

Milser Straße 37
33729 Bielefeld
Tel.: (0521) 977 10-0
Fax.: (0521) 977 10-20
info@ifua.de

Projekttitle:

Programm zur Reduzierung der
Gewässerbelastung aus Chemisch-
physikalischen Behandlungsanlagen
in Nordrhein-Westfalen
- CPB-Programm -

Auftraggeber:

Ministerium für Klimaschutz, Umwelt,
Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des
Landes Nordrhein-Westfalen (MKULNV NRW)

Bearbeitung:

IFUA-Projekt-GmbH, Bielefeld
in Zusammenarbeit mit INFA GmbH, Ahlen

Projekt-Nr.:

P 205086

Datum:

Dezember 2012

Gesellschafter:

- Dr. Dietmar Barkowski (Dipl.-Chem.)
von der Industrie- und Handelskammer Ostwestfalen zu Bielefeld öffentlich bestellter und vereidigter
Sachverständiger für Gefährdungsabschätzung für die Wirkungspfade Boden-Gewässer und Boden-
Mensch sowie Sanierung (Bodenschutz und Altlasten, Sachgebiete 2, 4 und 5)
- Michael Bleier (Dipl.-Ing.)
- Petra Günther (Dipl.-Biol.)
von der Industrie- und Handelskammer Ostwestfalen zu Bielefeld öffentlich bestellte und vereidigte Sach-
verständige für Gefährdungsabschätzung für den Wirkungspfad Boden-Pflanze/Vorsorge zur Begrenzung
von Stoffeinträgen in den Boden und beim Auf- und Einbringen von Materialien sowie für Gefährdungsab-
schätzung für den Wirkungspfad Boden-Mensch (Bodenschutz und Altlasten, Sachgebiete 3 und 4)
- Wirtschaftsmediatorin (IHK)
- Monika Machtolf (Dipl. Oec. troph.)

Inhaltsverzeichnis

1.	Anlass/Einleitung	7
2.	Auswertung CP-Anlagen-spezifischer Daten	10
2.1.	Auswahl der betrachteten Anlagen	10
2.2.	Datenauswertung	13
2.2.1.	Kenndatenblätter	15
2.2.2.	Übersicht der behandelten Abfallarten	16
2.2.3.	Anlagentechnik	31
2.3.	Bewertung der Daten im Hinblick auf die vorliegende Fragestellung	39
3.	Mikroschadstoffe in CP-Behandlungsanlagen	42
3.1.	Selektion relevanter Abfallarten	42
3.2.	Recherchegrundlagen zur Bewertung der Abfallzusammensetzung	45
3.3.	Betrachtung der einzelnen Abfallarten	46
3.3.1.	halogenfreie Bearbeitungsemulsionen und -lösungen 12 01 09	47
3.3.2.	Abfallgemische aus Sandfanganlagen und Öl-/Wasserabscheidern 13 05 08	48
3.3.3.	saure und alkalische Beizlösungen 11 01 05 und 11 01 07	49
3.3.4.	nichtchlorierte Maschinen-, Getriebe- und Schmieröle auf Mineralölbasis 13 02 05	50
3.3.5.	ölhaltige Abfälle 16 07 08	50
3.3.6.	Schlämme aus Öl-/Wasserabscheidern 13 05 02	51
3.3.7.	Schlämme, die gefährliche Stoffe aus einer anderen Behandlung von industriellem Abwasser enthalten 19 08 13	52
3.3.8.	Schlämme aus der physikalisch-chemischen Behandlung, die gefährliche Stoffe enthalten 19 02 05	53
3.3.9.	Deponiesickerwasser, das gefährliche Stoffe enthält 19 07 02	54
3.3.10.	öliges Wasser aus Öl-/Wasserabscheidern 13 05 07	55
3.3.11.	Schlämme aus Einlaufschächten 13 05 03	55
3.3.12.	Farb- und Lackabfälle, die organische Lösemittel oder andere gefährliche Stoffe enthalten 08 01 11; wässrige Schlämme, die Farben oder Lacke enthalten (kein gefährlicher Abfall) 08 01 16	55
3.3.13.	andere organische Lösemittel, Waschflüssigkeiten und Mutterlaugen (aus HZVA organischer Grundchemikalien) 07 01 04 sowie andere Lösemittel und Lösemittelgemische 14 06 03	57
3.3.14.	Entwickler und Aktivatorlösungen auf Wasserbasis 09 01 01 und Fixierbäder 09 01 04	58

3.3.15.	Schlämme und Filterkuchen, die gefährliche Stoffe enthalten 11 01 09; wässrige Spülflüssigkeiten, die gefährliche Stoffe enthalten 11 01 11	59
3.3.16.	Wässrige flüssige Abfälle, die Klebstoffe oder Dichtmassen enthalten (kein gefährlicher Abfall) 08 04 16	59
3.3.17.	Schlämme aus der betriebseigenen Abwasserbehandlung (kein gefährlicher Abfall) 02 02 04	60
3.4.	Kenntnisstand zur Untersuchung von Mikroschadstoffen in Abwasser und Gewässern	61
3.4.1.	Prioritäre Schadstoffe der WRRL	62
3.4.2.	Stoffsteckbriefe	65
3.4.3.	Untersuchung des Ablaufs dreier CP-Anlagen in NRW	66
3.4.4.	Untersuchung von Abwasser aus CPB in Sachsen	67
3.4.5.	Programme zur Untersuchung von industriellen Mikroschadstoffen in Gewässern	67
4.	Auswertung der chemischen Einzelstoffanalysen	70
5.	Einzelstoff- und Summenanalytik im Hinblick auf Anhang 27 der AbwV	72
6.	Mengenentwicklung 2004 / 2011 hinsichtlich Abfallarten und Anlagen	77
7.	Literatur	84

Verzeichnis der Abbildungen

Abbildung 1:	Lage der CP-Anlagen in Nordrhein-Westfalen (Quelle: Entsorgungsatlas, Stand: 01.04.2007)	11
Abbildung 2:	Inputmenge 2004 nach Abfalloberguppen und Anteilen	18
Abbildung 3:	Inputmenge 2004 nach Abfallarten der Abfalloberguppe 7.2	21
Abbildung 4:	Inputmenge 2004 nach Abfallarten der Abfalloberguppe 6	23
Abbildung 5:	Beispiel-Fließbild für eine einfache Destillationsanlage für Lösemittel	34
Abbildung 6:	Beispiel-Fließbild für eine komplexe „klassische“ CP-Behandlungsanlage (vereinfacht)	37
Abbildung 7:	Input in CP-Anlagen nach Abfalloberguppen 2004 / 2011	78
Abbildung 8:	Aufteilung der OGR 7.2 auf die einzelnen Abfallarten 2004 / 2011	79

Verzeichnis der Tabellen

Tabelle 1:	Auswahl der näher betrachteten CP-Anlagen	12
Tabelle 2:	Abfallgruppen der Sonderabfälle [LANUV, 2006]	14
Tabelle 3:	Inputmenge 2004 der ausgewählten Anlagen (nach Abfalloberguppen des LANUV)	16
Tabelle 4:	Angenommene Abfallarten der Abfalloberguppe 7.2 "Abfälle aus Mineralölen, Mineralölprodukten und Mineralölverarbeitung"	19
Tabelle 5:	Angenommene Abfallarten der Abfalloberguppe 6 "Säuren, Laugen und Konzentrate"	22

Tabelle 6:	Inputmenge 2004 der ausgewählten CP-Anlagen (nach angenommener Abfallmenge je Anlage) _____	25
Tabelle 7:	Outputmengen 2004 der ausgewählten Anlagen (nach Abfalloberguppen des LANUV, absteigend sortiert) _____	27
Tabelle 8:	Abgegebene Abfallarten der Abfalloberguppe 5 "Schlämme und Rückstände aus Abwasserbehandlung" _____	29
Tabelle 9:	Abgegebene Abfallarten der Abfalloberguppe 7.2 "Abfälle aus Mineralölen, -produkten und -verarbeitung" _____	30
Tabelle 10:	Darstellung installierte Anlagentechnik (Quelle: AIDA) _____	31
Tabelle 11:	Aufstellung aller Abfallarten mit einem Mengenanteil von mindestens 1 % am Gesamtabfallinput (2004) der CPB in NRW _____	44
Tabelle 12:	CPB relevante prioritäre Schadstoffe der WRRL _____	64
Tabelle 13:	Laut Stoffsteckbriefen potenziell aus CP-Anlagen emittierte Stoffe _____	65
Tabelle 14:	Im Ablauf dreier CP-Anlagen in NRW identifizierte Stoffe: _____	66
Tabelle 15:	Parameter für die Untersuchung und Bewertung von Abwässern aus CP-Anlagen _____	73
Tabelle 16:	Verteilung der einzelnen Abfallarten (Anteil > 0,5% an Gesamt) auf die verschiedenen Behandlungsarten [in Mg/kg] _____	81

Abkürzungsverzeichnis

ABANDA	Abfallanalysendatenbank des Landes Nordrhein-Westfalen
Abfälle a.n.g.	Abfälle anderweitig nicht genannt
AbwV	Abwasserverordnung
ADA	Alanindiessigsäure
AIDA	Informationsplattform Abfall des Landes NRW (Abfall- Informations-Daten-Drehscheibe)
AMPA	Aminomethylphosphonic Acid
AOX	Adsorbierbare organisch gebundene Halogene
APEO	Alkylphenoethoxylate
ARA	Abwasser-Reinigungs-Anlage
AVV	Abfallverzeichnis-Verordnung
BAC	Benzalkoniumchlorid
BBP	Benzylbutylphthalat
BDE-100	2,2',4,4',6-Penta- bromdiphenylether
BDE-47	2,2',4,4'-Tetrabromdiphenylether
BDE-99	2,2',4,4',5-Pentabromdiphenylether
BIT	1,2-Benzisothiazolin-3-on
BPA	Bisphenol A/ 2,2-Bis-(4-hydroxyphenyl)-propan
BSB	Biologischer Sauerstoffbedarf
BTEX	aromatische Kohlenwasserstoffe Benzol, Toluol, Ethylbenzol und die Xylole
CKW	Chlorkohlenwasserstoffe
CMI	5-Chloro-2-methylisothiazolin-3-on
CP	Chlorparaffine
CPB	Chemisch-physikalische Behandlungsanlage
CSB	Chemischer Sauerstoffbedarf
DBP	Dibutylphthalat
DBT	Dibutylzinn
DCB	Dichlorbenzol
DCP	Dichlorphenol
DEGBE	Butyldiglykol
DEHP	Di(2-ethyhexyl)phthalat
DIBP	Diisobutylphthalat
DIDP	Diisodecylphthalat
DINP	Diisononylphthalat
DMF	Dimethylformamid
DPTA	Diethylnitrilopentaacetat
DTPA	Diethylentriaminpentaessigsäure
EAWAG	Eidgenössische Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreini- gung und Gewässerschutz
EDTA	Ethylendiamintetraessigsäure

EGBE	Butylglycol
EOX	Extrahierbare Organische Halogenverbindungen
FSM	Flammschutzmittel
GC-MS	Gaschromatographie-Massenspektrometrie
GOW	Gesundheitlicher Orientierungswert
GOW Konzept	Empfehlung des Umweltbundesamtes: Bewertung der Anwesenheit teil- oder nicht bewertbarer Stoffe im Trinkwasser aus gesundheitlicher Sicht
HCB	Hexachlorbenzol
HZVA	Herstellung, Zubereitung, Verarbeitung und Anwendung von ...
IGKB	Internationale Gewässerschutzkommission für den Bodensee
IKSE	Internationale Kommission zum Schutz der Elbe
IKSR	Internationale Kommission zum Schutz des Rheins
INN	Bronopol, 2-Brom-2-nitro-1,3-propandiol
IP@	Informations - Portal - Abfallbewertung
IPBC	3-Iod-2-propinylbutylcarbamate
KPDA	Ketopiperazinacetat
KSS	Kühlschmierstoffe
KW	Kohlenwasserstoffe
LANUV	Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen
LAS	Lineare Alkyl-Benzyl-Sulfonate
LHKW	leichtflüchtige Halogenkohlenwasserstoffe
MBT	Monobutylzinn
MI	2-Methylisothiazolin-3-on
MIT	Methylisothiazolinon
MKULNV	Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen
MKW	Mineralölkohlenwasserstoffe
MUNLV	Ministerium für Umwelt, Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (ehemalige Bezeichnung)
n	Anzahl von Analysen in ABANDA
NP	Nonylphenole
NPEO	Nonylphenoethoxylate
NTA	Nitritriessigsäure
OGR	Abfallobergruppen
OP	Octylphenol
PAK	polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe
PCB	polychlorierte Biphenyle
PCDD/ PCDF	polychlorierte Dibenzo-p-dioxine und Dibenzofurane
PCMC	4-Chlor-3-methylphenol
PCP	Pentachlorphenol

PDTA	Propylendiamintetraessigsäure
PFBS	Perfluorbutansulfonat
PFOA	Perfluoroctanoat
PFOS	Perfluoroktansulfonat
PFT	perfluorierte Tenside
QAV	Quartäre Ammoniumverbindungen
StAFUA	Staatliches Amt für Umwelt und Arbeitsschutz
StUA	Staatliches Umweltamt
TBBA	Tetrabrombisphenol A
TBEP	Tris(2-butoxyethyl)-phosphat
TBP	Tributylphosphat (Phosphorsäuretributylester)
TBT	Tributylzinnverbindungen
TCB	Trichlorbenzol
TCEP	Tris (2-chlorethyl)-phosphat
TCP	Trichlorphenole
TCPP	Tris (2-chlorisopropyl)-phosphat
TDCP	Tris (1,3-dichlorisopropyl)-phosphat
TeCP	Tetrachlorphenole
TEGBE	Butoxytriglykol
TEP	Triethylphosphat
TiBP	Tri-iso-butylphosphat
TMAH	Tetramethylammoniumhydroxid
TMDD	Surfynol
TOC	Gesamter organischer Kohlenstoff (engl.: total organic carbon)
TPP	Triphenylphosphat
TZW	Technologiezentrum Wasser
WRRL	EU-Wasserrahmenrichtlinie

1. Anlass/Einleitung

Zur Behandlung von Sonderabfällen standen in Nordrhein-Westfalen im Jahr 2004 insgesamt 63 chemisch-physikalische Behandlungsanlagen (nachfolgend als CP-Anlagen oder CPB bezeichnet) mit unterschiedlichen technischen Verfahren zur Verfügung; einige dieser Anlagen weisen ein breites Verfahrensspektrum auf, andere hingegen sind ausschließlich auf die Behandlung ganz spezieller Abfälle ausgerichtet. Das Spektrum der behandelten Abfälle reicht von industriellem Abwasser bis hin zu speziellen industriellen Rückständen wie verbrauchten Chemikalienresten, Fotochemikalien etc. mit entsprechend kleinen Mengen.

Durch die Behandlung der Sonderabfälle sollen darin enthaltene Schadstoffe soweit umgewandelt oder eliminiert werden, dass die entstehenden Teilstoffströme entweder einer Verwertung oder einer schadlosen Beseitigung zugeführt werden können. Das anfallende Abwasser soll nicht nur hinsichtlich der rechtlich fixierten (Anhang 27 AbwV), sondern auch bezüglich der unregulierten Inhaltsstoffe eine weitgehende Schadstoffreduktion erfahren. Umweltpolitisches Ziel ist es hierbei, die Schadstoffe auf die Schadstoffsenke Deponie zu lenken und das Einschleusen von Schadstoffen über Sekundärrohstoffe in die Produktkette oder die Freisetzung in die unterschiedlichen Umweltmedien zu verhindern.

Grundlage des vorliegenden Berichtes ist eine Status Quo-Analyse der in NRW existierenden CP-Anlagen, der jeweils angewendeten Behandlungsverfahren, der in den jeweiligen Anlagen behandelten Abfälle sowie eine Schadstoffcharakterisierung der dabei anfallenden Abfälle und Abwässer einschließlich der damit verbundenen Schadstofffrachten. Damit verbunden war das Ziel einer Einschätzung der Verteilung der Schadstofffrachten auf die verschiedenen Outputströme und der Möglichkeiten zu deren Verringerung. Es sollten Anlagenkonzepte miteinander verglichen und daraus Arbeitshilfen für Verbesserungen entwickelt werden.

Hierzu sollten die konkret in den CP-Anlagen betriebenen Behandlungsverfahren inklusive der etwaig vorhandenen Abwasserbehandlung betrachtet sowie mögliche Potenziale zur Reduzierung der Schadstofffrachten im Abwasser ermittelt werden.

Wie die Ergebnisse der ersten Bearbeitungsschritte jedoch zeigten, lässt sich anhand der verfügbaren Daten ein Zusammenhang zwischen dem stofflichen Input und der angewandten Behandlungstechnik zur Elimination der betreffenden Schadstoffe nicht herstellen. Die zentrale Frage, inwieweit das Schadstoffinventar der behandelten Abfälle eliminiert, konzentriert und einer hochwertigen finalen Beseitigung zugeführt wird und Wertstoffe für den Wirtschaftskreislauf zurück gewonnen werden, kann nicht beantwortet werden. Für die angestrebte Ableitung von Optimierungsmöglichkeiten lassen sich somit aus den bei den Behörden vorliegenden Daten keine hinreichenden Rückschlüsse ziehen.

Die Auswertung der verfügbaren Abfall- und Anlagedaten sowie einiger Abwasseruntersuchungen zeigte jedoch zum einen, dass trotz der in der Regel dem Stand der Technik entsprechenden Abwasserreinigungsanlagen in den CP-Anlagen eine nicht unerhebliche organisch-chemische Restbelastung im gereinigten Abwasser verbleibt. Andererseits kann davon ausgegangen werden, dass die im Anhang 27 der AbwV "Behandlung von Abfällen durch chemische und physikalische Verfahren (CPB) sowie Altölaufarbeitung" verbindlich festgelegten chemisch-physikalischen Grenzwerte für die Einleitung gereinigten Abwassers in diesen Anlagen eingehalten werden.

Parallel hierzu wurde im ersten Zwischenbericht "Strategie zur Verbesserung der Gewässer- und Trinkwasserqualität" des MKUNLV und der Expertenkommission Programm "Reine Ruhr" [40] deutlich gemacht, dass zunehmend eine Anzahl von Mikroschadstoffen zur Belastung von Oberflächen- und Grundwasser führt. Bei diesen Substanzen handelt es sich um organisch-chemische Verbindungen, die mit den gegenwärtig eingesetzten Abwasseraufbereitungsanlagen nicht oder nur ungenügend eliminiert werden können. Zudem ist die Umweltrelevanz bei einer Reihe der Mikroschadstoffe, speziell in human- als auch ökotoxikologischer Hinsicht, nicht oder nur ungenügend bekannt.

Daher wurde die ursprüngliche Projektplanung, in einem 2. Bearbeitungsteil Möglichkeiten einer verbesserten Abwasserreinigungstechnik für CPB zu recherchieren und aufzuzeigen, grundlegend modifiziert. Vorgesehen wurde, Mikroschadstoffe in Abwässern aus CPB zu identifizieren und zu charakterisieren. Gleichzeitig sollten analytische Nachweismöglichkeiten und die Einbindung humantoxikologischer und ökotoxikologischer Testverfahren erörtert werden. Die hieraus gewonnenen Ergebnisse sollen der Suche nach geeigneten Überwa-

chungsparametern zur Bewertung CPB-spezifischer Abwässer dienen und letztendlich auch eine Grundlage für die beabsichtigte Novellierung des Anhang 27 "Behandlung von Abfällen durch chemische und physikalische Verfahren (CPB) sowie Altölaufarbeitung" der AbwV darstellen.

Das Projekt lässt sich inhaltlich in zwei Teile strukturieren:

- Auf der Ebene von den unterschiedlichen Behörden vorliegenden Unterlagen sollten Daten von ca. 40 CP-Anlagen ausgewertet werden. Für das Bezugsjahr 2004 sollten Abfall- und Abwasserströme analysiert werden. Die in den betrachteten CP-Anlagen installierte Anlagentechnik sollte dargestellt werden.
- Anhand der Daten zum Abfallinput in CP-Anlagen sollten die Inhaltsstoffe in den nach Abfallmenge relevanten, in CP-Anlagen behandelten Abfallarten ermittelt und die Mikroschadstoffe mit dem höchsten quantitativen Potential identifiziert werden. Aus der Vielzahl der zu erwartenden Mikroschadstoffe sollten die für die künftige Überwachung und Bewertung CPB-spezifischer Abwässer bedeutsamen Parameter ausgewählt werden.

Die vorliegende Kurzfassung fasst die Ergebnisse zusammen. Die einzelnen Daten und Ergebnisse sind in der Langfassung des Berichtes vom 30.08.2012 enthalten.

2. Auswertung CP-Anlagen-spezifischer Daten

Die Analyse der Abfall- und Abwasserströme sowie die Darstellung der installierten Anlagentechnik sollten anhand der vorliegenden Behördendaten von ca. 40 "öffentlich zugänglichen" CP-Anlagen erfolgen. Vor diesem Hintergrund erfolgte zunächst eine entsprechende Auswahl der zu betrachtenden Anlagen (Kap. 2.1). Für die ausgewählten Anlagen wurde eine Datenerhebung auf der Grundlage der bei den Behörden vorliegenden Informationen durchgeführt (Kap. 2.2). Aus den Informationen wurden anlagenspezifische Kenndatenblätter erstellt und im Hinblick auf die Fragestellungen des Projektes ausgewertet.

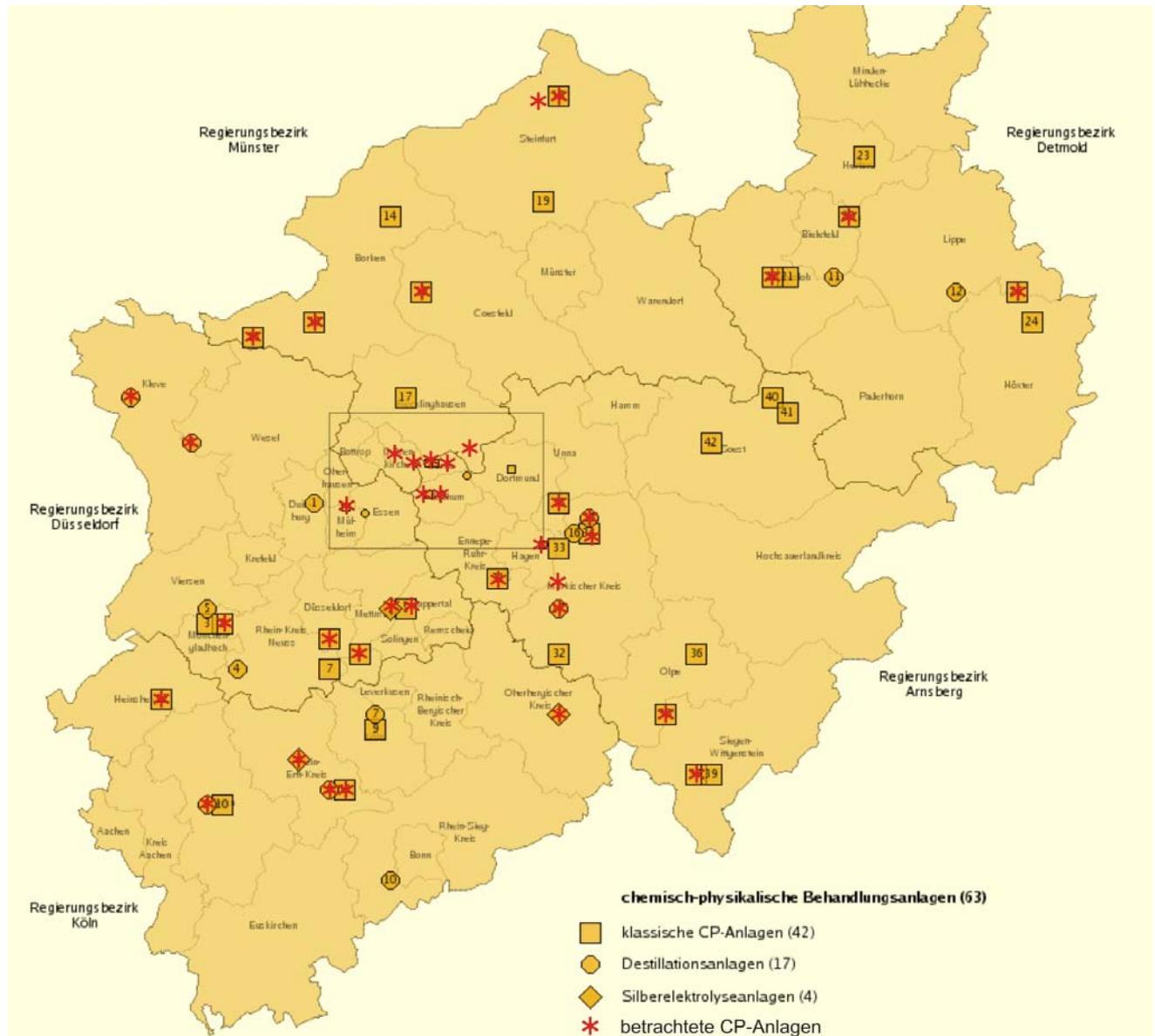
2.1. Auswahl der betrachteten Anlagen

Für die Datenerhebung wurden zunächst in Abstimmung mit dem MKUNLV 38 frei zugängliche CP-Anlagen ausgewählt. Als Grundlage wurde das in der Abfall- Informations- und Datendrehscheibe AIDA des Landes verfügbare Anlagenkaster herangezogen. Danach wurden die Sonderabfälle in NRW in 2004 in insgesamt 63 CP-Anlagen (Abb. 1) behandelt sowie in verschiedenen Konditionierungsanlagen aufbereitet. Die CP-Anlagen lassen sich nach ihrem Behandlungsspektrums folgenden Gruppen zuordnen:

- 42 "klassische" CP-Anlagen mit kombinierten chemisch-physikalischen Verfahren
- 17 Destillationsanlagen
- 4 Silberelektrolyseanlagen

Die Auswahl der Anlagen erfolgte unter den Aspekten, sowohl die stoffliche Bandbreite der in den CP-Anlagen zu behandelnden Abfälle als auch die Bandbreite der in den CP-Anlagen installierten Anlagentechnik abzudecken. Weitere Auswahlkriterien stellten die in den jeweiligen CP-Anlagen behandelten Mengen und die in den angenommenen Abfällen vermuteten Schadstoffpotenziale dar. Die Auswahl wurde mit den Bezirksregierungen abgestimmt.

Abbildung 1: Lage der CP-Anlagen in Nordrhein-Westfalen (Quelle: Entsorgungsatlas, Stand: 01.04.2007)



In der nachfolgenden Tabelle 1 sind die näher betrachteten 38 CP-Anlagen aufgelistet.

Tabelle 1: Auswahl der näher betrachteten CP-Anlagen

E.-Nr.	Bezeichnung / Ort
11115475	Kesselwagenreinigung mit CP-Behandlungsanlage der Fa. Henkel KGaA, Düsseldorf
11614010	CPB in Mönchengladbach, Fa. GRUBA GmbH
11717022	Altölaufbereitungsanl. Fa. Mannesmannröhren Mülheim GmbH, Mülheim
12415011	Behandlungsanlage für Sonderabfälle, BAD Behandlungsanlage Duisburg, Wuppertal
12415119	Anlage zur Rückgewinnung von Silber, Sireco Silberrückgewinnung GmbH, Wuppertal
15417040	Verwertungsanlage für Lösemittel in Goch, Fa. RCN Chemie GmbH
15815335	Emulsionsspaltanlage Fa. BAD in Langenfeld
17015336	Aufbereitungsanlage von ölhaltigen Betriebsmitteln, KS-Schmidt GmbH, Sonsbeck
35837033	Aufbereitungsanlage für org. Lösungsmittel, SET Schröder GmbH, Düren
36234042	Zwischenlager mit Behandlung für Fotochemikalien, A. Meyer, Kerpen
36234085	Zwischenlager für Altöl mit Behandlung, S & M GmbH, Hürth
36237000	Destillationsanlage für Lösemittelgemische Fa. ESMA GmbH, Hürth
37035000	CP-Behandlungsanlage, SalTec Umwelttechnik GmbH, Hückelhoven
37435017	CPB für Photochemikalien, REMONDIS Medison GmbH, Gummersbach
51355090	Schlammbehandlungsanlage Werk Horst, REMONDIS Industrie Service, Gelsenkirchen
51355565	Aufbereitungsanlage für Fotochemikalien. Fa. Zeller in Gelsenkirchen
55454020	Abfallbehandlungsanlage in Borken, Fa. Garvert
55455990	Schlammbehandlungsanlage, Groß-Börling Entsorgungsgesellschaft mbH, Bocholt
55855660	Behandlungsanlage für Altöle und Emulsionen Fa. Tersteeg in Coesfeld
56254712	Dekanteranlage, Rütgers Chemicals AG, Castrop-Rauxel
56655486	Schlammbehandlungsanlage Fa. Woitzel in Ibbenbüren
56655583	Chemikalienherst. für (Ab-)Wasseraufbereitung, Sidra Wasserchemie, Ibbenbüren
71175020	Behandlungsanlage für Sonderabfälle, RWE Umwelt Westfalen-Ruhr GmbH, Bielefeld
75475049	Behandlungsanlage für Sonderabfälle, Zimmermann GmbH, Gütersloh
76675084	Behandlungsanlage Fa. OWL-Entsorgung in Schieder-Schwalenberg
91195269	Emulsionsspaltanlage, Thyssen Krupp Stahl AG, Bochum
91197024	Destillationsanlage für verunreinigte Lösungsmittel, Orm-Bergold Chemie, Bochum
91495017	C/P-Anlage Hohenlimburg, RWE Umwelt Westfalen, Hagen
91695105	Behandlungsanlage für Sonderabfälle, Heinrich Müntefering GmbH, Herne
91695113	Behandlungsanlage für Sonderabfälle der GRUBA mbH in Herne-Crange
95497108	Rückgewinnungsanlage für Buntmetalle, S. Jacob Metallwerke, Ennepetal
96295130	Zentrale Entsorgungsanl., RWG Ruhr-Wasserwirtschafts GmbH, Iserlohn
96295164	CP-Anlage, Lobbe Deutschland GmbH, Iserlohn - Letmathe
96295481	Altsäureaufbereitungsanlage Industrieabwasserverband Altena, Altena
96297051	Aufbereitungsanlage für organische Lösungsmittel, WEKA-Destillation, Iserlohn
96297163	Aufbereitung von Altsäuren-/laugen, Steinebach GmbH, Lüdenscheid
97095029	Behandlungsanlage, Kölsch GmbH, Siegen
97095037	Behandlungsanlage mit integrierter Ersatzbrennstoffaufbereitung, Lindenschmidt KG, Kreuztal

E.-Nr. = Entsorger-Nummer

2.2. Datenauswertung

Im Rahmen der Datenauswertung wurden die Abfallmengen sowie die in den betrachteten CP-Anlagen vorhandene Anlagentechnik analysiert. Der Anlageninput (als feste oder flüssige Abfälle bzw. Betriebsmittel sowie als Betriebswasser) und die Behandlungsrückstände (Output als feste oder flüssige Abfälle, als "Produkt" oder als Abwasser) wurden anhand der Angaben in den Jahresberichten / Abfallbilanzen in einer Datenbank erfasst. In Einzelfällen vorgelegte separate Jahresberichte / Abfallbilanzen für Umladeanlagen oder Zwischenlager wurden hier nicht integriert.

Beim Input der CP-Anlagen wurden die angenommenen Abfälle grundsätzlich getrennt nach Abfallschlüsselnummern erfasst. Importierte Mengen wurden als solche gekennzeichnet in die Datenbank übernommen. Sofern Angaben zu eingesetzten Betriebsmitteln oder zu Betriebswasser verfügbar waren, wurden auch diese Informationen in die Datenbank eingepflegt. Analog zum Input wurden beim Anlagenoutput die Mengen grundsätzlich getrennt nach anfallenden Abfallarten und - soweit angegeben - differenziert nach Verwertung oder Beseitigung bzw. nach Verwertungs- oder Beseitigungsverfahren erfasst. Weiterhin wurden vorhandene Angaben zum Abwasser und zu hergestellten Produkten o. ä. übertragen. Ebenfalls in die Datenbank eingegangen sind ergänzende Angaben aus anderen Quellen, z.B. Angaben zur Abwassermenge, die aus Emissionserklärungen hervorgingen, oder eindeutig nachvollziehbare Angaben zu Verwertungs- bzw. Beseitigungsverfahren zu einzelnen Abfallschlüsselnummern, die nicht in den Jahresberichten / Abfallbilanzen, dafür aber in den Fragebögen des LANUV enthalten waren. Dagegen wurden Mengenangaben, die z.T. in den Emissionserklärungen vorhanden waren, nicht berücksichtigt. Hier waren die zu behandelnden Abfälle nicht nach AVV aufgeschlüsselt. Sie wurden stattdessen jeweils unter zusammenfassenden Begriffen, z.B. "ölhaltige Abfälle", dargestellt.

Für die Auswertung und Darstellung der Daten wurde zunächst die Zusammenfassung von Abfallschlüsselnummern in Abfallgruppen und in Abfalloberguppen des LANUV NRW vorgenommen. Diese Systematik entsprach der Vorgehensweise und Darstellung in AIDA. Im "Entsorgungsbericht für Nordrhein-Westfalen 2004 – Sonderabfälle und industrielle und gewerbliche Abfälle" erfolgt eine hiervon abweichende Aufteilung der Sonderabfälle bzw. der industriellen bzw. ge-

werblichen Abfälle in Abfallgruppen. Die Zusammenfassung der Abfallarten erfolgte unter Berücksichtigung ihrer stofflichen Eigenschaften und ihrer Herkunftsbereiche. Im Entsorgungsbericht werden neben einer Gesamtdarstellung auch jeweils die einzelnen Abfallgruppen dargestellt. Neben einer Beschreibung der Abfallgruppe werden Aufkommen und Verbleib der jeweiligen Abfallarten einer Gruppe gezeigt. Um den direkten Bezug der Ergebnisse dieser Untersuchung auf die Angaben im Entsorgungsbericht zu ermöglichen, wurde eine entsprechende Zuordnung bei den Auswertungen vorgenommen. In der nachfolgenden Tabelle werden die Abfallgruppen, die den Sonderabfällen zugeordnet sind, aufgelistet.

Tabelle 2: Abfallgruppen der Sonderabfälle [LANUV, 2006]

Abfallgruppe	Bezeichnung
1.2	Holz, Textil- und Papierabfälle mit schädlichen Verunreinigungen
2	Metallurgische Aschen, Schlacken, Krätzen, Stäube und Schlämme
3	Rückstände aus der Verbrennung und aus thermischen Prozessen
4	Sonstige feste mineralische Abfälle und Schlämme
5	Schlämme und Rückstände aus Abwasserbehandlung (industriell)
6	Säuren, Laugen und Konzentrate
7.1	Altöle gem. Altölverordnung
7.2	Abfälle aus Mineralölen, -produkten und -verarbeitung
8	Lösemittel, lösemittelhaltige Betriebsmittel und Schlämme
9	Farben, Lacke und Klebstoffe
10.1	Konditionierte, stabilisierte und verfestigte Abfälle
10.2	Abfälle aus der mechanischen Vorbehandlung
11	Baustellenabfälle
12.1	Metallhaltige Abfälle
12.2	Quecksilberhaltige Abfälle, Entladungslampen
13	Batterien
14	Abwasser
15	Mineralische Bauabfälle (Bauschutt), Bodenaushub
16	Elektro- und Elektronikschrott
17	Salze und andere Chemikalien
19	Schredderrückstände (Leichtfraktion)
20	Ofenausbruch, Hütten- und Gießereischutt
21	Sonstige Abfälle

Bei der Analyse der Abfallmengen sollten zum Input der 38 CP-Anlagen die genehmigten Kapazitäten sowie die tatsächlich durchgesetzten Abfallmengen aufgezeigt werden. Seitens der Behandlungsrückstände (Output) der CP-Anlagen waren die Art der Rückstände (feste, flüssige Abfälle, Abwasser), die Mengen und die Verwertungs- oder Beseitigungsverfahren zu analysieren.

Bei der Darstellung der installierten Anlagentechnik wurden

- Verfahrenslinien, Verfahrenskombinationen,
- stoffbezogene chemisch-physikalische Behandlungsschritte und Verfahrensstufen sowie
- die betriebsinterne Abwasserbehandlung

in Form von anlagenspezifischen Kenndatenblättern dargestellt (nur in der Langfassung enthalten).

2.2.1. Kenndatenblätter

Als Anlagekataster mit Angaben u.a. zu Kapazitäten, Anlagentechnik (vorhandene Aggregate) und behandelten Abfällen stellte AIDA eine wesentliche Grundlage für die Erstellung der Kenndatenblätter dar. Aus AIDA wurden je CP-Anlage die Anlagenbezeichnung, allgemeine Angaben zur Anlage (Entsorgungsnummer, Anlagenstandort und Anlagenbetreiber) sowie die genehmigte Kapazität (ggf. differenziert nach Verfahrenslinien) übernommen.

Die Angaben der angenommenen Abfallarten und –mengen wurden den Jahresberichten / Abfallbilanzen entnommen. Die Darstellung der Abfallmengen im Kenndatenblatt erfolgt tabellarisch und differenziert nach In- und Output, wobei die Sonderabfälle in Abfallgruppen zusammengefasst dargestellt sind. Ferner werden die sonstigen nicht gefährlichen Abfälle in Summe, eingesetzte Betriebsmittel bzw. gewonnene Produkte sowie Betriebs- bzw. Abwasser aufgelistet.

Im Anschluss erfolgt eine kurze Anlagenbeschreibung in Textform. Daran schließt sich die Darstellung der Anlagentechnik an. Diese erfolgt zunächst ebenfalls tabellarisch, wobei die Struktur sowie auch die Angaben zur Anlagentechnik aus AIDA übernommen wurden. Vorhandene Aggregate werden in der Tabelle durch ein Kreuz gekennzeichnet. Relevante ergänzende Informationen aus anderen Quellen wurden ergänzt.

Als Anlage zu den Kenndatenblättern ist eine detailliertere Darstellung der Abfallarten und –mengen ergänzt, in der nach den einzelnen Abfallschlüsseln sowie beim Anlagenoutput nach Verwertungs- bzw. Beseitigungsverfahren differenziert wird, sofern diese Angaben in den Jahresberichten / Abfallbilanzen vorhanden waren.

Als weitere Anlage zu den Kenndatenblättern wurden Fließschemata erstellt. Hierfür wurden die von den Behörden bereitgestellten Fließschemata unabhängig von deren Informationsgehalt übernommen. Teilweise wurden die Schemata durch Informationen aus anderen Quellen, z.B. den Anlagenbeschreibungen, ergänzt. In diesen Fällen wurden die Schemata mit entsprechenden Hinweisen versehen.

Bei fehlenden Fließschemata wurde nur in Einzelfällen und bei einfachen Verfahrensabläufen ein Schema aus der Anlagenbeschreibung abgeleitet (auch dies wurde in den Schemata entsprechend vermerkt). Die hier kurz beschriebenen anlagenspezifischen Kenndatenblätter sind nur in der Langfassung des Berichtes enthalten.

2.2.2. Übersicht der behandelten Abfallarten

Nachfolgend werden die wesentlichen Ergebnisse der Datenauswertung dargestellt. Da hier eine Auswahl an CP-Anlagen betrachtet wird und da unterschiedliche Quellen verwendet wurden, können sich bei den Abfallmengen Abweichungen zu den Darstellungen im Entsorgungsbericht für NRW (Teil Sonderabfälle) ergeben. Insgesamt lagen für 37 der 38 näher betrachteten CP-Anlagen Mengenangaben zum Abfallaufkommen für die weitere Auswertung vor.

Angenommene Abfälle (Input)

In der nachfolgenden Tabelle 3 sind die von den CP-Anlagen, von denen Mengenangaben vorlagen, im Jahr 2004 angenommenen Abfälle sowie sonstiger Anlageninput (z.B. Betriebsmittel oder –wasser) nach Mengenrelevanz aufgelistet. Die angenommenen Sonderabfälle sind dabei nach Abfalloberguppen des LANUV zusammengefasst.

Tabelle 3: Inputmenge 2004 der ausgewählten Anlagen (nach Abfalloberguppen des LANUV)

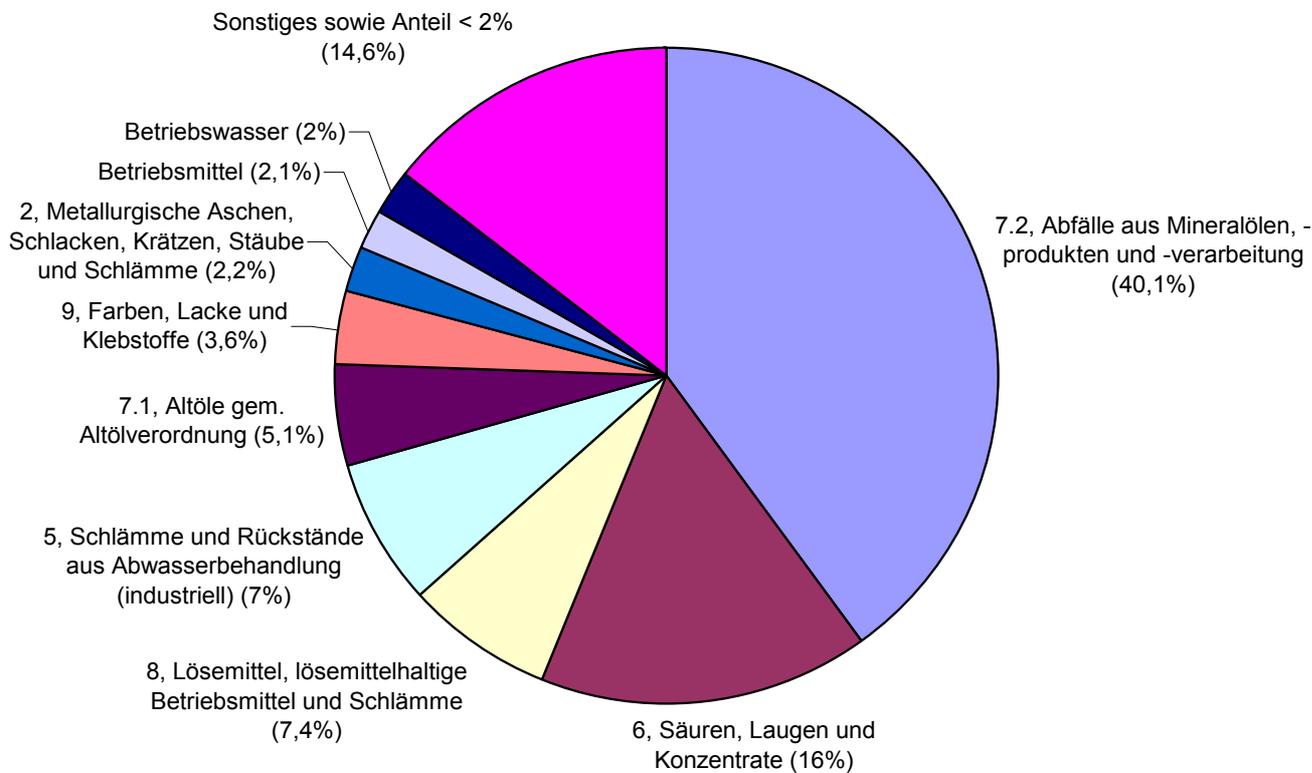
OGR	Bezeichnung	[Mg]	[Masse-%]
7.2	Abfälle aus Mineralölen, -produkten und -verarbeitung	349.625	40,1
6	Säuren, Laugen und Konzentrate	140.007	16,0
8	Lösemittel, lösemittelhaltige Betriebsmittel und Schlämme	64.185	7,4
5	Schlämme und Rückstände aus Abwasserbehandlung (industriell)	61.020	7,0
7.1	Altöle gem. Altölverordnung	44.130	5,1
9	Farben, Lacke und Klebstoffe	31.261	3,6
2	Metallurgische Aschen, Schlacken, Krätzen, Stäube und Schlämme	19.464	2,2

OGR	Bezeichnung	[Mg]	[Masse-%]
-	Betriebsmittel	18.667	2,1
-	Betriebswasser	17.374	2,0
14	Abwasser	16.020	1,8
4	Sonstige feste mineralische Abfälle und Schlämme	10.114	1,2
12.1	Metallhaltige Abfälle	8.928	1,0
1	Holz, Textil- und Papierabfälle	8.863	1,0
17	Salze und andere Chemikalien	4.272	0,5
13	Batterien	3.998	0,5
18	Kunststoffabfälle, Kunststoffschlämme und -emulsionen	3.540	0,4
15	Mineralische Bauabfälle (Bauschutt), Bodenaushub	1.065	0,1
3	Rückstände aus der Verbrennung und aus thermischen Prozessen	846	0,1
10.1	Konditionierte, stabilisierte und verfestigte Abfälle	268	0,03
11	Baustellenabfälle	217	0,02
20	Ofenausbruch, Hütten- und Gießereischutt	110	0,01
16	Elektro- und Elektronikschrott	64	0,01
12.2	Quecksilberhaltige Abfälle, Entladungslampen	48	0,01
-	Sonstiges	68.726	7,9
Summe		872.813	100,0

OGR = Abfalloberguppe

Im Jahre 2004 wurde von den 37 CP-Anlagen, für die Angaben vorlagen, eine Menge von über 872.000 Mg an Abfällen und sonstigen Stoffen angenommen. Die beiden mengenrelevantesten Abfalloberguppen, die zusammen mehr als die Hälfte der Menge der angenommenen Abfälle ausmachen, waren die Obergruppen 7.2 (Abfälle aus Mineralölen, -produkten und -verarbeitung) und 6 (Säuren, Laugen und Konzentrate). Die Position "Sonstiges" setzt sich zusammen aus Abfällen, die keiner Abfalloberguppe zugeordnet werden konnten, sowie Inputstoffen, zu denen keine weiteren Informationen vorlagen. In der nachfolgenden Abbildung 2 ist die Inputmenge nach Abfalloberguppen und Anteilen dargestellt; Abfalloberguppen mit einem Anteil von weniger als 2% sind grafisch der Position Sonstiges zugeordnet.

Abbildung 2: Inputmenge 2004 nach Abfallobergruppen und Anteilen



An Betriebsmitteln wurden ca. 18.700 Mg, an Betriebswasser ca. 17.400 Mg eingesetzt, was jeweils einen Anteil am Gesamtinput von ca. 2 Masse-% entspricht. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass davon auszugehen ist, dass Angaben hierzu nicht für alle betrachteten CP-Anlagen vorlagen. Bei den CP-Anlagen, die Betriebsmittel oder -wasser in ihren Mengenangaben aufgeführt haben, lagen die mittleren Anteile an eingesetzten Betriebsmitteln bei ca. 3 Masse-% (0,1 Masse-% bis 15,3 Masse-%), bei eingesetzten Betriebswasser bei ca. 9 Masse-% (0,5 Masse-% bis 27,6 Masse-%).

In den CP-Anlagen wurden insgesamt 377 verschiedene Abfallschlüsselnummern angenommen, 219 davon sind nach AVV als gefährliche Abfälle eingestuft. Der mengenrelevanteste Abfallschlüssel war die AVV 12 01 09 (halogenfreie Bearbeitungsemulsionen und -lösungen, vgl. nachfolgende Anmerkungen zur Abfallobergruppe 7.2). Die geringste Menge der gefährlichen Abfälle wies die AVV 06 04 04 (quecksilberhaltige Abfälle) mit ca. 90 kg auf. Von den 158 ungefährlichen Abfällen hatte die AVV 08 01 16 (wässrige Schlämme, die Farben

oder Lacke enthalten, mit Ausnahme derjenigen, die unter 08 01 15 fallen) mit ca. 12.500 Mg den größten Mengenanteil, die AVV 15 01 04 (Verpackungen aus Metall) mit 12 kg den geringsten.

Obergruppe 7.2 "Abfälle aus Mineralölen, Mineralölprodukten und Mineralölverarbeitung"

Nach Zuordnung der unterschiedlichen Abfallschlüsselnummern zu den Abfallobergruppen des LANUV zeigte sich, dass den mit Abstand mengenrelevantesten Anteil am Gesamtaufkommen die Obergruppe 7.2 "Abfälle aus Mineralölen, Mineralölprodukten und Mineralölverarbeitung" hatte. Mit etwa 350.000 Mg macht diese Obergruppe ca. 40 Masse-% vom Gesamtinput der 37 Anlagen aus. Im Jahre 2004 haben alle CP-Anlagen in NRW insgesamt ca. 464.000 Mg an Abfällen, die der Obergruppe 7.2 zugeordnet sind, angenommen. Der Anteil der innerhalb des Vorhabens betrachteten Anlagen am Gesamtaufkommen an Abfällen dieser Obergruppe in NRW betrug somit ca. 75 %.

Die Datenauswertung ergab, dass Abfälle der Obergruppe 7.2 von 25 CP-Anlagen angenommen wurden. Die Menge der angenommenen Abfälle schwankt zwischen maximal ca. 53.345 Mg (Emulsionsspaltanlage der Fa. Thyssen Krupp Stahl AG) und minimal ca. 97 Mg (Rückgewinnungsanlage für Buntmetalle, Fa. Siegfried Jacob Metallwerke). Die Obergruppe setzt sich aus insgesamt 30 unterschiedlichen Abfallschlüsselnummern zusammen (27 gefährliche AVV, 3 ungefährliche AVV, vgl. nachfolgende Tabelle).

Tabelle 4: Angenommene Abfallarten der Abfallobergruppe 7.2 "Abfälle aus Mineralölen, Mineralölprodukten und Mineralölverarbeitung"

AVV	Bezeichnung	Input	
		[Mg]	[Masse-%]
12 01 09*	halogenfreie Bearbeitungsemulsionen und -lösungen	180.000	51,5
13 05 08*	Abfallgemische aus Sandfanganlagen und Öl-/Wasserabscheidern	44.612	12,8
16 07 08*	öhlhaltige Abfälle	29.083	8,3
13 05 02*	Schlämme aus Öl-/Wasserabscheidern	23.146	6,6
13 05 07*	öliges Wasser aus Öl-/Wasserabscheidern	14.225	4,1
13 05 03*	Schlämme aus Einlaufschächten	13.994	4,0
05 06 03*	andere Teere	7.866	2,2
12 01 14*	Bearbeitungsschlämme, die gefährliche Stoffe enthalten	7.518	2,2
13 07 03*	andere Brennstoffe (einschließlich Gemische)	4.742	1,4
05 01 03*	Bodenschlämme aus Tanks	3.854	1,1
19 02 07*	Öl und Konzentrate aus Abtrennprozessen	3.778	1,1
13 08 99*	Abfälle a. n. g.	3.375	1,0
13 01 05*	nichtchlorierte Emulsionen	2.895	0,8

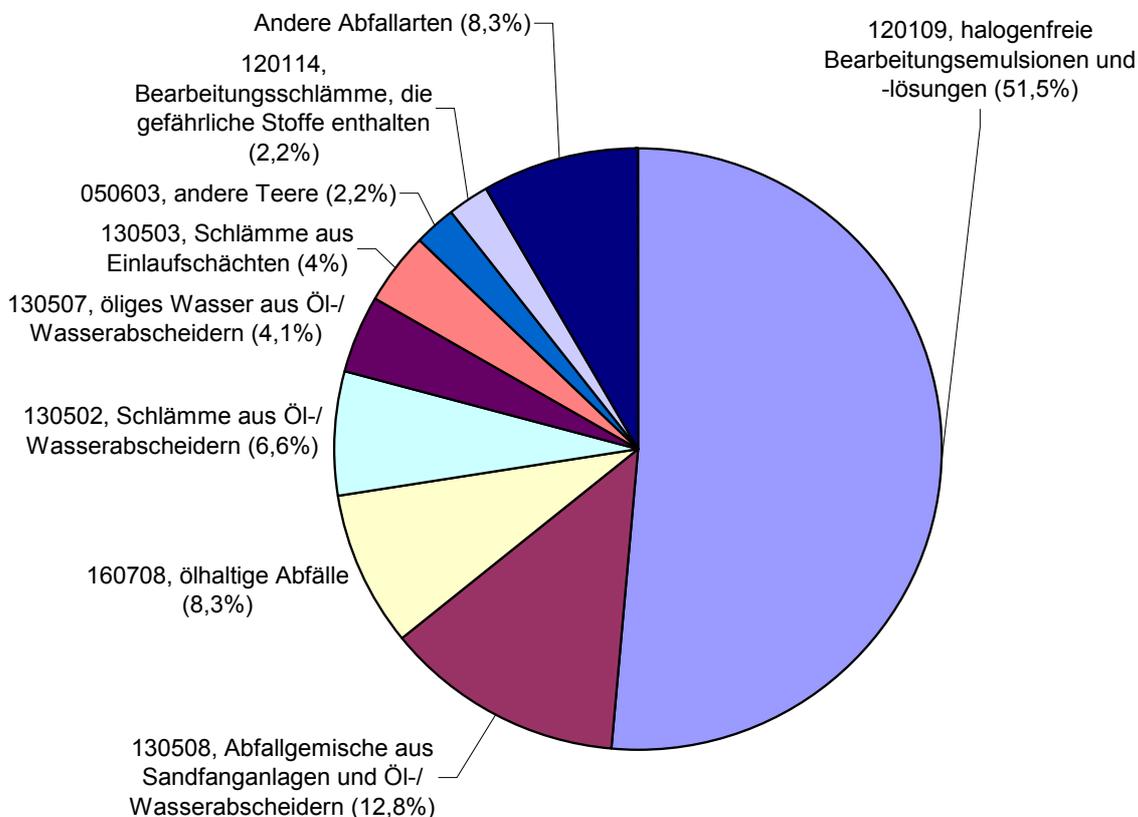
AVV	Bezeichnung	Input	
		[Mg]	[Masse-%]
12 01 18*	öhlhaltige Metallschlämme (Schleif-, Hon- und Läppschlämme)	2.518	0,7
13 08 02*	andere Emulsionen	2.073	0,6
13 05 01*	feste Abfälle aus Sandfanganlagen und Öl-/Wasserabscheidern	1.687	0,5
10 11 13*	Glaspolier- und Glasschleifschlämme, die gefährliche Stoffe enthalten	764	0,2
13 07 02*	Benzin	651	0,2
12 01 20*	gebrauchte Hon- und Schleifmittel, die gefährliche Stoffe enthalten	635	0,2
1201 12*	gebrauchte Wachse und Fette	501	0,1
19 08 10*	Fett- und Ölmischungen aus Ölabscheidern mit Ausnahme derjenigen, die unter 19 08 09 fallen	458	0,1
05 01 06*	öhlhaltige Schlämme aus Betriebsvorgängen und Instandhaltung	392	0,1
13 04 01*	Bilgenöle aus der Binnenschifffahrt	308	0,1
12 01 08*	halogenhaltige Bearbeitungsemulsionen und -lösungen	206	0,1
10 11 14	Glaspolier- und Glasschleifschlämme mit Ausnahme derjenigen, die unter 10 11 13 fallen	110	0,03
19 11 03*	wässrige flüssige Abfälle	102	0,03
05 06 99	Abfälle a. n. g.	74	0,02
12 03 02*	Abfälle aus der Dampfentfettung	40	0,01
20 01 26*	Öle und Fette mit Ausnahme derjenigen, die unter 20 01 25 fallen	16	0,005
05 07 99	Abfälle a. n. g.	0,3	0,0001
Summe		349.625	100,0

* = gefährlicher Abfall

Als mengenrelevanteste Abfallschlüsselnummern sind die AVV 12 01 09 (halogenfreie Bearbeitungsemulsionen und -lösungen) und AVV 13 05 08 (Abfallgemische aus Sandfanganlagen und Öl-Wasserabscheidern) zu nennen. Mit ca. 180.000 Mg liegt der Anteil der AVV 12 01 09 am Mengenaufkommen der Obergruppe 7.2 bei über 51 Masse-%. Bezogen auf den Gesamtinput aller 37 Anlagen liegt er bei ca. 20 Masse-%. Im Entsorgungsbericht NRW wird angegeben, dass im Jahre 2004 das Mengenaufkommen der AVV 12 01 09 in allen CP-Anlagen in NRW insgesamt bei ca. 194.000 Mg lag.

In der nachfolgenden Abbildung 3 ist die Inputmenge 2004 der Abfallobergruppe 7.2 nach den Anteilen der einzelnen Abfallarten dargestellt. Abfallarten mit Anteilen von weniger als 2% sind grafisch zusammengefasst.

Abbildung 3: Inputmenge 2004 nach Abfallarten der Abfallobergruppe 7.2



Obergruppe 6 "Säuren, Laugen und Konzentrate"

Die Obergruppe 6 "Säuren, Laugen und Konzentrate" hat mit ca. 140.000 Mg einen Anteil am Gesamtaufkommen von etwa 16 Masse-%. Im Entsorgungsbericht NRW wird die von allen CP-Anlagen in NRW angenommene Menge an Abfällen dieser Obergruppe mit ca. 210.400 Mg angegeben. Der Anteil der im Rahmen des Vorhabens betrachteten Anlagen am Gesamtaufkommen liegt somit bei ca. 67 Masse-%. Abfälle dieser Obergruppe wurden von 25 der 37 Anlagen, für die Daten vorlagen, angenommen. Die Höhe der angenommenen Menge in den Anlagen schwankte zwischen 19.668 Mg (Behandlungsanlage für Sonderabfälle, Fa. Zimmermann GmbH) und 46 Mg (Zwischenlager für Altöl mit Behandlung, Fa. S & M GmbH).

Die ausgewiesene Gesamtmenge dieser Obergruppe setzt sich aus Angaben zu 40 Abfallschlüsseln zusammen, von denen 35 als gefährliche Abfälle nach AVV eingestuft sind (vgl. nachfolgende Tabelle).

Tabelle 5: Angenommene Abfallarten der Abfalloberguppe 6 "Säuren, Laugen und Konzentrate"

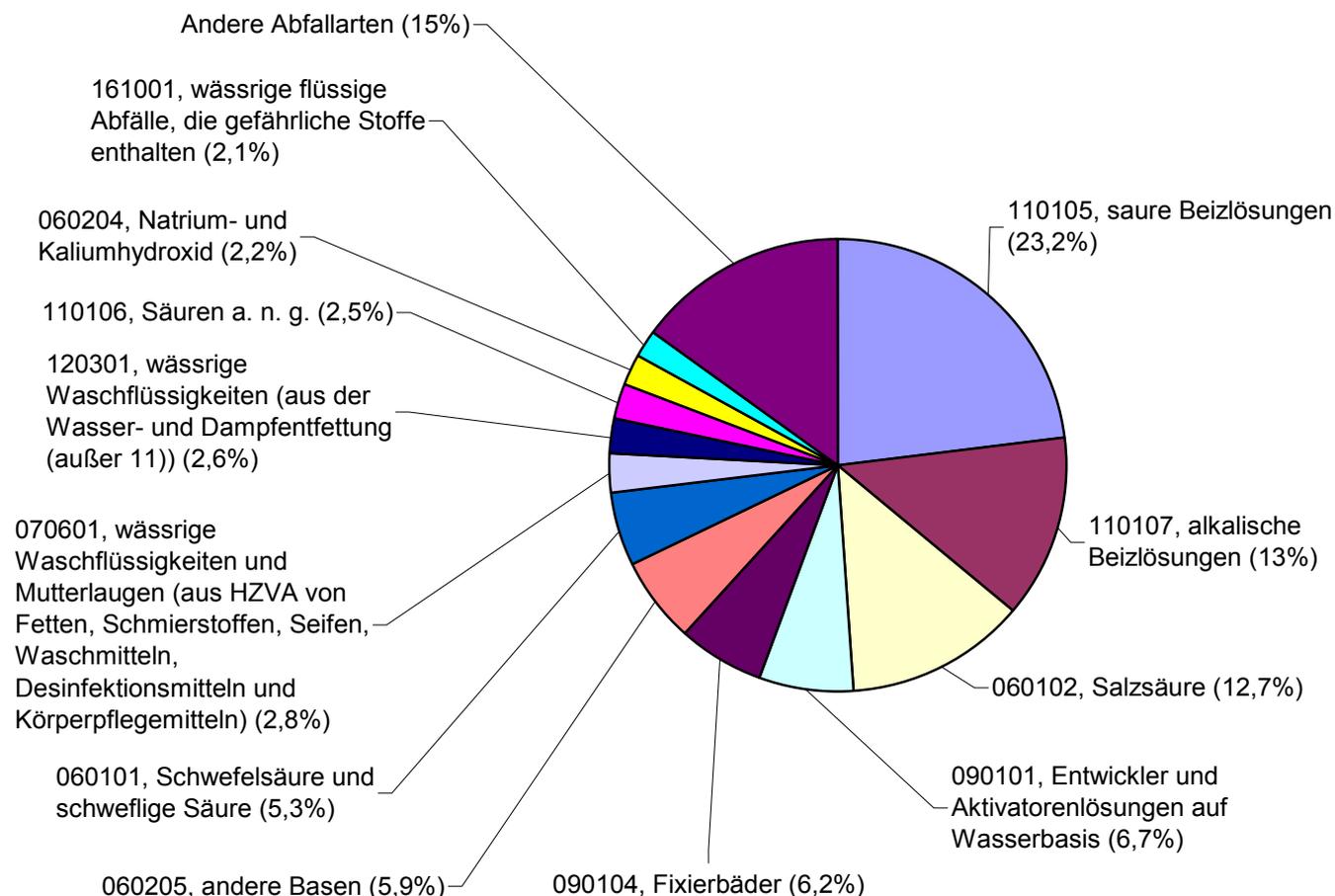
AVV	Bezeichnung	Input	
		[Mg]	[Masse-%]
11 01 05*	saure Beizlösungen	32.427	23,2
11 01 07*	alkalische Beizlösungen	18.225	13,0
06 01 02*	Salzsäure	17.779	12,7
09 01 01*	Entwickler und Aktivatorlösungen auf Wasserbasis	9.352	6,7
09 01 04*	Fixierbäder	8.735	6,2
06 02 05*	andere Basen	8.249	5,9
06 01 01*	Schwefelsäure und schweflige Säure	7.418	5,3
07 06 01*	wässrige Waschflüssigkeiten und Mutterlaugen	3.868	2,8
1203 01*	wässrige Waschflüssigkeiten	3.578	2,6
11 01 06*	Säuren a. n. g.	3.450	2,5
06 02 04*	Natrium- und Kaliumhydroxid	3.073	2,2
16 10 01*	wässrige flüssige Abfälle, die gefährliche Stoffe enthalten	2.886	2,1
07 01 01*	wässrige Waschflüssigkeiten und Mutterlaugen	2.441	1,7
06 01 06*	andere Säuren	2.298	1,6
09 01 05*	Bleichlösungen und Bleich-Fixier-Bäder	2.283	1,6
07 07 01*	wässrige Waschflüssigkeiten und Mutterlaugen	1.917	1,4
16 06 06*	getrennt gesammelte Elektrolyte aus Batterien und Akkumulatoren	1.544	1,1
07 02 01*	wässrige Waschflüssigkeiten und Mutterlaugen	1.434	1,0
16 10 02	wässrige flüssige Abfälle mit Ausnahme derjenigen, die unter 16 10 01 fallen	1.147	0,8
06 01 05*	Salpetersäure und salpetrige Säure	1.108	0,8
09 01 02*	Offsetdruckplatten-Entwicklerlösungen auf Wasserbasis	1.050	0,7
06 02 03*	Ammoniumhydroxid	885	0,6
06 03 13*	feste Salze und Lösungen, die Schwermetalle enthalten	884	0,6
07 03 01*	wässrige Waschflüssigkeiten und Mutterlaugen	729	0,5
06 03 14	feste Salze und Lösungen mit Ausnahme derjenigen, die unter 06 03 11 und 06 03 13 fallen	676	0,5
06 01 04*	Phosphorsäure und phosphorige Säure	623	0,4
07 05 01*	wässrige Waschflüssigkeiten und Mutterlaugen	333	0,2
06 01 03*	Flusssäure	319	0,2
06 02 01*	Calciumhydroxid	258	0,2
20 01 17*	Fotochemikalien	154	0,1
20 01 14*	Säuren	151	0,1
20 01 15*	Laugen	150	0,1
06 02 99	Abfälle a. n. g.	126	0,1
16 10 04	wässrige Konzentrate mit Ausnahme derjenigen, die unter 16 10 03 fallen	113	0,1
11 01 15*	Eluate und Schlämme aus Membransystemen oder Ionenaustauschsystemen, die gefährliche Stoffe enthalten	100	0,1
06 01 99	Abfälle a. n. g.	94	0,1
06 03 11*	feste Salze und Lösungen, die Cyanid enthalten	74	0,1
09 01 03*	Entwicklerlösungen auf Lösemittelbasis	58	0,04
07 04 01*	wässrige Waschflüssigkeiten und Mutterlaugen	15	0,01
16 10 03*	wässrige Konzentrate, die gefährliche Stoffe enthalten	5,1	0,004
Summe		140.007	100,0

* = gefährlicher Abfall

Im Rahmen des Vorhabens wurde ermittelt, dass die AVV 11 01 05 (saure Beizlösungen) mit ca. 23 Masse-% den relevantesten Mengenanteil eines einzelnen Abfallschlüssels am Gesamtaufkommen dieser Obergruppe aufweist. Dieser Abfallschlüssel wurde von 14 CP-Anlagen angenommen. Die einzelnen Anlagen haben im Jahr 2004 Mengen dieser AVV angenommen, die zwischen 9.024 Mg (Zentrale Entsorgungsanlage, Fa. RWG Ruhr-Wasserwirtschafts GmbH) und 962 Mg (Behandlungsanlage mit integrierter Ersatzbrennstoffaufbereitung, Fa. Lindenschmidt KG) schwankten. Die Gesamtmenge belief sich auf ca. 32.400 Mg.

In der nachfolgenden Abbildung 4 ist die Inputmenge 2004 der Abfallobergruppe 6 nach den Anteilen der einzelnen Abfallarten dargestellt. Abfallarten mit Anteilen von weniger als 2% sind grafisch zusammengefasst.

Abbildung 4: Inputmenge 2004 nach Abfallarten der Abfallobergruppe 6



Weitere für das Aufkommen der Obergruppe 6 mengenrelevante Abfallschlüsselnummern stellten im Jahre 2004 neben der AVV 11 01 05 (siehe oben) die AVV 11 01 07 (alkalische Beizlösungen) und AVV 06 01 02 (Salzsäure) dar. Beide machten jeweils ca. 13 Masse-% vom Aufkommen dieser Obergruppe aus. Die AVV 11 01 07 wurde von 15 Anlagen angenommen, wobei die Menge, die auf die einzelnen Anlagen entfiel, zwischen 6.705 Mg (Aufbereitung von Altsäuren-/laugen, Fa. Steinebach GmbH) und 10 Mg (Behandlungsanlage Fa. OWL-Entsorgung) schwankte. Insgesamt wurden von den im Rahmen des Vorhabens betrachteten Anlagen ca. 18.200 Mg dieser Abfälle angenommen. Salzsäure (AVV 06 01 02) wurde von insgesamt 11 Anlagen angenommen, dabei schwankte die Menge je CP-Anlage zwischen 12.780 Mg (Altsäureaufbereitungsanlage, Industrieabwasserverband Altena) und 0,3 Mg (Behandlungsanlage mit integrierter Ersatzbrennstoffaufbereitung, Fa. Lindenschmidt KG).

Neben der abfallbezogenen Auswertung der angenommenen Abfälle wurden die Daten auch anlagenspezifisch ausgewertet (vgl. nachfolgende Tabelle).

Tabelle 6: Inputmenge 2004 der ausgewählten CP-Anlagen (nach angenommener Abfallmenge je Anlage)

E-Nr.	Bezeichnung CP-Anlage	Input	
		[Mg]	[Masse-%]
91695113	Behandlungsanlage für Sonderabfälle der REMONDIS Industrie Service, Herne-Crange	80.549	9,2
75475049	Behandlungsanlage für Sonderabfälle, Zimmermann GmbH	74.864	8,6
11614010	Chemisch-Physikalische Behandlungsanlage in Mönchengladbach, Fa. GRUBA GmbH	70.282	8,1
91195269	Emulsionsspaltanlage, Thyssen Krupp Stahl AG	53.428	6,1
96295164	CP-Anlage, Lobbe Deutschland GmbH, Iserlohn - Letmathe	52.735	6,0
91495017	C/P-Anlage Hohenlimburg, Lobbe Entsorgung GmbH	50.868	5,8
11717022	Altölaufbereitungsanlage Fa. Mannesmannröhren Mülheim GmbH	47.000	5,4
97095037	Behandlungsanlage mit integrierter Ersatzbrennstoffaufbereitung, Lindenschmidt KG	45.882	5,3
17015336	Aufbereitungsanlage von ölhaltigen Betriebsmitteln, KS-Schmidt GmbH	44.456	5,1
56655583	Chemikalienherst. für (Ab-)Wasseraufbereitung, Sidra Wasserchemie	31.903	3,7
91197024	Destillationsanlage für verunreinigte Lösungsmittel, Orm-Bergold Chemie	30.023	3,4
95497108	Rückgewinnungsanlage für Buntmetalle, Siegfried Jacob Metallwerke	27.194	3,1
55455990	Schlammbehandlungsanlage, Groß-Bölting Entsorgungsgesellschaft mbH,	24.352	2,8
12415011	Behandlungsanlage für Sonderabfälle, BAD Behandlungsanlage Duisburg	24.201	2,8
71175020	Behandlungsanlage für Sonderabfälle, Lobbe Entsorgung GmbH	22.337	2,6
55855660	Behandlungsanlage für Altöle und Emulsionen Fa. Tersteeg	20.546	2,4
96295130	Zentrale Entsorgungsanlage, RWG Ruhr-Wasserwirtschafts GmbH	16.282	1,9
76675084	Behandlungsanlage Fa. OWL-Entsorgung	14.493	1,7
97095029	Behandlungsanlage, Kölsch GmbH	14.463	1,7
56254712	Dekanteranlage, Rütgers Chemicals AG	14.385	1,6
36234085	S & M GmbH Verwertungs- und Entsorgungsanlage	14.033	1,6
96295481	Altsäureaufbereitungsanlage Industrieabwasserverband Altena	12.780	1,5
55454020	Abfallbehandlungsanlage in Borken, Fa. Garvert	12.370	1,4
96297163	Aufbereitung von Altsäuren-/laugen, Steinebach GmbH	11.518	1,3
37435017	CPB für Photochemikalien REMONDIS Medison GmbH	11.358	1,3
15815335	Emulsionsspaltanlage Fa. BAD	10.462	1,2
91695105	Behandlungsanlage für Sonderabfälle, Heinrich Müntefering GmbH	9.441	1,1
15417040	Verwertungsanlage für Lösemittel in Goch, Fa. RCN Chemie GmbH	5.887	0,7
51355565	Aufbereitungsanlage für Fotochemikalien. Fa. Zeller	5.728	0,7
11115475	Kesselwagenreinigung mit CP-Behandlungsanlage der Fa. Henkel KGaA	3.898	0,4
51355090	Schlammbehandlungsanlage Werk Horst, REMONDIS Industrie Service	3.626	0,4
36237000	Esma GmbH & Co KG	2.979	0,3
37035000	CP-Behandlungsanlage, SaITec Umwelttechnik GmbH,	2.758	0,3
12415119	Sireco Silberrückgewinnungs GmbH	2.433	0,3
56655486	Schlammbehandlungsanlage Fa. Woitzel	2.136	0,2
35837033	Aufbereitungsani, für org. Lösungsmittel, SET Schröder GmbH	908	0,1
36234042	Zwischenlager mit Behandlung für Fotochemikalien, Andreas Meyer	256	0,03
Summe		872.813	100,0

E.-Nr. = Entsorger-Nummer

Die Angaben zu den von den einzelnen Anlagen angenommenen Abfällen liegen zwischen ca. 80.550 Mg und ca. 250 Mg. Keine der im Rahmen des Vorhabens betrachteten Anlagen wird im Entsorgungsbericht NRW als besonders mengenrelevante Anlage aufgeführt. Ursächlich hierfür ist, dass Anlagen, die insbesondere die mengenrelevanten gefährlichen Bau- und Bodenabfälle behandeln, kein Gegenstand dieser Untersuchung waren. Im Entsorgungsbericht NRW werden 15 solcher Anlagen, u. a. auch Deponien, als mengenrelevant dargestellt. Die von diesen Anlagen angenommenen Abfallmengen liegen zwischen ca. 97.100 Mg und ca. 348.500 Mg.

Wie im Entsorgungsbericht NRW dargestellt, bilden Destillationsanlagen und Elektrolyseanlagen aufgrund der in diesen Anlagen eingesetzten technischen Verfahren gut abgrenzbare Untergruppen. In allen weiteren Anlagen werden – wie bereits oben erwähnt – unterschiedliche chemisch-physikalische Verfahren kombiniert. Im Rahmen dieses Vorhabens wurden sechs CP-Anlagen als Destillationsanlage eingestuft. Die Mengen der von diesen Anlagen im Jahre 2004 angenommenen Abfälle lagen zwischen ca. 44.500 Mg (Aufbereitungsanlage von ölhaltigen Betriebsmitteln, Fa. KS-Schmidt GmbH) und ca. 900 Mg (Aufbereitungsanlage für organische Lösungsmittel, Fa. SET Schröder GmbH). Die von den vier als Elektrolyseanlage einzustufenden CP-Anlagen angenommenen Mengen sind im Vergleich zu den anderen CP-Anlagen als eher gering anzusehen. Hier lag das Mengenaufkommen zwischen ca. 250 Mg (Zwischenlager mit Behandlung für Fotochemikalien, Fa. Andreas Meyer) und ca. 11.350 Mg (CPB für Photochemikalien, Fa. REMONDIS Medison GmbH).

Entsorgte Mengen (Output)

Da von einer der CP-Anlagen, von denen Mengenangaben vorlagen, nur Aussagen zum Anlageninput existierten, konnten Angaben zu entsorgten Mengen (Anlagenoutput) von 36 CP-Anlagen für die Auswertungen herangezogen werden. Die Menge der von dieser CP-Anlage angenommenen Abfälle lag bei ca. 250 Mg, so dass sich hieraus nahezu keine Auswirkungen auf das gesamte Mengengerüst aller betrachteten CP-Anlagen ergeben.

Tabelle 7: Outputmengen 2004 der ausgewählten Anlagen (nach Abfalloberguppen des LANUV, absteigend sortiert)

OGR	Bezeichnung	Output	
		[Mg]	[Masse-%]
	Abwasser	503.352	59,5
5	Schlämme und Rückstände aus Abwasserbehandlung (industriell)	73.290	8,7
7.2	Abfälle aus Mineralölen, -produkten und -Verarbeitung	42.288	5,0
8	Lösemittel, lösemittelhaltige Betriebsmittel und Schlämme	41.550	4,9
	Produkt	38.585	4,6
10.1	konditionierte, stabilisierte und verfestigte Abfälle	23.763	2,8
6	Säuren, Laugen und Konzentrate	22.736	2,7
7.1	Altöle gem. Altölverordnung	15.590	1,8
10.2	Abfälle aus der mechanischen Vorbehandlung	9.961	1,2
1	Holz, Textil- und Papierabfälle	7.565	0,9
15	mineralische Bauabfälle (Bauschutt), Bodenaushub	4.964	0,6
12.1	metallhaltige Abfälle	4.328	0,5
9	Farben, Lacke und Klebstoffe	4.246	0,5
13	Batterien	4.199	0,5
2	metallurgische Aschen, Schlacken, Krätzen, Stäube und Schlämme	3.304	0,4
18	Kunststoffabfälle, Kunststoffschlämme und -emulsionen	3.223	0,4
4	sonstige feste mineralische Abfälle und Schlämme	1.357	0,2
11	Baustellenabfälle	731	0,1
20	Ofenausbruch, Hütten- und Gießereischutt	651	0,1
17	Salze und andere Chemikalien	179	0,02
12.2	quecksilberhaltige Abfälle, Entladungslampen	46	0,01
16	Elektro- und Elektronikschrott	29	0,003
-	Sonstiges	40.567	4,8
Summe		846.502	100,0

OGR = Abfalloberguppe

Die ausgewiesene Menge aller Outputströme der betrachteten CP-Anlagen fällt mit ca. 846.500 Mg etwas geringer aus als die Menge der angenommenen Abfälle. Ursächlich hierfür ist vor allem die offensichtliche Unvollständigkeit einiger Jahresberichte / Abfallbilanzen, in denen beispielsweise keine Angaben zu hergestellten Produkten oder zu angefallenem Abwasser enthalten waren.

Den mit großem Abstand stärksten Anteil am Gesamtoutput macht mit ca. 60 % das Abwasser aus der Behandlung aus. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass Angaben zu angefallenem Abwasser nur von 26 CP-Anlagen vorlagen. Die von diesen angegebene Abwassermenge schwankte zwischen 16 Mg (Aufbereitungsanlage für organische Lösungsmittel, SET Schröder GmbH) bis ca. 57.300 Mg (Behandlungsanlage für Sonderabfälle, Fa. Zimmermann GmbH). Bezogen auf den Gesamtoutput der einzelnen CP-Anlagen lag der Anteil von Abwasser am Anlagenoutput zwischen ca. 3 Masse-% (Aufbereitungsanlage für

organische Lösungsmittel, SET Schröder GmbH) und 97 Masse-% (Behandlungsanlage der Fa. Henkel KGaA). Von den 26 CP-Anlagen, die Abwassermengen als Outputstrom angegeben hatten, waren drei als Destillationsanlagen und eine als Silberelektrolyseanlage einzustufen. Bei diesen CP-Anlagen machte Abwasser einen Anteil zwischen ca. 3 Masse-% bis ca. 5 Masse-% aus. Werden diese bei der Auswertung nicht berücksichtigt, erhöht sich der Anteil von Abwasser am Gesamtaufkommen der Outputströme der restlichen 21 CP-Anlagen auf ca. 74 %.

Die Menge der durch die Behandlung der Abfälle gewonnenen Produkte (ca. 38.600 Mg) macht etwa 5 % der gesamten Outputströme der CP-Anlagen aus. Diese Angabe ist aber zu relativieren, da hierzu offensichtlich nicht alle Angaben vorlagen.

Die Outputströme der CP-Anlagen setzen sich aus insgesamt 183 Abfallschlüsselnummern zusammen, davon 113 von gefährlichen und 70 von ungefährlichen Abfällen. Von den Abfallarten war die AVV 19 02 05 (Schlämme aus der physikalisch-chemischen Behandlung, die gefährliche Stoffe enthalten) die mengenrelevanteste. Mit einem Aufkommen von ca. 51.700 Mg machte diese einen Anteil von ca. 6 Masse-% an allen Outputströmen aus. Den geringsten Mengenanteil wies die AVV 20 01 34 (Batterien und Akkumulatoren mit Ausnahme derjenigen, die unter 20 01 33 fallen) mit 0,1 Mg auf.

Aus der Zusammenfassung nach Abfalloberggruppen resultierte die Abfalloberggruppe 5 (Schlämme und Rückstände aus Abwasserbehandlung) mit ca. 9 Masse-% vom Gesamtoutput als mengenrelevanteste. Der Vergleich zur Tabelle 3 auf Seite 16 zeigt, dass die Menge der abgegebenen Abfälle dieser Obergruppe gegenüber dem Input (Inputmenge ca. 61.000 Mg) angestiegen ist. Die nachfolgende Tabelle zeigt die abgegebenen Abfallarten, aus denen sich diese Obergruppe zusammensetzt.

Tabelle 8: Abgegebene Abfallarten der Abfallobergruppe 5 "Schlämme und Rückstände aus Abwasserbehandlung"

AVV	Bezeichnung	Output	
		[Mg]	[Masse-%]
19 02 05*	Schlämme aus der physikalisch-chemischen Behandlung, die gefährliche Stoffe enthalten	51.662	70,5
02 02 04	Schlämme aus der betriebseigenen Abwasserbehandlung	7.386	10,1
19 02 06	Schlämme aus der physikalisch-chemischen Behandlung mit Ausnahme derjenigen, die unter 19 02 05 fallen	3.962	5,4
19 08 13*	Schlämme, die gefährliche Stoffe aus einer anderen Behandlung von industriellem Abwasser enthalten	3.281	4,5
19 08 01	Sieb- und Rechenrückstände	2.020	2,8
19 08 14	Schlämme aus einer anderen Behandlung von industriellem Abwasser mit Ausnahme derjenigen, die unter 19 08 13 fallen	1.744	2,4
06 05 03	Schlämme aus der betriebseigenen Abwasserbehandlung mit Ausnahme derjenigen, die unter 06 05 02 fallen	855	1,2
11 01 09*	Schlämme und Filterkuchen, die gefährliche Stoffe enthalten	850	1,2
19 08 12	Schlämme aus der biologischen Behandlung von industriellem Abwasser mit Ausnahme derjenigen, die unter 19 08 11 fallen	729	1,0
19 08 02	Sandfangrückstände	430	0,6
11 01 11*	wässrige Spüflüssigkeiten, die gefährliche Stoffe enthalten	186	0,3
04 02 20	Schlämme aus der betriebseigenen Abwasserbehandlung mit Ausnahme derjenigen, die unter 04 02 19 fallen	82	0,1
19 11 06	Schlämme aus der betriebseigenen Abwasserbehandlung mit Ausnahme derjenigen, die unter 19 11 05 fallen	75	0,1
07 06 12	Schlämme aus der betriebseigenen Abwasserbehandlung mit Ausnahme derjenigen, die unter 07 06 11 fallen	29	0,04
Summe		73.290	100,0

* = gefährliche Abfälle

Von den Abfallarten, die der Obergruppe 5 zuzuordnen sind, sind vier als gefährliche Abfälle eingestuft, zehn als ungefährliche. Die mengenrelevanteste Abfallart, die dieser Obergruppe zugeordnet ist, ist die oben bereits angeführte AVV 19 02 05. Diese AVV wurde von 23 CP-Anlagen abgegeben, wobei sich die größte von einer einzelnen CP-Anlage abgegebene Menge auf ca. 15.100 Mg (Behandlungsanlage für Sonderabfälle, Fa. Zimmermann GmbH) belief. Der Vergleich zu der gesamten Menge dieser Abfallart, die von 19 CP-Anlagen angenommen wurde, zeigt einen Anstieg von ca. 3.600 Mg auf ca. 51.700 Mg. Der Vergleich der Inputmenge mit der Menge an abgegebenen Abfällen der AVV 02 02 04 zeigt einen Rückgang von etwa 8.800 Mg auf ca. 7.400 Mg. Den geringsten Anteil am Mengenaufkommen der Obergruppe 5 hatte die AVV 07 06 12 (Schlämme aus der betriebseigenen Abwasserbehandlung mit Ausnahme derjenigen, die unter 07 06 11 fallen).

Den zweitgrößten Anteil von Abfalloberguppen an der Gesamtmenge der abgegebenen Stoffe aller CP-Anlagen hatte die Obergruppe 7.2 (Abfälle aus Mineralölen, -produkten und -verarbeitung). Die nachfolgende Tabelle zeigt die Abfallarten dieser Obergruppe, die von 20 CP-Anlagen abgegeben wurde.

Tabelle 9: Abgegebene Abfallarten der Abfalloberguppe 7.2 "Abfälle aus Mineralölen, -produkten und -verarbeitung"

AVV	Bezeichnung	Output	
		[Mg]	[Masse-%]
19 02 07*	Öl und Konzentrate aus Abtrennprozessen	12.666	30,0
12 01 09*	halogenfreie Bearbeitungsemulsionen und -lösungen	10.547	24,9
13 07 03*	andere Brennstoffe (einschließlich Gemische)	8.176	19,3
13 05 01*	feste Abfälle aus Sandfanganlagen und Öl-/Wasserabscheidern	3.318	7,8
13 05 02*	Schlämme aus Öl-/Wasserabscheidern	2.535	6,0
16 07 08*	ölhaltige Abfälle	1.642	3,9
12 01 08*	halogenhaltige Bearbeitungsemulsionen und -lösungen	1.603	3,8
13 08 02*	andere Emulsionen	1.009	2,4
13 08 99*	Abfälle a. n. g.	266	0,6
13 05 03*	Schlämme aus Einlaufschächten	211	0,5
13 07 02*	Benzin	159	0,4
10 11 13*	Glaspolier- und Glasschleifschlämme, die gefährliche Stoffe enthalten	101	0,2
12 01 14*	Bearbeitungsschlämme, die gefährliche Stoffe enthalten	29	0,1
13 05 08*	Abfallgemische aus Sandfanganlagen und Öl-/Wasserabscheidern	26	0,1
Summe		42.288	100,0

* = gefährliche Abfälle

Alle Abfallarten dieser Obergruppe sind als gefährliche Abfälle eingestuft. Den größten Mengenanteil hat die AVV 19 02 07 (Öl und Konzentrate aus Abtrennprozessen), die annähernd ein Drittel der abgegebenen Menge diese Obergruppe ausmacht. Abgegeben wird diese Abfallart von zehn CP-Anlagen, wobei die größte Menge auf die Altölaufbereitungsanlage der Fa. Mannesmannröhren Mülheim GmbH entfiel (ca. 2.900 Mg).

Der Vergleich zur Tabelle 3 zeigt, dass die Menge der abgegebenen Abfälle dieser Obergruppe im Vergleich zur Menge an angefallenen Abfällen (ca. 350.000 Mg) sehr stark zurückgegangen ist. Ursächlich hierfür ist, dass ein bedeutender Mengenanteil nach Behandlung der Abfälle überwiegend als wässrige Phase in das Abwasser der CP-Anlagen verlagert wurde.

2.2.3. Anlagentechnik

Ebenso breit wie das Spektrum der von den CP-Anlagen angenommenen Abfälle ist das Spektrum der für deren Behandlung in den CP-Anlagen vorhandenen Behandlungstechnik. Die nachfolgende Tabelle zeigt die Anlagentechnik der betrachteten CP-Anlagen. Die Darstellung gibt wieder, was zu den einzelnen Anlagen aus AIDA entnommen werden konnte.

Tabelle 10: Darstellung installierte Anlagentechnik (Quelle: AIDA)

Verfahrensstufen und -techniken		in Anlagen eingesetzt (n=38)	
Vorbehandlung	Trennverfahren	Grobstoffabtrennung	15
		Ölabtrennung	3
		gravimetrische Trennprozesse	1
		Siebung	6
		Sedimentation	8
		(Vor-)Sortierung	4
		Filtrieren	5
		Dekantieren	3
	Sonstiges	3	
	Chemische Vorbehandlung	Konzentratherstellung	1
		Entgiftung	3
		Komplexbildnerzerstörung	3
		pH-Adjustierung	5
		Oxidation	3
		Vorfällung	2
		Einfache Destillation	1
	Sonstiges	1	
	Sonstige Vorbehandlung	(Grob-)Zerkleinerung	3
Entwässerung		2	
Grobreinigung		1	
Sonstiges		2	
Behandlung	Zerkleinern	Shredder	1
		Sonstiges	1
	Sieben	Trommelsieb	2
		Vibrationssieb	7
		Sonstiges	4
	Trennen von Feststoffen	Sortieren	2
		Sonstiges	1
	Sedimentation/ Schlammfang	Absetzbecken	8
		Lamellenabscheider	1
		Sonstiges	5
	Filtration	Kies-/Sandfilter	3
		Sonstiges	5
	Mechanische Entwässerung (Vorbehandlung)	Kammerfilterpresse	0
		Zentrifugieren	2
		Dekantieren	1
		Sonstiges	0
	Sonstige Trennung fest/flüssig	Flockung	11
		Flotation	6
		Hydrozyklon	1
		thermische Entwässerung	4
	Leichtstoffabscheidung	Sonstiges	2
		Öl-/Benzinabscheider	12
		Fettabscheider	2
		Koaleszenzabscheider	5
	Emulsionsspaltung	Sonstiges	2
		mit Säuren	12
		mit Salzen	4
		mit organischen Spaltmitteln	12
		thermische Emulsionsspaltung	3
	Sonstiges	2	

Verfahrensstufen und -techniken		in Anlagen eingesetzt (n=38)	
Behandlung	Oxidation / Reduktion	Cyanidgiftung	6
		Chromatengiftung	12
		Nitritengiftung	12
		Nitratengiftung	2
		Phenolengiftung	2
		Schwermetallreduktion	5
		Sonstiges	3
Behandlung	Fällung	Cyanidfällung	1
		Chromatfällung	5
		Hydroxidfällung	11
		Sulfidfällung	7
		Sulfatfällung	6
		Phosphatfällung	4
		Schwermetallfällung	13
		Sonstiges	2
	Sonstige Verfahren zur Stoffumwandlung	Neutralisation	15
		Extraktion	1
		Sonstiges	2
	(Einfache) Destillation	Blasenverdampfer	3
		Dünnschichtverdampfer	3
		Fallfilmverdampfer	1
		Sonstige Destillation	1
	Rektifikation	Dünnschichtverdampfer	1
		Umlaufverdampfer	1
		Sonstiges	2
	Elektrische Verfahren	Elektrolyse	7
		Sonstige	1
	Membranverfahren	Mikrofiltration	1
		Ultrafiltration	4
	Sonst. Behandlung	Adsorption	4
		Ionenaustausch	4
		Reinigung und Aufkonzentrierung	1
		Sonstiges	3
	Mechanische Entwässerung (Nachbehandlung)	Kammerfilterpresse	17
		Zentrifugieren	4
		Dekantieren	7
		Sonstiges	2
	Konditionierung	Verfestigen	3
		Mischen	4
		Waschen	2
Sonstiges		3	
Abwasserreinigung	Art der Abwasserreinigung	Neutralisation	8
		(Entspannungs)Flotation	2
		Fällung	9
		Flockung	5
		Ansäuern	3
		Filtration	13
		Sedimentation	7
		Belüftung	2
		Leichtstoff-Koaleszenzabscheider	3
		Sonstiges	6
	Verbleib des Abwassers	Vorfluter	2
		Öffentl. Abwasserbehandlung (Indirekteinleitung)	23
		betriebsinterne AW-Behandlung	2
		Sonstiges	2
		Sonstiges	2
Abgasreinigung	Wäscher	15	
	Adsorption	4	
	Sonstiges	7	
minimal eingesetzt: 2 Behandlungsschritte; maximal eingesetzt: 57 Behandlungsschritte			

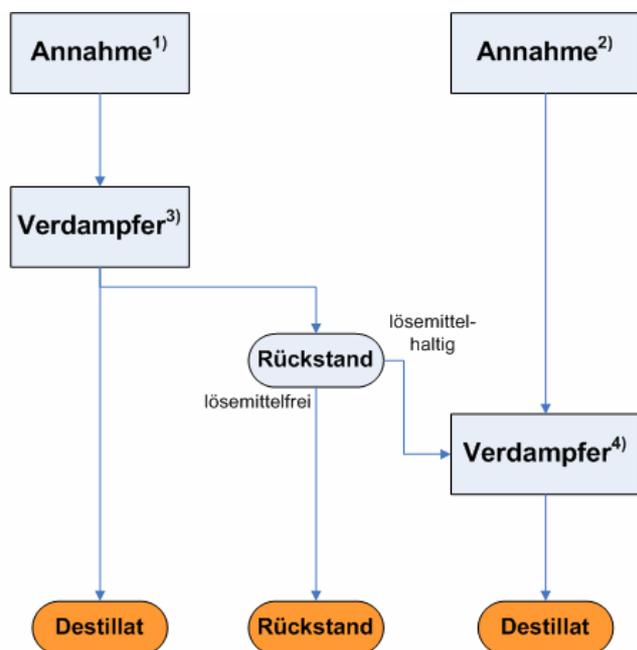
In Abhängigkeit von den Eigenschaften der zu behandelnden Abfälle können unterschiedliche Verfahrenstechniken bzw. Kombinationen unterschiedlicher Verfahren zur Anwendung kommen. Wie auch im Entsorgungsatlas des LANUV NRW ausgeführt, bilden dabei die Destillationsanlagen sowie die Elektrolyseanlagen aufgrund der in diesen CP-Anlagen eingesetzten Behandlungstechnik jeweils eine vergleichsweise gut eingrenzbare Gruppe.

Von den im Entsorgungsatlas genannten 17 Destillationsanlagen wurden im Rahmen dieses Vorhabens sieben Anlagen betrachtet:

- Aufbereitungsanlage von ölhaltigen Betriebsmitteln, Fa. KS-Schmidt GmbH (Entsorger-Nr. 17015336)
- Destillationsanlage für verunreinigte Lösungsmittel, Fa. Orm-Bergold Chemie (Entsorger-Nr. 91197024)
- Aufbereitung von Altsäuren-/laugen, Fa. Steinebach GmbH (Entsorger-Nr. 96297163)
- Verwertungsanlage für Lösemittel in Goch, Fa. RCN Chemie GmbH (Entsorger-Nr. 15417040)
- Anlage der Fa. Esma GmbH & Co KG (Entsorger-Nr. 36237000)
- Aufbereitungsanlage für organische Lösungsmittel, Fa. SET Schröder GmbH (Entsorger-Nr. 35837033)
- Aufbereitungsanlage für organische Lösungsmittel, Fa. WEKA-Destillation (Entsorger-Nr. 96297051).

Der Durchsatz dieser CP-Anlagen betrug in 2004 ca. 96.000 Mg, dabei schwankte er anlagenspezifisch zwischen ca. 900 Mg (CP-Anlage der Fa. SET Schröder GmbH) und ca. 44.500 Mg (Fa. KS-Schmidt GmbH). In fünf dieser CP-Anlagen wurden vor allem verunreinigte Lösemittel aufbereitet (Abfälle der Obergruppe 8 (Lösemittel, lösemittelhaltige Betriebsmittel und Schlämme). Der Anteil der Abfälle dieser Obergruppe am jeweiligen Anlageninput dieser fünf CP-Anlagen lag zwischen ca. 94 und 100 %.

Abbildung 5: Beispiel-Fließbild für eine einfache Destillationsanlage für Lösemittel



- 1) mit organischen Inhaltsstoffen verunreinigte Lösemittel-Wasser-Gemische
- 2) stark verunreinigte Lösemittel mit höherem Feststoffanteil
- 3) Primärdestillation (2 Dünnschichtverdampfer (Horizontal- und Vertikal-Verdampfer)), Betrieb i. a. unter Vakuum
- 4) Sekundärdestillation (Destillationsblase), Betrieb i. a. unter Vakuum

In der Anlage der Fa. KS-Schmidt wurden vor allem Altöle der Obergruppen 7.1 (Altöle gem. Altölverordnung), ca. 65 Masse-% vom Anlageninput, und der Obergruppe 7.2 (Abfälle aus Mineralölen, -produkten und -verarbeitung), ca. 11 Masse-% vom Input, behandelt. Die CP-Anlage Fa. Steinebach hat hauptsächlich Altsäuren aufbereitet (Abfälle der Obergruppe 6 (Säuren, Laugen und Konzentrate)).

Die Anlagen werden z.T. als Lohndestillationsanlagen betrieben. Zum Einsatz kommen Destillationsblasen oder unterschiedliche Verdampferformen (Dünnschicht-, Fallfilm- oder Umlaufverdampfer). Neben einer einfachen Destillation kann die Behandlung von Abfällen z.T. auch mittels Rektifikation erfolgen. Je nach Verfahrensansatz können vorhandene Aggregate, die teilweise mehrfach je Anlage vorhanden sind, nacheinander oder parallel – bei Bedarf unter Vakuum - betrieben werden.

Sofern Angaben zu den Entsorgungsverfahren des Anlagenoutputs der Destillationsanlagen vorhanden waren, waren die Anteile der Abfälle zur Beseitigung mit ca. 0,5 bis ca. 4 Masse-% vergleichsweise gering. Wie bei der Diskussion der Outputmengen (vgl. Kapitel 2.2.2) bereits erwähnt, weisen die Destillationsanlagen ebenso vergleichsweise niedrige Abwassermengen auf. Die hierzu vor-

handenen Angaben schwankten zwischen ca. 3 bis ca. 5 Masse-%. Anfallendes Abwasser wurde in die öffentliche Abwasserreinigung abgegeben (Indirekteinleitung). Aus dem Betrieb zweier Anlagen (CP-Anlagen der Fa. Orm-Bergold Chemie und Fa. Esma GmbH & Co KG) fiel kein Abwasser an. Der Anteil der von Destillationsanlagen abgegebenen Stoffe zur Verwertung (als Abfälle zur Verwertung oder als Produkt) machte jeweils den größten Mengenanteil aus.

Auch die Elektrolyseanlagen können aufgrund ihrer Anlagentechnik als eine weitere spezifische Gruppe von CP-Anlagen eingegrenzt werden. Alle vier im Jahre 2004 in NRW betriebenen Elektrolyseanlagen wurden im Rahmen des Vorhabens erfasst:

- CPB für Photochemikalien REMONDIS Medison GmbH (Entsorger-Nr. 37435017)
- Aufbereitungsanlage für Fotochemikalien. Fa. Zeller (Entsorger-Nr. 51355565)
- Sireco Silberrückgewinnungs GmbH (Entsorger-Nr. 12415119)
- Zwischenlager mit Behandlung für Fotochemikalien, Andreas Meyer (Entsorger-Nr. 36234042).

Von diesen Anlagen wurden in 2004 ca. 20.000 Mg an Inputstoffen, hauptsächlich Abfallarten der Obergruppe 6 (Säuren, Laugen und Konzentrate), angenommen. Die anlagenspezifischen Mengen lagen dabei zwischen ca. 250 Mg (Zwischenlager mit Behandlung für Fotochemikalien, Fa. Andreas Meyer) und ca. 11.400 Mg (CPB für Photochemikalien, Fa. REMONDIS Medison GmbH). In diesen Anlagen werden vornehmlich Fixierlösungen (AVV 09 01 04 und 09 01 05) z.B. mittels Elektrodenplatten elektrolytisch entsilbert. Aus den hierbei gewonnenen Rückständen wird in Silberscheideanlagen Silber gewonnen. Weitere von den Elektrolyseanlagen angenommene Abfälle werden häufig nur im Sinne eines "Sammel-Entsorgungsauftrages" angenommen, aber nicht weiter behandelt (so z.B. in einem Fall auch krankenhausspezifische Abfälle (AVV 18 01 02)).

Hinsichtlich der von diesen Anlagen abgegebenen Stoffe sind die Angaben überwiegend offensichtlich unvollständig. Die Angaben zu Verwertungs- und Beseitigungsverfahren insbesondere aber zu hergestellten "Produkten" (mit Silber angereicherte Rückstände aus der Behandlung) sind häufig nicht vorhanden.

In zwei Fällen liegen Angaben darüber vor, dass aus angenommenen Stoffen NO_x-Reduktionsmittel zum Einsatz in der Zementindustrie hergestellt werden. Neben der Fa. Sireco Silberrückgewinnungs GmbH ist dies bei der Aufbereitungsanlage für Fotochemikalien der Fa. Zeller der Fall. In letztgenannter werden Fixierbäder nach der Entsilberung gemeinsam mit Entwicklerbädern mittels Ultrafiltration behandelt. Hierbei sollen silbersulfidhaltige Stoffe abgeschieden werden. Aus dem Permeat der Ultrafiltration wird anschließend unter Zugabe von Harnstoff ein NO_x-Reduktionsmittel hergestellt.

Mit Ausnahme einer CP-Anlage fällt bei der elektrolytischen Behandlung von Abfällen in diesen Anlagen kein Abwasser an. In der Aufbereitungsanlage für Fotochemikalien der Fa. Zeller fällt in geringem Umfang Abwasser aus dem gelegentlichen Betrieb einer zur CP-Anlage gehörenden Verdampfungsanlage an. In dieser wird Permeat aus der Ultrafiltration in geringem Umfang behandelt. Dabei anfallendes Abwasser wird in die öffentliche Abwasserreinigung (Indirekt-einleitung) abgegeben.

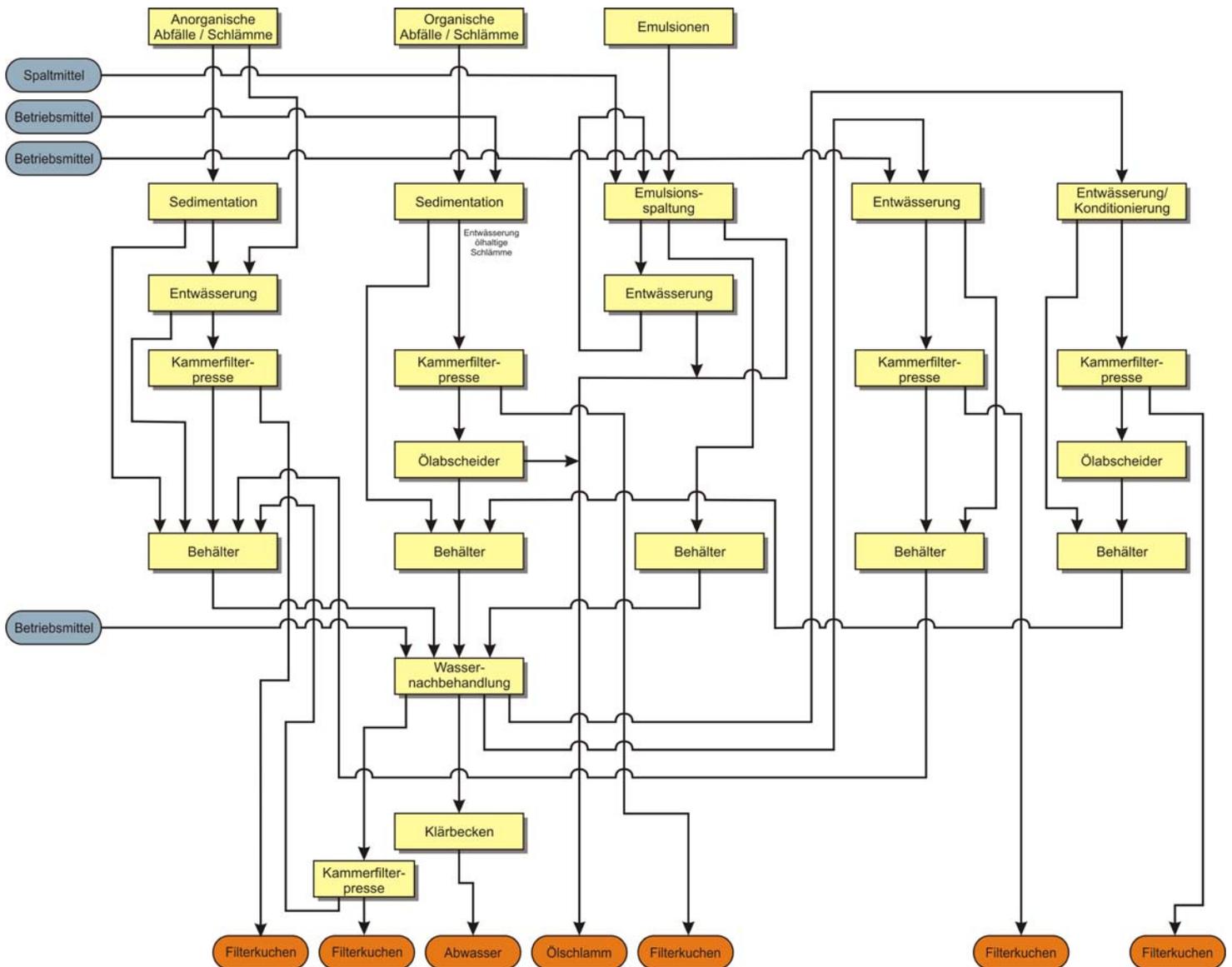
Alle weiteren CP-Anlagen weisen ein sehr breites Spektrum an vorhandener Anlagentechnik auf. Neben CP-Anlagen mit vergleichsweise einfacher Aufbereitungstechnik existieren Anlagen, in denen angenommene Abfälle mit sehr unterschiedlichen Verfahren bzw. Verfahrenskombinationen behandelt werden können. Neben "Spezialisten", die auf die Behandlung sehr spezifischer Abfälle ausgelegt sind (z.B. Rückgewinnungsanlage für Buntmetalle der Fa. Siegfried Jacob Metallwerke), sind zahlreiche CP-Anlagen als "Generalisten" auf die Behandlung unterschiedlichster Abfälle ausgelegt.

In Anlagen mit vergleichsweise einfacher Anlagentechnik erfolgt beispielsweise die Abtrennung von Öl aus ölhaltigen Flüssigkeiten mittels Leichtstoffabscheider. CP-Anlagen mit weitergehender Aufbereitungstechnik verfügen dagegen z.T. über die Möglichkeit der Ultrafiltration. Hier kann aus Flüssigkeiten, die sehr geringe Anteile an Öl enthalten, Öl abgetrennt werden.

Der Schwerpunkt der Behandlung in den hier betrachteten CP-Anlagen liegt in der Phasentrennung. Ziel ist i.d.R. die Separation von Öl-, Schlammphase und wässriger Phase. Die Phasentrennung von Öl-Wasser-Schlamm-Gemischen erfolgt vielfach durch Sedimentation, Flockung / Flotation, mit Öl-/ Benzinabscheidern und Koaleszenzabscheidern. Die wässrige Phase wird anschließend

i.d.R. einer Emulsionsspaltung unterzogen, wobei zur Spaltung Säuren und/oder organische Spaltnittel, z.T. in Kombination mit thermischer Spaltung, eingesetzt werden. In Einzelfällen werden Salze zur Emulsionsspaltung verwendet. In wenigen CP-Anlagen kann die wässrige Phase mittels Ultrafiltration behandelt werden.

Abbildung 6: Beispiel-Fließbild für eine komplexe „klassische“ CP-Behandlungsanlage (vereinfacht)



Aus einigen Anlagenbeschreibungen geht hervor, dass Chargen von Abfällen mit bestimmten Eigenschaften zusammengestellt und anschließend mit hierfür vorgesehener Anlagentechnik "chargenweise" behandelt werden.

Grundsätzlich können einige der angenommenen Abfälle neben dem Hauptzweck der Behandlung auch als "Betriebsmittel" eingesetzt werden. Beispielsweise können Altsäuren als Abfallart der Obergruppe 6 (Säuren, Laugen und Konzentrate) im Rahmen der Behandlung neutralisiert werden. Sie können aber auch als Spaltmittel im Rahmen der Behandlung von Emulsionen eingesetzt werden.

Die genaue Zuordnung eines Abfalls dahingehend, mit welchem Aggregat oder mit welcher Kombination verschiedener Aggregate dieser behandelt wurde und wie sich die Behandlungsschritte auf die Schadstoffverlagerung auswirken, konnte aus den vorhandenen Unterlagen nicht abgeleitet werden.

Das Abwasser wird i.d.R. indirekt eingeleitet. Vor der Abgabe in die öffentliche Abwasserreinigung erfolgt in den Anlagen eine überwiegend mehrstufige Abwasserreinigung, in deren Rahmen – in Abhängigkeit von den Eigenschaften des zu reinigenden Abwassers – unterschiedliche Verfahren (u. a. Neutralisation, Flotation, Fällung/Flockung, Filtration) zur Anwendung kommen können.

Aussagen zur Bewertung der verfügbaren Behandlungstechniken für in CP-Anlagen zu behandelnde Abfälle finden sich grundsätzlich auch im Merkblatt für die besten verfügbaren Techniken für Abfallbehandlungsanlagen des Umweltbundesamtes sowie im nicht veröffentlichten Beitrag des Bundesverbandes der Deutschen Entsorgungswirtschaft e.V. zum Reference Document on Best Available techniques in Waste Treatment – Chemical / Physical Treatment Plants (BREF). In beiden Dokumentationen werden angewandte Verfahren zur Behandlung von Abfällen in CP-Anlagen vorgestellt. Neben der Beschreibung einzelner Verfahren wird auch ausgesagt, für welche Abfälle sie generell zur Behandlung geeignet sind.

2.3. Bewertung der Daten im Hinblick auf die vorliegende Fragestellung

Zielsetzung des Projektes war es, ausgehend von einer Status Quo-Analyse der in den CP-Anlagen behandelten Abfälle, der anfallenden Abfälle und Abwässer sowie der Verteilung der Schadstofffrachten auf die verschiedenen Outputströme einen Bezug zum jeweiligen Behandlungsverfahren herzustellen und Optimierungsmöglichkeiten zur Verringerung der Schadstoffemissionen v. a. in den Abwasserstrom zu ermitteln. In dem hier dargestellten Teil I sollte diese Analyse für ca. 40 CP-Anlagen auf der Grundlage der bei den Behörden vorliegenden Daten durchgeführt werden. Die Auswertungsergebnisse wurden in den vorangegangenen Kapiteln dargestellt und sollen nun im Hinblick auf die Projektzielsetzung bewertet werden.

Bei den Behörden ist eine Vielzahl von Daten vorhanden, die grundsätzlich eine gute Informationsquelle darstellen. Von den in Kap. 1 aufgeführten Fragestellungen lässt sich damit die Frage nach der **Art und Menge der behandelten Abfälle** an Hand der Jahresberichte / Abfallbilanzen weitgehend beantworten. Teilweise war allerdings nicht ersichtlich, ob die Abfälle in den CP-Anlagen tatsächlich behandelt oder ob sie lediglich gelagert bzw. umgeschlagen wurden. Dies ging nur in Einzelfällen aus den Anlagenbeschreibungen hervor. Darüber hinaus fehlten für den Anlageninput häufig Angaben zu Art und Menge von eingesetzten Hilfs- oder Betriebsstoffen.

Auf den **Schadstoffgehalt der Inputstoffe** könnten lediglich an Hand der Deklarationsanalysen Rückschlüsse gezogen werden. Diese liegen allerdings nur für die gefährlichen Abfälle, nicht aber für die ebenfalls mit behandelten ungefährlichen Abfälle derselben Abfallarten vor. Darüber hinaus ist die verfügbare Datenbasis für die verschiedenen Anlagen sowie auch die einzelnen Abfallarten in Bezug auf den Umfang des Datenbestands als auch die untersuchten Schadstoffparameter sehr unterschiedlich. Eine belastbare Schadstofffrachtenbetrachtung für den Anlageninput konnte somit nicht vorgenommen werden.

Die Frage nach den eingesetzten **Behandlungsverfahren** lässt sich in Bezug auf die in den Anlagen vorhandenen Aggregate an Hand der in AIDA dokumentierten Angaben zur technischen Ausstattung beantworten. Da sich hiermit kein Verfahrensablauf darstellen lässt, wurden zusätzlich Fließschemata und Anlagenbeschreibungen ausgewertet. Aus beiden Quellen lässt sich aber weder die

Aktualität im Hinblick auf die tatsächliche Nutzung der vorhandenen Anlagentechnik noch deren technischer Zustand ableiten. Mit Ausnahme von einzelnen Anlagen, die sich auf die Behandlung von ausgewählten Abfällen mittels einer bestimmten Technik spezialisiert haben (z.B. Entsilberung von Fixierbädern in Silber-Elektrolyseanlagen) ist zudem die konkrete Zuordnung einzelner Abfallströme zu einzelnen Verfahrenslinien bzw. Behandlungsaggregaten nur bedingt bis gar nicht möglich, so dass Stoffflüsse innerhalb der Anlagen anhand der Unterlagen nicht hergeleitet werden können. Bei Anlagen mit mehreren Verfahrenslinien bestehen darüber hinaus Querbeziehungen zwischen den einzelnen Linien z.B. durch Nutzung von Outputstoffen einzelner Verfahrenselemente als Betriebsmittel für andere Verfahrensschritte, was in der Abbildung 6 beispielhaft anhand eines Fließschema verdeutlicht wird. Die Betriebsführung innerhalb einer Anlage richtet sich i.d.R. zudem auch nach den (tages)aktuell zur Behandlung anstehenden Abfällen. In Abhängigkeit von zu behandelnder Abfallart, deren Menge und Beschaffenheit erfolgt im "Tagesgeschäft" häufig eine Zusammenstellung von Chargen, die separat und gezielt mit bestimmten Aggregaten behandelt werden.

Zur Frage der nach der Behandlung **anfallenden Abfälle** sowie deren Entsorgungswegen bieten die Jahresberichte / Abfallbilanzen Informationen sehr unterschiedlicher Qualität. In wenigen Fällen fehlten Angaben zu den Outputstoffen. Informationen zu den Entsorgungswegen (Verwertung bzw. Beseitigung) lagen nur von einem Drittel der Anlagen vor. Vielfach wurde offensichtlich auf die Nennung der gewonnenen Wertstoffe ohne Abfalleigenschaft ("Produkte", wie z.B. mit Silber angereicherte Rückstände aus der Silber-Elektrolyse oder aufbereitete/gereinigte Lösemittel) verzichtet, so dass sich keine vollständige Massenbilanz ergab.

Bezüglich der Ermittlung der **Schadstofffrachten der Abfälle** aus der CP-Anlage gilt die bereits beim Input angesprochenen Problematik, dass die Aussagekraft auf Grund des unvollständigen Gesamtbildes (keine Analysen zu ungefährlichen Abfällen und Produkten) sowie den unterschiedlichen Schadstoffschwerpunkten nicht ausreicht, um belastbare Rückschlüsse auf die bewirkte Schadstoffverlagerung ziehen zu können. Auch müsste bei der Auswertung ein zeitlicher Bezug zum jeweiligen Stand der Anlagenausstattung hergestellt werden (was im Nachhinein nur schwer möglich sein dürfte), da zwischenzeitliche

Verfahrensänderungen entsprechenden Einfluss auf die Qualität der Outputströme haben können.

Gerade zu dem Haupt-Outputstrom vieler Anlagen, dem **Abwasser**, lagen bereits zur Menge vielfach keine Informationen aus den Jahresberichten / Abfallbilanzen vor und konnten auch nur in wenigen Fällen aus den Angaben der Unteren Wasserbehörden sowie den Emissionserklärungen / Emissionsberichten ergänzt werden. Bei letzteren besteht zudem die Unsicherheit, dass sich die Emissionserklärungen auf ganze Anlagenstandorte beziehen und bei mehreren Anlagen an einem Standort eine differenzierte Zuordnung der Abwassermenge zur CP-Anlage nicht möglich ist.

Auch die für die Betrachtung der **Schadstofffrachten** der Abwässer erforderlichen Analysedaten waren aus den beiden oben genannten Quellen nur teilweise und zudem mit unterschiedlichen Parameterschwerpunkten und –umfang verfügbar. Häufig lagen nur Angaben zu den Grenzwerten der wasserrechtlichen Genehmigung oder aus den Emissionserklärungen die Aussage vor, dass die Schwellenwerte nicht überschritten wurden.

Das Ziel, aus den zuvor dargestellten Aspekten einen **Zusammenhang zwischen Behandlungsverfahren und Schadstofffrachten bzw. –verlagerung** abzuleiten, lässt sich sowohl auf Grund der konkreten Datenlücken als auch wegen der fehlenden Möglichkeiten einer stofflichen Zuordnung zu den Behandlungsschritten zumindest auf der Basis der bei den Behörden vorliegenden Daten prinzipiell nicht erfüllen. Sie lassen keinen Rückschluss bezüglich der zentralen Fragestellung zu, inwieweit das Schadstoffinventar der behandelten Abfälle eliminiert, konzentriert und einer hochwertigen finalen Beseitigung zugeführt wird und inwieweit Wertstoffe zurück gewonnen und dem Wirtschaftskreislauf wieder zugeführt werden. Eine Bilanzierung einzelner Stoffströme mit dem spezifischen Schadstoffinventar, dem jeweiligen Behandlungsprozess sowie den dazugehörigen Outputströmen lässt sich auf Grund der Verzahnung der Behandlungsprozesse unterschiedlichster Abfallarten (insbesondere bei komplexeren CP-Anlagen) sowie den fehlenden Schadstoffzuordnungen nicht darstellen.

3. Mikroschadstoffe in CP-Behandlungsanlagen

Ein wesentliches Ergebnis der in Kapitel 2 dargestellten Auswertungen ist, dass den mit großem Abstand stärksten Anteil am Gesamtoutput der CP-Anlagen mit ca. 60 % das Abwasser aus der Behandlung ausmacht. Als wesentliches Defizit wurde andererseits herausgearbeitet, dass sich aufgrund der Verzahnung der Behandlungsprozesse unterschiedlichster Abfallarten sowie insbesondere der fehlenden Schadstoffzuordnungen zu Abfallarten und Behandlungsprozessen der Zusammenhang zwischen Behandlungsverfahren und Schadstofffrachten bzw. –verlagerungen, z.B. auf die Abwasserseite, nicht herstellen lässt.

Im nachfolgenden Kapitel 3 sollen daher anhand der Daten zum Abfallinput in CP-Anlagen die für Mikroschadstoffe und nach Abfallmenge relevanten, in CP-Anlagen behandelten Abfallarten ausgewählt und die potenziell in diesen Abfällen enthaltenen, abwasserelevanten Inhaltsstoffe identifiziert werden. Aus der Vielzahl der identifizierten Stoffe sollten die für die künftige Überwachung und Bewertung CPB-spezifischer Abwässer bedeutsamen Parameter ausgewählt werden. Die hieraus gewonnenen Ergebnisse sollen der Suche nach geeigneten Überwachungsparametern zur Bewertung CPB-spezifischer Abwässer dienen und letztendlich auch eine Grundlage der beabsichtigten Novellierung des Anhang 27 "Behandlung von Abfällen durch chemische und physikalische Verfahren (CPB) sowie Altölaufarbeitung" der AbwV bilden.

3.1. Selektion relevanter Abfallarten

Bestimmend für die möglichen, über das Abwasser aus CP-Anlagen emittierten Mikroschadstoffe ist vor allem die Zusammensetzung des Abfallinputs. Von den im Jahr 2004 in den 37 CP-Anlagen behandelten insgesamt 377 verschiedenen Abfallarten sind 219 nach AVV als gefährliche Abfälle eingestuft. Mehr als die Hälfte der angenommenen Abfälle lässt sich zwei der insgesamt 23 Abfallobergruppen für Sonderabfälle zuordnen, hierbei handelt es sich um die Obergruppen 7.2 (Abfälle aus Mineralölen, -produkten und -verarbeitung) und 6 (Säuren, Laugen und Konzentrate). Von den 30 Abfallarten der Obergruppe 7.2 sind alleine 27 als gefährlich eingestuft.

Jedoch sind nicht nur die als gefährlich eingestuften Abfallarten mit Blick auf schadstoffrelevante Mikroschadstoffe zu betrachten. Aufgrund der meist hohen Konzentrationsgrenzen der Gefährlichkeitsmerkmale der AVV können Mikro-

schadstoffe durchweg auch in relevanten Mengen in Abfällen enthalten sein, die nicht als gefährlich eingestuft werden.

Daher war es notwendig, eine methodischen Vorgehensweise zu finden, die zielgerichtet diejenigen Abfallarten aus den insgesamt 377 herausfiltert, bei denen einerseits überhaupt Mikroschadstoffe zu vermuten sind und die andererseits ein Mengenpotential besitzen, das zu einer signifikanten Gewässerbelastung beitragen kann. Die Schwierigkeiten des analytischen Nachweises der in der Regel betroffenen Spurenstoffe sollen an dieser Stelle keine Berücksichtigung finden.

Als Grundlage der Auswertungen wurde die Zusammenstellung der in den 37 betrachteten CP-Anlagen behandelten Abfallarten nach Abfalloberguppen (vgl. Kapitel 2.2.2) verwendet.

Von den Abfalloberguppen wurden zunächst nur diejenigen weiter betrachtet, bei denen hinsichtlich ihres Mengenanteils relevante Auswirkungen auf das Abwasser durch Emission von Mikroschadstoffen zu erwarten sind. Deshalb wurden zunächst nur die OGR ausgewählt, deren Abfallanteil an der Gesamtmenge aller in CPB in NRW aufgenommenen Abfälle mindestens 1% beträgt. Diese OGR umfassen ca. 96% des Gesamtabfallinputs in die betrachteten CP-Anlagen. Zur weiteren Eingrenzung wurden aus diesen OGR nur die Abfallarten mit einem Anteil von mindestens 1% am Gesamtinput in CP-Anlagen herangezogen.

Zur Verifizierung der in AIDA verfügbaren und ausgewerteten Daten wurden die Abfallarten mit einem geringeren Mengenaufkommen (< 10%), außer den AVV in den OGR 7.2 und 6, zusätzlich auf Basis des Verteilungsschlüssels, wie er aus dem Entsorgungsbericht für NRW 2004 [44] hervorgeht, ermittelt. Hierzu wurde der Gesamtinput an Abfällen in CP-Anlagen, wie er im Entsorgungsbericht ausgewiesen wurde, mit dem prozentualen Verteilungsschlüssel der betroffenen AVV verrechnet. Zur Vereinfachung der Hochrechnung wurde der Verteilerschlüssel der einzelnen in NRW entsorgten Sonderabfälle dem Verteilungsschlüssel des Abfallinputs in CPB gleichgesetzt.

Die in Tabelle 11 zusammengefasste Auswertung zeigt die insgesamt 23 Abfallarten mit einem Mengenanteil von mindestens 1 % am Gesamtinput der CPB

(2004: 836.771 Mg ohne Betriebswasser und Betriebsmittel). Diese repräsentieren immerhin zwei Drittel (68,4%) des gesamten Inputs in CP-Anlagen.

Alle anderen Abfälle wurden für nachfolgende Betrachtungen nicht weiter berücksichtigt, weil wegen ihres Mengenanteils kein signifikanter Einfluss auf die Emission möglicher Mikroschadstoffe in Abwasserströme erwartet wird.

Tabelle 11: Aufstellung aller Abfallarten mit einem Mengenanteil von mindestens 1 % am Gesamt-abfallinput (2004) der CPB in NRW

	Input in CP auf Grundlage Entsorgungsbericht NRW 2004		Input in CP auf Grundlage AIDA 2004	
	Input CP [Mg]	Input CP [%]	Input CP [Mg]	Input CP [%]
Gesamtinput	836.771	100 %	836.771	100 %
OGR 7.2 gesamt	352.372	42,1 %	352.372	42,1 %
AVV ≥ 1%	Abfallgruppe 7.2 nicht auf Grundlage des Entsorgungsberichtes 2004 hochgerechnet		305.060	36,5%
12 01 09			180.000	21,5%
13 05 08			44.612	5,3%
16 07 08			29.083	3,5%
13 05 02			23.146	2,8%
13 05 07			14.225	1,7%
13 05 03			13.994	1,7%
OGR 6 gesamt	171.910	20,5 %	171.910	20,5 %
AVV ≥ 1%	Abfallgruppe 6 nicht auf Grundlage des Entsorgungsberichtes 2004 hochgerechnet		86.518	10,3%
11 01 05			32.427	3,9%
11 01 07			18.225	2,2%
06 01 02			17.779	2,1%
09 01 01			9.352	1,1%
09 01 04			8.735	1,0%
OGR 8 gesamt	76.614	9,2 %	76.614	9,2 %
AVV ≥ 1%	13.300	1,6 %	35.779	4,3%
07 01 04	13.300	1,6 %	< 1%	
14 06 03	< 1%		13.583	1,6%
08 01 16	< 1%		12.429	1,5%
08 04 16	< 1%		9.767	1,2%
OGR 5 gesamt	61.020	7,3 %	61.020	7,3 %
AVV ≥ 1%	52.020	6,1 %	25.914	3,1%
19 08 13	22.890	2,7 %	< 1%	
19 02 05	20.490	2,4 %	< 1%	
11 01 09	8.640	1,0 %	< 1%	
11 01 11	< 1%		17.089	2,0%
02 02 04	< 1%		8.825	1,1%
OGR 7.1 gesamt	44.130	5,3 %	44.130	5,3 %
AVV ≥ 1%	35.500	4,2 %	34.464	4,1%
13 02 05	35.500	4,2 %	34.464	4,1%

	Input in CP auf Grundlage Entsorgungsbericht NRW 2004		Input in CP auf Grundlage AIDA 2004	
	Input CP [Mg]	Input CP [%]	Input CP [Mg]	Input CP [%]
OGR 9 gesamt	31.261	3,7 %	31.261	3,7 %
AVV ≥ 1%	13.500	1,6 %	./.	./.
08 01 11	13.500	1,6 %	< 1%	
OGR 2 gesamt	19.464	2,3 %	19.464	2,3 %
AVV ≥ 1%	<i>keine einzelne Abfallart ≥ 1%</i>			
OGR 14 gesamt	16.020	1,91 %	16.020	1,91 %
AVV ≥ 1%	15.900	1,90 %	15.617	1,9%
19 07 02	15.900	1,90 %	15.617	1,9%
OGR 4 gesamt	10.114	1,2 %	10.114	1,2 %
AVV ≥ 1%	<i>keine einzelne Abfallart ≥ 1%</i>			
OGR 12.1 gesamt	8.928	1,1 %	8.928	1,1 %
AVV ≥ 1%	<i>keine einzelne Abfallart ≥ 1%</i>			
OGR 1.2 gesamt	8.863	1,1 %	8.863	1,1 %
AVV ≥ 1%	<i>keine einzelne Abfallart ≥ 1%</i>			

Zur weiteren Selektion der 23 in Frage kommenden Abfallarten wurde die Abfallart 06 01 02 Salzsäure trotz ihres Mengenaufkommens nicht weiter betrachtet, da für diese Abfallart keine spezifischen zusätzlichen Informationen über Mikroschadstoffe in Abwasser zu erwarten sind.

3.2. Recherchegrundlagen zur Bewertung der Abfallzusammensetzung

Die verbleibenden 22 Abfallarten wurden auf mögliche Schadstoffparameter auf Basis der in der Abfallanalyse Datenbank (ABANDA) des Landes Nordrhein-Westfalen hinterlegten Daten ausgewertet.

Für die Auswertung wurden diejenigen Stoffparameter, die ohnehin im Rahmen einer wasserrechtlichen Einleitungsgenehmigung gemäß Anhang 27 der AbwV als "Qualifizierte Stichprobe" oder "2-Stunden-Mischprobe" untersucht werden müssen, nicht berücksichtigt. Es handelt sich dabei um folgende chemische Einzelparameter (Stand 17.06.2004):

anorganische Parameter: Nitritstickstoff (NO₂-N); Gesamtstickstoff (Summe aus Ammonium-, Nitrit und Nitratstickstoff (Nges)); Fluorid gesamt; Phosphor gesamt;

organische Parameter: Phenolindex nach Destillation und Farbstoffextraktion;
Benzol und Derivate;

Metalle/ Halbmetalle: Aluminium, Eisen, Arsen, Blei, Cadmium, Chrom,
Kupfer, Nickel, Quecksilber, Zink,

Des Weiteren erfolgte eine Auswertung weiterer zur Verfügung stehender Datensätze des Landesumweltamtes Sachsens [38].

Die im Informationsportal - Abfallbewertung (IP@) hinterlegten Abfallsteckbriefe wurden ebenso in die Recherche einbezogen, wie alle im Quellenverzeichnis aufgeführten Daten-relevanten Literaturstellen.

Das IP@ bietet mit seinen Abfallsteckbriefen eine erste Grundlage, durch Abfallherkunft und Abfallbeschaffenheit mögliche Mikroschadstoffe zuzuordnen.

Eine weitere wichtige Datenquelle sind die von der IFUA-Projekt-GmbH 2007 und 2010 erstellten Stoffsteckbriefe. Hintergrund dieser Steckbriefe war die Errichtung einer Datenbank "Stoffe in Oberflächengewässern" durch das MUNLV (NRW) im Zusammenhang mit der Neuausrichtung der Gewässerüberwachung als Folge der Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie und die Umsetzung der Richtlinie 2008/105/EG über Umweltqualitätsnormen für prioritäre und andere Schadstoffe. Auftraggeber und federführend war hier einerseits das MUNLV, andererseits das Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW (LANUV).

3.3. Betrachtung der einzelnen Abfallarten

Im nachfolgenden Kapitel werden die 22 Abfallarten (teilweise zusammengefasst) zunächst hinsichtlich möglicher Schadstoffe charakterisiert, die sich aus den in Kapitel 3.2 genannten Datenquellen ergeben können. Dabei wird bereits eine Gewichtung der Abfallarten in Bezug auf ihr anteiliges Aufkommen an der Gesamtmenge der in CPB in NRW behandelten Abfälle vorgenommen, da neben der Vielstofflichkeit in den jeweiligen Abfallarten auch das anteilige Mengenaufkommen eine primäre Rolle spielt.

Die 22 Abfallarten sind nachfolgend entsprechend ihres anteiligen Mengenaufkommens gewichtet und werden hinsichtlich gemessener und anzunehmender Schadstoffparameter charakterisiert.

3.3.1. halogenfreie Bearbeitungsemulsionen und –lösungen 12 01 09

Es handelt sich überwiegend um gebrauchte Kühlschmierstoffe (KSS), die größtenteils aus spanenden und umformenden Prozessen in der Metallbearbeitung stammen. In der Regel sind es wassermischbare Konzentrate, Emulsionen bzw. Lösungen. Die KSS bestehen aus einer Mischung mehrerer Einzelkomponenten, wie Wasser, Grundöle und eigenschaftsverbessernde Additive. Im Jahr 2000 wurden ca. 75.500 t Kühlschmierstoffe in der Bundesrepublik verbraucht [32]

Laut Informationsportal IP@ bestehen die KSS aus:

- 70 – 95 % Wasser
- 2 – 17 % Konzentrate, die mit entsprechenden Additiven versetzt sind
- 2 – 3 % Systemreiniger, um entstehende Keime in den KSS abzutöten
- 2 – 10 % Verunreinigungen, d. h. Abriebbestandteile und Fremdöle

Bei den Additiven handelt es sich um:

- Hochdruckzusätze dienen der Minderung von Verschleiß und Reibung sowie dem Schutz vor dem Verschweißen von Metallen
- Korrosionsinhibitoren Schutz der Metalloberflächen vor Korrosion durch Bildung einer adsorptiven Schutzbarriere
- Emulgatoren zur Herabsetzung der Grenzflächenspannung zwischen Wasser und den zugegebenen Ölen
- Konservierungsmittel/ Biozide Konservierung und Bekämpfung von Bakterien und Pilzen
- Antischaummittel Vermeidung von Schäumen während der Metallbearbeitung

Relevante chemische Verbindungen [31,32, 33]:

- Konzentrate überwiegend langkettige Paraffine und Isoparaffine (neben Aromaten - BTEX), Cycloalkane; toxikologisch relevant sind die Aromaten, welche aber bereits gemäß Anhang 27 der AbwV untersucht werden
- Hochdruckzusätze kurz- und mittelkettige Chlorparaffine, Schwefelverbindungen (schwefelvernetzte Olefine, Ester, Fettsäuren, Triglyceride), Phosphorverbindungen (Dialkyldithiophosphate), Polymerester
- Korrosionsinhibitoren Propargylalkohol, Acetylenamine, Aminoalkohole, Quarternäre Ammoniumsalze (QAV),

- Emulgatoren Benzimidazol, Benzotriazol, Tolyltriazol (H-Benzotriazol), Borate, Butindiol, Thioharnstoff
- Antischaummittel Nonylphenol und Nonylphenoethoxylat (NP, NPEO), Octylphenol und Octylphenoethoxylate,
- Biozide/ Konservierungsmittel Polyethylenglykol, Silikonöl
gebräuchlich ist der Einsatz von Isothiazolinon-Derivaten wie:
 - BIT 1,2-Benzisothiazolin-3-on
 - CMI/MI 5-Chloro-2-methylisothiazolin-3-on/2-Methylisothiazolin-3-on
 - IPBC 3-Iod-2-propinylbutylcarbamate
 - daneben werden noch eingesetzt:
 - Aldehyddepot-Verbindungen (Formaldehydabspalter)
 - Phenolderivate, wie o- Phenylphenol, Dichlorophen

Mit Hilfe der Analysendatenbank ABANDA wurden weitere relevante Schadstoffparameter (ohne Parameter lt. Anhang 27 AbwV) ermittelt, wie:

- gelöst/ Eluate: Co, Mo, TI, Se, Ba, Be, PAK, PCB, LHKW
- In Feststoffproben: halogenierte KW, MKW

Zudem ist wegen chemischer Reaktionen mit der Bildung von Nitrosaminen zu rechnen.

Relevante Hauptparameter für Abfall- bzw. Abwasseruntersuchungen:

Anorganische Stoffe: Co, Mo, TI, Se, Ba, Be, Borat

Organische Stoffe: kurz- und mittelkettige Chlorparaffine, Benzotriazol, QAV, Nonylphenol, Octylphenol, Formaldehyd, Dithiocarbamat, Thiazole, die Isothiazoline BIT und CMI/MI, IPBC, PAK, PCB, MKW, LHKW, Dimethylamin, Diethylamin

3.3.2. Abfallgemische aus Sandfanganlagen und Öl-/Wasserabscheidern 13 05 08

Es handelt sich um Abfälle, die sich überwiegend aus wässrigen bzw. mineralöhlhaltigen Mischungen zusammensetzen. Weder die Datenbank ABANDA, in der lediglich 12 Einzelanalysen hinterlegt sind, noch andere Quellen geben verlässliche Auskünfte zu möglichen Abfallzusammensetzungen. Auffällig, wenn auch statistisch nicht abgesichert, sind in ABANDA lediglich die hohen Gehalte an MKW als auch TOC. Es ist davon auszugehen, dass sich in diesen Abfällen kei-

ne Schadstoffe finden, die über die in den hier ausführlich charakterisierten Abfallarten enthaltenen Schadstoffe hinausgehen.

Relevante Hauptparameter für Abfall- bzw. Abwasseruntersuchungen:

Anorganische Stoffe: keine Selektion möglich

Organische Stoffe: MKW, PAK

3.3.3. saure und alkalische Beizlösungen 11 01 05 und 11 01 07

Beizlösungen entstammen überwiegend der Bearbeitung metallischer Oberflächen, insbesondere in galvanotechnischen Prozessen. Hier sind es die Hauptarbeitsschritte vor dem eigentlichen galvanotechnischen Prozess, wie Metallvorbehandlung, Entfetten und Beizen, die signifikante Auswirkungen auf weitere Abfallinhaltsstoffe haben.

- Vorbehandlung Reinigen durch Schleifen, Strahlen, Polieren
- Entfettung heute überwiegend wässrige Systeme
- Beizen chemisches Entzundern und Entrosten durch Mineralsäuren bzw. Laugen
- Mineralsäuren Salzsäure, Schwefelsäure, Salpetersäure, Gemische mit Chrom- bzw. Flusssäure
- Laugen Natronlauge

Es werden organische Inhibitoren zugegeben, um während des Beizens Oxidationen auf behandelten Oberflächen und somit die Auflösung von Metallen zu vermeiden. Zudem hat die Zugabe von Tensiden eine entfettende Wirkung.

In ABANDA fallen bei den sauren Beizlösungen die Parameter für gelöste Metalle, wie Molybdän, Zinn, Kobalt, als auch MKW sowie die Komplexbildner ETDA und NTA ins Auge. Bei den alkalischen Beizlösungen kommen Selen, Bor sowie PCB hinzu.

Allgemein bekannt ist der Einsatz von Perfluoroktansulfonat (PFOS), Perfluorooctanoat (PFOA) und Perfluorbutansulfonat (PFBS) in der Galvanik. Diese PFT werden als Antischleiermittel bzw. Netzmittel in galvanischen Bädern, insbesondere beim Verchromen, eingesetzt. Diese Verbindungen bewirken ein Absenken der Oberflächenspannung in stark sauren und oxidierend wirkenden Medien; sie werden bzw. wurden wegen ihrer sehr hohen chemischen Stabilität bevorzugt eingesetzt. Der Einsatz von PFOS wurde in der EU ab 2006 teilweise verboten bzw. wird sehr stark eingeschränkt.

Relevante Hauptparameter für Abfall- bzw. Abwasseruntersuchungen:

Anorganische Stoffe: B, Co, Mo, Se, Sn

Organische Stoffe: MKW, PCB, EDTA, NTA, PFOS, PFOA, PFBS, Diethylamin

3.3.4. nichtchlorierte Maschinen-, Getriebe- und Schmieröle auf Mineralölbasis 13 02 05

Es handelt sich hierbei überwiegend um Altöle, die entweder mineralischen Ursprungs sind oder synthetisch erzeugt bzw. biologisch gewonnen wurden. Aus diesen Altölen werden Basisöle gewonnen, die wiederum der Herstellung von Schmierstoffen dienen. Dabei werden den Basisölen Additive zugesetzt.

Da die Aufbereitung von Altölen in der Altölverordnung vom 01.05.2002 geregelt wird, sind von vorn herein Öle, die eine Konzentration von 20 ppm polychlorierter Biphenyle (PCB) und einen Gesamthalogengehalt von 2 g/kg überschreiten, zur Aufbereitung nicht zugelassen.

Zudem ist es untersagt, Altöle mit unterschiedlich zugewiesenen AVV untereinander als auch mit anderen Abfällen zu vermischen. Somit ist das unter dem AVV 13 02 05 zur Aufbereitung erfasste Altöl in seiner Zusammensetzung relativ homogen. Neben den bereits erwähnten Begleitstoffen sind kaum andere signifikante Spurenstoffe zu erwarten. Altöle mit deutlich differenzierteren Gehalten an anderen Schadstoffen werden in der Regel thermisch verwertet und dürften daher im Aufbereitungsprozess von CPB keine Rolle spielen.

Die in ABANDA vorliegenden 189 Einzelanalysen bestätigen den hohen Gehalt an PCB, MKW als auch halogenierten KW in Altölen.

Relevante Hauptparameter für Abfall- bzw. Abwasseruntersuchungen:

Anorganische Stoffe: keine Selektion möglich

Organische Stoffe: MKW, PAK, PCB, CKW

3.3.5. ölhaltige Abfälle 16 07 08

Ölhaltige Abfälle fallen überwiegend bei der Reinigung stationärer und mobiler Tanks sowie Behältnisse an. Ausgenommen sind Abfälle aus der Erdölraffination und Bilgenöle. Es handelt sich überwiegend um pumpfähige flüssige oder pastöse Stoffe, wie Kraftstoffe oder Heizöle.

Sehr häufig werden die Behältnisse unter Hochdruck mit Warm- oder Kaltwasser gereinigt, wobei Laugen, Säuren, Tenside und ggf. organische Lösungsmittel zur Rücklösung eingesetzt werden können. In der Regel handelt es sich bei den Rückständen um mineralöhlhaltige Abfälle, seltener um Bioöle bzw. Öle aus der Druckindustrie oder Metallbearbeitung.

Weitere Schadstoffe können aus dem Öl selbst oder den eingesetztem Reinigungsmedien stammen. Damit ist eine gezielte Charakterisierung möglicher organischer und anorganischer (Mikro)Schadstoffe nahezu unmöglich.

Mittels ABANDA wurden folgende relevante Schadstoffparameter gefiltert:

- gelöst/ Eluate: Co, Ti, V, Sn, Sb, B, Se Ba, PAK, PCB, MKW
- In Feststoffproben: Mo, Ba, Sn, PAK, PCB, chlororganische KW, MKW

Neben den in ABANDA analysierten Schadstoffparametern ist wegen der Waschvorgänge, wie Tankreinigung, von Verunreinigungen durch anionische bzw. nichtionische Tenside, wie LAS und NP/ APEO, auszugehen.

Relevante Hauptparameter für Abfall- bzw. Abwasseruntersuchungen:

Anorganische Stoffe: B, Ba, Co, Mo, Sb, Se, Sn, Ti, V

Organische Stoffe: PAK, MKW, PCB, chlororganische KW, LAS, NP, APEO

3.3.6. Schlämme aus Öl-/Wasserabscheidern 13 05 02

Es handelt sich in der Regel um Rückstände aus der Abtrennung von Mineralölen von wässrigen Emulsionen, wie beispielsweise in der KFZ-Branche oder bei der Reinigung mineralöhlhaltiger Produkte/ Stoffe (Autowaschanlagen, Bodenwäsche etc.). Neben den klassischen mineralölbasierten Kohlenwasserstoffen ist mit Verunreinigungen durch Tenside, wie LAS, NP und APEO, zu rechnen.

In ABANDA wurden weitere relevante Schadstoffparameter herausgefiltert, wie:

- gelöst/ Eluate: Co, Ti, Sn, Sb, MKW, halogenierte und bromierte KW, PCB, CKW,
- In Feststoffproben: PAK, PCB, MKW

Relevante Hauptparameter für Abfall- bzw. Abwasseruntersuchungen:

Anorganische Stoffe: Co, Ti, Sn, Sb

Organische Stoffe: PAK, MKW, PCB, CKW, LAS, NP, APEO

3.3.7. Schlämme, die gefährliche Stoffe aus einer anderen Behandlung von industriellem Abwasser enthalten 19 08 13

Überwiegend sind es branchen- und betriebsspezifische Abwasserschlämme, deren Zusammensetzung hauptsächlich durch die angewandten Produktionsverfahren, den dabei verwendeten Einsatz- und Hilfsstoffen als auch den Nebenanlagen bestimmt wird. Zudem sind in den Schlämmen noch diejenigen Mittel enthalten, die zur Fällung von Metallen, wie NaOH, Ca(OH)₂, Komplexbildner, oder als Flockungsmittel (Al-Hydroxid bzw. kationische Polymere) eingesetzt werden.

Dabei können schwerlösliche Hydroxide bzw. Oxidhydrate, Phosphate, Silikate, Fluoride, Sulfate und vereinzelt auch Metallsulfide entstehen. Zudem ist nicht auszuschließen, dass Mikroschadstoffe, wie Komplexbildner oder Glanzzusätze (Additive zur Erhöhung der Korrosionsbeständigkeit galvanisch abgeschiedener Nickelüberzüge) in den Schlämmen enthalten sind.

Neben den zu erwartenden Metallen wird der Anteil von organischen Stoffen als gering eingeschätzt. Es wird lediglich mit geringen MKW-, PAK- und PCB-Konzentrationen gerechnet (IP@).

EDTA und NTA, aber auch andere Komplexbildner, sind typische Inhaltsstoffe von Schmutzwasser- und Kläranlagenabläufen. Jedoch ist die Bedeutung der aus den Ursprungskomplexbildnern gebildeten Metaboliten, wie z. B. KPDA (Ketopiperazinacetat aus Fe-EDTA), bislang völlig offen.

Durch Substitution in der Industrie werden zunehmend andere Komplexbildner, wie DTPA, DPTA und ADA, eingesetzt. Diese gelten aber ebenfalls als schwer abbaubar und es gibt nur unzureichende Informationen zu deren Wirkungen in der Umwelt [39].

In ABANDA wurden weitere relevante Schadstoffparameter gefiltert, wie:

- gelöst/ Eluate: Co, Mo, Ti, V, Sn, Sb, B, Se Ba, PAK, PCB, MKW, PFOS, PFOA
- In Feststoffproben: U, Bromide, PCDD/ PCDF

Relevante Hauptparameter für Abfall- bzw. Abwasseruntersuchungen:

<u>Anorganische Stoffe:</u>	Co, Mo, Ti, V, Sn, Sb, B, Se Ba, U, Bromide
<u>Organische Stoffe:</u>	PAK, MKW, PCB, PFOS, PFOA, ETDA, NTA, KPDA, PCDD/ PCDF

3.3.8. Schlämme aus der physikalisch-chemischen Behandlung, die gefährliche Stoffe enthalten 19 02 05

Es handelt sich hierbei um Schlämme, die bei der chemisch-physikalischen Behandlung organisch oder anorganisch belasteter Abfallflüssigkeiten und Dünnschlämme entstehen und weiter behandelt werden. Ziel ist bei den anorganischen Abfällen die Zerstörung bzw. Umwandlung giftiger Verbindungen, die Neutralisierung von Säuren und Laugen sowie die Überführung in und Separierung von unlöslichen Produkten. Bei den organischen Abfällen ist es das Entemulgieren und anschließende Separieren der wässrigen und organischen Phase. Bei beiden Verfahrensweisen steht die gefahrlose Ableitung der gereinigten Abwässer und umweltverträgliche Entsorgung der anfallenden Abfälle im Vordergrund. Daneben können auch gezielt Sekundärrohstoffe, wie Edelmetalle, zurück gewonnen werden. Unter anderem handelt es sich bei den Schlämmen um Rückstände aus der Abfallbehandlung von:

- gebrauchten Beizen und metallhaltigen Konzentraten/ Halbkonzentratene aus der Bearbeitung und Beschichtung von Metalloberflächen (Abfallgruppen 1101)
- Konzentrate aus der fotografischen Industrie (Abfallgr. 0901)
- Konzentrate und Abwasser aus der Leder- und Textilindustrie (Abfallgr. 0401, 0402)
- Konzentrate und Abwasser aus anorganisch-chemischen Prozessen (Abfallgr. 0601, 0602, 0603)
- Deponiesickerwasser (Abfallgr. 1907)
- Öl-Wasser-Gemische und Emulsionen aus der Metallverarbeitung (Abfallgr. 1101, 1201, 1203)
- Inhalte von Öl-/ Wasserabscheidern (Abfallgr. 1305)
- Öl-Wasser-Gemische aus Abwasserbehandlungsanlagen (Abfallgr. 1908)
- ölhaltige flüssige Abfälle aus Sanierung von Grundwasser und Böden (Abfallgr. 1913).

Wegen der sehr großen Bandbreite der Abfallherkünfte haben diese Schlämme nicht nur eine sehr unterschiedliche Zusammensetzung, sondern sie weisen

eine große Bandbreite teilweise gefährlicher Stoffe auf. Ihre Umweltrelevanz kann nur im Rahmen von Einzelfallbetrachtungen bewertet werden.

Durch die vielen möglichen Herkunftsbereiche als auch unterschiedlichen Abfallbehandlungsverfahren soll an dieser Stelle, analog der in Kapitel 3.3.7 behandelten AVV 19 08 13 "Schlämme, die gefährliche Stoffe aus einer anderen Behandlung von industriellem Abwasser enthalten", keine weitere Spezifizierung möglicher (Mikro)-Schadstoffe vorgenommen werden. Die in Frage kommenden Schadstoffe werden in den anderen hier beschriebenen Abfallarten berücksichtigt.

An dieser Stelle werden lediglich die in der Analysendatenbank ABANDA auffälligen Schadstoffparameter aufgeführt. Dabei wurden auch diejenigen berücksichtigt, bei denen auf Grund der geringen Analysenzahl eine statistische Absicherung nicht möglich ist.

- gelöst/ Eluate: Co, Mo, Ti, V, Sn, Se, Ba, Be, B, PAK, CKW, EDTA, NTA, Formaldehyd
- in Feststoffproben: U, PCDD/ PCDF

3.3.9. Deponiesickerwasser, das gefährliche Stoffe enthält 19 07 02

Auffällig bei diesem Abfall, der in seiner chemischen Vielfalt dem in Kapitel 3.3.8 behandelten AVV 19 02 05 "Schlämme aus der physikalisch-chemischen Behandlung, die gefährliche Stoffe enthalten" sehr ähnelt, ist das große Analysenspektrum in ABANDA, wie:

- gelöst: Ba, Be, Co, Cu, Li, Mo, Sb, Se, Sn, Sr, Th, V, PAK, PCB, LHKW, Vinylchlorid, PCDD/ PCDF, Chlorbenzol, Hexachlorbenzol, Monochlorbenzol, Dichlorbenzole, Trichlorbenzole, Chlorphenole, o-, m-, p-Kresol, Mono-, Di-, Tri-, Tetrachlorphenole, Dimethylphenol, Chlor-Methylphenole, Anilin, nichtionische und anionische Tenside (LAS, NP, APEO), MKW, DMF, EDTA, NTA,

Relevante Hauptparameter für Abfall- bzw. Abwasseruntersuchungen:

Anorganische Stoffe: Ba, Be, Co, Li, Mo, Sb, Se, Sn, Sr, Ti, V

Organische Stoffe: PAK, PCB, LHKW, LHKW-Metabolite, PCDD/ PCDF, HCB, Chlorphenole, DCP, TCP, TeCP, PCP, o-, m-, p-Kresol, Dimethylphenol, PCMC, LAS, NP, APEO, MKW, DMF, EDTA, NTA

3.3.10. öliges Wasser aus Öl-/Wasserabscheidern 13 05 07

Analog des unter Pkt. 3.3.6 behandelten AVV 13 05 02 "Schlämme aus Öl-/Wasserabscheidern" handelt es sich hier um wässrige Mineralöl haltige Emulsionen, wie sie beispielsweise in der KFZ-Branche oder bei der Reinigung mineralöhlhaltiger Produkte/ Stoffe (Autowaschanlagen, Bodenwäsche etc.) anfallen.

Neben den klassischen mineralölbasierten Kohlenwasserstoffen ist mit Verunreinigungen durch Tenside, wie LAS, NP und APEO, zu rechnen.

Die in ABANDA vorhandene Datenzahl (n=14) reicht für eine Bewertung der Schadstoffparameter nicht aus. Daher wird hier auf das gleiche wie das unter Pkt. 3.3.6 aufgelistete Parameterspektrum zurück gegriffen:

- gelöst/ Eluate: MKW, halogenierte und bromierte KW, PCB, PAK

Relevante Hauptparameter für Abfall- bzw. Abwasseruntersuchungen:

Organische Stoffe: PAK, MKW, PCB, CKW, LAS, NP, APEO

3.3.11. Schlämme aus Einlaufschächten 13 05 03

In ABANDA waren folgende Schadstoffe auffällig (n=171):

- gelöst/ Eluate: Co, TI, V, Sb, Se, Ba, B, PAK, PCB, MKW, chlorierte Kohlenwasserstoffe
- in Feststoff: PAK, PCB, MKW

Relevante Hauptparameter für Abfall- bzw. Abwasseruntersuchungen:

Anorganische Stoffe: Co, TI, Sb, Se, Ba, B

Organische Stoffe: PAK, MKW, PCB, CKW, LAS, NP, APEO

3.3.12. Farb- und Lackabfälle, die organische Lösemittel oder andere gefährliche Stoffe enthalten 08 01 11; wässrige Schlämme, die Farben oder Lacke enthalten (kein gefährlicher Abfall) 08 01 16

Beim AVV 08 01 11 handelt es sich um Rückstände aus der Herstellung, Zubereitung bzw. Weiterverarbeitung von Pulver- oder Nasslacken, wie Fehlchargen, Rückstellproben, überlagerte Produkte und Chargen, zurück gehaltene Reste während der Verarbeitung/ Konfektionierung, Produktionsüberschüsse, Rückstände aus der Entlackung von Produkten und Anlagen etc.

Bei den Pulverlack- und -farbabfällen dominieren die Kunstharzanteile (ca. 90 %) sowie die ergänzenden organischen oder anorganischen Farbpigmente, Füllstoffe und Additive. Pulverlacke sind lösemittelfrei.

Die Abfälle von Nass- oder Flüssiglacken bzw. -farben bestehen aus Lösungsmitteln (20 –80%), wie Wasser, aliphatische, aromatische oder chlorierte Kohlenwasserstoffe. Ausgehärtete Farb- und Lackabfälle sind unproblematisch.

Abfall- bzw. schadstoffbestimmend sind Lösungsmittel (Kohlenwasserstoffe, Ester, Ketone, Alkohole, Wasser), Bindemittel (Epoxidharze, Acrylsäureester, chlorhaltige Mischpolymerisate), Pigmente (organische und Metalle), Spaltprodukte (z. B. Formaldehyd) und Additive (Emulgatoren, Thixotropiemittel, Biozide, Weichmacher, Entschäumer, Lösungsvermittler).

Viele der den Farben und Lacken zugemischten Additive werden inzwischen den Mikroschadstoffen zugeordnet.

Insbesondere sind hier folgende Additive zu nennen:

- Weichmacher/ Entschäumer: BPA, Phthalate wie DEHP, DIDP, DBP, BBP, DINP, NP, APOE, [18, 20, 28], TiBP [28] Pentachlorphenol, C10-13 Chloralkane [25]
- Biozide als Topfmittel und Beschichtungsmittel: TBT, Dibutylzinn (DBT) [5, 12, 18] CMI, MI, MIT, BIT, Dithiocarbamate, Benzimidazole, Benzothiazole [5]
- INN, BAC und andere QAV [6]
- Flammenschutzmittel: TBBA in ungesättigten Polyester- und Epoxidharzen [20, 28], PCB [28]

Diese Abfallgruppe zeichnet sich durch ein sehr großes Spektrum an zusätzlichen Schadstoffen aus, was sich auch in der Analysenzahl in ABANDA (n= 169) äußert. Insbesondere sind hier die organischen Schadstoffe PAK, LHKW/ CKW, Alkylbenzole, Phthalate, MKW, BTEX, Ketone (Aceton), Cyclohexan, Benzaldehyd, Benzylalkohol und Butandiol auffällig.

Unter dem AVV 08 01 16 sind Schlämme zusammengefasst, die ebenfalls bei Reinigungsprozessen im Rahmen der Herstellung, Zubereitung bzw. Weiterverarbeitung von Farben und Lacken entstehen. Dabei werden Farb- und Lackreste aus den technologisch bedingten Suspensionen/ Emulsionen koaguliert bzw. sie sedimentieren wegen ihres relativ hohen Feststoffanteils. Die nicht weiter entwässerten Schlämme haben lediglich einen Feststoffanteil von 5% (EP@).

Wegen ihrer technologisch identischen Herkunft wie AVV 08 01 11, aber der Zuordnung als nicht gefährlicher Abfall, ist in diesen Rückständen qualitativ von einer analogen Schadstoffzusammensetzung wie in AVV 08 01 11, aber wegen des hohen Wassergehalts der Schlämme von deutlich geringeren Konzentrationen auszugehen. Insofern sind gegenüber AVV 08 01 11 keine anderen Mikroschadstoffe zu erwarten.

Die in ABANDA vorliegenden Schlammanalysen (n=56) belegen auffällige Belastungen durch Kobalt, Mangan, Strontium (Farbpigmente), halogenierte, insbesondere bromierte Kohlenwasserstoffe, PAK, PCB sowie Lösungsmittelreste (Essigsäurebutylester, aromatische KW, Phenole). Die Konzentrationen in den vorliegenden Analysen treten jedoch gegenüber 08 01 11 deutlich zurück.

Relevante Hauptparameter für Abfall- bzw. Abwasseruntersuchungen:

<u>Anorganische Stoffe:</u>	Schwermetalle, die als Farbpigmente dienen
<u>Organische Stoffe:</u>	PAK, MKW, PCB, LHKW/CKW, NP, APEO, BPA, DEHP, DIDP, DINP, TiBP, PCP, C10-13 Chloralkane, TBT, CMI, MI, MIT, BIT, BAC, INN, Triclosan, Dithiocarbamate, Benzimidazole, Benzothiazole, TBBA, Dimethylamin, Diethylamin

3.3.13. andere organische Lösemittel, Waschflüssigkeiten und Mutterlauge(n) (aus HZVA organischer Grundchemikalien) 07 01 04 sowie andere Lösemittel und Lösemittelgemische 14 06 03

Überwiegend sind es Abfälle aus der Herstellung, Zubereitung, dem Vertrieb und der Anwendung organischer Grundchemikalien sowie nicht näher bestimmbarer Lösemittelabfälle. Neben den in Frage kommenden Grund- bzw. Basischemikalien ist mit der Zumischung einer Vielzahl von Additiven zu rechnen. Damit wird aber eine konkrete Zuordnung von Spurenschadstoffen innerhalb dieser Abfallart nahezu unmöglich. Es ist davon auszugehen, dass die in den anderen Abfällen und Abwässern genannten relevanten Mikroschadstoffe sich auch hier wiederfinden werden.

In ABANDA liegt eine Anzahl von 154 Einzelanalysen für AVV 07 01 04 und von 230 für AVV 14 06 03 vor, die insbesondere ein Abbild der organischen Stoffvielfalt sind.

Folgende Schadstoffkomponenten sind hervorzuheben:

anorganische Stoffe: Tl, Sb, Sn

organische Stoffe: MKW (verschiedene Ester, Ketone, Benzaldehyd, Butandiol, Acrylsäurebutylester, Glykole, Alkohole, Dimethylether [DME], Dimethylformamid [DMF], verschiedene Essigsäureester, PAK, PCDD/PCDF

3.3.14. Entwickler und Aktivatorlösungen auf Wasserbasis 09 01 01 und Fixierbäder 09 01 04

Es handelt sich hierbei um Rückstände, wie sie Fotolabore, Druckereibetriebe, medizinisch-diagnostische Einrichtungen, Film- und Fotostudios, Repro-Betriebe und andere Bereiche der Entwicklung von Schwarz-Weiß-, Farb- und Röntgenfilmen produzieren bzw. die bei der Erstellung von Druckvorlagen (Papier- und Textildruck) aber auch der Herstellung von Leiterplatten (Fotolithografie) und Mikrochips anfallen.

Hauptsächlich sind es verbrauchte Fotochemikalien, wie Bleich- und Fixierbäder und Entwicklerlösungen.

Beispielsweise werden bei der Entwicklung von Schwarz-Weiß-Filmen Hydrochinon, Metol und Phenidon und in der Farbfilmentwicklung p-Phenylendiaminderivate und Hydroxylammoniumsulfat als Reduktionsmittel eingesetzt. Der Anteil dieser Entwicklersubstanzen kann bis zu 10 % betragen. Daneben werden Sulfite sowie Carbonat zur pH-Einstellung und Thiocyanat bzw. Bromide als Antischleiermittel den Bädern zugegeben.

Während der Fixierungsprozesse kommen, neben verschiedenen Thiosulfaten, mit denen Silber komplexiert wird, Komplexbildner, wie EDTA, PDTA, ADA, zum Einsatz. In der Farblithographie sind es toxische Lösungsmittel, wie Tetramethylammoniumhydroxid (TMAH), die angewandt werden.

PFOS, NP kommen ebenfalls in fotografischen Prozessen zum Einsatz [19, 28].

Auffällig sind in ABANDA bei der Abfallart 09 01 01 (n=61) die gemessenen Parameter Co, Ag, Tl, V, Sn, MKW und in der Abfallart 09 01 04 (n=42) zudem noch B und Se.

Relevante Hauptparameter für Abfall- bzw. Abwasseruntersuchungen:

Anorganische Stoffe: Ag, Co, Tl, Sn

Organische Stoffe: MKW, BTEX, PCB, EDTA, PDTA, ADA, Thiosulfate, Hydrochinon, Metol, Phenidon, Phenylendiaminderivate, Hydroxylammoniumsulfat, TMAH, NP, PFOS

3.3.15. Schlämme und Filterkuchen, die gefährliche Stoffe enthalten 11 01 09; wässrige Spülflüssigkeiten, die gefährliche Stoffe enthalten 11 01 11

Bei diesen Abfällen, deren Anteil am Gesamtaufkommen bei der Behandlung in CPB ca. 3% beträgt, handelt es sich um Rückstände aus der galvanotechnischen Beschichtung von Metallen und Kunststoffen, mit den Prozessabschnitten Vorbehandlung, Beschichtung, Nachbehandlung und Abwasserbehandlung bzw. um die Abwässer, die bei den genannten Prozessen entstehen.

Da es sich letztendlich um gefällte bzw. ausgeflockte Schlämme und Abwässer aus der Behandlung der aus der Entfettung, den Beizen und den Elektrolysebädern stammenden Flüssigkeiten handelt, ist davon auszugehen, dass bis auf die zugesetzten Fällungs- und Flockungsmittel die Schadstoffzusammensetzung mit der der in Kap. 3.3.3 beschriebenen Abfälle aus sauren und alkalischen Beizlösungen (AVV 11 01 05/ 07) vergleichbar ist.

Die in ABANDA hinterlegten 1.197 Analysen für AVV 11 01 09 und 248 Analysen für AVV 11 01 11 zeigen ein ähnliches Belastungsbild wie beim Abfallschlüssel 11 01 05/07:

- gelöst/ Eluate: Co, Mo, Ag, Tl, V, Sn, Sb, Se, Ba, B, PAK, PCB, MKW, LHKW, bromierte KW, PFT, EDTA, NTA
- Feststoff: Co, Mo, Ag, Tl, Sn, Sb, Se, Ba, Sr, PCDD/PCDF, MKW

Relevante Hauptparameter für Abfall- bzw. Abwasseruntersuchungen:

Anorganische Stoffe: Co, Mo, Ag, Tl, V, Sn, Sb, Se, Ba, B

Organische Stoffe: MKW, LHKW, PAK, PCB, EDTA, NTA, PFT, PFOS, PFOA, PFBS

3.3.16. Wässrige flüssige Abfälle, die Klebstoffe oder Dichtmassen enthalten (kein gefährlicher Abfall) 08 04 16

Der AVV 08 04 16 wird in EP@ nicht weiter beschrieben. Wegen der Vielzahl der auf dem Markt befindlichen Kleb- und Dichtstoffe, der darin befindlichen Lö-

semittelkomponenten und anderen Additive ist es nahezu unmöglich, Schwerpunkte hinsichtlich möglicher Mikroschadstoffe festzulegen. Auch liefern die in der Datenbank ABANDA hinterlegten Abfallanalysen (n=3) keine auswertbaren Ergebnisse.

Lediglich der zu erwartende hohe Anteil an MKW wird in den wenigen Analysen bestätigt.

Da es sich jedoch um keinen gefährlichen Abfall handelt, kann davon ausgegangen werden, dass das Potential möglicher Spurenschadstoffe, gegenüber den anderen hier behandelten Abfallarten, qualitativ als auch quantitativ, wegen seines Anteils am Gesamtaufkommen der Abfallbehandlung in CPB von lediglich 1,2 %, vernachlässigbar ist.

3.3.17. Schlämme aus der betriebseigenen Abwasserbehandlung (kein gefährlicher Abfall) 02 02 04

Ihr Anteil am Gesamtaufkommen der Abfallbehandlung in CPB beträgt 1,1 %. Hierbei handelt es sich um entwässerte Flotat- und Sedimentschlämme, die bei der Reinigung von Abwasser aus Anlagen der industriellen Tierschlachtung sowie anschließenden Fleischverarbeitung anfallen.

Dieses Abwasser wird in der Regel zunächst einer mechanischen (Abscheidung von Fetten und Fest- sowie Schwebstoffen) und anschließend einer chemisch-physikalischen Behandlung (Flotation und ggf. Flockung) unterzogen. Wenn keine biologische Reinigung nachgeschaltet ist, wird das so gereinigte Abwasser in das kommunale Abwassernetz eingespeist, um es dann in kommunalen Kläranlagen biologisch weiter zu behandeln.

Neben der herkunftsbedingten sehr hohen Frachten an natürlichen organischen Verbindungen finden sich im Abwasser und somit auch in den Schlämmen Rückstände sowie organische Reste der eingesetzten Flotationshilfsmittel (Polyelektrolyte und Polyacrylamid) und Flockungsmittel (Eisen-III-Chlorid, Aluminiumsulfat) wieder. Daneben können, betriebsbedingt, Reinigungs- und Desinfektionsmittel im Abwasser als auch Schlamm enthalten sein. Ob mit Rückständen aus dem veterinärmedizinischen Bereich im Abwasser/ Schlamm gerechnet werden muss, konnte nicht recherchiert werden.

Wegen der Infektionsgefahr durch Bakterien, Viren etc. unterliegen diese Schlämme besonderen hygienischen Bestimmungen, wie der der EU-Verordnung Nr. 1774/2002 (Hygienevorschriften für nicht für den menschlichen Verzehr bestimmte tierische Nebenprodukte).

Darüber hinaus ist mit keinen gefährlichen Inhaltsstoffen zu rechnen. Daher ist dieser Abfall in der Abfallverzeichnisverordnung als nicht gefährlich eingestuft.

In der Datenbank von ABANDA sind trotz der recht hohen Analysenzahl (n = 250) nur wenige mit einem hohen Einzelsubstanzspektrum dabei. Daher ist eine Schadstoffbewertung statistisch unsicher.

Auffällig sind, neben dem erklärbar hohen CSB und BSB5, über den EOX-Summenparameter nachgewiesene chlororganische Verbindungen sowie im konkreteren Nachweis PCB.

Relevante Hauptparameter für Abfall- bzw. Abwasseruntersuchungen:

<u>Anorganische Stoffe:</u>	keine
<u>Organische Stoffe:</u>	CKW, PCB

3.4. Kenntnisstand zur Untersuchung von Mikroschadstoffen in Abwasser und Gewässern

Bereits in den 1990er Jahren sah der Umweltforschungsplan des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit Recherchen zur Herkunft endokrin wirksamer Industriechemikalien, wie BPA, DBP, NP und APOE, vor.

So wurden im Rahmen einer in diesem Zusammenhang durchgeführten Studie [20] in 1995 die umweltrelevanten Emissionen von BPA, DBP/BBP bzw. NP in der Bundesrepublik auf ca. 20, 500 - 800 bzw. mehr als 200 Tonnen geschätzt.

Ein weiteres Forschungsprojekt sah die Untersuchung von Klärschlämmen insbesondere auf DBT, TBT, MKW, LAS, NP und CP vor. Die Ergebnisse wurden 2004 publiziert [36].

Mit der am 22.12.2000 in Kraft getretenen WRRL der Europäischen Gemeinschaft begann eine integrierte Gewässerschutzpolitik in Europa, die eine koordinierte Bewirtschaftung der Gewässer mit dem Ziel der Verbesserung ihres Zustandes innerhalb der Flusseinzugsgebiete, über Staatsgrenzen hinaus, zum Inhalt hat. Einige der darin festgehaltenen Ziele für Oberflächengewässer sind

die schrittweise Reduzierung prioritärer Stoffe und die Beendigung der Einleitung bzw. der Emission prioritär gefährlicher Stoffe, das Erreichen eines guten ökologischen und chemischen Zustands in 15 Jahren sowie ein Verschlechterungsverbot.

Nicht zuletzt ist das Thema der Mikro- bzw. Spurenschadstoffe in Abwasser und Gewässer durch den Nachweis von PFT, wie PFOA und PFOS, zunehmend in den Fokus der Öffentlichkeit gerückt. Dieses führte letztendlich dazu, dass das MUNLV mit den betreffenden Industrieverbänden, wie dem Zentralverband Oberflächentechnik e.V., deren Produktionsanlagen auch als Emittenten der in Rede stehenden Mikroschadstoffe gelten, im August 2007 eine "Vereinbarung zur Reduzierung des Eintrags der perfluorierten Tenside PFOS und PFOA in die Gewässer Nordrhein-Westfalens" getroffen hat.

Die Vielzahl der inzwischen aufgetreten Mikroschadstoffe zwingt aber zu einer besseren Selektion in der Parameterauswahl der notwendigen chemischen Analytik. So hat beispielsweise das MUNLV anlässlich einer 2009 in Berlin durchgeführten Tagung zu "Mikroschadstoffen in der Umwelt" berichtet, dass im Rahmen der Überwachung von Mikroschadstoffen in der Ruhr 300 Einzelverbindungen untersucht wurden, von denen 77 in der Ruhr relevant waren und wiederum 19 bereits im Trinkwasser nachgewiesen wurden [14].

Um die Auswahl geeigneter Basisparameter für eine effiziente Analytik von Spurenschadstoffen in Abwasser von CPB zu treffen, sollen in den nachfolgenden Kapiteln einige Beispiele von Wasseruntersuchungen mit ähnlicher Aufgabenstellung für eine zielgerichtete Auswahldiskussion vorgestellt werden.

3.4.1. Prioritäre Schadstoffe der WRRL

In der WRRL der Europäischen Gemeinschaft wurde eine Liste mit 33 Stoffen, die als prioritäre gefährliche Stoffe gelten, die hinsichtlich ihrer Eigenschaften als mögliche prioritäre gefährliche Stoffe zu überprüfen sind bzw. die prioritär sind, veröffentlicht.

Mit Blick auf einen Vorschlag für chemisch-relevante Parameter, die im Rahmen der Einzelstoffanalytik bei der Untersuchung von Abwasser aus CPB ausgewählt werden sollen, werden in der nachfolgenden Auflistung die prioritären Stoffe der

WRRL hervorgehoben, die hierfür relevant sein können. Nicht berücksichtigt werden die bereits im Anhang 27 der AbwV vorgegebenen Parameter.

Zusätzlich ist im Anhang III der Richtlinie "prioritäre Stoffe" 2008/105/EG die Überprüfung von weiteren 13 Stoffen hinsichtlich einer möglichen Einstufung als "prioritäre Stoffe" oder "prioritäre gefährliche Stoffe" festgelegt worden. Über die Ergebnisse ist dem Rat der Europäischen Union bis zum 13. Januar 2011 berichtet worden.

Tabelle 12: CPB relevante prioritäre Schadstoffe der WRRL

	CPB relevant	wahrscheinlich CPB relevant	weniger CPB relevant
Prioritäre gefährliche Stoffe			
Bromierte Diphenylether (nur pentaBDE/ BDE-99)		X	
Cadmium und Cadmiumverbindungen	X (1)		
Chloralkane, C10-13 (kurzkettige Chlorparaffine)	X		
Hexachlorbenzol	X		
Hexachlorbutadien		X	
Hexachlorcyclohexan (γ-Isomer, Lindan)			X
Quecksilber und Quecksilberverbindungen	X (1)		
Nonylphenole	X		
Pentachlorbenzol	X		
Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)	X		
Tributylzinnverbindungen	X		
Stoffe zur Überprüfung als prioritäre gefährliche Stoffe			
Anthracen	X		
Atrazin			X
Chlorpyrifos			X
Diethylhexylphthalat (DEHP)	X		
Diuron			X
Endosulfan			X
Isoproturon			X
Blei und Bleiverbindungen	X (1)		
Naphthalin	X		
Octylphenole	X		
Pentachlorphenol	X		
Simazin			X
Trichlorbenzole (1,2,4-Trichlorbenzol)	X		
Trifluralin			X
Prioritäre Stoffe			
Alachlor			X
Benzol	X (1)		
Chlorfenvinphos			X
1,2-Dichlorethan	X (1)		
Dichlormethan	X		
Fluoranthren	X		
Nickel und Nickelverbindungen	X (1)		
Trichlormethan (Chloroform)	X		
mögliche Einstufung als "prioritäre Stoffe" oder "prioritäre gefährliche Stoffe"			
AMPA, Hauptmetabolit von Glyphosat			X
Benthazon			X
Bisphenol A	X		
Dicofol			X
EDTA	X		
freies Cyanid		X	
Glyphosat			X
Mecoprop (MCP)			X
Moschus-Xylen			X
Perfluoroktansäure (PFOS)	X		
Quintoxyfen			X
Dioxine	X		
PCB	X		

(1) in Anhang 27 AbwV

3.4.2. Stoffsteckbriefe

Aufgrund zweier Aufträge des MUNLV bzw. des LANUV NRW hat die IFUA-Projekt-GmbH 2007 und 2010 so genannte "Stoffsteckbriefe" erstellt, die Hinweise auf Stoffe geben, die aus CP-Anlagen emittiert werden können. Diese Stoffsteckbriefe sind in einer Datenbank eingestellt, die hinsichtlich der CPB relevanten Stoffe abgefragt wurde. Anhand unterschiedlicher Kriterien wie z.B. den „Herkunftsbereichen“, aber auch Angaben zu "Grenz- und Orientierungswerten" wurden folgende der in den Stoffsteckbriefen berücksichtigten Stoffe ermittelt, die aus CP-Anlagen emittiert werden können.

Tabelle 13: Laut Stoffsteckbriefen potenziell aus CP-Anlagen emittierte Stoffe

Stoffgruppe	Stoff(e)
Alkylphenole	Nonylphenol
	Octylphenol
Aromaten	Benzol
Bromverbindungen	Bromierte Diphenylether
Chloraromaten	Trichlorbenzole
Chlororganische Verbindungen	C10-C13 Chloralkane
Chlorierte Kohlenwasserstoffe, aliphatische	Hexachlorbutadien
Cyclische aromatische Kohlenwasserstoffe	Pentachlorbenzol
	Pentachlorphenol
Leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe	Tetrachlorkohlenstoff
	Dichlormethan
	Trichlorethylen
	Tetrachlorethylen
	Trichlormethan
Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe	PAK
Herbizide/Insektizide/Fungizide/Biozide	Alachlor
	Atrazin
	Chlorfenvinphos
	Chlorpyrifos
	Cyclodien-Pestizide
	DDT
	Diuron
	Endosulfan
	Hexachlorbenzol
	Hexachlorcyclohexan
	Isoproturon
	Simazin
	Trifluralin
Phthalate	DEHP
Organozinnverbindungen	Tributylzinnverbindungen
Halbmetalle	Arsen
Metalle	Blei
	Cadmium
	Chrom
	Kupfer
	Nickel
	Quecksilber
Zink	

3.4.3. Untersuchung des Ablaufs dreier CP-Anlagen in NRW

Im Rahmen der Gewässerüberwachung durch das LANUV NRW wurde Anfang des Jahres 2009 in der Ruhr der Stoff Sulfolan identifiziert. Die Verursachermittlung ergab, dass dieser Stoff aus dem Ablauf einer chemisch-physikalischen Behandlungsanlage in das Gewässer gelangt ist. Daraufhin wurde im Mai 2009 der Ablauf von drei ausgesuchten Anlagen beprobt und mittels GC-MS auf eventuell darin vorhandene Stoffe hin untersucht [47].

Im Ablauf der drei Anlagen wurden die in der folgenden Tabelle dargestellten Stoffe identifiziert.

Tabelle 14: Im Ablauf dreier CP-Anlagen in NRW identifizierte Stoffe:

Gefundene Verbindung		CAS-Nr.	CPB 1	CPB 2	CPB 3
1	Phenol	108-95-2	X		
2	Butylglycol (2-Butoxyethanol)	111-76-2		X	X
3	Triethylphosphat (TEP)	78-40-0	X		X
4	Butyldiglycol	112-34-5		X	X
5	Sulfolan	126-33-0		X	
6	Phenoxyethanol	122-99-6		X	
7	Phenoxypropanol	770-35-4	X	X	
8	TMDD (Surfynol)	128-86-3			X
9	Butoxytriglycol	143-22-6		X	X
10	Tris(butoxyethyl)phosphat (TBEP)	78-51-3			X

Neben einigen weniger toxischen Substanzen wurden kritische Mikroschadstoffe, wie Phenol, die Phosphorsäureester (Alkylphosphate) TEP und TBEP als auch die als "gesundheitsschädlich" eingestuft EGBE, Phenoxyethanol und Sulfolan in den Ablaufproben gefunden. Deren abgeschätzte Gehalte lagen z.T. im zweistelligen mg/L-Bereich.

Bei den vorliegenden Untersuchungen handelt es sich um eine Momentaufnahme. Dennoch ist zu vermuten, dass auch zu anderen Zeitpunkten bei gleicher oder ähnlicher Prozessführung mit dem Austrag von organisch-chemischen Verbindungen über den Ablauf der Anlagen zu rechnen ist. Darüber hinaus wird im Rahmen der Untersuchung darauf hingewiesen, dass mit der durchgeführten Extraktions- und Analysetechnik nur ein, wenn auch großer, Ausschnitt des vorliegenden Stoffumfangs erfasst werden kann. Je nach Stoff ist in Abhängigkeit

von den jeweiligen Stoffeigenschaften auch die Passage der nachgeschalteten kommunalen Kläranlage und der Eintrag ins Trinkwasser möglich.

3.4.4. Untersuchung von Abwasser aus CPB in Sachsen

In den Jahren 2001-2004 wurden im Freistaat Sachsen Untersuchungen in Abwassereinleitungen aus Anlagen, die nach Anhang 27 bzw. nach Anhang 51 der AbwV genehmigt sind, durchgeführt, wobei mehr als 200 Mikroschadstoffe berücksichtigt wurden [38].

Die vorliegenden Analysen zeigen trotz der statistischen Unsicherheiten sehr gut, dass in CPB mit einer signifikanten Emission von Mikroschadstoffen, wie den Schwermetallen Ag, Ba, Co, Mo, Sb, Se, V, von Bor, PAK, DTPA, EDTA, PDTA, NP, DBT, TBT, DEHP, NTA, BDE sowie TBP gerechnet werden muss.

3.4.5. Programme zur Untersuchung von industriellen Mikroschadstoffen in Gewässern

In den letzten Jahren wurden ebenfalls verschiedene großräumige Untersuchungsprogramme zur Schadstoffbelastung von Oberflächengewässern in Deutschland, der Schweiz und Österreich durchgeführt. Diese umfassten eine sehr große Palette an möglichen Mikroschadstoffen, die aus den Bereichen Landwirtschaft, den privaten Haushalten aber auch aus Industrie und Gewerbe direkt oder indirekt in Oberflächengewässer emittiert wurden. Es wurden Schwermetalle, Arzneimittel, Biozide, endokrin wirksame Stoffe, PFT, Komplexbildner, organische Phosphonate, wasch- und reinigungsmittelaktive Substanzen, halogenorganische Verbindungen, Pflanzenschutzmittel und deren Metabolite, aliphatische, aromatische und polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe und weitere Industriechemikalien analysiert.

So untersuchte 2008 das Technologiezentrum Wasser (TZW) des Deutschen Vereins des Gas- und Wasserfaches e.V. (DVGW) in Karlsruhe gemeinsam mit der EAWAG Zürich im Rahmen des Aktionsprogramms Bodensee 2004 – 2009 im Auftrag der Internationalen Gewässerschutzkommission für den Bodensee (IGKB) großräumig den Bodensee und ihm zufließende wichtige Vorfluter auf mögliche Mikroschadstoffe [3].

Dabei wurden durch das TZW 18 Wasserproben auf 371 chemische Parameter und durch die EAWAG 9 Wasserproben auf 251 chemische Verbindungen un-

tersucht. Letztendlich konnten das TZW bei 27 und die EAWAG bei 47 Substanzen Konzentrationen oberhalb der analytischen Bestimmungsgrenze nachweisen. Darunter waren auch die für CPB relevanten Stoffe Carbendazim, Benzotriazol, PFOA, EDTA, Dimethylamin, Diethylamin, DMS, NTA, DTPA, KPDA, NP, BPA.

Die Vielzahl der analysierten und auch in den Wasserproben nachgewiesenen Substanzen machte aber schnell deutlich, dass für zukünftige Überwachungssysteme Indikatorsubstanzen gefunden werden müssen. Daher haben Götz et al. [21] für die Überwachung von Mikroschadstoffen in kommunalen ARA in der Schweiz Indikatorsubstanzen vorgeschlagen. Diese haben alle ein ähnlich schlechtes Eliminationsverhalten in Kläranlagen, können analytisch erfasst werden und werden flächendeckend nachgewiesen. Es handelt sich dabei um die Substanzen Benzotriazol, Carbamazepin Diclofenac, Mecoprop, Sulfamethoxazol.

Diese Reduzierung kann allerdings kaum ein Ansatz für die Untersuchung von Mikroschadstoffen aus CPB sein, dahier eher industriebürtige Stoffe überwiegen.

In einem ebenfalls in der Schweiz durchgeführten Projekt "Biozide als Mikroverunreinigungen in Abwasser und Gewässern - Projekt BIOMIK" [5] wurden prioritäre Biozide für weitere Untersuchungen vorgeschlagen. Darunter waren auch die für CPB relevanten Substanzen Borsäure, Glutaraldehyd, die QAV BAC 12-18, die Gruppe der Isothiazolinone, Diethylamin, IPBC, Formaldehyd, Carbendazim, Irgarol und Bronopol.

Im Jahr 2009 wurde in Österreich erstmals die Studie "Prioritäre Stoffe – Emissionen aus kommunalen Kläranlagen" vorgestellt [12]. In dieser Arbeit wurden in einer ersten Forschungsstufe zunächst 15 Kläranlagenzu- und -abläufe auf alle 33 prioritären Stoffe der EU-WRRL untersucht. In einer 2. Stufe konnte der Analysenumfang auf die Stoffe bromierte Diphenylether, Cd, DEHP, Diuron, Ni, NP, Hg und TBT eingrenzt werden, da nur diese analytisch relevant waren.

Einen weiteren wertvollen Beitrag zur Bewertung von Mikroschadstoffen in Abwasserströmen von kommunalen Kläranlagen lieferte das von der Universität Dortmund im Auftrag des damaligen MULNV durchgeführte Forschungsvorhaben "Untersuchungen zum Eintrag und zur Elimination von gefährlichen Stoffen

in kommunalen Kläranlagen" [25,30]. Dieses FuE-Projekt hatte die Bilanzierung von Mikroschadstoffen bei ihrer Eliminierung in Kläranlagen zu Inhalt. Es handelte sich dabei um ARA, die stark durch industrielle Indirekteinleiter als auch durch kommunale Haushalte geprägt sind.

Interessant in diesem Zusammenhang sind die Untersuchungen von Abwasserzuläufen als auch –abläufen von ARA, denen insbesondere Abwasser aus industriellen Einleitungen zufließen. Es kann in diesem Zusammenhang davon ausgegangen werden, dass bereits eine Abwasservorreinigung, wie in den Abwasserreinigungsanlagen in CPB, stattgefunden hat.

So wurden die Klärwerke Köln-Stammheim und Düsseldorf-Süd untersucht. Beide ARA haben Reinigungskapazitäten von etwa 1,1 Mio. Einwohnerwerten (EW). Davon wird in der ARA Köln industrielles Abwasser mit etwa 470.000 Einwohnergleichwerten (EWG₆₀) und in Düsseldorf sogar mit 770.000 EWG₆₀ eingeleitet und behandelt.

Die durchgeführten Untersuchungen zeigen nachweisbare Einleitkonzentrationen bei einer Reihe von Mikroschadstoffen, die auch in CPB relevant sind. Zu nennen sind hier die PAK, Phosphororganische Flammschutzmittel (Organophosphate), NP, OP, BPA, DEHP, Triclosan, LAS, MBT, DBT.

Andere Schadstoffe, wie Chlorbenzole (HCB, PCB, verschiedene Trichlorbenzole), PAK-Einzelsubstanzen (Acenaphthen, Dibenz(a,h)anthracen, Benzo(k)fluoranthen, Benzo(g,h,i,)perylen, Indeno(1,2,3-cd)pyren), Zinnorganika (Tetrabutylzinn, Tributylzinn, Monoctylzinn-Kation, Dioctylzinn-Kation, Tricyclohexylzinn-Kation, Triphenylzinn-Kation), PCP und verschiedene nicht CPB-relevante Pflanzenschutzmittel und Pharmaka wurden in beiden ARA entweder analytisch nicht oder nur in nicht relevanten Konzentrationen nachgewiesen.

4. Auswertung der chemischen Einzelstoffanalysen

In der nachfolgenden Schadstoffzusammenfassung wird auf Basis der Häufigkeit von Positivbefunden bzw. ihres wahrscheinlichen Vorkommens in CPB-relevanten Abfallarten eine Auswahl von Schadstoffen und Schadstoffgruppen getroffen. Hierzu wurde die Häufigkeit aller in den zuvor beschriebenen Untersuchungen nachgewiesenen Schadstoffe und das potenzielle Vorkommen in den CPB-relevanten Abfallarten tabellarisch ausgewertet.

In einem ersten Schritt wird zunächst nicht zwischen dem potenziellen bzw. nachgewiesenen Vorkommen der Schadstoffe in den Abfallarten, im Abwasser von Kläranlagen als auch in Oberflächengewässern unterschieden. Dabei zeigt sich, dass einige Schadstoffe, die in der WRRL als prioritär eingestuft sind, mit großer Wahrscheinlichkeit im Abwasser von CPB keine ausschlaggebende Rolle spielen werden, da für diese bislang keine signifikanten analytischen Nachweise vorliegen. Zu diesen entweder nicht bzw. nur vereinzelt nachgewiesenen Substanzen gehören z.B. Pentachlorphenol, Hexachlorbenzol und Trichlorbenzol.

Zur weiteren Differenzierung wurden die positiven Befunde bestimmten Herkunftsbereichen zugeordnet. Dabei wurde unterschieden in:

- Nachweis/ potenzielle Herkunft ausschließlich in CPB-relevanten Abfallarten
- Nachweis innerhalb von Untersuchungen in großräumigen Oberflächengewässersystemen
- Nachweis ausschließlich in Zuläufen zu Kläranlagen

Aus diesen Auswertungen lassen sich die Schwerpunkte einer etwaigen zukünftigen Einzelstoffanalytik für CPB-Anlagen ableiten. Bei dem nachfolgend vorgestellten Vorschlag wird an dieser Stelle nicht berücksichtigt, dass eine Reihe der vorgeschlagenen Stoffe bereits jetzt mit einer Abwasserreinigungstechnik, die dem Stand der Technik entspricht, erfolgreich eliminiert bzw. immobilisiert werden könnte.

Deutlich wird auch die Relevanz einer wesentlich größeren Zahl von Schwermetallen, als es der Anhang 27 der AbwV vorsieht. Gleiches trifft für Bor/Borat und

Summenparameter, wie MKW, zu, die üblicherweise zu den Standarduntersuchungsparametern gehören.

Die komplette Auswertetabelle ist nur in der Langfassung enthalten.

5. Einzelstoff- und Summenanalytik im Hinblick auf Anhang 27 der AbwV

Die Ergebnisse der Identifizierung der für Mikroschadstoffe relevanten, in CP-Anlagen behandelten Abfallarten und der hieraus resultierenden Schadstoffe sollen der Suche nach geeigneten Überwachungsparametern zur Bewertung CPB-spezifischer Abwässer dienen und letztendlich auch eine Grundlage der beabsichtigten Novellierung des Anhang 27 "Behandlung von Abfällen durch chemische und physikalische Verfahren (CPB) sowie Altölaufarbeitung" der AbwV bilden.

Im folgenden Diskussionsvorschlag werden aus der Vielzahl der identifizierten Stoffe die für die künftige Überwachung und Bewertung CPB-spezifischer Abwässer bedeutsamen Parameter benannt. Wie der Vorschlag zeigt, sind von den anfänglich 89 Substanzen bzw. Substanzgruppen immer noch 46 für die chemische Einzelstoffanalytik als relevant anzusehen.

Durch weitergehende künftige Untersuchungen der tatsächlichen Relevanz dieser Stoffe im Ablauf von CP-Anlagen kann die Auswahl der betreffenden Stoffe gegebenenfalls weiter eingengt werden. Nicht aufgeführt werden im folgenden Parametervorschlag die ohnehin in Anhang 27 der AbwV festgelegten Parameter.

Da auch bei Erweiterung des Parameterumfangs des Anhangs 27 der AbwV die Untersuchung aller potenziell aus CP-Anlagen emittierten Mikroschadstoffe unmöglich ist, wird die gezielte Einbindung von parallel begleitenden human- und ökotoxikologischen Untersuchungen empfohlen, um die chemische Analysen von Spurenschadstoffen mit human- und ökotoxikologischen Untersuchungen zu kombinieren.

Folgende 46 Parameter sind für die Untersuchung und Bewertung von Abwässern aus CP-Anlagen als relevant anzusehen und sollten im Rahmen der Novellierung des Anhangs 27 der AbwV in Betracht gezogen werden:

Tabelle 15: Parameter für die Untersuchung und Bewertung von Abwässern aus CP-Anlagen

Metalle/Halbmatalle	
Kobalt	
Molybdän	
Thallium	
Selen	
Barium	
Zinn	
Antimon	
Vanadium	
Standardparameter	
Bor/ Borat	
IR-KW	
Prioritäre Stoffe der EU-WRRL, einschl. Anhang III RiLi 2008/105/EU	
C10-13 Chloralkane/ -paraffine	
BDE-99	2,2',4,4',5-Pentabromdiphenylether
PAK (nach EPA)	
LHKW	(einschl. 1,2-Dichlorethan, Dichlormethan, Trichlormethan)
DEHP	Di(2-ethyhexyl)phthalat
NP	Nonylphenol
OP	Octylphenol
PCP	Pentachlorphenol
TBT	Tributylzinnverbindungen
EDTA	Ethylendiamintetraessigsäure
PFOS	Perfluoroktansulfonat (ggf. weitere PFT)
BPA	Bisphenol A/ 2,2-Bis-(4-hydroxyphenyl)-propan
PCB	polychlorierte Biphenyle
weitere Mikroschadstoffe	
Benzotriazol	
Triclosan	
Carbendazim	
Dimethylamin	
Diethylamin	
Formaldehyd	
BDE-47	2,2',4,4'-Tetrabromdiphenylether
NTA	Nitritotriessigsäure
DTPA	Diethylentriaminpentaessigsäure
KPDA	Ketopiperazinacetat
LAS	Lineare Alkyl-Benzyl-Sulfonate
APEO	Alkylphenoethoxylate
BIT, CMI/MI, IPBC	Isothiozoline
TBBA	Tetrabrombisphenol A,
MBT	Monobutylzinn
DBT	Dibutylzinn
TBP	Tributylphosphat (Phosphorsäuretributylester)
TBEP	Tris(2-butoxyethyl)-phosphat
TDPCP	Tris (1,3-dichlorisopropyl)-phosphat
TPP	Triphenylphosphat
TCEP	Tris (2-chlorethyl)-phosphat
TCPP	Tris (2-chlorisopropyl)-phosphat

Es sollte geprüft werden, ob im Einzelfall die Untersuchung auf PCDD/ PCDF angezeigt ist.

Zudem wird empfohlen, die in Abwasser von CPB als auch im Trinkwasser in NRW nachgewiesenen Substanzen

- Sulfolan
- Phenoxyethanol
- EGBE Butylglycol

mit in das Untersuchungsprogramm aufzunehmen.

Über die chemische Einzelstoffanalytik hinaus wird die gezielte Einbindung von parallel begleitenden human- und ökotoxikologischen Untersuchungen empfohlen.

Eine Diskussion über derartige Untersuchungen ist bereits im Zusammenhang mit der Umsetzung des GOW-Konzeptes, unter Federführung des Instituts für Wasser-, Boden- und Lufthygiene am Umweltbundesamt, in Gang [9]. So hat das Institut bereits im Rahmen dieses Konzeptes an der Erstellung eines Leitfadens zur Festschreibung von biologischen Tests für das MKULNV mitgearbeitet. Derzeit beinhaltet die 1. Bearbeitungsstufe die Beurteilung neuer Mikroschadstoffe als auch die Festschreibung eines Mindesttestsets.

Eine vergleichbare Vorgehensweise, die Kopplung chemischer Analysen von Spurenschadstoffen mit human- und ökotoxikologischen Untersuchungen, ist in den vergangenen Jahren erfolgreich im Zusammenhang mit dem BMBF-Förderschwerpunkt "Kontrollierter natürlicher Rückhalt und Abbau von Schadstoffen bei der Sanierung kontaminierter Grundwässer und Böden – KORA" praktiziert worden. Im KORA-Themenverbund 5 "Rüstungsaltslasten" konnte das natürliche Abbauverhalten von sprengstofftypischen Verbindungen, einschließlich der Metabolite, durch die Vernetzung chemischer Ultraspurenanalytik mit human- als auch ökotoxikologischen Bewertungsverfahren erfolgreich nachvollzogen werden [29].

Da die Empfindlichkeit, insbesondere die der ökotoxikologischen Tests, gegenüber Spurenschadstoffen wesentlich geringer ist als die der chemischen Analytik, bediente man sich bei diesen Untersuchungen der Anreicherung mittels

Passivsammlern. Die Passivsammler wurden dabei stationär in die entsprechenden Wasserströme eingebunden.

Auf Grundlage dieser Vorkenntnisse wurden Gespräche mit Frau Dr. Hund-Rinke vom Fraunhofer Institut für Molekularbiologie und Angewandte Oekologie (Fraunhofer-IME) in Schmallenberg, sowie Frau Dr. Grummt vom UBA Wa-Bo-Lu und Herrn Dr. Haas, giasafe GmbH Marburg, geführt. Auf Grundlage der geführten Gespräche wird folgender Vorschlag zur parallelen Einbindung von human- und ökotoxikologischen Untersuchungen, unter Einbeziehung einer Schadstoffanreicherung mittels Passivsammlersysteme, in die Diskussion eingebracht:

Ökotoxikologische Testsysteme

- Leuchtbakterientest (Richtlinie DIN ISO)
Begründung: sehr sensitiv, da eine enzymatische Reaktion erfasst wird; für die Abwassertestung etabliert.
- Algentest (Richtlinie DIN ISO)
Begründung: Der Algentest kann auch in miniaturisierter Form durchgeführt werden, was die Praktikabilität deutlich erhöht und die Kosten senkt. Nährstoffe können allerdings das Wachstumsverhalten im Vergleich zur Kontrolle beeinflussen.
- Daphnientest (Richtlinie DIN ISO)
Begründung: Für die Abwassertestung etabliert.
- Fischeitest (Richtlinie DIN ISO)
Begründung: Etablierter und verbindlicher Test für die Abwasserprüfung. Als suborganismisch geltende, alternative Testmethode zur Bestimmung der nicht-akuten Fischtoxizität. Durch methodische Ergänzungen und Verlängerung des Tests über die DIN ISO Vorschrift hinaus, jedoch im Rahmen der rechtlich geltenden Europäischen Definition einer suborganismischen Alternativmethode, ermöglicht der Fischeitest zusätzlich die Erfassung teratogener (fruchtschädigender) Effekte, sowie die Erkennung spezifischer toxikologischer Wirkungen, wie beispielsweise Neurotoxizität. Der Test zeichnet sich aus durch Miniaturisierung, Einfachheit, kurze Dauer, Spezifität und biologische Komplexität.

Humantoxikologische Tests:

In Anlehnung an die Erstellung eines Leitfadens zur Festschreibung von biologischen Tests im Rahmen des GOW-Konzeptes für das Umweltministerium von NRW besteht seitens des UBA (Frau Dr. Grummt) die generelle Bereitschaft zur Durchführung humantoxikologischer Tests. Es besteht die Möglichkeit, diese Tests im Rahmen des FE-Themas "Reduzierung der Abwasserbelastung in chemisch-physikalischen Behandlungsanlagen" mit einzubinden, da ein wissenschaftliches Interesse des UBA vorliegt.

Bei den möglichen Biotestverfahren handelt es sich entweder um bereits normierte oder in der Normung befindliche biologische Verfahren. Im Rahmen der Ausgestaltung der Untersuchungsprogramme würde die Teststrategie durch das UBA noch spezifiziert werden.

6. Mengenerwicklung 2004 / 2011 hinsichtlich Abfallarten und Anlagen

Die Auswertung der relevanten, in CP-Anlagen behandelten Abfallarten zur Identifizierung von Mikroschadstoffen in Abwässern aus CPB im Hinblick auf die Ableitung geeigneter Überwachungsparameter zur Bewertung CPB-spezifischer Abwässer erfolgte auf der Datenbasis des Jahres 2004.

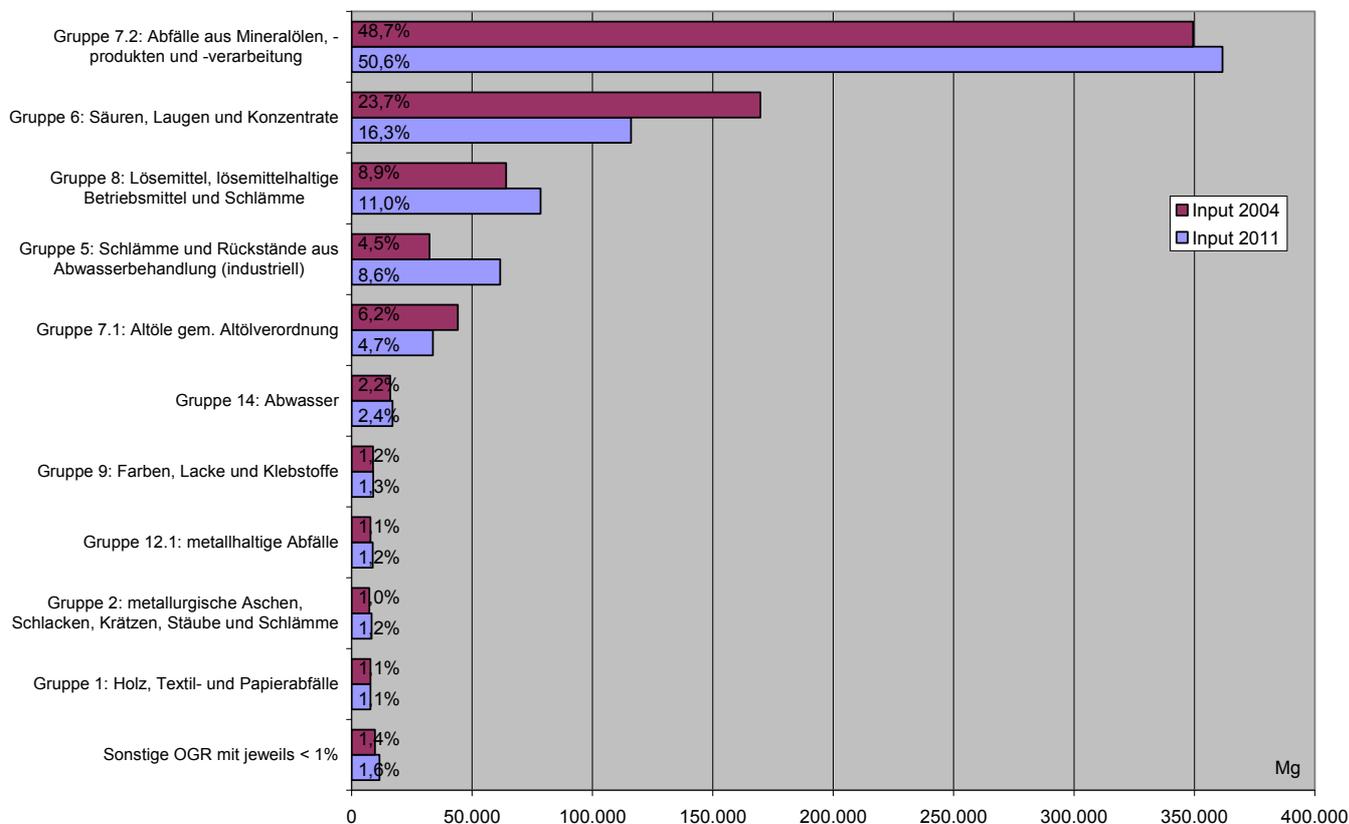
Nachfolgend werden die zugrunde gelegten Daten zu den Abfallmengen und ihrer Verteilung auf die einzelnen CP-Anlagen den aktuellen Daten für das Jahr 2011 gegenübergestellt. Hierbei wird zum einen die Mengenerwicklung selbst, gegliedert nach Abfallobergruppen und einzelnen Abfallarten, betrachtet, wie auch ihre Verteilung auf die jeweiligen Behandlungsanlagen.

Bei der Datenauswertung werden nur die gefährlichen Abfälle berücksichtigt, da die nicht gefährlichen Abfälle in AIDA für 2011 nicht erfasst werden. Die Summe der in AIDA für 2004 erfassten nicht gefährlichen Abfälle beläuft sich auf 151.000 Mg, für 2011 wurden nur noch 752 Mg erfasst.

Im Jahre 2004 wurden in CP-Anlagen ca. 717.000 Mg gefährliche Abfälle angenommen, im Jahr 2011 waren es ca. 714.000 Mg. Insgesamt ist hinsichtlich der Mengen der gefährlichen Abfälle keine Veränderung festzustellen.

In der nachfolgenden Abbildung 7 ist die Mengenerwicklung bei den Abfallobergruppen von 2004 bis 2011 dargestellt.

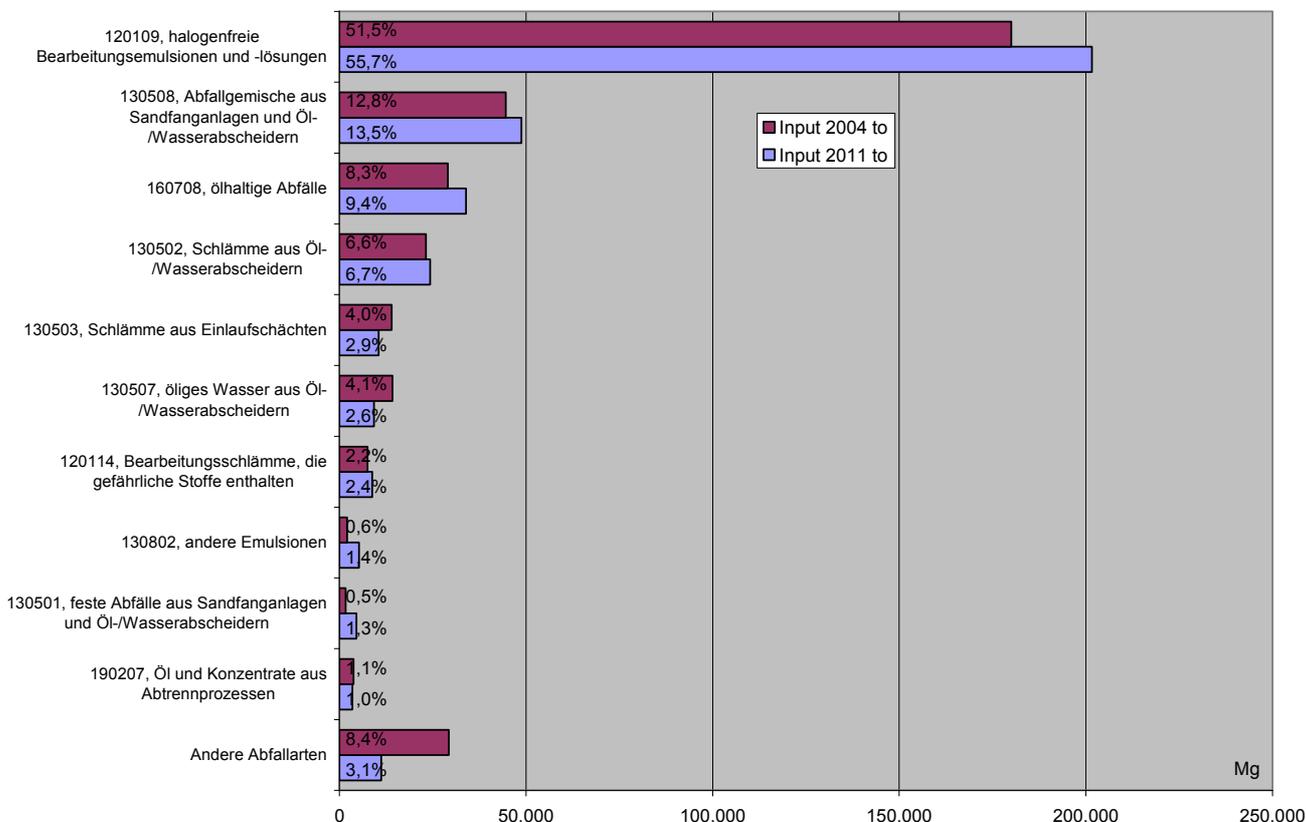
Abbildung 7: Input in CP-Anlagen nach Abfalloberguppen 2004 / 2011



Die beiden mengenrelevantesten Abfalloberguppen, die zusammen ca. zwei Drittel der Gesamtmenge der angenommenen gefährlichen Abfälle ausmachen, sind sowohl 2004 als auch 2011 die Obergruppen 7.2 (Abfälle aus Mineralölen, -produkten und -verarbeitung) und 6 (Säuren, Laugen und Konzentrate).

In der Obergruppe 7.2 ist gegenüber 2004 eine Zunahme der angenommenen Abfälle um ca. 12.000 Mg zu erkennen, allein diese Abfallgruppe hat 2011 mit über 360.000 Mg angenommener Abfälle einen Anteil von mehr als 50% am Gesamtinput der betrachteten Anlagen. Innerhalb dieser Abfallgruppe wiederum stellen die halogenfreien Bearbeitungsemulsionen und -lösungen (AVV 120109) mit mehr als 50% (ca. 202.000 Mg) den Hauptanteil der einzelnen Abfallarten dar (siehe Abbildung 8).

Abbildung 8: Aufteilung der OGR 7.2 auf die einzelnen Abfallarten 2004 / 2011



In der Obergruppe 6 (Säuren, Laugen und Konzentrate) ist gegenüber 2004 ein Rückgang von mehr als 40.000 Mg zu verzeichnen. Innerhalb dieser Abfallgruppe haben sich wesentliche Veränderungen insbesondere bei den sauren Beizlösungen, den Salz- und Schwefelsäuren und anderen Säuren ergeben. Ein weiterer erheblicher Rückgang gegenüber 2004 liegt für die Abfälle aus der fotografischen Industrie vor. Hier haben sich die Mengen für Entwickler, Aktivatoren und Fixierbäder von mehr als 18.000 Mg in 2004 auf ca. 3.500 Mg 2011 reduziert. Hier ist als Ursache vor allem der technische Wandel in der Fototechnik und –entwicklung zu benennen.

Insgesamt wurden in 2011 in den CP-Anlagen 201 verschiedene, als gefährlich eingestufte Abfallarten angenommen, hiervon 65 mit 100-1.000 Mg, 62 mit 1.000-10.000 Mg und 11 mit mehr als 10.000 Mg. Wie in 2004 ist auch in 2011 die mengenrelevanteste Abfallart die AVV 12 01 09 (halogenfreie Bearbeitungsemulsionen und –lösungen, ca. 202.000 Mg, ca. 28% des Gesamtinput in die

betrachteten CP-Anlagen), gefolgt von der AVV 13 05 08 (Abfallgemische aus Sandfanganlagen und Öl-/Wasserabscheidern, ca. 49.000 Mg).

In den "klassischen" CP-Anlagen wurden 2011 insgesamt ca. 20.000 Mg mehr gefährliche Abfälle angenommen als in 2004. Da drei dieser Anlagen in 2011 nicht mehr existierten, erhöhte sich der Input der übrigen Anlagen von ca. 235.000 Mg um ca. 80.000 Mg auf 317.000 Mg.

Von der mengenmäßig relevantesten Abfallgruppe 7.2 wurden 2011 ca. 2.000 Mg weniger in "klassischen" CP-Anlagen behandelt als 2004, dafür aber ca. 18.000 Mg mehr in Emulsionsspaltanlagen. Von den halogenfreien Bearbeitungsemulsionen und -lösungen (AVV 120109), die mehr als 50% (ca. 201.000 Mg) dieser Abfallgruppe ausmachen, wurden 2011 ca. 4.000 Mg weniger in "klassischen" CP-Anlagen, dafür ca. 22.000 Mg mehr in Emulsionsspaltanlagen angenommen.

Die Aufteilung der mengenmäßig relevanten Abfallarten mit einem Anteil von mehr als 0,5% an der Gesamtmenge auf die verschiedenen Behandlungsarten 2011 ist der nachfolgenden Tabelle zu entnehmen:

Tabelle 16: Verteilung der einzelnen Abfallarten (Anteil > 0,5% an Gesamt) auf die verschiedenen Behandlungsarten [in Mg/kg]

OGR	AS	Bezeichnung AS	CPB/ Konditionierung	Destillation	Emulsionspaltung	klassische CPB	Sedimentation / Abscheidung	Silber-Elektrolyse	Sonstige
1	150202	Aufsaug- und Filtermaterialien (einschließlich Ölfiler a. n. g.), Wischtücher und Schutzkleidung, die durch gefährliche Stoffe verunreinigt sind	2796	433	594	1553		1	
2	110108	Phosphatierschlämme	288		125	3531			
5	110109	Schlämme und Filterkuchen, die gefährliche Stoffe enthalten (aus der chemischen Oberflächenbearbeitung und Beschichtung von Metallen und anderen Werkstoffen (z. B. Galvanik, Verzinkung, Beizen, Ätzen, Phosphatieren, alkalisches Entfetten und Anodisierung)	1241	176	43	6102			
5	110111	wässrige Spülflüssigkeiten, die gefährliche Stoffe enthalten	1857	88	3310	32218			
5	110113	Abfälle aus der Entfettung, die gefährliche Stoffe enthalten	930		85	5800			
5	190205	Schlämme aus der physikalisch-chemischen Behandlung, die gefährliche Stoffe enthalten	869		107	3166			
5	190813	Schlämme, die gefährliche Stoffe aus einer anderen Behandlung von industriellem Abwasser enthalten	972		274	3111			
6	060204	Natrium- und Kaliumhydroxid	38		1921	2221			
6	060205	andere Basen	357		1334	4174			
6	070601	wässrige Waschflüssigkeiten und Mutterlaugen (aus HZVA von Fetten, Schmierstoffen, Seifen, Waschmitteln, Desinfektionsmitteln und Körperpflegemitteln)			1467	3181			
6	070701	wässrige Waschflüssigkeiten und Mutterlaugen (aus HZVA von Feinchemikalien und Chemikalien a.n.g.)		303	97	1601		3140	
6	110105	saure Beizlösungen	2441	4522	939	19302			5441
6	110107	alkalische Beizlösungen	1716	5855	2398	12286			
6	120301	wässrige Waschflüssigkeiten (aus der Wasser- und Dampfentfettung (außer 11))	399		1237	2235			
6	161001	wässrige flüssige Abfälle, die gefährliche Stoffe enthalten	429		707	3758			
7.1	130205	nichtchlorierte Maschinen-, Getriebe- und Schmieröle auf Mineralölbasis	753	23838	755	533	61		
7.2	120109	halogenfreie Bearbeitungsemulsionen und -lösungen	5273	1593	118952	75271	545		
7.2	120114	Bearbeitungsschlämme, die gefährliche Stoffe enthalten	350		6392	2039			

OGR	AS	Bezeichnung AS	CPB/ Konditionierung	Destillation	Emulsionspaltung	klassische CPB	Sedimentation / Abscheidung	Silber-Elektrolyse	Sonstige
7.2	130501	feste Abfälle aus Sandfanganlagen und Öl-/Wasserabscheidern	45		482	4040	13		
7.2	130502	Schlämme aus Öl-/Wasserabscheidern	173	1445	11863	10198	649		
7.2	130503	Schlämme aus Einlaufschächten	0	905	5263	4263	86		
7.2	130507	öliges Wasser aus Öl-/Wasserabscheidern	2	6	7329	1886	19		
7.2	130508	Abfallgemische aus Sandfanganlagen und Öl-/Wasserabscheidern	2087	5	18095	28393	185		
7.2	130802	andere Emulsionen	0	36	78	5078		19	
7.2	160708	ölhaltige Abfälle	1553	3440	16184	11781	993		
8	070104	andere organische Lösemittel, Waschflüssigkeiten und Mutterlaugen (aus HZVA organischer Grundchemikalien)	290	6254	5122	103		120	
8	070304	andere organische Lösemittel, Waschflüssigkeiten und Mutterlaugen (aus HZVA von organischen Farbstoffen und Pigmenten (außer 06 11))	30	8537	356	90		17	
8	070704	andere organische Lösemittel, Waschflüssigkeiten und Mutterlaugen (aus HZVA von Feinchemikalien und Chemikalien a. n. g.)	890	2834	2047				
8	080115	wässrige Schlämme, die Farben oder Lacke mit organischen Lösemitteln oder anderen gefährlichen Stoffen enthalten	1297		344	3640			
8	080117	Abfälle aus der Farb- oder Lackentfernung, die organische Lösemittel oder andere gefährliche Stoffe enthalten	895	6441	741	360			
8	140603	andere Lösemittel und Lösemittelgemische	1023	5707	358	1533		83	
8	160114	Frostschutzmittel, die gefährliche Stoffe enthalten	36	4908	13	21			
12.1	110198	andere Abfälle, die gefährliche Stoffe enthalten	417		731	5562			
14	190702	Deponiesickerwasser, das gefährliche Stoffe enthält			2406	13716			

Abschließend ist festzustellen, dass sich aus der Auswertung der Mengenentwicklung zwischen 2004 und 2011 keine Hinweise auf wesentliche Verschiebungen bei den in CP-Anlagen angenommenen Abfallarten ergeben haben. Wie der oben aufgeführten Tabelle 16 zudem zu entnehmen ist, lassen sich die unterschiedlichen Abfälle im Wesentlichen auch keinen bestimmten Anlagentypen zuordnen. Speziell den "klassischen" CP-Anlagen wird nahezu jede Abfallart angedient, auch wenn hierzu möglicherweise spezifischere Behandlungsanlagen existieren.

Insofern können die hinsichtlich der Novellierung des Anhangs 27 der AbwV in Kapitel 5 gemachten Ausführungen bezüglich der für CP-Anlagen relevanten Mikroschadstoffe nicht konkreter auf bestimmte Anlagentypen oder Verfahrensweisen abgestimmt werden.

Es wird daher empfohlen, das genannte Parameter-Set unter Berücksichtigung der aufgeführten Testverfahren bei der Novellierung des Anhangs 27 der AbwV in die Betrachtung aufzunehmen.

Zudem sollte geprüft werden, inwieweit die in CP-Anlagen installierte Behandlungstechnik geeignet ist, die identifizierten Mikroschadstoffe aus dem in den Anlagen anfallenden Abwasser zu eliminieren. Insbesondere ist zu überprüfen, inwieweit Verfahren wie Aktivkohlebehandlung oder Ozonierung oder aber hierzu alternative Behandlungsverfahren eingesetzt werden und wie wirksam diese sind.

7. Literatur

- [1] Entsorgungsbericht für Nordrhein-Westfalen 2004 – Sonderabfälle und industrielle und gewerbliche Abfälle, LANUV NRW und MUNLV NRW, Düsseldorf und Essen, 11/2006
- [2] Mikroverunreinigungen im gereinigten Abwasser von kommunalen ARA (*Abwasserreinigungsanlagen*); Kurzbericht Messkampagne Mai 2010; Amt für Umwelt und Energie (AFU), St.Gallen, November 2010
- [3] ISF Arbeitsbericht 2008/2009 Bodensee; LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg; Karlsruhe 2009
- [4] Triebskorn; Literaturstudie "Mikroverunreinigungen und deren Effekte auf Gewässerbiozöten im Bodensee-Einzugsgebiet: Nährstoff- und Schadstoffgehalte, ökotoxikologische und fischereibiologische Untersuchungen in den Fließgewässersystemen Argen, Schussen und Seefelder Aach"; Steinbeis-Transferzentrum für Ökotoxikologie und Ökophysiologie; Rottenburg 2008
- [5] Bürgi, Knechtenhofer, Meier, Giger; PROJEKT BIOMIK - Biozide als Mikroverunreinigungen in Abwasser und Gewässern; Teilprojekt 1: "Priorisierung von bioziden Wirkstoffen"; FRIEDLIPARTNER AG, Zürich 2007
- [6] Morf, Buser, Gubler, Giger; PROJEKT BIOMIK - Biozide als Mikroverunreinigungen in Abwasser und Gewässern Teilprojekt 2: "Stoffflussanalyse für die Schweiz: Quartäre Ammoniumverbindungen"; GEO Partner AG; Zürich, 2007
- [7] Götz, Ch.; "Mikroverunreinigungen - Eine neue Herausforderung für die Abwasserreinigung"; ENVILAB AG; Zofingen 2010
- [8] M. Schärer, "Mikroschadstoffe in der aquatischen Umwelt, eine Bestandsaufnahme zu Vorkommen und Bedeutung durch die Internationale Kommission zum Schutz des Rheins"; Kolloquium "Mikroschadstoffe in der aquatischen Umwelt"; Berlin, Oktober 2009
- [9] T. Grummt; "Wissenschaftliche Toxikologische Bewertung von Mikroschadstoffen", Kolloquium "Mikroschadstoffe in der aquatischen Umwelt"; Berlin, Oktober 2009
- [10] Programm zur Reduzierung der Gewässerbelastung aus Chemisch-physikalischen Behandlungsanlagen in Nordrhein-Westfalen - CPB-Programm -Zwischenbericht (Teil I); INFA - Institut für Abfall, Abwasser und Infrastruktur-Management GmbH Ahlen; Juli 2008
- [11] Kupper, Brändli, Pohl, Bucheli, Becker-van Slooten, "Organische Schadstoffe in Kompost und Gärgut der Schweiz; Internet: http://www.biomasseenergie.ch/Portals/0/1_de/00_Home/Pdf/News_Gärgut_Kupper.pdf
- [12] Windhofer, Clara, Zessner; Projekt "Qualitätszielverordnung Chemie Oberflächengewässer: Emissionen aus kommunalen Kläranlagen "Prioritäre Stoffe - Emissionen aus kommunalen Kläranlagen"; Österreichisches Umweltbundesamt; Wien, Juni 2009
- [13] Sondemessprogramm 2011 Arbeitsgemeinschaft der Wasserversorger im Einzugsgebiet der Elbe

- [14] Mertsch V.; MUNLV NRW; Mikroschadstoffe in der Umwelt, Berlin 2009, Internet:http://www.umwelt.nrw.de/ministerium/pdf/fachkolloquium/fk_10_mertsch.pdf
- [15] Deventer, Zipperle, Kostka-Rick; Ökotoxikologische Charakterisierung von Abfall – Literaturstudie; Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg; Karlsruhe 2004
- [16] Einleitung und Elimination gefährlicher Stoffe in kommunalen Kläranlagen in Nordrhein-Westfalen, Phase III; Projekt-Nr.: IV-9-0421720030, Kurzfassung, http://www.lanuv.nrw.de/wasser/abwasser/forschung/pdf/Abschlussbericht_Kurzfassung_%20-%20Stand%20-%20080327.pdf
- [17] Schlupe, Thomann, Häner, Gälli, Stucki; Organische Mikroverunreinigungen und Nährstoffe - Eine Standortbestimmung für die Siedlungswasserwirtschaft; Heft 14 2006; Bundesamt für Umwelt Schweiz (BAFU); www.umwelt-schweiz.ch/publikationen
- [18] Hillenbrand; Marscheider-Weidemann; Strauch; (alle Fraunhofer ISI Karlsruhe); Heitmann (Ökopol - Institut für Ökologie und Politik Hamburg); Schaffrin (Ecologic - Institut für Internationale und Europäische Umweltpolitik Berlin); Emissionsminderung für prioritäre und prioritäre gefährliche Stoffe der Wasserrahmenrichtlinie Forschungsbericht 203 21 280; UBA-Texte 27/07, Dessau, Juli 2007; www.umweltbundesamt.de
- [19] Bertolini, Rezzonico; Mikroverunreinigungen im gereinigten Abwasser von kommunalen ARA; Kurzbericht zur Messkampagne Mai 2010; Amt für Umwelt und Energie (AFU, St.Gallen; November 2010; www.afu.sg.ch – Publikationen
- [20] Leisewitz, Schwarz; Stoffströme wichtiger endokrin wirksamer Industriechemikalien (Bisphenol A; Dibutylphthalat/Benzylbutylphthalat; Nonylphenol/Alkylphenolethoxylate; Forschungsbericht 106 01 076; Öko-Recherche Büro für Umweltforschung und -beratung GmbH Frankfurt/Main Dezember 1997
- [21] Götz, Singer; Indikatorsubstanzen für die Beurteilung weitergehender Verfahren in der kommunalen Abwasserreinigung – Herleitung und chemische Analytik; EAWAG der EHT Zürich; http://www.labeaux.ch/docs_edit.php?id=383&action=download&lang=d
- [22] Vogt, Giegrich, Gromke, Patyk, Fehrenbach, Boess, Buchert, Dehoust; Endbericht "Beitrag der Abfallwirtschaft zur nachhaltigen Entwicklung in Deutschland – Industrieabfälle", FKZ 205 33 312, Heidelberg, November 2006
- [23] Singer, Huntscha, Hollender; Multikomponenten-Screening für den Rhein bei Basel in Zusammenarbeit mit dem Bundesamt für Umwelt BAFU; EAWAG Dübendorf Januar 2009
- [24] van der Voet; Stamm; Organische Mikroschadstoffe; Umwelt Perspektiven 2-2010, Ilnau (Schweiz)
- [25] Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben "Untersuchungen zum Eintrag und zur Elimination von gefährlichen Stoffen in kommunalen Kläranlagen; Teil 1 Universität Dortmund, Fachbereich Chemietechnik, Lehrstuhl Umwelttechnik September 2003
- [26] Odenkirchen; Bedeutung von und Umgang mit neuen Schadstoffen in der aquatischen Umwelt; 11. Workshop Flussgebietsmanagement; MKULNV; Essen, Dezember 2010

- [27] Götz, Kase, Hollender; Mikroverunreinigungen - Beurteilungskonzept für organische Spurenstoffe aus kommunalem Abwasser; Studie im Auftrag des BAFU. EAWAG Dübendorf 2010
- [28] Schneider, Günther, Gottschalk, Zänder; Untersuchungen zu Vorkommen, Quellen und Eliminationsmöglichkeiten bestimmter gefährlicher Stoffe in kommunalen Abwasserbehandlungsanlagen in Sachsen; Schriftenreihe LfULG, Heft 5/2010
- [29] Joos, A., Knackmuss, H.-J., Spyra, W.; Leitfaden Natürliche Schadstoffminderung bei sprengstofftypischen Verbindungen. BMBF-Förderschwerpunkt KORA, Themenverbund 5 Rüstungsalllasten. IABG mbH (Hrsg.), Berlin 2008
- [30] Abschlussbericht Forschungsvorhaben "Untersuchungen zum Eintrag und zur Elimination von gefährlichen Stoffen in kommunalen Kläranlagen", Teil 2 Universität Dortmund, Fachbereich Chemietechnik, Lehrstuhl Umwelttechnik, März 2006
- [31] Wittelert; Organische Korrosionsinhibitoren in der Metalloberflächentechnik; Galvanotechnik 8/2007
- [32] Kleber; Kühlschmierstoffe: Analytisch-chemische Charakterisierung und Untersuchung zur mutagenen Wirkung; Dissertation FB Chemie Universität Dortmund; Dortmund 2000
- [33] Leitfaden zur Anwendung umweltverträglicher Stoffe für die Hersteller und gewerblichen Anwender gewässerrelevanter Chemischer Produkte; 4. Produktspezifische Strategie Kühlschmierstoffe; Umweltbundesamt Berlin; Februar 2003
- [34] Perfluorierte Tenside (PFT) im Klärschlamm in Baden-Württemberg -Hintergründe, Ergebnisse, Perspektiven-Pressekonferenz am 3. August 2007 in Stuttgart
- [35] Jahresbericht der Internationalen Gewässerschutzkommission für den Bodensee: Limnologischer Zustand des Bodensees Nr. 37 (2009)
- [36] Hartmann, Bischoff, Kaupenjohann; Untersuchung von Klärschlamm auf ausgewählte Schadstoffe und ihr Verhalten bei der landwirtschaftlichen Klärschlammverwertung; Forschungsbericht 298 33 757 UBA-FB 000495; Umweltbundesamt Berlin, Juni 2004
- [37] Stoffsteckbriefe; IFUA-Projekt-GmbH; Bielefeld 2007 und 2010
- [38] Untersuchungsergebnisse (aus den Jahren 2001-2004) zum Vorkommen von Mikroschadstoffen in Abwassereinleitungen aus Anlagen nach Anhang 27 der AbwV und aus einer Deponie (Anhang 51 AbwV); Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft, und Geologie; Dresden 2011
- [39] Schmitt, Welker; Schlussbericht "Emissionen von gefährlichen Stoffen aus den Abwasserentsorgungssystemen vor dem Hintergrund der EG-WRRL", Fachgebiet Siedlungswasserwirtschaft; TU Kaiserslautern; Juli 2006
- [40] Erster Zwischenbericht des Programms Strategie zur Verbesserung der Gewässer- und Trinkwasserqualität "Reine Ruhr"; Expertenkommission Programm "Reine Ruhr"; MUNLV NRW Düsseldorf, April 2009

- [41] Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC) – Reference Document on Best Available Techniques in Waste Treatment – Chemical / Physical Treatment Plants (BREF) – Beitrag der Betreiber von C-P Anlagen in Deutschland, Bundesverband der Deutschen Entsorgungswirtschaft e.V. – BDE (Koordination), Berlin / Mainz, 09/2002), unveröffentlicht
- [42] Integrated Pollution Prevention and Control – Reference Document on Best Available Techniques for the Waste Treatment Industries, European Commission, Seville (Spain), 08/2005
- [43] Integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung (IVU) – "Merkblatt über die am besten verfügbaren Techniken für Abfallbehandlungsanlagen" mit ausgewählten Kapiteln in deutscher Übersetzung, Umweltbundesamt, Dessau, 08/2006
- [44] Entsorgungsbericht für Nordrhein-Westfalen 2004 – Sonderabfälle und industrielle und gewerbliche Abfälle, LANUV NRW und MKUNLV NRW, Düsseldorf und Essen, 11/2006
- [45] Entsorgungsatlas Nordrhein Westfalen (Stand: 01.04.2007), Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW, Recklinghausen, 2008 (<http://www.abfall-nrw.de/aida/steuer.php?init=atlas>)
- [46] Abfallwirtschaftsplan Nordrhein-Westfalen – Teilplan Sonderabfälle (gefährliche Abfälle), Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (MKUNLV), Düsseldorf, 11/2007
- [47] LANUV, 2009 GC-MS-Screening des Ablaufs dreier CP-Anlagen, Schreiben vom 05.06.2009, Az.: 64.3-CPB