem. mit dem Österreichischen Ökologie-Institut. Fischer-Kowalski, M., H. Haberl, H. Payer, A. Steurer, H. Zangerl-Weisz (1991): 66 S., öS 110,-
- Band 11  
*Gezielte Eingriffe in Lebensprozesse.* Vorschlag für verursacherbezogene Umweltindikatoren. Forschungsbericht gem. m. dem Österreichischen Ökologie-Institut. Haberl, H. (1991): 129 S., öS 220,-
- Band 12  
 *Gentechnik als gezielter Eingriff in Lebensprozesse.* Vorüberlegungen für verursacherbezogene Umweltindikatoren. Forschungsbericht gem. m. dem Österr. Ökologie-Institut. Wenzl, P., H. Zangerl-Weisz (1991): 48 S., öS 105,-
- Band 13  
*Transportintensität und Emissionen.* Beschreibung österr. Wirtschaftssektoren mittels Input-Output-Modellierung. Forschungsbericht gem. m. dem Österr. Ökologie-Institut. Dell'Mour, R., P. Fleissner, W. Hofkirchner, A. Steurer (1991): 82 S., öS 155,-
- Band 14  
*Indikatoren für die Materialintensität der österreichischen Wirtschaft.* Forschungsbericht gem. m. dem Österreichischen Ökologie-Institut. Payer, H., unter Mitarbeit von K. Turetschek (1991): 56 S., öS 120,-
- Band 15  
*Die Emissionen der österreichischen Wirtschaft. Systematik und Ermittelbarkeit.* Forschungsbericht gem. m. dem Österr. Ökologie-Institut. Payer, H., H. Zangerl-Weisz, unter Mitarbeit von R. Fellinger (1991): 132 S., öS 225,-
- Band 16  
*Umwelt als Thema der allgemeinen und politischen Erwachsenenbildung in Österreich.* Fischer-Kowalski M., U. Fröhlich, R. Harauer, R. Vymazal (1991): 82 S., öS 155,-
- Band 17  
*Causer related environmental indicators - A contribution to the environmental satellite-system of the Austrian SNA.* Paper for the Special IARIW Conference on Environmental Accounting, Baden 1991. Fischer-Kowalski, M., H. Haberl, H. Payer, A. Steurer (1991): 11 S., öS 55,-
- Band 18  
*Emissions and Purposive Interventions into Life Processes - Indicators for the Austrian Environmental Accounting System.* Paper to the ÖGBPT Workshop on Ecologic Bioprocessing, Graz 1991. Fischer-Kowalski M., H. Haberl, P. Wenzl, H. Zangerl-Weisz (1991): 10 S., öS 55,-
- Band 19  
*Defensivkosten zugunsten des Waldes in Österreich.* Forschungsbericht gem. m. dem Österreichischen Institut für Wirtschaftsforschung. Fischer-Kowalski, M., R. Hess, M. Krott, F. Mitterböck, H. Payer, R. Vymazal (1991): 62 S., öS 125,-
- Band 20\*  
*Basisdaten für ein Input/Output-Modell zur Kopplung ökonomischer Daten mit Emissionsdaten für den Bereich des Straßenverkehrs.* Steurer A. (1991)
- Band 22  
*A Paradise for Paradigms - Outlining an Information System on Physical Exchanges between the Economy and Nature.* Fischer-Kowalski, M., H. Haberl, H. Payer (1992): 27 S., öS 75,-

Band 23

*Purposive Interventions into Life-Processes - An Attempt to Describe the Structural Dimensions of the Man-Animal-Relationship.* Paper to the Internat. Conference on "Science and the Human-Animal-Relationship", Amsterdam 1992. Fischer-Kowalski, M., H. Haberl (1992): 19 S., öS 65,-

Band 24

*Purposive Interventions into Life Processes: A Neglected "Environmental" Dimension of the Society-Nature Relationship.* Paper to the 1. Europ. Conference of Sociology, Vienna 1992. Fischer-Kowalski, M., H. Haberl (1992): 32 S., öS 85,-

Band 25

*Informationsgrundlagen struktureller Ökologisierung.* Beitrag zur Tagung "Strategien der Kreislaufwirtschaft: Ganzheitl. Umweltschutz/Integrated Environmental Protection", Graz 1992. Steurer, A., M. Fischer-Kowalski (1992): 13 S., öS 55,-

Band 26

*Stoffstrombilanz Österreich 1988.* Steurer, A. (1992): 26 S., öS 75,-

Band 28\*

*Naturschutzaufwendungen in Österreich.* Gutachten für den WWF Österreich. Payer, H. (1992).

Band 29

*Indikatoren der Nachhaltigkeit für die Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung - angewandt auf die Region.* Payer, H. (1992). In: KudlMudl SonderNr. 1992: Tagungsbericht über das Dorfsymposium "Zukunft der Region - Region der Zukunft?". 122 S., öS 200,-

Band 31

*Leerzeichen.* Neuere Texte zur Anthropologie. Macho, Th. H. (1993): 107 S., öS 180,-

Band 32

*Metabolism and Colonisation. Modes of Production and the Physical Exchange between Societies and Nature.* Fischer-Kowalski, M., Haberl, H. (1993): 38 S., öS 90,-

Band 33

*Theoretische Überlegungen zur ökologischen Bedeutung der menschlichen Aneignung von Nettoprimärproduktion.* Haberl, H. (1993): 59 S., öS 140,-

Band 34

*Stoffstrombilanz Österreich 1970-1990 - Inputseite.* Steurer, A. (1994): 40 S., öS 100,-

Band 35

*Der Gesamtenergieinput des Sozio-ökonomischen Systems in Österreich 1960-1991. Zur Erweiterung des Begriffes "Energieverbrauch".* Haberl, H. (1994): 50 S., öS 120,-

Band 36

*Ökologie und Sozialpolitik.* Fischer-Kowalski, M. (1994), 15 S., öS 60.

Band 37

*Stoffströme der Chemieproduktion 1970-1990.* Payer, H., unter Mitarbeit von H. Zangerl-Weisz und R. Fellinger, ca.40 S., öS 100,-

Band 38

*Wasser und Wirtschaftswachstum.* Untersuchung von Abhängigkeiten und Entkoppelungen, Wasserbilanz Österreich 1991. Hüttler, W., H. Payer, unter Mitarbeit von H. Schandl (1994), ca.40 S., öS 100,-

Band 39

*Politische Jahreszeiten.* 12 Beiträge zur politischen Wende 1989 in Ostmitteleuropa, herausgegeben von Th. H. Macho, ca.180 S., öS 280,-

Band 40

*On the Cultural Evolution of Social Metabolism with Nature. Sustainability Problems Quantified.* Fischer-Kowalski, M., Haberl, H. (1994): 32 S., öS 85,-

Band 41

*Weiterbildungslehrgänge für das Berufsfeld ökologischer Beratung.* Erhebung u. Einschätzung der Angebote in Österreich sowie von ausgewählten Beispielen in Deutschland, der Schweiz, Frankreich, England und europaweiten Lehrgängen. Rauch, F. (1994): 70 S., öS 150,-

Mit \* gekennzeichnete Bände sind nicht mehr erhältlich.  
(Alle Preise exklusive Versandkosten)

**Bestellungen der Schriftenreihe Soziale Ökologie an:**  
IFF - Arbeitsgruppe Soziale Ökologie, A-1070 Wien, Seidengasse 13  
Tel.: +43 222-526 75 01-33 , FAX: +43 222-523 58 43