



Das Lebensministerium



Klärschlammkonzeption

Freistaat  Sachsen

Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie

Impressum

Materialien zur Abfallwirtschaft

Langfriststrategie zur Klärschlamm Entsorgung aus kommunalen Abwasserreinigungsanlagen im Freistaat Sachsen - Aktualisierung 2005 – 2015 –



Titelbild:

Kläranlage Dresden-Kaditz

Foto: Stadtentwässerung Dresden

Diese Veröffentlichung ist ausschließlich als Download unter <http://www.umwelt.sachsen.de/lfug> verfügbar.

Herausgeber:

Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie

Öffentlichkeitsarbeit

Zur Wetterwarte 11, 01109 Dresden

E-Mail: Abteilung1.LfUG@smul.Sachsen.de (kein Zugang für Elektronisch signierte sowie für verschlüsselte elektronische Dokumente)

Bearbeiter:

GKW INGENIEURE GmbH

Dresden

Endredaktion:

Referat Abfallwirtschaft

Abteilung Wasser/Abfall

Redaktionsschluss: Juni 2006

Hinweis:

Diese Veröffentlichung wird im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit des Sächsischen Landesamtes für Umwelt und Geologie (LfUG) herausgegeben. Sie darf weder von Parteien noch von Wahlhelfern im Wahlkampf zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl darf die Veröffentlichung nicht in einer Weise verwendet werden, die als Parteinahme des Landesamtes zugunsten einzelner Gruppen verstanden werden kann. Den Parteien ist es gestattet, die Veröffentlichung zur Unterrichtung ihrer Mitglieder zu verwenden.

Copyright:

Diese Veröffentlichung ist urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte sind dem Herausgeber vorbehalten.

Dezember 2006

L III-4/24



INHALTSVERZEICHNIS

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	IV	
ABBILDUNGSVERZEICHNIS	VI	
TABELLENVERZEICHNIS	VII	
1	EINFÜHRUNG	1
1.1	Veranlassung und Zielsetzung	1
1.2	Bearbeitungsumfang, methodischer Aufbau der Untersuchungen	1
1.3	Gesetzliche Rahmenbedingungen und Entwicklungen	2
1.4	Literatur und Quellenverzeichnis	6
2	AUFKOMMEN UND ENTSORGUNGSPFADE VON KLÄRSCHLAMM, ABFÄLLEN AUS DER KANALREINIGUNG, SIEB- UND RECHENRÜCKSTÄNDE UND SANDFANGRÜCKSTÄNDE IM JAHR 2004	9
2.1	Grundlagen der Ermittlung	9
2.2	Klärschlammaufkommen 2004 im Freistaat Sachsen	9
2.3	Klärschlamm Entsorgung 2004 im Freistaat Sachsen	11
2.3.1	Verwertung	12
2.3.2	Ablagerung	14
2.3.3	Klärschlamm Entsorgung außerhalb Sachsens	14
2.4	Vergleich mit den Prognosewerten der Klärschlammkonzeption von 1998 ...	14
2.5	Fäkalschlamm und Fäkalien	15
2.6	Sieb- und Rechenrückstände, Sandfangrückstände, Abfälle aus der Kanalreinigung	16
2.7	Literatur- und Quellenverzeichnis	18
3	PROGNOSE KLÄRSCHLAMMANFALL, ABFÄLLE AUS DER KANALREINIGUNG, SIEB- UND RECHENRÜCKSTÄNDE UND SANDFANGRÜCKSTÄNDE	20
3.1	Prognose Klärschlammfall	20
3.1.1	Methodischer Aufbau der Prognose	20
3.1.2	Prognosedaten zu den Kläranlagenstandorten und Ausbaugrößen	20
3.1.2.1	Überprüfung Kläranlagenstandorte und Abgleich der Kapazitätserweiterungsplanung	20
3.1.2.2	Zusammenstellung der Prognosedaten zu den Kläranlagenstandorten und Ausbaugrößen	22
3.1.3	Klärschlammfall	24
3.1.2.3	Spezifische Schlammmenge	24
3.1.2.4	Fäkalien und Fäkalschlamm	25
3.1.2.5	Einfluss der Regenwasserbehandlung	27
3.1.2.6	Prognosewerte zum Klärschlammfall	27
3.1.2.7	Entwicklung des Klärschlammaufkommens bis 2015 im Vergleich zu den Prognosedaten von 1998	29
3.2	Prognose Sieb- und Rechenrückstände, Sandfangrückstände	30
3.2.1	Methodischer Aufbau der Prognose	30
3.2.1.1	Spezifische Anfallmengen Sieb- und Rechenrückständen, Sandfangrückständen	30
3.2.2	Prognosewerte zum Anfall von Sieb- und Rechenrückständen, Sandfangrückständen	33
3.3	Prognose Anfall Rückstände aus der Kanalreinigung	34
3.3.1	Methodischer Aufbau der Prognose	34
3.3.1.1	Spezifische Anfallmengen an Rückständen aus der Kanalreinigung	34
3.3.2	Prognosewerte zu Rückständen aus der Kanalreinigung	35
3.4	Literatur- und Quellenverzeichnis	35

4	VERWERTUNGS- UND BESEITIGUNGSMÖGLICHKEITEN VON KLÄRSCHLAMM IM FREISTAAT SACHSEN 2005, 2010 UND 2015.....	38
4.1	Vorbemerkungen	38
4.2	Kompostierung.....	40
4.2.1	Begriffsbestimmung	40
4.2.2	Rechtliche Grundlagen, Richtlinien und Empfehlungen.....	41
4.2.3	Ist-Situation und Perspektive der Kompostierung	44
4.3	Landwirtschaftliche Verwertung	45
4.3.1	Begriffsbestimmung/Erläuterungen	45
4.3.2	Übersicht gesetzlicher Regelungen	46
4.3.3	Ist-Situation und Perspektive der landwirtschaftlichen Verwertung.....	46
4.3.3.1	Ist-Situation	46
4.3.3.2	Perspektive.....	48
4.3.4	Schlussfolgerungen.....	52
4.4	Landschaftsbauliche Klärschlammverwertung.....	52
4.4.1	Begriffsbestimmung / Erläuterungen	52
4.4.2	Rechtliche Grundlagen, Richtlinien und Empfehlungen.....	52
4.4.3	Ist-Situation und Perspektive der landschaftsbaulichen Verwertung	54
4.4.3.1	Ist-Situation	54
4.4.4	Perspektive und Schlussfolgerungen	56
4.5	Thermische Klärschlammmentsorgung	56
4.5.1	Begriffsbestimmung	56
4.5.2	Übersicht gesetzlicher Grundlagen	57
4.5.3	Technik der Klärschlammverbrennung	59
4.5.4	Anlagen für die thermische Entsorgung in und angrenzend an den Freistaat Sachsen	62
4.5.4.1	Klärschlammmitverbrennung in Braunkohlekraftwerken in Sachsen.....	62
4.5.4.2	Klärschlammmitverbrennung in Braunkohlekraftwerken außerhalb Sachsens	65
4.5.4.3	Stoffliche Verwertung im Sekundärrohstoff-Verwertungszentrum Schwarze Pumpe	65
4.5.4.4	Klärschlammmitverbrennung in thermischen Abfallbehandlungsanlagen.....	66
4.5.5	Zusammenfassung zu thermischen Entsorgungskapazitäten im Freistaat Sachsen	67
4.6	Deponierung von Klärschlamm	68
4.7	Alternative Entsorgungs- bzw. Verminderungsmöglichkeiten	68
4.8	Klärschlammmentsorgung außerhalb Sachsens.....	69
4.9	Literatur- und Quellenverzeichnis.....	69
5	VERWERTUNGS- UND BESEITIGUNGSMÖGLICHKEITEN VON ABFÄLLEN AUS DER KANALREINIGUNG, SIEB- UND RECHENRÜCKSTÄNDE UND SANDFANGRÜCKSTÄNDE	72
5.1	Vorbemerkungen	72
5.2	Aufbereitung und Entsorgung von Sandfangrückständen - und Abfällen aus der Kanalreinigung.....	72
5.3	Aufbereitung- und Entsorgung von Sieb- und Rechenrückständen.....	75
5.4	Literatur- und Quellenverzeichnis.....	78
6	KONZEPTIONELLE PLANUNG DER KLÄRSCHLAMMENTSORGUNG IM FREISTAAT SACHSEN	79
6.1	Ökologische Aspekte der Klärschlammmentsorgung	79
6.1.1	Phosphorrückgewinnung	81
6.2	Logistische Aspekte.....	82
6.3	Einflüsse aus Veränderungen der gesetzlichen Rahmenbedingungen	84
6.4	Ökonomische Aspekte der Klärschlammmentsorgung	84
6.4.1	Spezifische Kosten der Klärschlammverwertung	85
6.4.2	Spezifische Kosten für die Entsorgung von Sieb- und Rechenrückständen, Sandfangrückständen und Abfällen aus der Kanalisation.....	85

6.5	Prognose der zukünftig verfügbaren Kapazitäten für die Klärschlamm Entsorgung im Freistaat Sachsen.....	86
6.6	Bilanzszenarien in Abhängigkeit der Entwicklung der Entsorgungspfade	88
6.6.1	Entwicklung von Bilanzszenarien zur Klärschlamm Entsorgung	88
6.6.2	Auswertung der Kapazitätsbilanzen	89
6.7	Klärschlammverwertungs- und -beseitigungsstrategie für den Freistaat Sachsen	90
6.7.1	Ausgangssituation	90
6.7.2	Konzept zur Klärschlamm Entsorgung im Freistaat Sachsen	90
6.8	Handlungsempfehlungen	92
6.8.1	Maßnahmen im Bereich der Kläranlage	92
6.8.2	Stoffliche Verwertung	93
6.8.3	Thermische Entsorgung	93
6.9	Literatur- und Quellenverzeichnis.....	94
7	ZUSAMMENFASSUNG	95
7.1	Klärschlammaufkommen und Stand der Klärschlamm Entsorgung im Freistaat Sachsen 2004	95
7.2	Mengenprognose für Klärschlamm und Abfälle aus der kommunalen Abwasserbeseitigung bis 2015 im Freistaat Sachsen	96
7.3	Stand und Perspektive der Klärschlamm Entsorgung im Freistaat Sachsen	97
7.4	Strategie der Klärschlamm Entsorgung im Freistaat Sachsen.....	98
7.5	Strategie der Entsorgung von Rechen-, Sandfanggut und Rückständen aus der Kanalisation	99
7.6	Literatur- und Quellenverzeichnis.....	99

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

4. BImSCHV	-	Vierte Verordnung zur Durchführung des Bundesimmissionschutzgesetzes
9. BImSCHV	-	Neunte Verordnung zur Durchführung des Bundesimmissionschutzgesetzes
13. BImSCHV	-	Dreizehnte Verordnung zur Durchführung des Bundesimmissionschutzgesetzes
17. BImSCHV	-	Siebzehnte Verordnung zur Durchführung des Bundesimmissionschutzgesetzes
a	-	Jahr
Abb.	-	Abbildung
AbfAbIV	-	Abfallablagerungsverordnung
AbfG	-	Abfallgesetz
AbfKlärV	-	Klärschlammverordnung
AbfkoBiV	-	Abfallwirtschaftskonzept- und Bilanzverordnung
Abs.	-	Absatz
AbwV	-	Abwasserverordnung
AG	-	Arbeitsgemeinschaft
AG	-	Aktiengesellschaft
Aktz.	-	Aktenzeichen
AOX	-	Adsorbierbare organische Halogenverbindungen
AVV	-	Verordnung über das Europäische Abfallverzeichnis (Abfallverzeichnis-Verordnung)
BBodSchG	-	Bundes Bodenschutzgesetz
BBodSchV	-	Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung
BDE	-	Bund der deutschen Entsorgungswirtschaft
BGBI.	-	Bundesgesetzblatt
BImSchG	-	Bundes-Immissionsschutzgesetz
BImSchV	-	Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes
BioAbfV	-	Bioabfallverordnung
BNatSchG	-	Bundesnaturschutzgesetz
bzw.	-	beziehungsweise
d. h.	-	das heißt
DMG	-	Düngemittelgesetz
DMV	-	Düngemittelverordnung
E	-	Einwohner
EAKV	-	Europäische Abfallkatalog-Verordnung
EBS	-	Ersatzbrennstoff
EfbV	-	Entsorgungsfachbetriebeverordnung
EG	-	Europäische Gemeinschaft
EGW	-	Einwohnergleichwert
ELER	-	Europäischer Landwirtschaftsfond für die Entwicklung des ländlichen Raumes
Entw.	-	Entwurf
EW	-	Einwohnerwert
ff.	-	ferner folgend
GK	-	Größenklasse
GKA	-	Gemeinschaftskläranlage
GuD	-	Gas und Dampf
GV	-	Glühverlust
ha	-	Hektar
i. d. R.	-	in der Regel
KA	-	Kläranlage
kJ	-	Kilojoule
kN	-	Kilonewton
KOM	-	Kommission
KrW-/AbfG	-	Kreislaufwirtschaft- und Abfallgesetz
KS	-	Klärschlamm

KW	- Kraftwerk
LABO	- Länderarbeitsgemeinschaft Boden
LAGA	- Länderarbeitsgemeinschaft Abfall
LfUG	- Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie
LfL	- Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft
MJ	- Megajoule
MW	- Megawatt
MAP	- Magnesium-Ammonium-Phosphat-Fällung
MBA	- Mechanisch-biologische Abfallbehandlung
MVA	- Müllverbrennungsanlage
Nawaro	- Nachwachsende Rohstoffe
o. g.	- oben genannt(e)
oTS	- organische Trockensubstanz
PCDD	- Polychlorierte Dibenzodioxine
PCDD/F	- Stoffgruppe der Dioxine und Furane
Pkt.	- Punkt
RAVON	- Regionaler Abfallverband Oberlausitz-Niederschlesien
RB	- Regierungsbezirk
REA	- Rauchgasentschwefelungsanlage
RL	- Richtlinie
RP	- Regierungspräsidium
s.	- siehe
s. a.	- siehe auch
SächsNatSchG	- Sächsisches Naturschutzgesetz
SächsWG	- Sächsisches Wassergesetz
SMUL	- Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft
StBA	- Statistisches Bundesamt
SVZ	- Sekundärrohstoff-Verwertungszentrum (Sustec Schwarze Pumpe GmbH)
TA	- Technische Anleitung
Tab.	- Tabelle
TASi	- Technische Anleitung Siedlungsabfall
TgV	- Transportgenehmigungsverordnung
TM	- Trockenmasse
TRL	- Technische Richtlinie
TR	- Trockenrückstand
TS	- Trockensubstanz
u. a.	- unter anderem
u. a. m.	- und anderes mehr
UL	- (Förderprogramm) Umweltgerechte Landwirtschaft
VEAG	- Vereinigte Energiewerke Aktiengesellschaft
VO	- Verordnung
VwV	- Verwaltungsvorschrift
WHG	- Wasserhaushaltsgesetz
ZAOE	- Zweckverband Abfallwirtschaft Oberes Elbtal
ZKA	- Zentralkläranlage
ZWA(V)	- Zweckverband Wasser und Abwasser Vogtland
z. B.	- zum Beispiel
z. T.	- zum Teil

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abb. 2-1:	Klärschlammanfall im Freistaat Sachsen 2000 – 2004.....	10
Abb. 2-2:	Klärschlammanfall der Städte Chemnitz, Dresden und Leipzig 2000 – 2004.	11
Abb. 2-3	Prozentuale Verteilung des Klärschlammaufkommens im Freistaat Sachsen 2004 nach Entsorgungspfaden.....	12
Abb. 2-4	Verteilung des Klärschlammaufkommens nach Entsorgungspfaden 1998-2004	13
Abb. 2-5:	Vergleich des Klärschlammaufkommens zwischen 1998 bis 2004 mit den Prognosedaten der Klärschlammkonzeption von 1998.....	15
Abb. 3-1:	Gegenüberstellung Prognose Klärschlammanfall im Freistaat Sachsen bis zum Jahr 2015 zu Ist-Entwicklung und Prognose von 1998.....	30
Abb. 4-1:	Verbleib der kommunalen Klärschlämme in der BRD 2003 und im Freistaat Sachsen im Jahr 2004.....	39
Abb. 4-2	Die Entwicklung der stofflichen Klärschlammverwertung bis 2004 im Freistaat	44
Abb. 4-3:	Entwicklung des Anteils der landwirtschaftlichen Klärschlammverwertung im Freistaat Sachsen bis 2004.....	47
Abb. 5-1:	Aufbereitungs- und Entsorgungsmöglichkeiten von Sandfang und Kanalspülgut	73
Abb. 5-2:	Aufbereitungs- und Entsorgungsmöglichkeiten von Rechengut.....	75

TABELLENVERZEICHNIS

Tab. 1-1:	Rechtliche Regelungen zur Klärschlammverwertung und -beseitigung	5
Tab. 2-1:	Klärschlammaufkommen im Freistaat Sachsen	10
Tab. 2-2:	Entsorgungspfade für Klärschlamm im Freistaat Sachsen 2004	12
Tab. 2-3:	Fäkalien und Fäkalschlammaufkommen nach Abfallbilanzerhebung 2004	16
Tab. 2-4:	Aufkommen und Entsorgung von Abfällen aus der Abwasserbehandlung im Freistaat Sachsen 2004	17
Tab. 3-1:	Gegenüberstellung von Ausbaugrößen ausgewählter Kläranlagen nach Erhebungen von 11/1997 und 11/2005	22
Tab. 3-2:	Prognose Kläranlagen im Freistaat Sachsen im Jahr 2015 nach Größenklassen (GK)	22
Tab. 3-3:	Entwicklung der Kläranlagenkapazität im Freistaat Sachsen gestaffelt für die Jahre 2005, 2010, 2015	23
Tab. 3-4:	Einwohnerspezifischer Schlammanfall in Abhängigkeit vom Verfahren der Abwasserbehandlung	25
Tab. 3-5:	Prognose Klärschlammfall aus kommunalen Abwasseranlagen im Freistaat Sachsen - Berücksichtigung Klärschlammfall für Kläranlagen ab GK 2 (≥ 1.000 EW)	28
Tab. 3-6:	Prognose Klärschlammfall aus kommunalen Abwasseranlagen im Freistaat Sachsen - Berücksichtigung Klärschlammfall für Kläranlagen der GK 1 – GK 5.....	29
Tab. 3-7:	Spezifischer Anfall von Sieb- und Rechenrückständen in Abhängigkeit von der Durchlassweite	31
Tab. 3-8:	Prognose Anfall Sieb- und Rechenrückstände aus kommunalen Abwasseranlagen im Freistaat Sachsen	33
Tab. 3-9:	Prognose Sandfangrückstände aus kommunalen Abwasseranlagen im Freistaat Sachsen.....	33
Tab. 3-10:	Prognose Anfall Rückstände aus der Kanalreinigung im Gebiet des Freistaates Sachsen.....	35
Tab. 4-1:	Rechtliche Regelungen für die Klärschlammkompostierung	42
Tab. 4-2:	Ziele der AbfklärV und des Düngemittelrechtes	47
Tab. 4-3:	Diskussion zu Grenzwerten der landwirtschaftlichen Klärschlammverwertung.....	50
Tab. 4-4:	Nährstoffpotential und Beitrag des Klärschlammes zur Deckung der Humusbilanz	51
Tab. 4-5:	Rechtliche Regelungen im Landschaftsbau	53
Tab. 4-6:	Rechtliche Grundlagen der thermischen Klärschlammmentsorgung.....	58
Tab. 4-7:	Mitverbrennung in Kohlekraftwerken; Standorte und Kapazitäten	62
Tab. 4-8:	Kapazitäten zur thermischen Klärschlammmentsorgung in Sachsen.....	67
Tab. 4-9:	Grenznahe Kapazitäten zur thermischen Klärschlammmentsorgung.....	67
Tab. 6-1:	Spezifische CO ₂ -Emissionswerte für verschiedene Verfahren der Klärschlammmentsorgung	80
Tab. 6-2:	Klärschlammmentsorgungskosten (Stand 10/2005)	85
Tab. 6-3:	Zusammenstellung der Prognosebilanz für die Klärschlammmentsorgung im Freistaat Sachsen.....	87

Tab. 6-4:	Bilanzszenarien der zukünftigen Klärschlamm Entsorgung im Freistaat Sachsen für die minimale Prognose zum Klärschlammaufkommen	88
Tab. 6-5:	Bilanzszenarien der zukünftigen Klärschlamm Entsorgung im Freistaat Sachsen für die maximale Prognose zum Klärschlammaufkommen	89
Tab. 7-1:	Klärschlammaufkommen im Freistaat Sachsen 2000 - 2004	95
Tab. 7-2:	Klärschlamm Entsorgung im Freistaat Sachsen 2004	95
Tab. 7-3:	Prognose Klärschlamm anfall, Abfälle aus der Kanalreinigung, Sieb- und Rechenrückstände und Sandfangrückstände im Freistaat Sachsen bis 2015 (Mittelwerte)	96

1 EINFÜHRUNG

1.1 Veranlassung und Zielsetzung

Im Rahmen der weiteren abfallwirtschaftlichen Planung des Freistaates Sachsen bis 2015 ist eine Aktualisierung der Klärschlammkonzeption von 1998 ^[1/1] notwendig.

Ziel des Vorhabens ist es, eine Prognose des Aufkommens und der Entsorgungspfade (Verwertungs- und Beseitigungspfade) für Klärschlämme und Rückstände aus der kommunalen Abwasserreinigung in Sachsen bis zum Zeithorizont 2015 zu erstellen.

Hierzu sind die Klärschlamm-mengen zu erheben und vor dem Hintergrund der Klärschlamm-behandlung und demografischer Einflüsse in ihrer Mengenentwicklung und Entsorgung zu bewerten. Auf dieser Grundlage soll weiterführend eine Basisstrategie für die künftige Entsorgung von Klärschlamm im Freistaat Sachsen entwickelt werden.

Die GKW INGENIEURE GmbH in Dresden wurde vom Landesamt für Umwelt und Geologie mit dieser Aufgabe betraut.

1.2 Bearbeitungsumfang, methodischer Aufbau der Untersuchungen

Klärschlamm

Ausgehend von der im Jahre 1998 letztmalig aktualisierten Klärschlammkonzeption des Freistaates Sachsen werden die aktuellen Berichte zur Abwasserentsorgung und zu Abfallmengen aus der kommunalen Abwasserreinigung des Jahres 2004 verglichen und ein Trend zu den Zeithorizonten 2010 und 2015 bezüglich der geplanten Anschlussgrößen der Kläranlagen (durch Erhebungen) recherchiert und abgeleitet. Dem schließt sich die Bilanzierung der zukünftig anfallenden Klärschlamm- und Abfallmengen aus der Abwasserreinigung auf der Basis der gegenwärtig und künftig an die Kläranlagen angeschlossenen Einwohnerwerte sowie den in Abhängigkeit von der Abwasserreinigung und der Schlammbehandlung anfallenden spezifischen Schlamm-mengen an. Zur Absicherung der Prognosedaten wurden im Rahmen von Vor-Ort-Gesprächen bei ausgewählten repräsentativen Kläranlagen die derzeit anfallenden Klärschlamm-mengen und -qualitäten sowie der weitere geplante Ausbau bzw. eventuelle Modernisierungsmaßnahmen für den Prognosezeitraum bis 2015 überprüft.

In einem weiteren Bearbeitungsschritt werden die im Freistaat Sachsen derzeit für Klärschlamm bestehenden Verwertungs- und Beseitigungspfade anhand nachfolgender Gliederung dargestellt und deren Entwicklungspotential untersucht. Grundlage hierfür sind die vom Auftraggeber zur Verfügung gestellten Datengrundlagen sowie umfangreiche eigene Recherchen und Informationen.

Folgende Verwertungs- und Beseitigungspfade werden betrachtet:

- Landbau (Landwirtschaft und Gartenbau)
- Landschaftsbau (incl. Rekultivierung)
- Thermische Entsorgung
- Deponierung
- Sonstiges/ Alternative Verfahren

Die einzelnen Verwertungs- und Beseitigungspfade werden auf der Grundlage der Ist-Situation rechtlich, qualitativ und quantitativ und damit auch monetär bewertet und vergleichend gegenübergestellt. Zusätzlich werden alternative Entsorgungspfade recherchiert.

Bevorstehende mögliche Änderungen zu Kapazitäten (Flächenverfügbarkeit, Anlagen zur thermischen Entsorgung o. ä.) und / oder zu rechtlichen Rahmenbedingungen werden bezüglich ihrer Auswirkungen auf die Verwertungs- und Beseitigungspfade diskutiert.

Ausgehend von den erforderlichen Klärschlamm Entsorgungskapazitäten und unter Berücksichtigung zugrunde zu legender Gesetze sowie den Belangen des Umweltschutzes vor allem im Sinne einer Nachhaltigkeit und betrieblicher sowie organisatorischer Aspekte werden Strategien für die zukünftige Entsorgung von Klärschlamm im Freistaat entwickelt.

Abfälle aus der Kanalreinigung, Sieb- und Rechenrückstände und Sandfangrückstände

Die Ermittlungen zum Aufkommen von Sieb- und Rechenrückständen und Sandfangrückständen basieren einerseits auf der Auswertung von Material aus der Abfallstatistik des Freistaates Sachsen von 2004, andererseits werden auf der Grundlage der geplanten Ausbaustufen der Kläranlagen die zukünftig anfallenden Mengen an Rechen- und Sandfanggut auf der Basis von spezifischen Anfallmengen für die Abfallarten bilanziert.

Die Ermittlung der Abfälle aus der Kanalreinigung erfolgt gleichfalls auf der Basis der Entwicklung der Einwohnerwerte und mit dem Ansatz einwohnerspezifischer Anfallmengen. Zur Untersetzung der Bilanzrechnung werden Recherchen bei Kanalnetzbetreibern ausgewertet, um deren Erfahrungen hinsichtlich Anfallmengen und der derzeitig praktizierten Entsorgung in die Ermittlungen einfließen zu lassen. Ausgehend von der ermittelten Ist-Situation zu den Rückständen aus der Kanalisation erfolgt eine Prognose des Aufkommens analog den Zeithorizonten beim Klärschlammaufkommen.

Neben der Darstellung von Verwertungs- und Beseitigungspfaden werden für die Abfallarten Sieb- und Rechenrückstände und Sandfangrückstände Möglichkeiten zur Rückstandsbehandlung bereits im Bereich der Abwasserbehandlung aufgezeigt, die eine Reduzierung der Abfallmenge und die Herstellung eines verwertbaren Abfalls zulassen.

1.3 Gesetzliche Rahmenbedingungen und Entwicklungen

Folgende gesetzliche Änderungen der letzten Jahre bzw. folgende bevorstehende Änderungen haben bzw. könnten die Ausrichtung der Klärschlammverwertung beeinflussen:

Abfallrecht

- **EU-Abfallrahmenrichtlinie** ^[1/2]
Es liegen Kommissionsvorschläge vor für:
 1. thematische Strategie für die Abfallvermeidung und Recycling
 2. Vorschlag für eine Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates über Abfälle (Abfallrahmenrichtlinie).

Gegenstand der Novellierung der Abfallrahmenrichtlinie sind die:

- Abgrenzung zwischen Beginn und Ende der Abfalleigenschaft,
- Einstufung Verwertung/ Beseitigung,
- Präzisierung der Anhänge I und II.

- **EU-Bioabfallrichtlinie** ^[1/3]
Die Kommission der Europäischen Gemeinschaft hatte im Jahr 2000 den Arbeitsentwurf einer europäischen Bioabfallrichtlinie erarbeitet – einen Richtlinien-Vorschlag will sie nunmehr aber nicht mehr vorlegen. Vielmehr sollen nach Kommissionsverlautbarungen „Kriterien für die Verwertung von Bioabfällen“ frühestens im Jahr 2008 in einem Anhang zur Novelle der Abfallrahmenrichtlinie an Stelle einer eigenständigen Bioabfallrichtlinie festgelegt werden.

- **Abfallablagerungsverordnung (AbfAbIV)**^[1/4], **Deponieverordnung (DepVO)**^[1/5], **und TA Siedlungsabfall (TASi)**^[1/6]
 - Die Deponierichtlinie des Rates der EU^[1/7] ist am 16.07.99 in Kraft getreten.
 - damit erstmals einheitliche Standards in EU geschaffen, Umsetzungszeit bis 16.07.2001 in nationales Recht
 - in Deutschland Umsetzung über Abfallablagerungsverordnung (AbfAbIV) und Deponieverordnung (DepV)
 - Übergangsfristen, die in der TA Siedlungsabfall geregelt waren (bis zum 31.05.2005) sind nunmehr ausgelaufen.

- **Deponieverwertungsverordnung (DepVerwV)** ^[1/8] seit 28.07.2005 in Kraft, gilt für
 1. den Einsatz von Abfällen zur Herstellung von Deponieersatzbaustoffen sowie
 2. die Verwertung von Abfällen, die auf oberirdischen Deponien und Altdeponien als Deponieersatzbaustoff
 - bei der Vervollständigung oder Verbesserung der geologischen Barriere,
 - bei der Errichtung des Basisabdichtungssystems,
 - im Deponiekörper,
 - bei der Errichtung des Oberflächenabdichtungssystems

eingesetzt werden.

- **Bioabfallverordnung (BioAbfV)** ^[1/9]

Damit wird die Verwertung von unbehandelten und behandelten Bioabfällen bzw. Gemischen auf landbaulichen Flächen geregelt. Gegenüber der Klärschlammverordnung wird dahingehend eine Abgrenzung getroffen, dass für den Fall, wenn die Klärschlammverordnung (AbfKlärV) ^[1/10] Anwendung findet, die Bioabfallverordnung nicht gilt.

 - 2002 sind **Hinweise zum Vollzug der Bioabfallverordnung**^[1/11] erschienen.

- **Klärschlammentschädigungsfond (KlärEV – 1998)** ^[1/12],

Für verschuldensunabhängige Schäden, die weder vermeidbar noch vorhersehbar sind, trat früher ein freiwilliger Klärschlammfonds ein. Seit dem 01.01.1999 wird in einem solchen Falle ein gesetzlich festgelegter Klärschlamm- Entschädigungsfond, nach Dün- gemittelrecht (Volumen: bis zu ca. 128 Mio. €), zur Schadensregulierung herangezogen.

Bodenschutzrecht

- **EU-Bodenschutzstrategie** ^[1/13]

Die Mitteilung der EU-Kommission „ Hin zu einer spezifischen Bodenschutzstrategie“ ist ein erster Schritt im Sinne der nachhaltigen Bekämpfung von Erosion, Bodenverschlechterung und Versiegelung.
- aktueller Stand^[1/14]:
 - Mitteilung zur thematischen EU-Bodenschutzstrategie zusammen mit einer Bodenrahmenrichtlinie^[1/15] bis Ende 2005
 - Bioabfälle sollen nunmehr im Rahmen der Abfallrahmenrichtlinie mit geregelt werden
 - Die Novellierung der Klärschlammrichtlinie wurde bis 2007 zurückgestellt.

- **Bundes-Bodenschutzgesetz (BBodSchG)**^[1/16] und zugehörige **Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV)** ^[1/17]
 - sollen „nachhaltig die Funktion des Bodens sichern“ und die Beeinträchtigung seiner natürlichen Funktion soweit wie möglich ausschließen. Diese Regelungen gelten auch ergänzend für die Regelungen des Kreislaufwirtschafts- und Abfall-

gesetzes (z.B. für das Aufbringen von Sekundärrohstoffdünger), dem Düngemittelgesetz und weiterer Gesetze (siehe § 3 Anwendungsbereich).

- Im Freistaat Sachsen wurden ergänzend hierzu „Hinweise zum Vollzug von § 12 BBodSchV“ in Anlehnung an den Bericht der LABO an die 30. ACK der Umweltministerkonferenz ‚Vollzugshilfe zu § 12 BBodSchV‘ erarbeitet.

Düngerecht

- **Düngemittelgesetz**^[1/18]

Das Düngemittelgesetz wurde dahingehend geändert, dass u. a. neben Düngemitteln und Wirtschaftsdünger jetzt auch die Gruppe "Sekundärrohstoffdünger" eingeführt wurde, zu der Abwasser, Fäkalien, Klärschlamm und ähnliche Stoffe aus Siedlungsabfällen und vergleichbare Stoffe aus anderen Quellen gehören. Stoffe im Sinne des Gesetzes dürfen nur nach guter fachlicher Praxis angewandt werden.

- Die neue **Düngemittelverordnung (DüMV)**^[1/19] hat für die landwirtschaftliche Klärschlammverwertung Rückwirkungen auf die Klärschlammbehandlung in den Kläranlagen. Ab 2013 ist es z. B nicht mehr gestattet, Polyacrylamide als Flockungsmittel einzusetzen. Des Weiteren steht das Verbot, Fettabscheiderinhalte mit zu vergären.
- Am 14.01.2006 ist die Neufassung der **Düngeverordnung (DüV)**^[1/20] in Kraft getreten. Sie dient in erster Linie der Umsetzung der EU-Nitrat-Richtlinie, geht allerdings über die Vorgaben der EU-Nitrat-Richtlinie hinaus. Neben verschärften Abstandsregelungen von Düngeflächen zu Gewässern, der Ausdehnung von Sperrfristen für die Ausbringung von Wirtschaftsdüngern sind auch erhöhte Dokumentationspflichten zu nennen.

Immissionsschutzrecht

- **17. BImSchV**^[1/21]

- Novellierung der 17. BImSchV wurde am 19.08.2003 veröffentlicht.
- Novelle dient der Umsetzung der Anforderungen der EU-Richtlinie 2000/76/EG in nationales Recht.
- damit u. a. Anforderungen an Mitverbrennungsanlagen, wie Kraftwerke oder Zementwerke, die Abfälle als Ersatzbrennstoff einsetzen an Abfallverbrennungsanlagen („Monoverbrennung“) angeglichen

Unter Berücksichtigung o. g. Änderungen können die für die Klärschlamm Entsorgung zu berücksichtigenden Gesetze, Verordnungen (VO), Verwaltungsvorschriften (VwV), Technischen Richtlinien (TRL) etc. wie folgt dargestellt werden:

Tab. 1-1: Rechtliche Regelungen zur Klärschlammverwertung und -beseitigung

Rechtsebene	Gesetze, Rechtsverordnungen, Verwaltungsvorschriften
EU	Richtlinie des Rates vom 18.März 1991 zur Änderung der Richtlinie 75/442/EWG über Abfälle (91/156/EWG) ^[1/22] Richtlinie 86/278/EWG über den Schutz der Umwelt und insbesondere der Böden bei der Verwendung von Klärschlamm in der Landwirtschaft ^[1/23] Richtlinie 91/271/EWG über die Behandlung von kommunalem Abwasser ^[1/24] Richtlinie 91/676/EWG zum Schutz der Gewässer vor Verunreinigung durch Nitrat aus landwirtschaftlichen Quellen ^[1/25]
Bund	Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz (KrW-/AbfG) ^[1/26] , insbesondere mit <ul style="list-style-type: none"> ◦ Klärschlammverordnung ◦ Bioabfallverordnung ◦ Biomasseverordnung ◦ Deponieverordnung ◦ Abfallablagerungsverordnung ◦ Abfallverwertungsverordnung ◦ TA Abfall ^[1/27] ◦ TA Siedlungsabfall ◦ Nachweisverordnung ^[1/28] ◦ Transportgenehmigungsverordnung (TgV) ^[1/29] ◦ Entsorgungsfachbetriebeverordnung (EfbV) ^[1/30] ◦ Abfallverzeichnisverordnung (AVV früher EAKV) ^[1/31] ◦ Abfallwirtschaftskonzept- und Bilanzverordnung (AbfkoBiV) ^[1/32] Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) ^[1/33] , insbesondere mit <ul style="list-style-type: none"> ◦ 4. Verordnung zum BImSchG (Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen - 4. BImSchV) ^[1/34] ◦ 17. BImSchV (Verordnung über die Verbrennung und die Mitverbrennung von Abfällen) ^[1/35] ◦ TA Luft ^[1/36] Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG) ^[1/37] Bundes-Bodenschutzgesetz (BBodSchG) ◦ Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung Düngemittelgesetz (DMG) , insbesondere mit <ul style="list-style-type: none"> ◦ Düngemittelverordnung (DMV) ^[1/38] ◦ Düngeverordnung (DüV) ^[1/39] Wasserhaushaltsgesetz (WHG) ^[1/40] , insbesondere mit <ul style="list-style-type: none"> ◦ Abwasserverordnung ^[1/41]
Freistaat Sachsen	- Sächsisches Abfallwirtschafts- und Bodenschutzgesetz ^[1/42] - SächsNatSchG ^[1/43] - SächsWG ^[1/44] - Förderprogramm "Umweltgerechte Landwirtschaft" ^[1/45]

Diese Auflistung zeigt, dass sich die Fülle an Rechtsvorschriften nicht verringert hat und insbesondere durch die Verquickung zwischen Abfall-, Boden- und Düngerecht eine stoffliche Verwertung von Klärschlamm in Deutschland immer komplexer und damit aufwendiger wird.

1.4 Literatur und Quellenverzeichnis

-
- [1/1] Aktualisierung der Konzeption für die Langfriststrategie zur Klärschlamm Entsorgung aus kommunalen Abwassertreinigungsanlagen im Freistaat Sachsen, GWK INGENIEURE GmbH, Dresden Mai 1998
- [1/2] Stand von Gesetzes-, Verordnungs-, Erlass-, Richtlinien- und Regelwerksentwürfen, ATV-DVWK 05.06.2002 hier: Änderung der EU-Abfallrahmenrichtlinie (75/442/EWG)
- [1/3] Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Schreiben vom 24. April 2006
- [1/4] Verordnung über die umweltverträgliche Ablagerung von Siedlungsabfällen
AbfAbIV - Abfallablagerungsverordnung
Vom 20. Februar 2001(BGBl. I S. 305; 24.7. 2002, S. 2807)
- [1/5] Verordnung über Deponien und Langzeitlager, DepV - Deponieverordnung
Vom 24. Juli 2002 (BGBl. I Nr. 52 vom 29.7. 2002 S. 2807; zuletzt geändert am 12.8.2004 S. 2190)
- [1/6] TASI, Dritte Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Abfallgesetz, Technische Anleitung zur Verwertung, Behandlung und sonstigen Entsorgung von Siedlungsabfällen - TA Siedlungsabfall vom 14. 05.1993 (BAnz. S. 4967)
- [1/7] Deponierichtlinie des Rates der EU vom 16.07.1999
- [1/8] Verordnung über die Verwertung von Abfällen auf Deponien über Tage
DepVerwV - Deponieverwertungsverordnung*)
Vom 25. Juli 2005 (BGBl. I Nr. 46 vom 28.7.2005 S. 2252)
- [1/9] Verordnung über die Verwertung von Bioabfällen auf landwirtschaftlich, forstwirtschaftlich, forstwirtschaftlich und gärtnerisch genutzten Böden (Bioabfallverordnung - BioAbfV) des Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit vom 21.09.1998, BGBl. I S. 2955, zuletzt geändert am 26.11.2003, I 2373
- [1/10] Klärschlammverordnung - AbfKlärV - vom 15. April 1992, (BGBl. I 1992 S. 912; zuletzt geändert am 26.11.2003 S. 2373)
- [1/11] Hinweise zum Vollzug der Bioabfallverordnung veröffentlicht am 24.08.2000
- [1/12] Verordnung über den Klärschlamm-Entschädigungsfonds
KlärEV - Klärschlamm-Entschädigungsfondsverordnung vom 20. Mai 1998
(BGBl. I S. 1048; 29.10.2001 S. 2785 Art. 356; 5.4.2002 S. 1250)
(Gl.-Nr.: 7820-8)
- [1/13] Mitteilung „Hin zu einer spezifischen Bodenschutzstrategie“ aus den Thematischen Strategien des 6. Umweltaktionsprogrammes der EU , veröffentlicht in IP/02/592, Brüssel 19.April 2002
- [1/14] Mitteilung „Hin zu einer spezifischen Bodenschutzstrategie“ aus den Thematischen Strategien des 6. Umweltaktionsprogrammes der EU , veröffentlicht in IP/02/592, Brüssel 19.April 2002
- [1/15] Europäische Rahmenrichtlinie für Bodenschutz (Entwurf)
- [1/16] Gesetz zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von Altlasten, (BBodSchG - Bundes-Bodenschutzgesetz) vom 17. März 1998, Inkraft getreten zum 1. März 1999 (BGBl. I 1998 S. 502, zuletzt geändert am 09.12.2004 S. 3214)
- [1/17] BBodSchV - Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung vom 12. Juli 1999. In: BGBl. I. 1999 S. 1554, (BGBl. I 1999 S. 1554; zuletzt geändert am 23.12.2004 S. 3758)
- [1/18] Düngemittelgesetz (DMG) vom 15.11.1977 (BGBl. I. S. 2134), zuletzt geändert durch das Gesetz vom 29.10.2001 S. 2785 Artikel 183
- [1/19] Düngemittelverordnung vom 04.08.1999 (BGBl I. S. 1758, 2002 S. 4646), zuletzt geändert am 26.11.2003
- [1/20] Verordnung über die Anwendung von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln nach den Grundsätze der guten fachlichen Praxis beim Düngen (Düngeverordnung-DüV) vom 10. Januar 2006 (BGBl. I 2006 S. 30)
- [1/21] Siebzehnte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes "17. BImSchV - Verordnung über die Verbrennung und die Mitverbrennung von Abfällen
Vom 14. August 2003
(BGBl. I Nr. 41 vom 19.8.2003 S. 1633)

-
- [1/22] Richtlinie des Rates vom 18.März 1991 zur Änderung der Richtlinie 75/442/EWG über Abfälle (91/156/EWG), Amtsblatt der EG Nr. L 78 vom 26.03.1991
- [1/23] Richtlinie des Rates 86/276/EWG vom 12. Juni 1986 über den Schutz der Umwelt und insbesondere der Böden bei der Verwendung von Klärschlamm in der Landwirtschaft., In: ABI EG (1986) L 181. - S. 6
- [1/24] Richtlinie des Rates 91/271/EWG vom 21. Mai 1991 über die Behandlung von kommunalem Abwasser. In: ABI EG (1991) L 135. - S. 40, 98/15/EG - Ab 1. Nr. 267 vom 07.03.1998 S. 29
Anforderung gemäß Beitrittskarte 2003 VO(EG) 1882/2003 - AB 1. Nr. 2284 vom 31.10.2003, S. 1
- [1/25] Richtlinie des Rates 91/676/EWG vom 12. Dezember 1991 zum Schutz der Gewässer vor Verunreinigung durch Nitrat aus landwirtschaftlichen Quellen. In: ABI EG (1991) L 375 vom 31.12.1991
VO(EG) 1882/2003 - AB 1. Nr. 2284 vom 31.10.2003, S. 1
- [1/26] Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Beseitigung von Abfällen (KrW-/AbfG - Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz) vom 27. September 1994 (BGBl. I 1994 S. 2705; zuletzt geändert am 1.9.2005 S. 2618)
- [1/27] Erste allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Abfallgesetz (TA Abfall) vom 12.03.1991. In: GMBI. Bonn (1991) - S. 139
- [1/28] Verordnung über Verwertungs- und Beseitigungsnachweise (Nachweisverordnung - NachwV) vom 17.06.2002. In: BGBl. I Nr. 44, S.2374, zuletzt geändert am 15.08.2002 I 3302
- [1/29] Verordnung zur Transportgenehmigung (Transportgenehmigungsverordnung - TgV) vom 10.09.1996. In: BGBl I, S.1411, 21.06.2002 S. 2199, zuletzt geändert am 21.06.2002 I 2199
- [1/30] Verordnung über Entsorgungsfachbetriebe (Entsorgungsfachbetriebeverordnung - EfbV) vom 10.09.1996. In: BGBl I, S.1421, 24.06.2002 S. 2247, zuletzt geändert am 24.06.2002 I 2247
- [1/31] Verordnung über das Europäische Abfallverzeichnis (Abfallverzeichnisverordnung - AVV) vom 10.12.2001. In: BGBl I, S.3379 vom 12.12.2002, 24.07.2002 S. 2833, zuletzt geändert am 24.07.2002 I 2833
- [1/32] Verordnung über Abfallwirtschaftskonzepte und Abfallbilanzen (Abfallwirtschaftskonzept- und Bilanzverordnung - AbfKoBiV) vom 13.09.1996. In: BGBl I, S.1447, 24.06.2002 S. 2247, zuletzt geändert am 24.06.2002 I 2247
- [1/33] Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz - BImSchG) vom 26.09.2002. In: BGBl. I. S. 3830, 04.10.2002, zuletzt geändert am 25.06.2005 I 1865
- [1/34] Vierte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen) vom 14.03.1997. In: BGBl. I 1997 S. 504, zuletzt geändert am 14. August 2003 (BGBl. I. Nr. 41 S. 1614), zuletzt geändert am 20.06.2005 I 1687
- [1/35] Siebzehnte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Verbrennungsanlagen für Abfälle und ähnliche brennbare Stoffe) vom 14. August 2003
In: BGBl. I. Nr. 41 vom 19.8.2003 S. 1633, neu gefasst durch Bek. v. 14.08.2003 I 1633
- [1/36] Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft - TA Luft) vom 24.07.2002 GMBI. Nr. 25 - 29
vom 30.07.2002 S. 511 vom 27. Februar 1986 (GMBI. S. 95, ber. S. 202)
- [1/37] Gesetz über Naturschutz und Landschaftspflege (Bundesnaturschutzgesetz - BNatSchG) vom 25.03.2002. In: BGBl I. Nr. 22 vom 03.04.2002 S. 1193, zuletzt geändert am 21.06.2005 I 1818
- [1/38] Düngemittelverordnung vom 04.08.1999 (BGBl I. S. 1758, 2002 S. 4646)
- [1/39] Verordnung über die Anwendung von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln nach den Grundsätze der guten fachlichen Praxis beim Düngen (Düngeverordnung-DüV) vom 10. Januar 2006 (BGBl. I 2006 S. 30)
- [1/40] Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushaltes (Wasserhaushaltsgesetz - WHG) vom 19.08.2002. In: BGBl. I Nr. 59 vom 23.08.2002 S 3245, zuletzt geändert am 25.06.2005. I 1746
- [1/41] Verordnung über Anforderungen an das Einleiten von Abwasser in Gewässer - AbwV - Abwasserverordnung, vom 15. Oktober 2002 (BGBl. I Nr. 1 vom 23.10.2002 S. 4047, ber. 2002 S. 4550
neu gefasst durch Bek. v. 17.06.2004. I 1108, 2625
- [1/42] Sächsisches Abfallwirtschafts- und Bodenschutzgesetz vom 15.06.1999.
In: SächsGVBl. Dresden Nr. 21 (1999) S. 261, 2001 S. 426, zuletzt geändert am 05.05.2004

-
- [1/43] Sächsisches Gesetz über Naturschutz und Landschaftspflege (Sächsisches Naturschutzgesetz Sächs-NatSchG) in der Fassung der Bekanntmachung der Neufassung vom 11.10.1994 des SächsGVBl. S.1601, zuletzt geändert 09.09.2005
- [1/44] Sächsisches Wassergesetz (SächsWG) vom 21.07.1998 SächsGVBl. S 393, 04.03.2003 S 49
- [1/45] Richtlinie des Sächsischen Staatsministeriums für Umwelt und Landwirtschaft zur Förderung einer umweltgerechten Landwirtschaft im Freistaat Sachsen (UL), vom 01.01.1999 RL-Nr. 73/99 im Sächs. Amtsblatt Sonderdruck Nr. 6/1999 vom 03.05.1999

2 AUFKOMMEN UND ENTSORGUNGSPFADE VON KLÄRSCHLAMM, ABFÄLLEN AUS DER KANALREINIGUNG, SIEB- UND RECHENRÜCKSTÄNDE UND SANDFANGRÜCKSTÄNDE IM JAHR 2004

2.1 Grundlagen der Ermittlung

Klärschlamm

Die Erhebungen zum Klärschlammaufkommen und die zugehörige Ermittlung der Entsorgungspfade basiert auf dem durch das LfUG jährlich erstellten „Bericht zum Aufkommen und zur Entsorgung kommunaler Klärschlämme im Freistaat Sachsen“^[2/1]. Die Basis des Berichtswesens beim LfUG bildet die jährliche Auswertung der durch die unteren Abfallbehörden mittels Formblatt bei den Aufgabenträgern der Abwasserentsorgung erhobenen Daten. Die Daten werden generell durch die Umweltfachbereiche der Regierungspräsidien auf Vollständigkeit und Plausibilität geprüft und stellen somit belastbares Datenmaterial dar. Durch direkte Anfragen insbesondere bei Anlagenbetreibern von Großkläranlagen, bei Abwasserzweckverbänden und ausgewählten Betriebsführern wurden die Werte verifiziert.

Ergänzende Informationen liefern die Aufbringungspläne Klärschlamm^[2/2], den die Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, Fachbereich Landwirtschaftliche Untersuchungen (LUFA) jährlich erstellen.

Sieb- und Rechenrückstände, Sandfangrückstände, Abfälle aus der Kanalreinigung

Die Datenbasis für die Ermittlung zu den Anfallsmengen der Abfallarten: Sieb- und Rechenrückstände (AVV-Nr. 190801), Sandfangrückstände (AVV-Nr. 190802) und Abfälle aus der Kanalreinigung (AVV-Nr. 200306), bildet analog zum Klärschlammaufkommen die Erhebung des LfUG zur Abfallbilanz 2004^[2/1].

Zur Verdichtung der Informationen wurde mit Betreibern bzw. Betriebsführern ausgewählter Kläranlagen und Kanalnetze Gespräche zu den in ihren Anlagen und Netzen anfallenden Mengen oben genannter Abfallarten geführt.

Allgemein ist festzustellen, dass eine vollständige Erfassung der in Sachsen in 2004 angefallenen Mengen für die Abfallarten Rechengut, Sandfanggut und Rückstände aus der Kanalisation aufgrund der Entsorgung über private Dienstleister nicht gegeben ist.

2.2 Klärschlammaufkommen 2004 im Freistaat Sachsen

Mit Stand 2004 sind im Freistaat Sachsen ca. 3,47 Mio. Einwohner (E)^[2/3] an öffentliche Abwasserbehandlungsanlagen angeschlossenen, dies entspricht einem Anschlussgrad von ca. 80 %. Die Auslastung der Kläranlagen betrug unter Berücksichtigung der Einwohnergleichwerte (EGW) ca. 4,5 Mio. Einwohnerwerte (EW).

Für das Jahr 2004 wurden für diese Kläranlagen im Rahmen der Erhebung für Sachsen eine Klärschlammmenge von insgesamt 102.055 t Trockensubstanz (TS) erfasst, wobei vorwiegend die Kläranlagen ab Größenklasse 2 (> 1000 EW) berücksichtigt wurden. In nachfolgender Tabelle 2-1 ist die zahlenmäßige Verteilung des Klärschlammaufkommens auf die Regierungsbezirke ausgewiesen.

Tab. 2-1: Klärschlammaufkommen im Freistaat Sachsen

Regierungsbezirk	Schlammanfall [t TS/a]
RB Chemnitz	35.426
RB Dresden	36.800
RB Leipzig	29.829
Gesamt Sachsen	102.055

Der Schlammanfall ist tendenziell abnehmend, wie Abbildung 2-1 grafisch verdeutlicht. Eine Sonderstellung nimmt das Jahr 2002 ein, wo aufgrund des Augusthochwassers und damit verbundener Ausfälle von Kläranlagen eine sprunghafte Verringerung auftrat. Eine differenzierte Betrachtung der anfallenden Klärschlammmengen nach Umweltfachbereichen der Regierungsbezirke ergibt gegenüber dem allgemeinen Entwicklungstrend im Freistaat Sachsen ein etwas abweichendes Bild. Sowohl in den RB-Bereichen Chemnitz, Leipzig und Bautzen ist der Anfall annähernd gleich bleibend bzw. alternierend. Die RB-Bereiche Radebeul und Plauen weisen ein tendenziell schwach sinkendes Niveau auf.

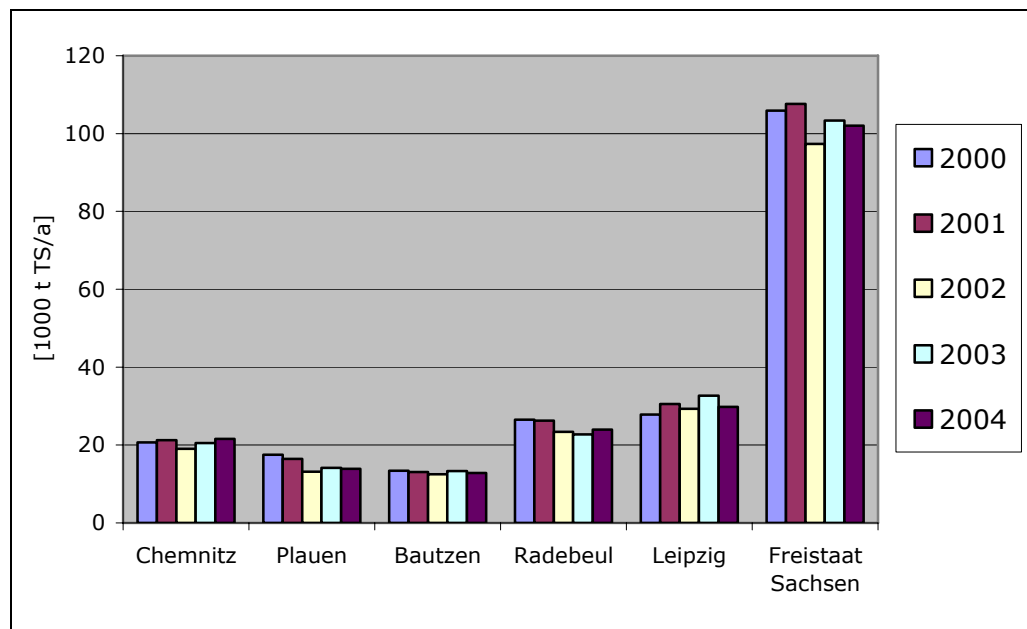


Abb. 2-1: Klärschlammanfall im Freistaat Sachsen 2000 – 2004

Damit ist festzustellen, dass einerseits der Ausbau der Kläranlagen, der bis 2000 maßgeblich zum Anstieg des Klärschlammanfalls geführt hat, weitgehend abgeschlossen ist und andererseits durch entsprechende Maßnahmen im Bereich der Schlammbehandlung der entstehende Mehranfall aus Neubau-/Erweiterungsmaßnahmen kompensiert wurde.

Bezogen auf den spezifische Klärschlammanfall pro angeschlossenen Einwohnerwert, der mit vorstehenden Zahlen für 2004 bei 23,4 kg TS/(EW·a) lag, ist jedoch festzustellen, dass der Klärschlammanfall im Freistaat Sachsen immer noch über dem Bundesdurchschnitt von 20,9 kg TS/(EW·a)^[2/4] (für 1998) bzw. dem auf Basis von Standardwerten rein rechnerisch ermittelten Klärschlammanfall von 20 kg TS/(EW·a)^[2/5] liegt. Begründet werden kann dieser vergleichsweise höhere Anfall durch den Umstand, dass insbesondere eine Reihe von Großkläranlagen den Schlamm vor der Entsorgung mit Kalk nachstabilisieren bzw. den Feststoffgehalt nach der Entwässerung noch anheben. Für die Kläranlage Leipzig Rosental ergeben sich dadurch 2004 z. B. spezifische Schlammengen von 44 kg TS/(EW·a), für Dresden Kaditz von ca. 28 kg TS/(EW·a) und für Chemnitz von ca. 25 kg TS/(EW·a).

Das Aufkommen der drei Großkläranlagen, das ca. 40 % des Klärschlammanfalls in Sachsen ausmacht, ist über die letzten 4-5 Jahre, schwankend um einen Mittelwert, relativ gleich bleibend, wie Abbildung 2-2 verdeutlicht. Dies lässt sich begründen mit dem Umstand, dass in diesem Zeitraum keine wesentlichen Änderungen in der Technologie der Abwasserreinigung bzw. Schlammbehandlung vorgenommen wurden.

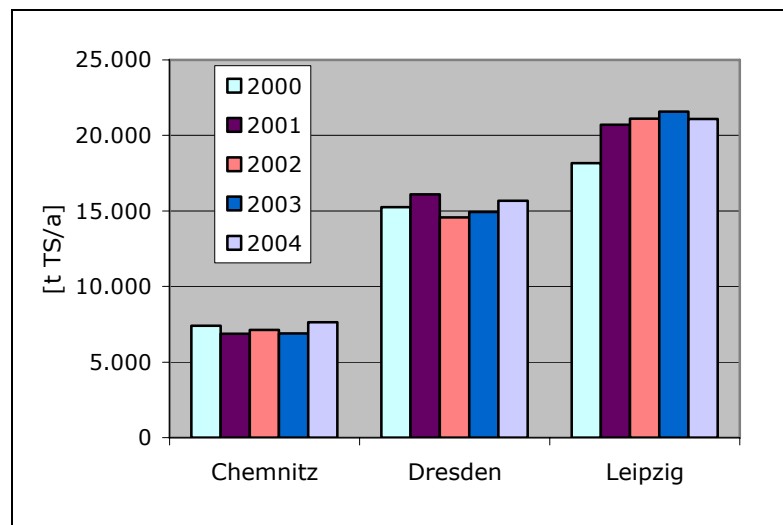


Abb. 2-2: Klärschlammanfall der Städte Chemnitz, Dresden und Leipzig 2000 – 2004

2.3 Klärschlamm Entsorgung 2004 im Freistaat Sachsen

Die Angaben zur anteiligen Verwertung und Entsorgung des Klärschlammes aus dem Freistaat Sachsen sind Ergebnis der jährlichen Erhebungen des LfUG. Grundlage dieser Erhebungen sind neben den Angaben der Aufgabenträger der Abwasserentsorgung die jeweiligen Daten und Informationen der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft/Fachbereich Landwirtschaftliche Untersuchungen (LUFA - Leipzig) zum Anteil der in der Landwirtschaft stofflich verwerteten Klärschlämme. Im Ergebnis dieser Auswertung lassen sich die 2004 genutzten Entsorgungspfade wie in nachfolgender Tabelle 2-2 dargestellt quantifizieren.

Tab. 2-2: Entsorgungspfade für Klärschlamm im Freistaat Sachsen 2004^[2/1]

	Verwertung					Beseitigung	Zwischenlager	Export
	Landwirtschaft	Kompostierung	Rekultivierung/Landschaftsbau	Sonstiges *	Thermische Entsorgung	Deponie		
	[t TS]							
RB Chemnitz	1.186	14.186	10.811	0	1.756	464	3	7.020
RB Dresden	178	10.218	9.699	1.152	1.766	1.301	186	12.300
RB Leipzig	810	25.442	376	63	463	1.174	148	1.353
Freistaat Sachsen	2.174	49.846	20.886	1.215	3.985	2.939	337	20.673
Anteil am Aufkommen	2,1%	48,8%	21,0%	1,2%	3,9%	2,9%	0,3%	20,3%

* Verwertungspfad nicht angegeben

Die in Tabelle 2-2 ausgewiesenen Entsorgungswege werden als prozentuale Verteilung des Klärschlammaufkommens nach Entsorgungspfaden in der Abbildung 2-3 nochmals verdeutlicht.

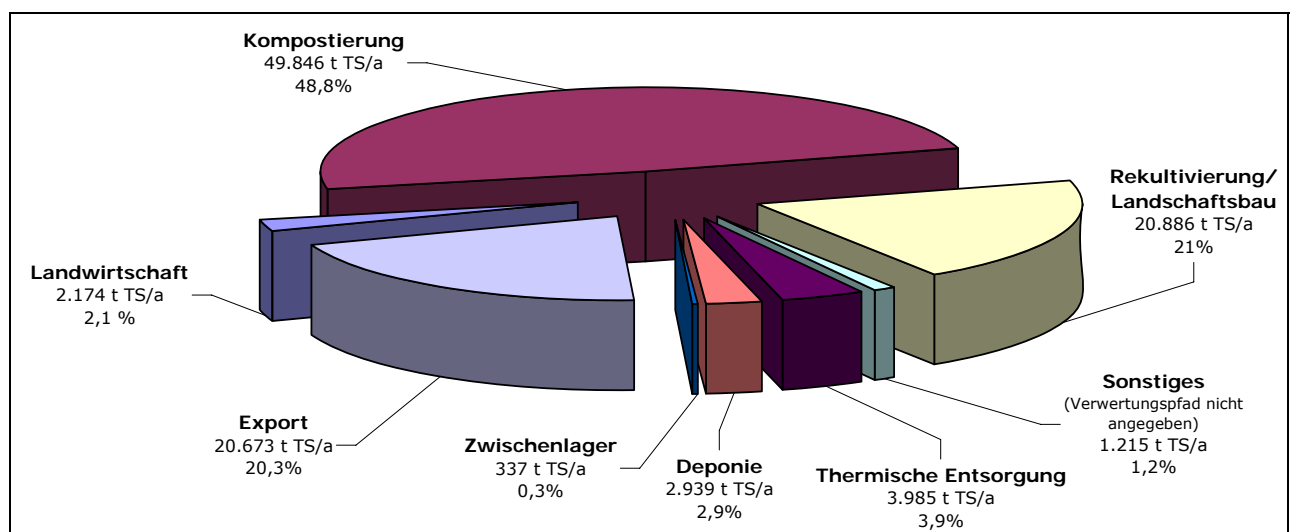


Abb. 2-3 Prozentuale Verteilung des Klärschlammaufkommens im Freistaat Sachsen 2004 nach Entsorgungspfaden

2.3.1 Verwertung

Die in Tabelle 2-2 und Abbildung 2-3 dargestellten Entsorgungsanteile am Klärschlammaufkommen belegen eine in Sachsen 2004 der Verwertung zugeführten Menge von 77,1 %, entsprechend ca. 78.106 t TS.

Eine vergleichende Gegenüberstellung nach den Mengenanteilen der Entsorgungspfade für den Zeitraum von 1998 bis 2004 in Abbildung 2-4 verdeutlicht, dass die Kompostierung zwar leicht rückläufig ist aber im Betrachtungszeitraum mit Abstand den größten Mengenstrom aufnimmt.

Der Anteil der landwirtschaftlichen Verwertung ist gegenüber den Vorjahren weiter zurückgegangen und liegt nur noch bei einer Verwertungsquote von ca. 2 % (2.174 t TS) des Gesamt-

anfalls, obwohl die Qualität der Klärschlämme einen höheren Nutzungsgrad durchaus rechtfertigen würde, da eine Vielzahl sächsischer Klärschlämme die Grenzwerte nach Klärschlammverordnung einhält bzw. ganz wesentlich unterschreitet. Dass ein größeres Verwertungspotential besteht, wird einerseits deutlich beim Vergleich der insgesamt im Freistaat Sachsen 2004 landwirtschaftlich verwerteten Menge von Klärschlamm und Klärschlammkomposten, die bei 3.837 t TS lag; andererseits haben sich Großkläranlagen wie Dresden und Leipzig aus der landwirtschaftlichen Klärschlammverwertung zurück gezogen, obwohl der Schadstoffgehalt der dort anfallenden Schlämme sehr niedrig ist^[2/2]. Die rückläufige Entwicklung dieses Verwertungspfades in Sachsen ist u. a. dem Förderprogramm „Umweltgerechte Landwirtschaft“ des Sächsischen Staatsministeriums für Umwelt und Landwirtschaft (SMUL)^[2/6] geschuldet, in dem der Einsatz von Klärschlamm in jeglicher Form bis 1999 auf den am Förderprogramm beteiligten landwirtschaftlichen Flächen ausgeschlossen war und seit dem mit den drastisch abgesenkten Werten der UL-Richtlinie möglich ist.

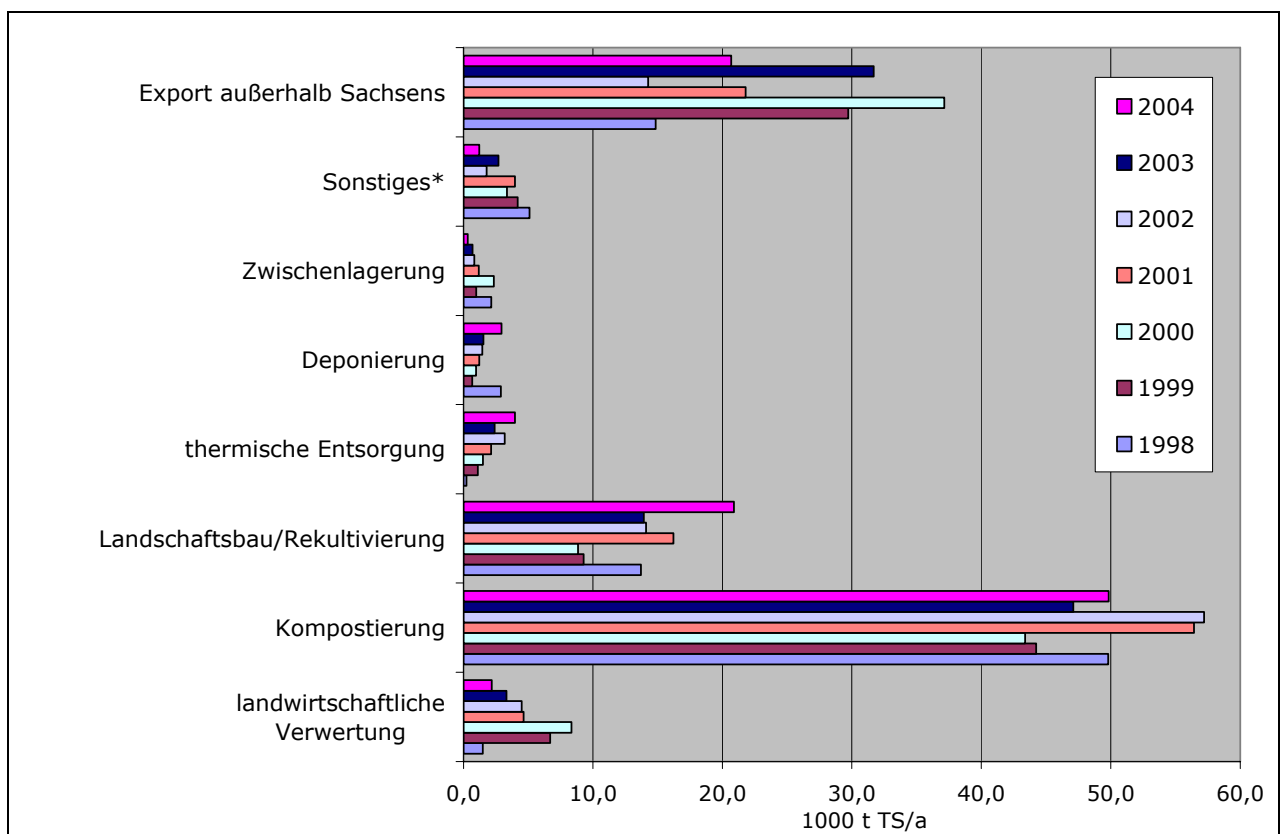


Abb. 2-4 Verteilung des Klärschlammaufkommens nach Entsorgungspfaden 1998-2004

Der Anteil der landschaftsbaulich verwerteten Klärschlammmenge ist gegenüber den Vorjahren um ca. 25 % angestiegen und stellt damit nach 1995, wo 22.997 t TS über diesen Pfad entsorgt wurden, die zweithöchste bisher im Freistaat Sachsen über diesen Pfad ersorgte Klärschlammmenge dar.

Die thermische Entsorgung ist bis dato mit 4 % nur von untergeordneter Bedeutung. Tendenziell ist ein Anstieg für diesen Entsorgungspfad auf niedrigem Niveau zu verzeichnen.

Die unter sonstige Verwertung ausgewiesenen Mengen sind rückläufig und für 2004 hauptsächlich auf den Einsatz zur Herstellung eines Sekundärrohstoffdüngers^[2/1] zurück zu führen.

2.3.2 Ablagerung

Die deponierten Mengen an Klärschlamm haben zum Jahr 2004 hin noch einmal einen Anstieg erfahren, jedoch gegenüber den anderen Entsorgungspfaden auf insgesamt niedrigem Niveau. Dieser Anstieg lässt sich durch den Umstand begründen, dass verschiedene Deponien vor Auslaufen der Übergangsbestimmungen der AbfAbIV^[2/7] noch einmal versuchten, die vorhandenen Deponiekapazitäten maximal auszunutzen.

Der Anteil des zwischengelagerten Klärschlammes ist tendenziell stark rückläufig und geht gegen Null. Das heißt, dass bis auf technologisch oder logistisch bedingte Zwischenlagermengen eine kontinuierliche Entsorgung des anfallenden Klärschlammes stattfindet und diesbezüglich keine zusätzlichen Mengen in die laufende Entsorgung gebracht werden müssen.

2.3.3 Klärschlamm Entsorgung außerhalb Sachsens

Seit ca. 1994 gehen maßgebliche Mengen Klärschlamm des Freistaates Sachsen in fremde Entsorgungsbereiche außerhalb des Landes. In den Jahren seit 1998 lag dieser Anteil immer zwischen minimal 14 % bis maximal 37 % der jährlichen Anfallmenge, wobei 2002 mit 37.143 t TS der bisherige Maximalwert erreicht wurde. Maßgeblichen Anteil an dieser Situation haben vor allem die Großkläranlagen, deren vertraglich gebundene Entsorger einen Großteil der Klärschlämme außerhalb Sachsens verbringen. Die Exporte erfolgen dabei hauptsächlich in die angrenzenden Bundesländer Thüringen, Sachsen-Anhalt und Brandenburg. Die außerhalb Sachsens verbrachten Klärschlämme wurden vollständig verwertet.

2.4 Vergleich mit den Prognosewerten der Klärschlammkonzeption von 1998

Die in der Klärschlammkonzeption von 1998^[2/8] prognostizierten Werte des zukünftigen Klärschlammankommens sind stark mit der Entwicklung des Anschlussgrades und der Abwasserbehandlungstechnik verknüpft.

Abbildung 2-5 zeigt die prognostizierten und die festgestellten Werte für das Klärschlammankommen zwischen 1998 bis 2004 im Vergleich, wobei die Prognosewerte für 1998, 1999 und 2001 -2004 linear interpoliert wurden. Es wird deutlich, dass sich der Unterschied zwischen Minimalansatz der Prognose und tatsächlichem Anfall im Bereich von minimal 4 % bis maximal 9 % bewegt und damit über die Jahre eine gute Übereinstimmung zu verzeichnen ist. Die Zahlen verdeutlichen jedoch auch, dass der Maximalansatz zum Klärschlammankommen aus der Prognose von 1998 mit Berücksichtigung des aus der Mitbehandlung von Fäkalien und Fäkalschlamm resultierenden Mehranfalls zu hoch angesetzt war.

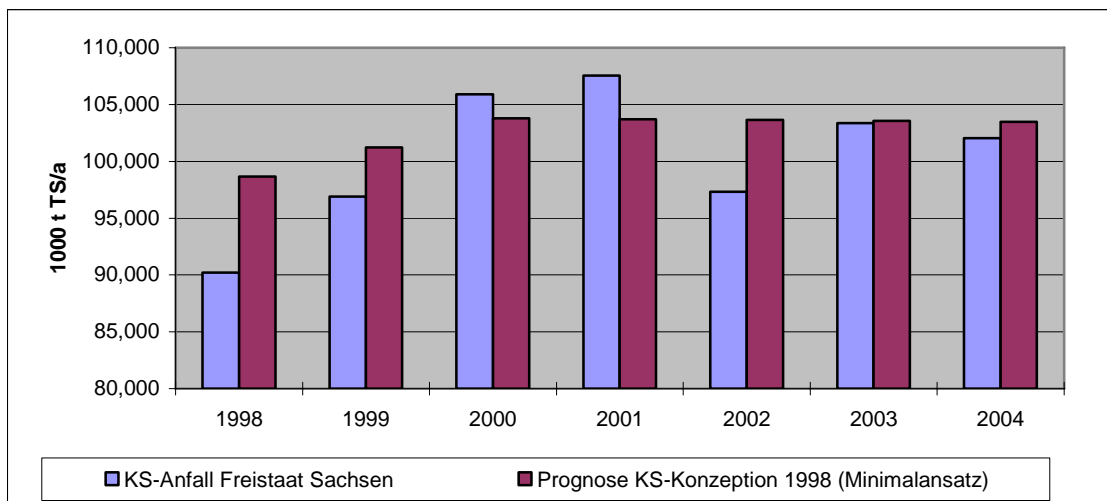


Abb. 2-5: Vergleich des Klärschlammaufkommens zwischen 1998 bis 2004 mit den Prognosedaten der Klärschlammkonzeption von 1998^[2/7]

Bei der Entwicklung der Verwertungs- und Entsorgungspfade sind gegenüber den in [2/7] prognostizierten Mengenströmen einige Abweichungen festzustellen.

Die landwirtschaftliche Verwertung ist mit aktuell 2,2 % noch weiter zurückgegangen, als für das Zeitfenster um 2005 prognostiziert (minimal 4 %^[2/7]). Auch die thermische Entsorgung liegt mit aktuell 4 % weit unter der aufgrund der damals verfügbaren Kapazitäten mit minimal 30 % abgeschätzten Verwertungsquote. Bundesweit liegen die Quoten für diese Entsorgungspfade beim ca. Vierzehn- bzw. Neunfachen von Sachsen (Landwirtschaft 31,5%, thermische Entsorgung 37 %^[2/9]).

Dem entgegen steht die Entwicklung bei der landschaftsbaulichen Verwertung, die mit aktuell 20,9 % im Bereich der für den Zeithorizont bis 2005 prognostizierten Maximalmenge liegt. Unterstellt man, dass von den über die Kompostierung entsorgten Klärschlamm mengen ein großer Prozentsatz auch in den Landschaftsbau bzw. die Rekultivierung geht, dann ergibt sich für diesen Entsorgungspfad ein wesentlich über den Prognoseannahmen liegender Anteil. Die Kompostierung, die weder in der Auswertung des StBA noch der DWA^[2/8] als eigenständiger Entsorgungspfad geführt wird, ist entgegen den Prognosen nicht rückläufig sondern noch weiter angestiegen und bewegt sich seit 1998 stabil zwischen 43 % bis 57 %.

Der Export nach außerhalb Sachsens, der aktuell bei ca. 21 % liegt, bewegt sich im Prognosekorridor von 10 % - 25 %

2.5 Fäkalschlamm und Fäkalien

Eine Auswertung der in der Erhebung des LfUG zur Abfallbilanz 2004^[2/1] erfassten indirekt an Kläranlagen angeschlossenen Einwohner ergab, dass ca. 246.000 Einwohner indirekt auf dem Weg der Fäkalienentsorgung an die Kläranlagen angeschlossen sind. Das entspricht, bezogen auf die direkt angeschlossenen Einwohner, ca. 7 %, wie aus nachfolgender Tabelle 2-3 ersichtlich ist.

Tab. 2-3: Fäkalien und Fäkalschlammaufkommen nach Abfallbilanzerhebung 2004^[2/1]

Umweltfachbe- reiche der RP	über Fäkalien an KA ange- schlossene Einwohner	direkt an KA ange- schlossene Einwohner	Verhältnis
	E_{indirekt}	E_{direkt}	$E_{\text{indirekt}}/E_{\text{direkt}}$
	E	E	%
Chemnitz*	25.778	665.211	3,9%
Plauen	34.555	473.744	7,3%
Bautzen	47.861	521.096	9,2%
Radebeul	15.541	882.768	1,8%
Leipzig	122.814	933.492	13,2%
	246.549	3.476.311	7,1%

* nur Werte für KA Chemnitz, hochgerechnet aus mitbehandelter Fäkalienmenge ($5 \text{ m}^3 = 1$ Einwohner)

Bei einem derzeitigen Anschlussgrad an die öffentliche Kanalisation von ca. 80 %^[2/3] müssten jedoch bei einer Bevölkerung von ca. 4,4 Millionen Einwohnern ca. 880.000 Einwohner auf dem Weg der Fäkalienentsorgung an die Kläranlagen angeschlossen sein. Dieser Sachverhalt verdeutlicht, dass es bei der Erfassung der über die Fäkalienentsorgung an Kläranlagen angeschlossenen Einwohner erhebliche Defizite gibt. Erschwert wird die Erfassung durch den Sachverhalt, dass sich die erfassten Fäkalienmengen in der Regel zusammensetzen aus Fäkalschlamm und dem Inhalt abflussloser Sammelgruben, so dass sich aus den dokumentierten Annahmemengen nicht zwingend auf die Anzahl der entsorgten Einwohner schließen lässt.

Vorgenannte Sachverhalte berücksichtigend, wird für weitere Betrachtungen davon ausgegangen, dass für ca. 20 Prozent der Einwohner Sachsens derzeit eine Fäkalienentsorgung erfolgt. Ausgehend von einem durchschnittlichen Fäkalschlammfall von 1 m^3 pro Einwohner und Jahr mit im Mittel 15 kg Trockensubstanz pro Kubikmeter^[2/10] ergibt sich ein rechnerischer Fäkalschlammfall für 2004 von ca. 13.200 t Trockensubstanz, der im jetzigen KS-Aufkommen beinhaltet ist.

2.6 Sieb- und Rechenrückstände, Sandfangrückstände, Abfälle aus der Kanalreinigung

Mit der Erhebung zur Klärschlamm Bilanz 2004^[2/1] werden neben dem Klärschlammaufkommen auch die Abfälle aus der Abwasserentsorgung abgefragt. Im Einzelnen handelt es sich dabei um Sieb- und Rechenrückstände (AVV-Nr. 190801), Sandfangrückstände (AVV-Nr. 190802) und Abfälle aus der Kanalreinigung (AVV-Nr. 200306). Die übermittelten Angaben sind hinsichtlich der Bezugsgrößen different, da wahlweise der Anfall als Tonnen bzw. Kubikmeter angegeben wird und i. d. R. die Angaben zum Feststoffgehalt fehlen. Damit ist eine Hochrechnung auf eine einheitliche Bezugsgröße, z. B. t oder t TS, gar nicht oder nur mit Hilfe von Annahmen auf Basis allgemein gültiger spezifischer Werte möglich. In [2/1] wurde aus diesem Grund für die Zusammenstellung der unterschiedlichen Angaben mit einem Raumgewicht diese Abfälle von 1000 kg/m^3 gerechnet. Damit ergeben sich nachstehend in Tabelle 2-4 aufgeführte Werte.

Die unter sonstige Abfälle aufgeführten Mengen beziehen auf Fett- und Ölabscheiderrückstände (190809), Rückstände aus der Fäkalsiebung, Restchemikalien aus der Abwasser- und Schlammbehandlung sowie auf Fette und Schwimmschlamm aus der betriebseigenen Abwasserbehandlung (020204, 190805).

Tab. 2-4: Aufkommen und Entsorgung von Abfällen aus der Abwasserbehandlung im Freistaat Sachsen 2004^[2/1]

Regierungsbezirke	Sieb- und Rechenrückstände		Sandfangrückstände		Abfälle aus der Kanalreinigung		Sonstige Abfälle	
	[t]							
	B	V	B	V	B	V	B	V
RB Chemnitz, Bereich Chemnitz	1202	997	1084	2092	1233	543		
RB Chemnitz, Bereich Plauen	795	1187	317	2112		303	61	112
RB Chemnitz	1997	2084	1401	4204	1233	846	61	112
RB Dresden, Bereich Bautzen	1902	136	844	416	492	182		10
RB Dresden, Bereich Radebeul	611	2357	179	2356	83	2340	19	737
RB Dresden	2813	2493	1023	2772	575	2522	19	747
RB Leipzig	1468	823	1066	2225	127	852	77	73
Freistaat Sachsen	6278	5400	3490	9201	1935	4220	157	932
Freistaat Sachsen ges.	11.678		12.691		6.155		1.089	

B - Beseitigung V - Verwertung

Nicht in den Werten der Tabelle 2-4 erfasst sind die Mengen an Rechen-, Sandfang- und Kanalspülgut die z. B. im Bereich der Kläranlagen zur weiteren Entwässerung zwischen gestapelt werden. Hinzu kommt, dass von vielen Aufgabenträgern der Abwasserbeseitigung keine Angaben zum Anfall der Abfallstoffe getätigt wurden, da eine Entsorgung über private Dienstleister erfolgte. Die im Rahmen der Abfallbilanz erhobenen Daten sind daher nur sehr eingeschränkt aussagefähig. Genaue Angaben zu den angefallenen Mengen der jeweiligen Abfallarten können nur durch direkte Erhebung bei den Aufgabenträgern der Abwasserentsorgung mit Vorgabe klar definierter Bezugsgrößen ermittelt werden. Diese wiederum müssen insbesondere darauf achten, dass bei Tätigkeit privater Dienstleister die entsorgten Kanalspülgutmengen gemeldet und statistisch erfasst werden.

Dass die Erfassung der Abfälle aus der Abwasserreinigung nur bedingt belastbar ist, wird auch durch die nachfolgend dokumentierte Befragung der Großkläranlagen Chemnitz, Dresden und Leipzig deutlich. Nach Abfallbilanz fielen z. B. in 2004 im RB Leipzig 852 t Abfälle aus der Kanalreinigung zur Verwertung an. Nach Auskunft des Kanalnetzbetriebs der Kommunalen Wasserwerke Leipzig wurden in 2004 allein aus der Stadt Leipzig ca. 4.350 m³, entsprechend ca. 6.525 t Kanalsande (Raumgewicht: 1,5 t/m³) zur Verwertung an den Entsorger übergeben. Damit wird klar, dass diese Menge in den Zahlen zur Abfallbilanz 2004 nicht erfasst sein kann. Ähnlich problematisch sind für die gleiche Abfallart die Angaben für den Regierungsbezirk Dresden. Bei der dort für 2004 ausgewiesenen Menge handelt es sich allein um den Anfall an Kanalspülgut aus der Stadt Dresden.

KA Chemnitz

- Sieb- und Rechenrückstände:
 - der mittlere Anfall liegt für 2004 bei ca. 1000 t/Jahr
 - die monatlich anfallenden Mengen schwanken um 100 %,
 - nach Entwässerung erfolgt Verwertung durch Kompostierung
- Sandfangrückstände:
 - der mittlere Anfall liegt bei 600 – 1000 t/a (2003: 600 t, 2004: 980 t)
 - die monatlich anfallenden Mengen schwanken um 200 % , es gibt keine Sandwäsche
 - Verwertung im Bodenaufbereitungszentrum Roßwein
- Abfälle aus der Kanalreinigung
 - der mittlere Anfall liegt bei 500 t/a
 - das Kanalspülgut wird extern gewaschen, fraktioniert und verwertet

KA Dresden-Kaditz

- Sieb- und Rechenrückstände:
 - Anfall 2004: 1.535 t aus Abwasserbehandlung, 1.014 t aus Sandaufbereitungsanlage
 - nach Entwässerung des Feinrechengutes erfolgt Verwertung durch Kompostierung
- Sandfangrückstände:
 - Anfall 2004: 1.200 t
 - Behandlung in der Sandaufbereitungsanlage Dresden Kaditz
 - Anfallender Waschsand wird bei innerbetrieblichen Baumaßnahmen bzw. über Entsorger zum Deponiebau eingesetzt
- Abfälle aus der Kanalreinigung
 - Anfall 2004: 2.340 t (incl. Sand aus dem „Kanalsandfang“ Flügelweg),
 - der Anfall ist nach Abschluss der Grundberäumung seit 1998 kontinuierlich rückläufig
 - Behandlung in der Sandaufbereitungsanlage Dresden Kaditz
 - Entsorgung analog Sandfangrückstände

KA Leipzig-Rosental

- Sieb- und Rechenrückstände:
 - Anfall 2004: 653 t
 - Entsorgung erfolgt über den Weg der Kompostierung
- Sandfangrückstände:
 - Anfall 2004: 1854 t
 - Entsorgung analog Sieb- u. Rechenrückstände
- Abfälle aus der Kanalreinigung (für gesamt Leipzig einschließlich Umlandgemeinden)
 - Anfall 2004: 4.345 m³
 - das Kanalspülgut wird in 3 Kanalstützpunkten angeliefert und in Containern nachentwässert
 - Entsorgung analog Sieb- u. Rechenrückstände

2.7 Literatur- und Quellenverzeichnis

-
- [2/1] Landesamt für Umwelt und Geologie, Referat 34 "Abfallwirtschaft"
„Klärschlamm Bilanz - Bericht zum Aufkommen und zur Entsorgung kommunaler Klärschlamm im Freistaat Sachsen“
Berichte für die Jahre 2000 -2004, Listen und Diagramme, Bearbeitungsstand 10/2005
- [2/2] Klärschlammverordnung (AbfKlärV) - Aufbringungsplan 2004 Freistaat Sachsen
Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft/Fachbereich Landwirtschaftliche Untersuchungen, Bearbeiter:
Dr. habil. R. Mönicke, Dipl.-Chem. I. Kühn, Juli 2005
- [2/3] Landesamt für Umwelt und Geologie, Referat 31 „Wasserversorgung, Abwasserentsorgung, Wasserbau“
Datenliste „Kläranlagen_IST“ und „Kläranlagen_SOLL“ mit Angaben zu Anschlussgrößen, Auslastungsgrößen und geplanten Anschlusswerten der Kläranlagen im Freistaat Sachsen, Datenstand: 1. Halbjahr 2004
- [2/4] B. Esch, U. Loll
"Aktuelle Klärschlamm mngen und -qualitäten sowie Entsorgungswege in Deutschland"
in: Korrespondenz Abwasser, Heft 11, 2001, S. 1594 ff.
- [2/5] U. Loll, J. Glasenapp
"Aktuelle Schlamm mngen bei der Planung von Schlammbehandlungsanlagen und Entsorgungskapazitäten"
in: ATV-DVWK Schriftenreihe „Klärschlamm aktuell 2 - Ausgewählte Beiträge der 3. ATV-DVWK-Klärschlamm tage, 5.-7. Mai 2003, Würzburg“, S. 209 ff.
- [2/6] Richtlinie des Sächsischen Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft zur Förderung einer umweltgerechten Landwirtschaft im Freistaat Sachsen (UL) vom 8. November 2000, RL-Nr.: 73/200,
in: SächsAbl. SDr. S. S 261, zuletzt geändert am 07. April 2005 in: SächsAbl. S. 368; 6. Mai
- [2/7] Verordnung über die umweltverträgliche Ablagerung von Siedlungsabfällen, (AbfAbIV - Abfallablagerungsverordnung), Vom 20. Februar 2001(BGBl. I S. 305; 24.7. 2002, S. 2807)

-
- [2/8] Aktualisierung der Konzeption für die Langfriststrategie zur Klärschlamm Entsorgung aus kommunalen Abwassereinigungsanlagen im Freistaat Sachsen
GKW INGENIEURE GmbH, Dresden Mai 1998
- [2/9] Autorenkollektiv
„Ergebnisse der DWA-Klärschlammhebung 2003“
in: Korrespondenz Abwasser, Heft 10, 2005, S. 1099 ff.
- [2/10] ATV-Arbeitsblatt A 123
Behandlung und Beseitigung von Schlamm aus Kleinkläranlagen
GFA, St. Augustin, Juni 1985

3 PROGNOSE KLÄRSCHLAMMANFALL, ABFÄLLE AUS DER KANALREINIGUNG, SIEB- UND RECHENRÜCKSTÄNDE UND SANDFANGRÜCKSTÄNDE

3.1 Prognose Klärschlammanfall

3.1.1 Methodischer Aufbau der Prognose

Die Prognose der zukünftig anfallenden Klärschlammmengen wird von mehreren Einflussfaktoren bestimmt. Nachfolgend aufgeführt drei der wesentlichsten Einflussfaktoren.

1. Durch vereinzelte Kläranlageneubauten, hauptsächlich aber durch Rekonstruktion, Erweiterung bestehender Anlagen und Ausbau bzw. Verfahrensumstellungen bei der Schlammbehandlung wird sich das Klärschlammaufkommen nach Menge und Beschaffenheit verändern.
2. Der weitere Ausbau der abwassertechnischen Infrastruktur und der damit wachsende Anschlussgrad der Bevölkerung an zentrale Abwasserbehandlungsanlagen sowie ein gemäßigtes Wachstum von Gewerbe und Industrie führen in der Summe zu einer Erhöhung der Kläranlagenbelastung und in der Folge zu erhöhtem Klärschlammanfall.
3. Wegen der weiteren Zentralisierung der Abwasserbehandlung auf größere Kläranlagenstandorte und der damit verbundenen Ablösung bzw. der Zusammenlegung kleiner und mittlerer Kläranlagenstandorte ergibt sich eine gegenüber der Ist-Situation veränderte territoriale Verteilung des Klärschlammanfalls.

Unter Berücksichtigung dieser Einflussfaktoren erfolgt die Ermittlung der zukünftig im Freistaat Sachsen anfallenden Klärschlammmengen auf der Grundlage der in den Zeithorizonten 2005, 2010 und 2015 bestehenden Kläranlagenkapazität und dem Ansatz eines auf Einwohnerwerte (EW) bezogenen spezifischen Schlammanfalls. Für die Prognoseberechnungen wird von nachstehenden Annahmen bzw. Voraussetzungen ausgegangen:

- Bezüglich des spezifischen Schlammanfalls werden Einwohnergleichwerte (EGW) wie natürliche Einwohner (E) behandelt.
- Zur Berechnung der Jahresschlammmenge wird ein Schlammanfall über 365 d angesetzt, eine Differenzierung nach natürlichen Einwohner und Einwohnergleichwerten erfolgt nicht (siehe hierzu auch 3.1.2.2)
- Der Schlamm ist generell stabilisiert.
- Alle Kläranlagen ermöglichen in den Ausbaustufen die Einhaltung der jeweils zutreffenden Mindestanforderungen der Abwasserverordnung - AbwV^[3/1].

3.1.2 Prognosedaten zu den Kläranlagenstandorten und Ausbaugrößen

3.1.2.1 Überprüfung Kläranlagenstandorte und Abgleich der Kapazitätserweiterungsplanung

Ein erster Vergleich von Ausbaugrößen und Standorten der in der Klärschlammkonzeption von 1998 ^[3/2] recherchierten Kläranlagen mit den derzeit bestehenden Kläranlagen (Basis: Datenliste „Kläranlagen_IST“ und „Kläranlagen_SOLL“ mit Angaben zu Anschlussgrößen, Auslastungsgraden und geplanten Anschlusswerten der Kläranlagen im Freistaat, Stand 2004^[3/3]) und den an den jeweiligen Standorten vorhandenen Kapazitäten offenbarte erhebliche Abweichungen zum damaligen Bearbeitungsstand. Eine Aktualisierung der Basisdaten für die weitere Prognose war dementsprechend unerlässlich.

Aus den Datenlisten des LfUG („Kläranlagen_IST“ und „Kläranlagen_SOLL“^[3/3]) geht nicht hervor, mit welchem Zeithorizont der Ausbau bzw. die Ablösung der dort aufgeführten Klär-

anlagen erfolgen soll. Die Datenlisten enthalten zwar Informationen zu Ausbau, Rekonstruktion und Ablösung der Kläranlagen aber ohne Zuordnung auf die für die Klärschlammprognose maßgeblichen Zeithorizonte 2005, 2010 und 2015. Aus diesem Grund musste kurzfristig eine Erhebung dieser Angaben bei den Umweltfachbereichen der Regierungspräsidien initiiert werden.

Anhand von vorgefertigten Listen, die auf Basis der LfUG-Datenlisten^[3/3] jeweils nach Umweltfachbereichen und Dienststellen getrennte Informationen sowohl zu den bestehenden als auch zu den bekannten geplanten Veränderungen einschließlich getroffener Annahmen beinhalteten, wurden die Regierungspräsidien nach folgenden Informationen abgefragt:

1. Ist-Zustand

Prüfung und ggf. Aktualisierung der laut [3/3] ausgewiesenen aktuellen Anschlusswerte der Kläranlage, mit Angabe der derzeitigen Anschlusswerte getrennt nach Anzahl der angeschlossenen natürlichen Einwohner und Einwohnergleichwerte sowie der Angaben zur Art der Abwasserreinigung.

2. Planung

Ausbauplanung der Kläranlagen, geordnet nach Inbetriebnahmezeitpunkt bis zum Jahr 2005, bis 2010 und bis 2015 einschließlich Angaben zu Anlagentyp und Art der Schlammbehandlung im Endausbau.

Nach Auswertung der Erhebungslisten^[3/4] und, wo erforderlich, Rücksprache bei den zuständigen Bearbeitern in den einzelnen Umweltfachbereichen ist festzustellen, dass erwartungsgemäß noch erhebliche Unsicherheiten bezüglich der Aussagen zu den Endausbaugrößen der Kläranlagen zum Zeitpunkt 2010 und darüber hinaus bestehen. Dies liegt in erster Linie daran, dass zum gegenwärtigen Zeitpunkt nicht hinreichend genau kalkulierbar ist, ob und in welchen Zeiträumen die für die Umsetzung der abwassertechnischen Planungen erforderlichen finanziellen Mittel bereitgestellt werden können. Hinzu kommt, dass die zukünftige industrielle Entwicklung, als wesentlicher Faktor für die Auslastung von Kläranlagen, häufig mit großen Unsicherheiten versehen ist.

Tendenziell ist eine weitere Verringerung der Ausbaugrößen gegenüber den Erhebungen von 1997 festzustellen. Dies ist einerseits auf einen realistischeren, reduzierten Ansatz für den durch Gewerbe und Industrie erzeugten Abwasseranfall zurückzuführen, andererseits gibt es in wirtschaftlich schwachen Regionen eine drastische Abnahme der Bevölkerung. Bei einigen Anlagen kommt es durch die Ablösung und Überleitung zu größeren Kläranlagen zu einem Anstieg bzw. zu einer räumlichen Verlagerung der Anschlusswerte, so u. a. durch die Ablösung der KA Pirna-Pratzschwitz mit Überleitung nach Dresden-Kaditz oder Ablösung der KA Leipzig-Wahren mit Überleitung zur KA Leipzig-Rosental.

Zur Veranschaulichung der aktuellen Entwicklung bei den Ausbauplänen sind in nachfolgender Tabelle 3-1 die 1997 und 2005 ermittelten Anschlusswerte einiger Kläranlagen zum Zeitpunkt 2010 exemplarisch gegenüber gestellt.

Tab. 3-1: Gegenüberstellung von Ausbaugrößen ausgewählter Kläranlagen nach Erhebungen von 11/1997 und 11/2005

Kläranlagenstandort	geplanter Anschlusswert im Jahr 2010 nach:	
	Erhebung 11/1997	Erhebung 11/2005
KA Dresden-Kaditz	700.000 EW	740.000 EW
KA Leipzig-Rosental	480.000 EW	523.000 EW
KA Chemnitz-Heinersdorf	450.000 EW	340.000 EW
ZKA Zwickau-Crossen	161.000 EW	149.000 EW
GKA Meißen	105.000 EW	90.000 EW
KA Görlitz Nord	120.000 EW	80.000 EW
KA Bautzen	50.000 EW	70.000 EW
KA Sebnitz	12.500 EW	15.000 EW

Die von den Umweltfachbereichen der RP angegebenen Werte wurden hinsichtlich ihrer Plausibilität stichprobenartig mit den Angaben verglichen, die in direkten Gesprächen mit ausgewählten Kläranlagenbetreibern bzw. deren Betriebsführern ermittelt wurden. Zu diesen Anlagen gehören die drei Großkläranlagen Chemnitz, Dresden und Leipzig sowie die Kläranlagen des ZWA Vogtland > 2.000 EW, die Kläranlagen Görlitz, Zittau und noch einige weitere kleinere Anlagen. Einen genauen Überblick dazu geben die Tabellen zum Kläranlagenausbau im Anlagenband.

3.1.2.2 Zusammenstellung der Prognosedaten zu den Kläranlagenstandorten und Ausbaugrößen

Für das Gebiet des Freistaates Sachsen ergeben sich zum Zeitpunkt 2015 im Ergebnis der Erhebung (s. Anlagenband) 635 Kläranlagenstandorte \geq 50 EW. Im Anlagenband sind zu jedem Kläranlagenstandort die prognostizierten Einwohnerwerte dargestellt. Die Zuordnung der 635 Kläranlagenstandorte entsprechend den Größenklassen nach AbwV zum Zeitpunkt 2015 ist in Tabelle 3-2 dargestellt.

Tab. 3-2: Prognose Kläranlagen im Freistaat Sachsen im Jahr 2015 nach Größenklassen (GK)

Umweltfachbereiche der RP	GK 1	GK 2	GK 3	GK 4	GK 5
	50 - 999 EW	1000 - 5000 EW	5001 - 10000 EW	10001 -100000 EW	> 100000 EW
Chemnitz	34	35	5	19	2
Plauen	83	18	8	10	2
RB Chemnitz	117	53	13	29	4
Bautzen	137	30	11	16	0
Radebeul	75	27	3	14	1
RB Dresden	212	57	14	30	1
Leipzig	50	27	7	20	1
Freistaat Sachsen	379	137	34	79	6

Die aus den recherchierten Kläranlagenstandorten resultierenden Kläranlagenkapazitäten für den Freistaat Sachsen sind in nachstehender Tabelle 3-3 nach Umweltfachbereichen der RP geordnet zusammengefasst. Zu den Tabellenwerten ist folgendes festzustellen:

- Zur Verbesserung der Datenbasis, insbesondere hinsichtlich Art der Abwasserreinigung und Art der Schlammbehandlung, wurden ergänzend die Kläranlagenlisten der DWA-Kläranlagen-Nachbarschaften^[3/5] ausgewertet.
- Die Planungshoheit für den Ausbau der abwassertechnischen Infrastruktur und Kläranlagen liegt bei den Aufgabenträgern der Abwasserbeseitigung. Häufig gibt es bei diesen keine flächendeckende Planung bis 2015, vorliegende Abwasserbeseitigungskonzepte haben z. T. kürzere Zeithorizonte. Aufgrund dieses Sachverhalts wurden bei fehlenden Angaben die Werte der Ausbaugrößen von 2005 zum Ansatz gebracht oder eine sinnvolle Staffelung der Anschlusswerte über die Zeiträume 2005, 2010 bis zum Erreichen der Endausbaukapazität gemäß [3/3] angenommen.

Zu den in der Tabelle 3-3 ermittelten Verhältnissen von natürlichen Einwohnern bzw. Einwohnergleichwerten zum Gesamtanschlusswert ist festzustellen, dass die Zahl der natürlichen Einwohner aus den erhobenen Einzeldaten zu den Kläranlagenstandorten nicht entnommen werden konnte und nur eine pauschale Ermittlung ausgehend vom geplanten Anschlussgrad der Bevölkerung an zentrale Abwasserbehandlungsanlagen^[3/6] auf der Basis der Prognosezahlen für den Freistaat Sachsen möglich war.

Das berechnete Verhältnis der natürlichen Einwohner zu den Einwohnergleichwerten verdeutlicht, dass mit Werten von um 22% gegenüber den Prognosewerten von 1998 eine relativ gute Übereinstimmung besteht. Ab 2010 steigt der industriell-gewerblichen Anteil am Abwasseraufkommen an. Dieser Umstand tritt ein, weil sich bei nur noch gering steigenden Anschlusswerten bis 2015 aber sinkender Bevölkerungszahl im Freistaat Sachsen und einer angenommenen Stagnation beim Anschlussgrad an die öffentliche Abwasserbehandlung das prozentuale Verhältnis ändert.

Tab. 3-3: Entwicklung der Kläranlagenkapazität im Freistaat Sachsen gestaffelt für die Jahre 2005, 2010, 2015

Umweltfachbereiche der RP	angeschlossene Einwohner IST 2004	Auslastung Ist 2004	2005	2010	2015
	E	EW	EW	EW	EW
Chemnitz	665.211	1.014.296	1.021.269	1.088.062	1.111.462
Plauen	473.744	641.883	646.035	739.163	739.188
RB Chemnitz	1.138.955	1.656.179	1.667.304	1.872.225	1.850.650
Bautzen	521.096	723.030	729.940	788.310	774.375
Radebeul	882.768	1.084.333	1.084.388	1.223.619	1.229.844
RB Dresden	1.403.864	1.807.363	1.814.328	2.011.929	2.004.219
RB Leipzig	933.492	1.052.325	1.079.617	1.212.314	1.240.490
Sachsen, gesamt	3.476.311	4.515.867	4.561.249	5.051.468	5.095.359
Anschlussgrad an öffentl. Abwasseranlagen		80%	84%	90%	90%
Einwohnerzahl Sachsen ^[3/7]		4.366.700	4.242.100	4.067.600	3.917.200
Einwohner an KA angeschlossen		3.476.311	3.563.364	3.660.840	3.525.480
Verhältnis E/EW		77%	78%	72%	69%
Verhältnis EGW/EW		23%	22%	28%	31%

Inwieweit in den prognostizierten Anschlusswerten die Mitbehandlung von Fäkalien und Fäkalschlamm bereits zahlenmäßig berücksichtigt ist, kann aus dem vorliegenden Datenmaterial nicht entnommen werden.

3.1.3 Klärschlammanfall

3.1.2.3 Spezifische Schlammmenge

Die anfallenden Klärschlamm-mengen und deren Beschaffenheit stehen in direktem funktionalem Zusammenhang zur Abwasserzusammensetzung (quantitativ und qualitativ), zum Prozess der Abwasserbehandlung sowie zum Prozess der Schlammbehandlung. Als maßgebliche Einflussfaktoren für die einwohnerbezogen anfallenden spezifischen Schlamm-mengen sind zu nennen:

- die Abwasserzusammensetzung,
- der Wirkungsgrad der mechanischen Vorreinigung (Rechen, Sandfang, Vorklärung),
- das Verfahren und das Reinigungsziel der Biologie,
- der Umfang der Maßnahmen zur Nährstoffelimination,
- die Art der Schlammbehandlung (Rückbelastung, Feststofferhöhung),
- die Regenwasserbehandlungsmaßnahmen in der angeschlossenen Kanalisation, die Betriebsführung der Kläranlage.

Durch die nationalen Anforderungen an die Abwasserreinigung (Wasserhaushaltsgesetz - WHG ^[3/8], Abwasserverordnung - AbwV^[3/9]) und die Umsetzung der EG Richtlinie „Kommunales Abwasser“ ^[3/10] in nationales Recht^[3/11] resultieren Maßnahmen zur Abwasserbehandlung, die unter Berücksichtigung vorgenannter Einflussfaktoren wesentliche Auswirkungen auf Menge, Zusammensetzung und Behandlung des Klärschlammes haben. So bewirken Maßnahmen zur weitergehenden Reduzierung der Nährstoffe einerseits eine Verringerung der Schlammproduktion (Primär- und Sekundärschlamm). Wesentliche Ursachen hierfür sind die mit der Stickstoffelimination verbundene starke Erhöhung des Schlammalters bzw. die Senkung der Schlammbelastung sowie der Verzicht bzw. die Verkürzung der Aufenthaltszeiten in der Vorklärung. Andererseits steht dem eine Erhöhung der Schlammproduktion entgegen, die durch die Zugabe von Fällungs-/ Flockungsmitteln bei der P-Fällung oder einer nachgeschalteten Flockungsfiltration und den dadurch verursachten Schlammanfall (Tertiärschlamm) verursacht wird.

Eine maßgebliche Erhöhung des Klärschlammanfalls kann auch aus dem Einsatz von Kalk zur Klärschlamm-Nachbehandlung oder bei der Entwässerung mittels Kammerfilterpressen resultieren.

Aus vorgenannten Gründen und der Tatsache Rechnung tragend, dass zur Charakterisierung der bestehenden und künftigen Anlagen nur in geringem Umfang Datenmaterial verfügbar war (aus Befragung Kläranlagen, Zweckverbände, Betriebsführer und aus Datenbank LfUG „Erhebung zur Abfallbilanz 2004“^[3/12]), wurde es als nicht sinnvoll erachtet, dort, wo keine gesicherten Informationen vorlagen, auf der Grundlage des derzeitigen Schlammanfalls spezifische Schlamm-mengen zu berechnen und diese auf die Prognosebetrachtung zu übertragen. Hinzu kommt, dass in der Praxis die in den einzelnen Kläranlagen anfallenden Schlämme nach ihrer Menge und Beschaffenheit Schwankungen mit erheblicher Bandbreite unterliegen, so dass die Angabe von einwohnerspezifischen Klärschlamm-mengen nur auf der Grundlage von allgemeinen Durchschnittswerten möglich ist.

Für die Prognoseberechnungen der Klärschlamm-menge wurden gemäß [3/9] in Abhängigkeit der für die jeweilige Kläranlagen-größenklasse (GK) geforderten Reinigungsziele die zur Prognoseberechnung heranzuziehenden einwohnerspezifischen Schlamm-mengen festgelegt. Die Grundlage hierfür bildeten Angaben in der Literatur ([3/13], [3/14], [3/15], [3/16]). Wo gesicherte spezifische Anfall-mengen aus eigenen Erhebungen zu den Kläranlagen verfügbar waren bzw. auf Basis der Daten in [3/12] errechnet werden konnten, wurden diese Werte herangezogen.

Maßgebend für den differenzierten Ansatz der unterschiedlichen spezifischen Schlamm-mengen sind die zum Erreichen der Mindestanforderungen nach Abwasserverordnung notwendigen Abwasserreinigungs-verfahren. Wesentlichen Einfluss auf den spezifischen Schlammanfall besitzt dabei der für Anlagen größer 10.000 EW geforderte Phosphorgrenzwert

von 2 mg/l, dessen Einhaltung in der Regel den Einbau einer chemischen P-Elimination erforderlich macht, sowie der für Anlagen größer 100.000 EW geforderte Phosphorgrenzwert von 1,0 mg/l, der i. d. R. nur durch eine zusätzliche Filtrationsstufe eingehalten werden kann. Sowohl durch die Simultanfällung als auch durch die Filtration kommt es zu einem erhöhten Feststoffanfall. Nach neuesten Erkenntnissen in [3/16] ergibt sich durch die Simultanfällung in Abhängigkeit des Fällmittels ein spezifischer Feststoffzuwachs von 1,7 – 6,5 g TR/(E·d) und durch z. B. Flockungsfiltration mit Eisensalz von 7,5 g TR/(E·d). Eine nachgeschaltete Filtrationsanlage gibt es z. Z. nur in Hoyerswerda. Für diese Anlage konnte aber, ausgehend von den Daten in [3/12], kein höher spezifischer Anfall ermittelt werden (mit den Werten 2004: 49,7 g TS/(E·d)).

Für Kläranlagen von denen bekannt ist, dass zur Entwässerung, zur Nachstabilisierung bzw. zur Feststoffanreicherung vor der Entsorgung Kalk zugegeben wird (z. B. KA Leipzig-Rosental, KA Chemnitz-Heinersdorf, KA Dresden-Kaditz), wurde ein höherer spezifischer Schlammanfall für die Prognoseberechnungen angesetzt. Die Werte gehen dabei von 62 g TS/(E·d) (für KA Chemnitz-Heinersdorf) bis maximal 110 g TS/(E·d) (KA Leipzig-Rosental). Dort wo bekannt war, ob und bis wann Änderungen in der Klärschlammbehandlung vorgenommen werden, wurden diese Änderungen durch Korrektur des spezifischen Klärschlammfalls berücksichtigt. Als Anlagen, die wegen ihrer Anschlussgröße wesentlichen Einfluss auf das Klärschlammaufkommen im Freistaat Sachsen haben, sind zu nennen:

- KA Dresden-Kaditz: Errichtung einer Faulung geplant, erwartete Reduzierung des Klärschlammfalls um ca. ein Drittel
- KA Leipzig-Rosental: Wiederinbetriebnahme Faulungsanlage, damit Ablösung Kalk-Einsatz zur Nachstabilisierung

Tab. 3-4: Einwohnerspezifischer Schlammanfall in Abhängigkeit vom Verfahren der Abwasserbehandlung

Art und Herkunft des Klärschlammes	mittlere einwohnerspezifische Tagesfracht
stabilisierter entwässerter Schlamm aus Teichanlage oder aus Tropfkörperanlagen mit Faulturm	45 g TS/(E·d)
Aerob/anaerob stabilisierter Klärschlamm aus der mech.-biol. Abwasserreinigung (Primär und Sekundärschlamm)	50 g TS/(E·d)
anaerob oder aerob stabilisierter Klärschlamm aus der mech.-biol. Abwasserreinigung (Primär und Sekundärschlamm) mit Simultanfällung	60 g TS/(E·d)

3.1.2.4 Fäkalien und Fäkalschlamm

„Für über 10 % der sächsischen Bevölkerung insbesondere im ländlichen Raum werden Kleinkläranlagen bis nach 2005 oder dauerhaft Bestandteil der kommunalen Abwasserbeseitigung sein. Bis zum Jahr 2015 sollen dabei alle Anlagen dem Stand der Technik entsprechend ausgerüstet sein“[3/6].

Der bei regelmäßiger Räumung der Kleinkläranlagen anfallende Fäkalschlamm ist praktisch ohne weitere Vorbehandlung nicht direkt landwirtschaftlich verwertbar. Fäkalien, d. h. Rückstände aus abflusslosen Sammelgruben, sind kein Klärschlamm und müssen zur weiteren Behandlung einer Kläranlage bzw. speziellen Behandlungsanlagen zugeführt werden. Bei einer Mitbehandlung von Fäkalien oder Fäkalschlamm auf der Kläranlage führt dies dort zwangsläufig zur Erhöhung des Schlammanfalls. Der Anstieg wird in erster Linie verursacht durch:

1. die absetzbaren Stoffe in den Fäkalien, welche nach ATV-Arbeitsblatt A 123^[3/17] im Mittel bei 15 kg TS/(E·a) bzw. 41 g TS/(E·d) liegen,

2. den Überschussschlamm infolge BSB5-Abbau, welcher bei einer Überschussschlammproduktion von ca. 1 kg TS/kg BSB5 und einer BSB5-Fracht von 5 kg BSB5/(E-a) bei 5 kg TS/(E-a) bzw. 14 g TS/(E-d) liegt und
3. den P-Fällungsschlamm bei Einleitung in Kläranlagen mit entsprechenden Grenzwertforderungen. Dieser Anteil kann jedoch vernachlässigt werden, da die spezifische P-Fracht von im Mittel 0,4 g/(E · d)^[3/17] gegenüber normalen Zulaufwerten von 2,5 g/(E · d)^[3/18] sehr gering ist und zu keiner wesentlichen Erhöhung des Tertiärschlammanfalls führt.

In der Summe aller Faktoren ergibt sich ein spezifischer Mehranfall von Klärschlamm durch die Einbringung von Fäkalien in die Kläranlagen von ca. 15 kg TS/(E-a).

Im ATV-Arbeitsblatt A 123^[3/17] bzw. im Entwurf zum neuen ATV-DVWK-Arbeitsblatt A 280^[3/19] werden als wesentliche Voraussetzungen für die Zugabe von Fäkalschlamm in kommunale Kläranlagen genannt:

- „Die Kläranlagen sollen im Allgemeinen einen Ausbauwert von wenigstens etwa 10.000 EW aufweisen. ...“
- „In der biologischen Stufe einschließlich der Belüftungseinrichtung und in der Faulstufe sowie in den sonstigen Einrichtungen zur Schlammbehandlung müssen entsprechende Leistungsreserven vorhanden sein.“

Als höchstzulässige Fäkalschlammzugabemenge wird in [3/17] als Richtwert 20 m³/d je 10.000 EW Ausbaugröße festgelegt mit dem Hinweis, dass bei sehr schwacher belasteter Belebungsstufe größere Zugabemengen möglich sind. Nach dem neueren ATV-DVWK-Arbeitsblatt^[3/19] sollte prinzipiell ein Nachweis der Fäkalschlammaufnahmefähigkeit der biologischen Stufe erfolgen.

Zur Mitbehandlung von Fäkalien und Fäkalschlamm in den Kläranlagen des Freistaates Sachsen liegen keine Informationen vor, in welchem Umfang in den Kläranlagenausbaugrößen bereits der Anteil für die Fäkalbehandlung berücksichtigt ist. Die Auswertung der Klärschlammkonzeption von 1998^[3/20] verdeutlicht, dass einerseits in den ermittelten Ausbauwerten der Kläranlagen bereits ein hoher Anteil für die Mitbehandlung von Fäkalien/Fäkalschlamm enthalten ist und andererseits die Mitbehandlung nicht zu diesen in [3/20] prognostizierten erheblichen Mehranfall führt.

Aufgrund dieser Erkenntnisse wird für die weiteren Betrachtungen unterstellt, dass die Mitbehandlung von Fäkalien/Fäkalschlamm in den Anschlusswerten der Kläranlagen enthalten ist und dementsprechend kein Mehranfall daraus resultiert.

3.1.2.5 Einfluss der Regenwasserbehandlung

Durch eine geordnete Regenwasserbehandlung entsprechend den einschlägigen Richtlinien ergeben sich Schwankungen hinsichtlich der unter 3.1.3.1 genannten durchschnittlichen anfallenden spezifischen Schlammengen. Dies gilt insbesondere für Mischwasserkanalsysteme, wo sich infolge der größeren Abflussquerschnitte während einer Trockenwetterperiode Schlammstoffe, Sand und Steine ablagern, die erst im Niederschlagsfall durch einen Spülstoß abgeschwemmt und direkt oder über die Niederschlagswasserbehandlung der Kläranlage zugeleitet werden. Die gröberen Stoffe werden bei ordnungsgemäß funktionierenden Anlagen durch Rechen und Sandfang zurückgehalten, so dass es sich in der Regel um mineralische Schwebstoffe handelt, die zu einer zusätzlichen Erhöhung des Schlammfalls führen können.

Das Maß der Zusatzbelastung ist vor allem von folgenden Faktoren abhängig^[3/16]:

- Fläche, Topographie, Geologie und Oberflächenabtrag des Einzugsgebietes,
- Ablagerungen und Spülverhalten im Kanalnetz (insbesondere bei Mischsystemen) und
- Bemessung, Art und Betrieb der Regenwasserbehandlungsanlage.

Angaben von IMHOFF beziehen sich auf die Schwankungen des Wochenmittels für den anfallenden Klärschlamm und werden in [3/21] mit etwa +/- 25 % der im Wochenmittel anfallenden Klärschlammmenge angegeben. In [3/16] werden für „klassische“ Mischwasserkanalisationen Zuschläge von 20-30 % empfohlen. Für „modifizierte Mischwasserkanalisationen“ sind nach [3/16] die Zuschläge geringer und für Gebiete mit Trennsystem deutlich geringer anzusetzen.

Da über die Art der in den Städten und Gemeinden betriebenen Abwassernetze einschließlich des Ausbaus der Regenwasserbehandlung keine belastbaren Informationen vorliegen, ist eine Abschätzung der zusätzlich aus der Regenwasserbehandlung resultierenden Mengen nur sehr schwer möglich. Im Weiteren wurde deshalb nicht von Änderungen dieses Mehranfalls ausgegangen und unterstellt, dass diese Menge in den Prognoseansätzen enthalten ist.

3.1.2.6 Prognosewerte zum Klärschlammfall

Unter Berücksichtigung der Tatsachen, dass

- die Prognosedaten zum Ausbau der Kläranlagen aufgrund fehlender Angaben mit Unsicherheiten behaftet sind,
- nicht exakt abschätzbar ist in welchem Umfang die Mitbehandlung von Fäkalien und Fäkalschlamm bereits in den ermittelten und geplanten Anschlusswerten der Kläranlagen enthalten ist,
- der Mehranfall infolge weiterem Ausbau der Regenwasserbehandlung nicht hinreichend genau prognostizierbar ist,

wird abgeschätzt, dass der jährliche Klärschlammfall sich in einem Bereich von $\pm 10\%$ zu den nach der Prognose berechneten Werten bewegen wird.

Bei der Zusammenstellung der Prognosemengen wird außerdem, um eine Vergleichbarkeit zur Ist-Zustandserhebung herzustellen, nur der Klärschlammfall von Kläranlagen ab der Größenklasse 2 (≥ 1.000 EW) berücksichtigt.

In der nachfolgenden Tabelle 3-5 sind die mit vorstehenden Ansätzen und Annahmen ermittelten Anfallmengen nach Regierungsbezirken zusammengestellt. Eine ausführliche Auflistung der zu jeder Kläranlage prognostizierten Einwohnerwerte und dem daraus berechneten abwasserspezifischen Klärschlammfall enthält der Anlagenband.

Tab. 3-5: Prognose Klärschlammanfall aus kommunalen Abwasseranlagen im Freistaat Sachsen
- Berücksichtigung Klärschlammanfall für Kläranlagen ab GK 2 (≥ 1.000 EW)

RB nach Fachbereichen der RP	Vergleichswert 2004	2005	2010	2015
	[t TS/a]			
Chemnitz	21.564	19.889	21.077	21.504
Plauen	13.862	13.417	15.041	15.044
RB Chemnitz	35.426	33.306	36.118	36.548
Bautzen	12.826	13.543	14.707	14.434
Radebeul	23.974	24.101	21.898	22.017
RB Dresden	36.800	37.644	36.605	36.451
RB Leipzig	29.829	30.769	25.344	25.919
Freistaat Sachsen	102.055	101.719	98.067	98.918
unter Berücksichtigung Schwankungsbereich von:				
- 10 %		91.547	88.261	89.026
+ 10 %		111.891	107.875	108.810

Zu den Prognosewerten ist zu bemerken, dass der Rückgang des Klärschlammaufkommens nach 2005 in erster Linie aus der Umstellung der Schlammbehandlung auf den Großkläranlagen resultiert: in Dresden/Kaditz - durch Einführung Faulung - und Leipzig/Rosental - durch Wiederinbetriebnahme der Faulung und damit Ablösung der Kalknachstabilisierung. Bei beiden Anlagen wird mit einer Abnahme des Klärschlammaufkommens von 30 % (Dresden) bis 40 % (Leipzig) gerechnet.

Im Ergebnis dieser Maßnahmen ergibt sich für beide Anlagen summiert ein erwarteter Rückgang des Klärschlammaufkommens um ca. 10.900 t TS/a (s. a. Zahlenwerte im Anlagenband). Dass diese Reduzierung nicht in vollem Umfang auf das gesamte Klärschlammaufkommen des Freistaates Sachsen durchschlägt liegt daran, dass im Gegenzug noch neue Anlagen hinzukommen und andere durch Erweiterung zur Erhöhung des Klärschlammaufkommens beitragen.

Bezieht man in die Prognose das Klärschlammaufkommen von allen bei der Erhebung ermittelten Kläranlagen ein, also auch die Kläranlagen der Größenklasse 1 (50 – 999 EW), die ihren Schlamm in der Regel zur Weiterbehandlung an größere Kläranlagen übergeben, dann ergeben sich die in nachfolgender Tabelle 3-6 aufgeführten Maximalwerte.

Tab. 3-6: Prognose Klärschlammanfall aus kommunalen Abwasseranlagen im Freistaat Sachsen
- Berücksichtigung Klärschlammanfall für Kläranlagen der GK 1 – GK 5

RB nach Fachbereichen der RP	Vergleichswert 2004	2005	2010	2015
	[t TS/a]			
Chemnitz	21.564	20.649	21.745	22.172
Plauen	13.862	13.854	15.430	15.430
RB Chemnitz	35.426	34.503	37.175	37.602
Bautzen	12.826	13.863	15.215	14.961
Radebeul	23.974	24.625	22.351	22.461
RB Dresden	36.800	38.488	37.566	37.422
RB Leipzig	29.829	31.298	25.795	26.368
Freistaat Sachsen	102.055	104.289	100.536	101.392

3.1.2.7 Entwicklung des Klärschlammaufkommens bis 2015 im Vergleich zu den Prognosedaten von 1998

Die in Tabelle 3-5 und 3-6 ausgewiesenen Klärschlammengen sind in der Abbildung 3-1 in Fortführung des Ist-Anfalls bis 2004 vergleichend den Prognosewerten der Klärschlammkonzeption von 1998^[3/20] gegenübergestellt. Die Abbildung verdeutlicht:

- Die Prognosewerte stimmen bis 2004 relativ gut mit dem tatsächlich Anfall überein (minimal 4 % bis maximal 9 % Abweichung, s. a. Abs. 2.4).
- Die in [3/20] prognostizierte Stagnation ab dem Jahr 2000 mit rückläufiger Tendenz im Klärschlammanfall hat sich tatsächlich eingestellt.
- Der Klärschlammanfall ist trotz Ausbau der Kläranlage nicht weiter angestiegen. Damit bestätigt sich ein Trend, der auch in anderen Bundesländern zu verzeichnen ist. In Bayern ist auch nach Ausbau zahlreicher Kläranlagen mit der dritten Reinigungsstufe der Klärschlammanfall im letzten Jahrzehnt etwa gleich geblieben^[3/22].
- Ab 2005 gehen die Prognosen tendenziell auseinander, die aktuelle Klärschlammprognose weist einen leichten Rückgang des Klärschlammaufkommens aus, wo hingegen die Prognose von 1998 noch einen Anstieg auf ca. 110.000 t TS/a bis 2010 vorsieht.

Die Gründe für diese Entwicklung liegen weniger in der Reduzierung der Ausbauplanung für die Kläranlagen im Freistaat Sachsen, denn gegenüber den Prognosewerten von 1998 mit ca. 5,1 Mio. EW für 2010 haben sich die aktuellen Prognosewerte nur um 1 % auf ca. 5,05 Mio. EW reduziert. Wesentlichere Einschnitte beim Klärschlammaufkommen bewirken die Veränderungen der Klärschlammbehandlung auf den Kläranlagen. Die wichtigsten Vorhaben wurden mit dem Bau der Faulungsanlagen auf den Großkläranlagen Dresden/Kaditz und der Wiederinbetriebnahme der Faulung in Leipzig (geplant für 2006) bereits genannt.

Die Einführung einer Faulung bewirkt durch die Verringerung der organischen Trockenmasse einen Rückgang im Schlammanfall von ca. 30 g TS/(E·d) (bei 50 % oTS-Abbau). Hinzu kommt, dass auf den Zusatz von Kalk für die chemischen Nachstabilisierung verzichtet werden kann, und damit z. B. in Leipzig eine weitere drastische Reduzierung Klärschlammaufkommens erreicht wird.

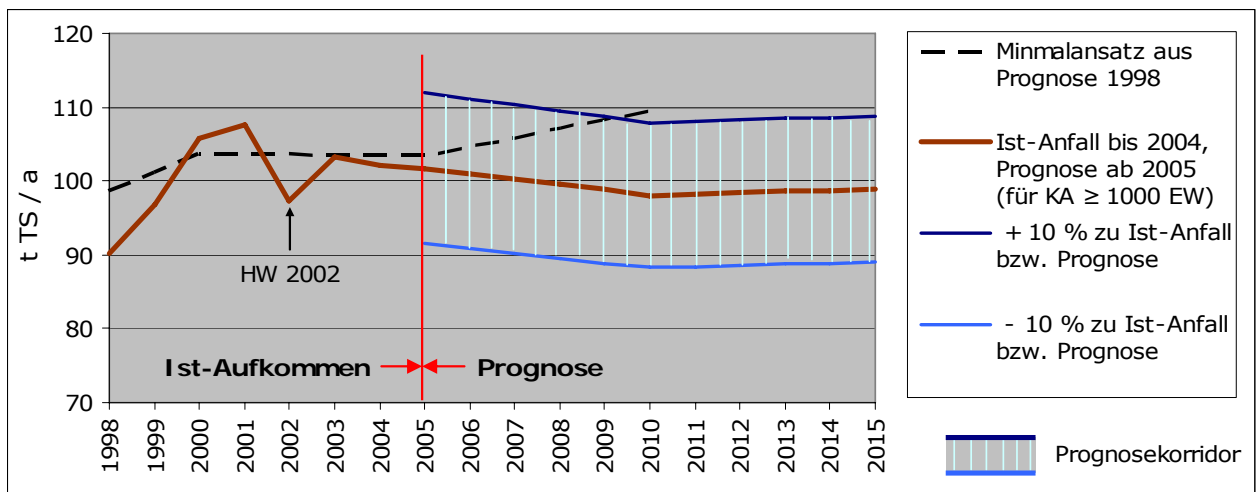


Abb. 3-1: Gegenüberstellung Prognose Klärschlammanfall im Freistaat Sachsen bis zum Jahr 2015 zu Ist-Entwicklung und Prognose von 1998

Eine weitere Maßnahme die sich reduzierend auf den Klärschlammanfall auswirkt, ist z. B. die Umstellung von Eisen-Kalk-Konditionierung auf Eisen-Polymer-Konditionierung bei der Entwässerung mit Kammerfilterpressen, wie dies z. B. seit Mitte 2004 auf der Kläranlage des ZWAV in Plauen erfolgt. Es wird ein Rückgang des Klärschlammanfalls von ca. 40 % durch diese Maßnahme erwartet.

3.2 Prognose Sieb- und Rechenrückstände, Sandfangrückstände

3.2.1 Methodischer Aufbau der Prognose

Die Prognose der in den Zeithorizonten 2005, 2010 und 2015 auf den Kläranlagen des Freistaates Sachsen anfallenden Sieb- und Rechenrückstände sowie Sandfangrückstände basiert analog der Klärschlammprognose auf den unter Punkt 3.1.2 ermittelten Prognosedaten zu den Kläranlagenstandorten und Ausbaugrößen und dem Ansatz eines auf Einwohnerwerte (EW) bezogenen spezifischen Rechengut- und Sandfanggut-anfalls. Ein zweiter, für die Ermittlung der Menge der Sieb- und Rechenrückstände, Sandfangrückstände geeigneter Berechnungsweg, ist die Berechnung über die zu behandelnde Abwassermenge. Da jedoch zu den auf den Kläranlagen derzeit und zukünftig zu behandelnden Abwassermengen keine verlässlichen Zahlen zu ermitteln sind, wird dieser Ansatz nicht weiter verfolgt.

Für die Prognoseberechnungen wird von nachstehenden Annahmen bzw. Voraussetzungen ausgegangen:

- Bezüglich der spezifischen Anfallmengen werden Einwohnergleichwerte (EGW) wie natürliche Einwohner (E) behandelt.
- Zur Berechnung wird ein gleich bleibender Anfall über 365 d angesetzt
- Die bei der Mitbehandlung von Fäkalien an Fäkalannahmestationen mit integrierter Feststoffabtrennung separat anfallenden Menge an Sieb- und Rechenrückständen sind über die Kläranlagenanschlusswerte berücksichtigt und werden nicht gesondert ausgewiesen.

3.2.1.1 Spezifische Anfallmengen Sieb- und Rechenrückständen, Sandfangrückständen

Der spezifische Anfall von Sieb- und Rechenrückständen sowie Sandfangrückständen wird maßgeblich bestimmt vom Verfahren, der Anlagentechnik und der Betriebsweise der Anlagen zur Feststoff- und Sandabscheidung. Ausschlaggebend für die Anordnung und den techni-

schen Aufwand entsprechender Anlagen sind die Größe und das Verfahren der angeschlossenen Abwasserbehandlungsanlage.

Anfall an Sieb- und Rechenrückständen

Die anfallenden spezifischen Sieb- und Rechenrückstände sind im wesentlichen abhängig von der Durchlassweite der Rechen- bzw. Siebanlage, aber auch von Art und Länge des Entwässerungssystems, Art und Anzahl vorgeschalteter Pumpwerke sowie vom Anteil bestimmter Grobeinleiter (z. B. Krankenhäuser)^[3/23]. Der Anfall an Sieb- und Rechenrückständen hängt nicht zuletzt auch vom Abscheidegrad der jeweiligen Anlage ab. Siebanlagen haben einen höheren Abscheidegrad als Rechenanlagen, mehrstufige Rechenanlagen einen höheren Abscheidegrad als einfache und Feinrechen einen höheren Abscheidegrad als Grobrechen^[3/24]. Für kommunales Abwasser ist bei Grobrechen mit 10 cm Stabweite mit Rechenrückständen von 2 bis 5 l/(E · a) zu erwarten, bei Feinrechen mit 2 cm Stababstand erhöht sich dieser auf 5 bis 15 l/(E · a)^[3/25]. Nach [3/26] kann für unterschiedliche Feinrechen-/Siebdurchgangswerten mit den in Tabelle 3-7 aufgeführten durchschnittlich zu erwartenden spezifischen Sieb- und Rechenrückständen gerechnet werden.

Tab. 3-7: Spezifischer Anfall von Sieb- und Rechenrückständen in Abhängigkeit von der Durchlassweite, nach [3/26]

Durchgangswerte (mm)	spezifischer Anfall Sieb- und Rechenrückstand [l/(E·a)]	
	nicht entwässert (8% TR)	mechanisch entwässert (25% TR)
15,0	11,5	3,9
6,0	16,7	8,7
3,0	22,2	7,6
2,0	26,0	8,9
1,0	34,5	11,8
0,5	45,8	15,7

Nach vorstehenden Bemerkungen wäre es für die Berechnung der Prognosemengen wichtig zu wissen, in welchem Umfang die Kläranlagen im Freistaat Sachsen mit Grob- und Feinrechen bzw. mit Siebanlagen entsprechender Durchgangswerten ausgerüstet sind. Derartiges Datenmaterial ist nicht verfügbar, so dass mit pauschalen Ansätzen gerechnet werden muss. Es wird jedoch für die Prognoseberechnungen unterstellt, dass von den im Freistaat Sachsen neu gebauten und auch rekonstruierten Kläranlagen die überwiegende Zahl mit Feinrechen (Stababstand ≤ 15 mm) bzw. Siebrechen ausgerüstet wurden bzw. werden. Dementsprechend wird für die weiteren Prognoseberechnungen ein spezifischer Rechengutanfall von 10 - 15 l/(E·a) angenommen. Das Raumgewicht von nicht entwässertem Rechen- und Siebgut beträgt ca. 0,8 t/m³^[3/27]. Somit ergibt sich ein spezifischer Anfall an Sieb- und Rechenrückständen zwischen 8 und 12 kg/(E·a). Der TS-Gehalt von Sieb- und Rechenrückständen variiert stark in Abhängigkeit der eingesetzten Maschinenteknik und der Betriebsweise und ist bei Extremwerten von 6 und 18 % mit durchschnittlich ca. 10 % zu erwarten [3/27]. Danach ergeben sich für den Prognoseansatz spezifische Feststoffmassen von ca. 0,8 bis 1,2 kg/(E · a).

Durch die notwendige Pauschalierung des Berechnungsansatzes, aber auch unter Berücksichtigung der Tatsache, dass je nach Siedlungsstruktur, topographischen Verhältnissen des Einzugsgebietes sowie Art und Menge von Gewerbe- und Industrieabwassereinleitung eine Schwankungsbreite des Anfalls an Sieb- und Rechenrückständen von -50 % bis +100 % möglich ist [3/23], muss festgestellt werden, dass die Belastbarkeit der Prognosedaten eingeschränkt ist.

Anfall an Sandfangrückständen

Für einen wartungsarmen und störungsfreien Betrieb der Abwasserreinigung und der Schlammbehandlung ist eine möglichst weitgehende Sandabscheidung zu Beginn der Reinigung, d. h. im Zulaufbereich der Kläranlage, wesentliche Voraussetzung.

Die aus dem Abwasserstrom entnommenen Sandmengen unterliegen starken Schwankungen, da sie von unterschiedlichsten Faktoren beeinflusst werden. Als wesentliche anlagenspezifische Einflussfaktoren sind zu nennen:

- Baugrund- und Grundwasserverhältnisse im Einzugsgebiet
- Art und baulicher Zustand des Entwässerungssystems (Misch-/Trennsystem)
- Länge und Gefälle des angeschlossenen Entwässerungsnetzes
- jahreszeitlich abhängiges Niederschlagsgeschehen im Einzugsgebiet (Sommer/Winter, Spülstoß nach Starkregen)
- Umfang baulicher Aktivitäten im Einzugsgebiet (zeitlich begrenzter Einflussfaktor)

Allgemein gilt, dass mit zunehmendem Sandabscheidegrad auch kleiner Kornfraktionen der organische Anteil und der Gesamtanfall an Sandfangrückständen zunehmen [3/24]. Kleine Kläranlagen unter 2.000 bis 5.000 EW zeichnen sich meist durch einen geringen Sandanfall aus^[3/28]. Gerade bei kleineren Anlagen (≤ 500 EW) kann nach ATV-Arbeitsblatt A 122^[3/29] auf Sandfänge völlig verzichtet werden - Sande werden hier in Sieben oder Absetzbecken zurückgehalten. Dies berücksichtigend wird bei der Prognoseberechnung der Sandanfall von Anlagen ≤ 500 EW nicht berücksichtigt.

Von IMHOFF wird in [3/25] ein spezifischer Sandanfall von ca. 2- 5 l/(E · a) genannt, wobei der kleine Wert für engere Bebauung, der größere für weitläufige Bebauung zu verstehen ist. Eine Vielzahl weiterer Literaturquellen (u. a. [3/24], [3/30], [3/31]) beziehen sich auf diese Angaben von IMHOFF. In [3/23] wird nur noch ein überschlägiger Wert von 5 l/(E · a) angegeben. ROOS und STEIN stellen in [3/28] fest, dass der spezifische Anfall an Sandfangrückständen mit durchschnittlich 9 g TR/(E · d) um eine Größenordnung niedriger liegt als das spezifische Klärschlammaufkommen.

Ausgehend von den Literaturwerten wird für die Prognoseberechnungen ein durchschnittlicher Sandanfall von 5 l/(E · a) angesetzt, wobei Anlagen bis 500 EW bei der Berechnung nicht berücksichtigt werden.

Zu Raumgewicht von Sandfangrückständen, die über Klassierharken entwässert wurden, gibt KALBSKOPF in [3/31] bei einem Wassergehalt von 30 % bis 50 % ein Zahlenwerte von 1,2 bis 1,6 t/m³ an.

Ausgehend von 5 l/(E · a) Sandanfall mit einem Raumgewicht von 1,2 t/m³ und einem Wassergehalt von 50 % ergibt sich ein TS-Anfall von 3,0 kg TS/(E · a). Dieser Wert entspricht damit ca. dem in [3/28] genannten Wert von 3,3 kg TS/(E · a) (0,009 kg TR/(E · d) × 365 d). Für die Prognoseberechnungen wird dementsprechend ein mittlerer spezifischer Sandanfall von 3,0 kg TS/ (E · a) zum Ansatz gebracht.

3.2.2 Prognosewerte zum Anfall von Sieb- und Rechenrückständen, Sandfangrückständen

In den nachfolgenden Tabellen 3-8 und 3-9 sind die resultierenden Anfallmengen nach Regierungsbezirken, mit Untergliederung nach Umweltfachbereichen der Regierungspräsidien, zusammengestellt.

Tab. 3-8: Prognose Anfall Sieb- und Rechenrückstände aus kommunalen Abwasseranlagen im Freistaat Sachsen

RB nach Fachbereichen der RP	2005		2010		2015	
	Ansatz 0,8 kg/(EW·a)	Ansatz 1,2 kg/(EW·a)	Ansatz 0,8 kg/(EW·a)	Ansatz 1,2 kg/(EW·a)	Ansatz 0,8 kg/(EW·a)	Ansatz 1,2 kg/(EW·a)
	[t TS/a]					
Chemnitz	817	1.226	870	1.306	889	1.334
Plauen	517	775	591	887	591	887
RB Chemnitz	1.334	2.001	1.461	2.193	1.480	2.221
Bautzen	584	876	631	946	620	929
Radebeul	868	1.303	981	1.471	986	1.479
RB Dresden	1.452	2.179	1.612	2.417	1.606	2.408
RB Leipzig	864	1.295	970	1.455	993	1.489
Freistaat Sachsen	3.650	5.475	4.043	6.065	4.079	6.118

Tab. 3-9: Prognose Sandfangrückstände aus kommunalen Abwasseranlagen im Freistaat Sachsen

RB nach Fachbereichen der RP	2005		2010		2015	
	Ansatz 3 kg/(EW·a)	Ansatz 4 kg/(EW·a)	Ansatz 3 kg/(EW·a)	Ansatz 4 kg/(EW·a)	Ansatz 3 kg/(EW·a)	Ansatz 4 kg/(EW·a)
	[t TS/a]					
Chemnitz	2.987	3.983	3.199	4.266	3.269	4.359
Plauen	1.891	2.520	2.179	2.906	2.180	2.907
RB Chemnitz	4.878	6.503	5.378	7.172	5.449	7.266
Bautzen	2.164	2.886	2.306	3.074	2.261	3.014
Radebeul	3.206	4.275	3.624	4.833	3.644	4.859
RB Dresden	5.370	7.161	5.930	7.907	5.905	7.873
RB Leipzig	3.195	4.260	3.599	4.797	3.680	4.907
Freistaat Sachsen	13.443	17.924	14.907	19.876	15.034	20.046

3.3 Prognose Anfall Rückstände aus der Kanalreinigung

3.3.1 Methodischer Aufbau der Prognose

Die Prognose der zukünftig anfallenden Mengen an Rückständen aus der Kanalreinigung ist aufgrund der schmalen Datenbasis zum Ist-Anfall und dem derzeit allgemein noch geringen Informationsstand zu Infrastrukturabfällen ^[3/32] äußerst problematisch.

Ausgehend von dem vorhandenen Datenmaterial ergeben sich zwei mögliche Berechnungsansätze. Einerseits ist eine Prognose über spezifische Anfallmengen pro Einwohner und die Entwicklung der Einwohnerwerte möglich (Prognoseansatz 1), andererseits kann über die Ermittlung der durchschnittlichen Kanallänge der öffentlichen Kanalisation und dem geplanten Netzausbau sowie einem mittleren Verschmutzungsgrad des Kanalnetzes eine Anfallmenge berechnet werden (Prognoseansatz 2). Da zum weiteren Ausbau der Kanalisation und damit zum Anwachsen der Kanallängen, im Gegensatz zur Entwicklung der Einwohnerwerte, kein belastbares Datenmaterial vorliegt, kann die Berechnung nach dem Prognoseansatz 2 nicht durchgeführt werden.

Allgemein ist festzustellen, dass die Prognoseberechnung nur eine sehr grobe Abschätzung der zukünftigen Anfallmengen darstellt. Die Belastbarkeit der Prognosewerte wird zusätzlich eingeschränkt durch den Umstand, dass in einigen Gemeinden die Erstberäumung der Kanalisation noch nicht abgeschlossen ist, so dass noch mit einem zusätzlichen Anfall gerechnet werden kann. Erst nach Abschluss der Arbeiten zur Erstberäumung und Übergang zur turnusmäßigen Grundreinigung im Rahmen der normalen Wartungszyklen bzw. im Rahmen der Eigenkontrolle wird sich eine gewisse Konstanz in der Entwicklung der Anfallmengen einstellen.

Für die Prognoseberechnungen wird von folgenden Randbedingungen ausgegangen:

- Bezüglich der spezifischen Anfallmengen werden Einwohnergleichwerte (EGW) wie natürliche Einwohner (E) behandelt
- Die Entwicklung der Einwohnerwerte entspricht den unter Punkt 3.1.2 ermittelten Prognosedaten zu den Kläranlagenstandorten und Ausbaugrößen.
- Es wird unterstellt, dass die durchschnittlichen Kanalablagerungen eines Jahres bei der Reinigung der Abwasserkanäle im selben Umfang auch als Rückstand aus der Kanalreinigung wieder anfallen.

3.3.1.1 Spezifische Anfallmengen an Rückständen aus der Kanalreinigung

Die Menge der Kanalablagerungen ist von sehr vielen Randbedingungen (z. B. Misch- oder Trennsystem, Wohn- oder Industriegebiet, Baustellen im Einzugsgebiet, Rohrleitungsgefälle, topographische Verhältnisse, Reinigungsintervalle, Jahreszeiten etc.) abhängig, so dass die Werte z. T. sehr stark variieren. Als durchschnittliche Ablagerungsmenge kann ein Wert von 2 bis 15 kg/(E·a) angesetzt werden. ^[3/33]

Zur Eingrenzung der Schwankungsbreite der Prognosewerte wird für die Berechnungen ein mittlerer durchschnittlicher Anfall im Bereich von ca. 2 bis 10 kg/(E·a) angenommen.

3.3.2 Prognosewerte zu Rückständen aus der Kanalreinigung

In der nachfolgenden Tabelle 3-10 sind die resultierenden nach Regierungsbezirken mit Untergliederung nach Umweltfachbereichen der Regierungspräsidien zusammengestellt. Trotz Einschränkung des Anfallbereichs ist der Unterschied zwischen minimalen und maximalen Prognosemengen von 100 % sehr hoch. Es wird jedoch eingeschätzt, dass die zukünftigen Anfallmengen eher im mittleren bis oberen Bereich der Prognose liegen werden. Ein Hinweis dafür ist zum Beispiel, dass die Stadt Leipzig, die mit ca. 500.000 EW die Hälfte des Anschlusswertes für den Regierungsbezirk Leipzig ausmacht, über die letzten 4 Jahre beständig einen Anfall an Kanalspülgut von ca. 4.300 – 4.800 t/a hatte und damit der Wert für den unteren Ansatz der Prognose zum RB Leipzig bereits dadurch überschritten ist. Allerdings ist zu den Leipziger Werten zu bemerken, dass seit den letzten Jahren ein umfangreiches Inspektionsprogramm zur Erstinspektion der Kanäle läuft und dadurch noch etwas höhere Mengen an Rückständen aus der Kanalreinigung anfallen.

Tab. 3-10: Prognose Anfall Rückstände aus der Kanalreinigung im Gebiet des Freistaates Sachsen

RB nach Fachbereichen der RP	2005		2010		2015	
	Ansatz 2 kg/(EW·a)	Ansatz 10 kg/(EW·a)	Ansatz 2 kg/(EW·a)	Ansatz 10 kg/(EW·a)	Ansatz 2 kg/(EW·a)	Ansatz 10 kg/(EW·a)
	[t/a]					
Chemnitz	2.043	10.213	2.176	10.880	2.223	11.115
Plauen	1.292	6.460	1.478	7.392	1.478	7.392
RB Chemnitz	3.335	16.673	3.654	18.272	3.701	18.507
Bautzen	1.457	7.283	1.588	7.941	1.570	7.852
Radebeul	2.173	10.868	2.452	12.260	2.466	12.329
RB Dresden	3.630	18.151	4.040	20.201	4.036	20.181
RB Leipzig	2.159	10.796	2.425	12.123	2.481	12.404
Freistaat Sachsen	9.124	45.620	10.119	50.596	10.218	51.092

3.4 Literatur- und Quellenverzeichnis

- [3/1] Verordnung über Anforderungen an das Einleiten von Abwasser in Gewässer und zur Anpassung der Anlage des Abwasserabgabengesetzes, in: BGBl. I S. 566, Neugefasst durch Bek. v. 17.06.2004 in: BGBl I S. 1108
- [3/2] Aktualisierung der Konzeption für die Langfriststrategie zur Klärschlamm Entsorgung aus kommunalen Abwassereinigungsanlagen im Freistaat Sachsen
GKW INGENIEURE GmbH, Dresden Mai 1998
- [3/3] Daten des Landesamt für Umwelt und Geologie, Datenstand: 1. Halbjahr 2004
- [3/4] Zusammenstellung der Ist und Prognosedaten zu Kläranlagen im Verantwortungsbereich der Regierungspräsidien, Ergebnisse einer Erhebung von 10/2005
- [3/5] DWA, Broschüre: „Kläranlagen- und Kanal-Nachbarschaften, Fortbildung des Betriebspersonals 2005/2006“, 10. Auflage,
DWA Landesverband Sachsen/Thüringen, Dresden, Januar 2005
- [3/6] Freistaat Sachsen, Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft
„Statusbericht Abwasser 2002 – Stand und Perspektiven der kommunalen Abwasserbeseitigung im Freistaat Sachsen“
- [3/7] Statistisches Landesamt des Freistaates Sachsen,

„Regionalisierte Bevölkerungsprognose für den Freistaat Sachsen bis 2020 – Bevölkerung des Freistaates Sachsen 2002 – 2020 nach Kreisen - Variante 1“

- [3/8] Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushaltes (Wasserhaushaltsgesetz - WHG),
in der Fassung der Bekanntmachung vom 19. August 2002, in: BGBl. I Nr. 59 vom 23.8.2002, S. 3245,
zuletzt geändert am 25.06.2005
- [3/9] Verordnung über Anforderungen an das Einleiten von Abwasser in Gewässer (Abwasserverordnung AbwV),
in der Fassung der Bekanntmachung vom 17. Juni 2004, BGBl. I Nr. 28 vom 22.6.2004, S. 1108
- [3/10] Richtlinie des Rates 91/271/EWG vom 21. Mai 1991 über die Behandlung von kommunalem Abwasser
(EU-Richtlinie Kommunalabwasser“),
in: ABl. L 135. v. 30.05.1991- S. 40, geändert durch Richtlinie 98/15/EG der Kommission vom 27. Februar
1998, in: ABl. L 67. v. 07.03.1998- S. 29
- [3/11] Verordnung zur Umsetzung der Richtlinie 91/271/EWG über die Behandlung von kommunalem Abwasser
(VOKomAbw) vom 03.05.1996,
in: SächsGVBl. Nr. 10 - S. 180, zuletzt geändert am 20. Juli 2000, in: SächsGVBl. S. 348 mit der neuen
Bezeichnung: Sächsische Kommunalabwasserverordnung (SächsKomAbwVO)
- [3/12] Landesamt für Umwelt und Geologie, Referat 34 "Abfallwirtschaft"
ACCESS-Datenbank „Erhebung zur Abfallbilanz 2004“, Bearbeitungsstand 10/2005
- [3/13] Abwassertechnische Vereinigung e. V.
ATV-Handbuch Klärschlamm, 4. Auflage
Verlag Ernst & Sohn, Berlin 1998
- [3/14] H. J. Pöpel
"Auswirkungen der Nährstoffelimination auf Menge, Zusammensetzung und Behandlung des Klärschlammes"
in: WAR Seminar Möglichkeiten und Grenzen der Klärschlamm Entsorgung, Bd. 69, Darmstadt 1993
- [3/15] BIBB u. ATV-DVWK
Handbuch für Umwelttechnische Berufe (Ver- und Entsorger), Band 3 Abwassertechnik
F. Hirthammer Verlag München, 7. Auflage 2003
- [3/16] DWA-Arbeitsbericht
„Klärschlammfall und Bemessungsansätze: Neue erweiterte Schlammliste“
in: Korrespondenz Abwasser, 51. Jahrgang, 12/2004
- [3/17] ATV-Arbeitsblatt A 123
"Behandlung und Beseitigung von Schlamm aus Kleinkläranlagen"
GFA, St. Augustin, Juni 1985
- [3/18] ATV-DVWK-Arbeitsblatt A 131
"Bemessung von einstufigen Belebungsanlagen"
GFA, Hennef, Mai 2001
- [3/19] Entwurf ATV-DVWK-Arbeitsblatt A 280
"Behandlung von Schlamm aus Kleinkläranlagen in kommunalen Kläranlagen"
GFA, Hennef, November 2001
- [3/20] „Aktualisierung der Konzeption für die Langfriststrategie zur Klärschlamm Entsorgung aus kommunalen
Abwassereinigungsanlagen im Freistaat Sachsen“
GKW INGENIEURE GmbH, Dresden Mai 1998
- [3/21] K. R. Imhoff
"Spezifische Schlammengen und Lastzahlen des Einwohners"
in: Korrespondenz Abwasser, Heft 12, 1983, S. 907 ff.
- [3/22] Bayerisches Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz
„Abfall / Abfallwirtschaft in Bayern / Klärschlamm Entsorgung / Klärschlammfall“
www.stmugv.bayern.de
- [3/23] ATV-Arbeitsbericht
„Abfälle aus Abwasseranlagen“
in: Korrespondenz Abwasser, 43. Jahrgang, 11/96

-
- [3/24] Londong, J.
„Beschaffenheit, Anfall, Behandlung und Entsorgung von Rechen-, Sieb und Sandfanggut kommunaler Kläranlagen“
in: Müll-Handbuch, Band 3, Lfg. 3/91, Erich Schmidt Verlag, Berlin
- [3/25] Imhoff, K.; Imhoff, K.R.
Taschenbuch der Stadtentwässerung, 28. Auflage 1993
Oldenbourg Verlag München Wien
- [3/26] Seyfried, C. F.; Lohse, M.; Bebendorf, G.; Schüßler, H.
„Vergleich der Reinigungsleistung von Rechen, Sieben und Siebrechen sowie deren Einfluß auf die weiteren Reinigungsstufen“
in: Veröffentlichungen des Institutes für Siedlungswasserwirtschaft und Abfalltechnik der Universität Hannover, Heft 58, 1985
- [3/27] Schüßler, H.
„Rechengutwäsche - Versuch einer Bestandsaufnahme“
in: Korrespondenz Abwasser, 39. Jahrgang, 9/92
- [3/28] Roos, H.-J.; Stein, A.
„Aufbereitung und Entsorgung von Sandfanggut“
Vortrag zur 30. Essener Tagung vom 19.-21.3.1997 in Aachen
- [3/29] ATV-Arbeitsblatt A 122
"Grundsätze für Bemessung, Bau und Betrieb von kleinen Kläranlagen mit aerober biologischer Reinigungsstufe für Anschlusswerte zwischen 50 und 500 EW"
GFA, St. Augustin, Juni 1991
- [3/30] Hosang, Bischof, W.
Abwassertechnik, 9. Auflage 1989
B. G. Teubner Verlag, Stuttgart
- [3/31] Kalbskopf, K. H.
Sandfänge
in: ATV-Lehr- und Handbuch der Abwassertechnik, Band III, 3. Auflage und
ATV-Handbuch der Abwassertechnik, Mechanische Abwasserreinigung, 4. Auflage
Verlag Ernst & Sohn, Berlin München 1983/1997
- [3/32] „Verwertung von Straßenkehricht und Infrastrukturabfällen“
in: Abfall-Brief, Nr. 6, 4. Jahrgang, 11/97, Beilage der Korrespondenz Abwasser
- [3/33] ATV-Arbeitsbericht
„Feste Stoffe aus dem Kanalnetz und Sinkkästen“
in: Korrespondenz Abwasser, 43. Jahrgang, 11/96

4 VERWERTUNGS- UND BESEITIGUNGSMÖGLICHKEITEN VON KLÄRSCHLAMM IM FREISTAAT SACHSEN 2005, 2010 UND 2015

4.1 Vorbemerkungen

Grundlage für Verwertung und Beseitigung von Klärschlamm ist das seit 1996 gültige Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz – (KrW-/AbfG).

Zweck des Gesetzes ist die Förderung der Kreislaufwirtschaft zur Schonung der natürlichen Ressourcen und die Sicherung der umweltverträglichen Beseitigung von Abfällen (§1).

In § 4 dieses Gesetzes sind die Grundsätze der Kreislaufwirtschaft dargestellt, die u. a. besagen:

(1) Abfälle sind

- in erster Linie zu vermeiden, insbesondere durch die Verminderung ihrer Menge und Schädlichkeit,
- in zweiter Linie
 - a) stofflich zu verwerten oder
 - b) zur Gewinnung von Energie zu nutzen (energetische Verwertung).

(3) Die stoffliche Verwertung beinhaltet die Substitution von Rohstoffen durch das Gewinnen von Stoffen aus Abfällen (sekundäre Rohstoffe) oder die Nutzung der stofflichen Eigenschaften der Abfälle für den ursprünglichen Zweck oder für andere Zwecke mit Ausnahme der unmittelbaren Energierückgewinnung. Eine stoffliche Verwertung liegt vor, wenn nach einer wirtschaftlichen Betrachtungsweise, unter Berücksichtigung der im einzelnen Abfall bestehenden Verunreinigungen, der Hauptzweck der Maßnahme in der Nutzung des Abfalls und nicht in der Beseitigung des Schadstoffpotentials liegt.

(4) Die energetische Verwertung beinhaltet den Einsatz von Abfällen als Ersatzbrennstoff; vom Vorrang der energetischen Verwertung unberührt bleibt die thermische Behandlung von Abfällen zur Beseitigung, insbesondere von Hausmüll. Für die Abgrenzung ist auf den Hauptzweck der Maßnahme abzustellen. Ausgehend vom einzelnen Abfall, ohne Vermischung mit anderen Stoffen, bestimmen Art und Ausmaß seiner Verunreinigungen sowie die durch seine Behandlung anfallenden weiteren Abfälle und entstehenden Emissionen, ob der Hauptzweck auf die Verwertung oder die Behandlung gerichtet ist.

Darauf aufbauend sind in § 5 die Grundpflichten der Kreislaufwirtschaft formuliert. Hier heißt es u. a. in §5 Abs. 3:

Die Verwertung von Abfällen, insbesondere durch ihre Einbindung in Erzeugnisse, hat ordnungsgemäß und schadlos zu erfolgen. Die Verwertung erfolgt ordnungsgemäß, wenn sie im Einklang mit den Vorschriften dieses Gesetzes und anderen öffentlich-rechtlichen Vorschriften steht. Sie erfolgt schadlos, wenn nach der Beschaffenheit der Abfälle, dem Ausmaß der Verunreinigungen und der Art der Verwertung Beeinträchtigungen des Wohls der Allgemeinheit nicht zu erwarten sind, insbesondere keine Schadstoffanreicherung im Wertstoffkreislauf erfolgt.

Die Wahl, ob Abfälle stofflich verwertet oder zur Gewinnung von Energie genutzt werden, ist davon abhängig, welches die umweltverträgliche Verwertungsart darstellt.

Besonderes Augenmerk im Sinne der Vorsorge hat der Gesetzgeber bei der stofflichen Verwertung auf die Landwirtschaft und hier konkret auf Anforderungen an die Kreislaufwirtschaft im Bereich der landwirtschaftlichen Düngung (§ 8) gelegt. Im Absatz 2 dieses Paragraphen heißt es hierzu:

(2) Werden Abfälle zur Verwertung als Sekundärrohstoffdünger oder Wirtschaftsdünger im Sinne des § 1 des Düngemittelgesetzes auf landwirtschaftlich, forstwirtschaftlich oder gärtnerisch genutzte Böden aufgebracht, können in Rechtsverordnungen nach Absatz 1 für die Abgabe und die Aufbringung hinsichtlich der Schadstoffe insbesondere

1. Verbote oder Beschränkungen nach Maßgabe von Merkmalen wie Art und Beschaffenheit des Bodens, Aufbringungsort und -zeit und natürliche Standortverhältnisse sowie
2. Untersuchungen der Abfälle oder Wirtschaftsdünger oder des Bodens, Maßnahmen zur Vorbehandlung dieser Stoffe oder geeignete andere Maßnahmen bestimmt werden. Dies gilt für Wirtschaftsdünger insoweit, als das Maß der guten fachlichen Praxis im Sinne des § 1a des Düngemittelgesetzes überschritten wird.

Für Klärschlamm sind diese Regelungen in der Klärschlammverordnung als untergesetzlichem Regelwerk dargestellt. Weitere Festlegungen sind im Düngerecht getroffen (siehe auch Pkt. 1.3 und 4.3.2)

Besteht keine Möglichkeit einer umweltverträglichen Verwertung, so ist Abfall (hier: Klärschlamm) zu beseitigen.

In § 11 des KrW-/AbfG sind Grundpflichten der Abfallbeseitigung dargestellt. In (1) wird erklärt, dass die Erzeuger oder Besitzer von Abfällen, die nicht verwertet werden, verpflichtet sind, diese nach den Grundsätzen der gemeinwohlverträglichen Abfallbeseitigung gemäß § 10 zu beseitigen, soweit in den §§ 13 bis 18 nichts anderes bestimmt ist.

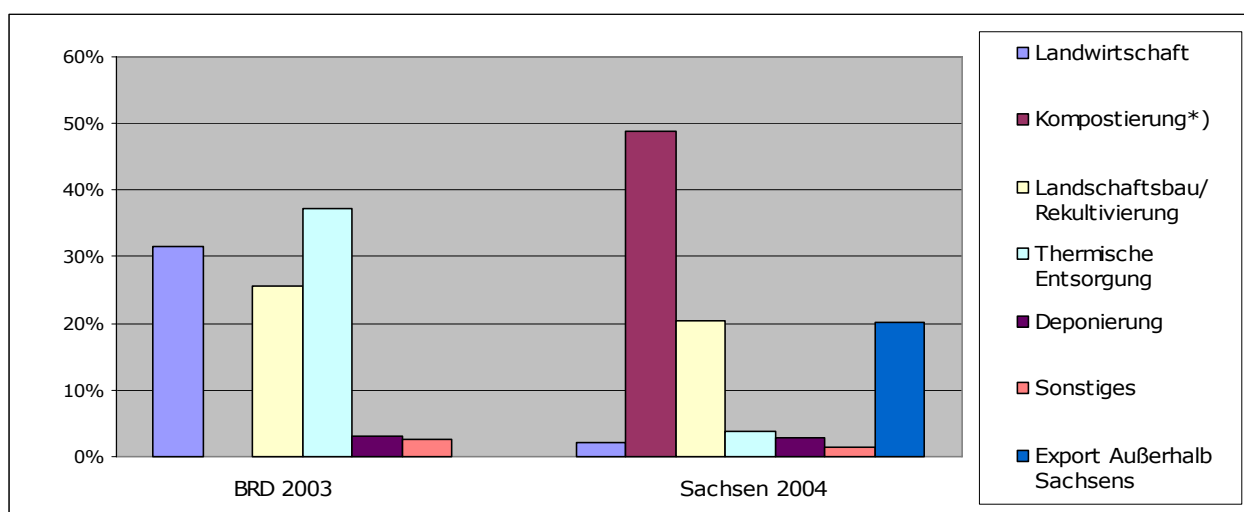
Fazit: Klärschlamm ist entsprechend dem Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz Abfall. Je nach Nähr- und Schadstoffpotential ist er stofflich oder energetisch zu verwerten oder zu beseitigen.

In Abb. 4-1 ist die Klärschlamm Entsorgung des Freistaates Sachsen im Jahre 2004 der Entsorgungssituation in der BRD im Jahre 2003 gegenübergestellt.

Die Gegenüberstellung der Zahlen von Sachsen mit denen der Bundesrepublik zeigt, dass es hinsichtlich der Erhebung zum Pfad Kompostierung Unterschiede gibt. Zusätzliche Recherchen^[4/1] ergaben, dass ca. 10 % der Klärschlämme der Bundesrepublik kompostiert werden, ehe sie in der Landwirtschaft bzw. im Landschaftsbau verwertet werden.

Im Vergleich zu 1997 sind deutliche Trends der Klärschlamm Entsorgung zu erkennen:

- die stoffliche Verwertung ist nicht zurückgegangen,
- die thermische Entsorgung hat sich bundesweit verdoppelt, in Sachsen (auf niedrigem Niveau) vervierfacht,
- erwartungsgemäß sank die Deponierung bundesweit auf ca. ein Drittel der 98'er Menge.



* In den Daten der BRD ist die Kompostierung jeweils in Landwirtschaft und in Landschaftsbau enthalten

Abb. 4-1: Verbleib der kommunalen Klärschlämme in der BRD^[4/2] 2003 und im Freistaat Sachsen^[4/3] im Jahr 2004

Auf der Grundlage der vorliegenden Daten zur Verwertung/ Beseitigung von Klärschlämmen bis 2004^[4/4] sind die Entsorgungspfade im Freistaat Sachsen und deren zukünftige Entwicklung neu zu bewerten.

Folgende Verwertungs- und Beseitigungspfade werden nachfolgend betrachtet:

1. Landbau (Landwirtschaftliche und gärtnerische Verwertung)
2. Landschaftsbauliche Verwertung
3. Thermische Entsorgung
4. Deponierung
5. Sonstige / Alternative Entsorgung

Um Verwechslungen zum Landschaftsbau zu vermeiden, wird der Verwertungspfad Landbau im Folgenden nur noch als Landwirtschaft bezeichnet. (Der Verwertungspfad Gartenbau spielt für die KS-Verwertung nur eine untergeordnete Rolle.)

Die Kompostierung als eine Form der Konditionierung stellt maximal einen Zwischenschritt der Verwertung dar, wird aber, wie bereits erwähnt in Sachsen als Verwertungsform / Verwertungspfad geführt. Sie soll deshalb den o. g. Verwertungspfaden vorangestellt werden.

4.2 Kompostierung

4.2.1 Begriffsbestimmung

Kompostierung ist der mikrobielle Abbau (Mineralisierung) und Umbau (Humusbildung) biologisch abbaubarer organischer Bestandteile unter aeroben Prozessbedingungen. Dieser Prozess wird auch als Rotteprozess bezeichnet.

Die Kompostierung gehört zu den klassischen Verfahren der biologischen Abfallbehandlung.

Es gibt zahlreiche unterschiedliche Verfahren der Kompostierung, die auf folgendem Prinzip beruhen:

- Die Endprodukte müssen hygienisch einwandfrei sein.
- die Ausgangsstoffe müssen für einen aeroben mikrobiellen Abbau ein ausreichend verfügbares (freies) Luftporenvolumen aufweisen, um die Mikroorganismen ausreichend mit Sauerstoff zu versorgen, d. h., Struktur und Wassergehalt des Kompostmaterials sind deshalb zu optimieren.

Entwässerter Klärschlamm mit einem Trockensubstanzgehalt von 30 bis 45 % und einem C/N-Verhältnis von ca. 6-10/1 bedarf der Zugabe von Strukturmaterialien, die dafür sorgen, dass das Material entsprechend belüftet wird, weil das Luftporenvolumen relativ klein und die Porenstruktur schwach ist.

Strukturmaterialien können sein:

- unbehandelte Holzabfälle (Sägespäne, grobes Sägemehl, Rindenprodukte, Holzschnitt),
- Grünhäcksel,
- Stroh,
- Papierfasern.

Mit diesen Zusätzen wird der Wassergehalt des Kompost-Rohmaterials gesenkt und ein für den Rotteprozess günstiges C/N-Verhältnis (Optimum liegt etwa bei 35/1) eingestellt.

Da es sich bei Klärschlämmen um hygienisch bedenkliches Material handelt, muss die Klärschlammkompostierung im Rahmen einer gesteuerten Rotte erfolgen. Die gesteuerte Rotte

erfordert zwangsläufig Geräte, in denen Klärschlamm mit dem Kohlenstoffträger gemeinsam kontinuierlich gemischt wird. Es muss sichergestellt sein, dass die entsprechenden Temperaturen zur Hygienisierung (70 °C) erreicht werden.

Die meist verbreiteten Verfahren (statisch bzw. dynamisch) sind:

- Mietenkompostierung
- Brikollarekompostierung
- Rottetürme
- Tunnelkompostierung
- Kompostierung in Boxen, Rottezellen, Containern
- Rottetrommeln.

Im Ergebnis der Kompostierung entsteht ein Frisch- oder Fertigkompost, der als Sekundärrohstoffdünger eingesetzt werden kann.

4.2.2 Rechtliche Grundlagen, Richtlinien und Empfehlungen

Nachfolgend werden rechtliche Grundlagen der Kompostierung für die Kriterien Ausgangsstoff, Verfahren, Einsatz unter Beachtung der Nachnutzung dargestellt (Übersichtsdarstellung über Gesetze, VO, TRL, RL, die zugrunde gelegt bzw. hinzugezogen werden können ohne Anspruch auf Vollständigkeit).

Tab. 4-1: Rechtliche Regelungen für die Klärschlammkompostierung

Kriterium	Gesetze, VO, RL, Empfehlungen	Bemerkungen
Ausgangsstoffe: <ul style="list-style-type: none"> • Klärschlamm • strukturverbessernde Zuschlagstoffe, wie geschreddertes Holz, Papierfasern, Sägemehl etc. • evt. Bioabfall 	Kreislaufwirtschaftsgesetz	übergeordnete Rolle, d. h. Förderung der Kreislaufwirtschaft zur Schonung der natürlichen Ressourcen
	AbfKlärV	<ul style="list-style-type: none"> • gilt für Klärschlamm, Klärschlammkomposte und Klärschlammgemische (Gemische sind Mischungen aus KS und anderen Stoffen entsprechend Düngemittelverordnung), die auf landwirtschaftlich oder gärtnerisch genutzte Flächen aufgebracht werden sollen
	Düngemittelverordnung	Mischen von KS ist nur mit Stoffen entsprechend Anlage 2, Tabellen 11 und 12 der Düngemittelverordnung in der jeweils geltenden Fassung erlaubt
	(Bioabfallverordnung)	(Aspekt der Hygienisierung, Anhang 2)
Prozess:	Kreislaufwirtschaftsgesetz	übergeordnete Rolle, d. h. "Förderung der Kreislaufwirtschaft" <ul style="list-style-type: none"> • Abfälle sind in erster Linie zu vermeiden (Menge und Schädlichkeit) • in zweiter Linie stofflich oder energetisch zu verwerten
Anlagen:	BImSchG	Grundlage zur Anlagengenehmigung
Kompostqualität:	Güte- und Prüfbestimmungen für Komposte aus Abwasserschlamm [4/5]	definieren Qualitätskriterien für Frisch- und Fertigkomposte

Fortsetzung Tabelle 4-1

Kriterium	Gesetze, VO, RL, Empfehlungen	Bemerkungen
Einsatzgebiet unter Beachtung eventueller Nachnutzung	AbfklärV	Anwendungsbereich: bei landwirtschaftlicher oder gärtnerischer <u>Nach</u> nutzung
	BBodSchG	Vorsorge: Sorgfaltspflicht
	BBodSchV	die BBodSchV regelt alle weiteren Bereiche der stofflichen Verwertung, die nicht der AbfklärV unterliegen
	Bodenschutzgesetz des Freistaates Sachsen: SächsABG ^[4/6]	Vorsorge: Sorgfaltspflicht
	LABO/LAGA " Abfallverwertung auf devastierten Flächen" ^[4/7]	Einsatzbedingungen für Biokompost und Klärschlamm bei der Rekultivierung
	Hinweise zum Vollzug von § 12 BBodSchV ^[4/8] erstellt für den Freistaat Sachsen	Hinweise zu Möglichkeiten der Umsetzung der materiellen Anforderungen des § 12 BBodSchV einschließlich fachlicher Hinweise zu den einzelnen Anforderungen
	Düngeverordnung	Anwendungsbereich: Begrenzung der Aufbringungsmenge von Stickstoff und Phosphor u. a. bei landwirtschaftlich genutzten Flächen
	Düngemittelverordnung	Ausbringung auf landwirtschaftlich und gärtnerisch genutzte Flächen nur dann, wenn Endprodukt einem definierten Düngemitteltyp entspricht
	WHG	Vorsorge: Sorgfaltspflicht (Grundwasser)
	RAL GZ-258 KS-Kompost	Untersuchung des einzusetzenden Fertigkompostes nach vorgeschriebenen Gütekriterien, gilt für Klärschlammkomposte*
QLA - Gütesiegel ATV/VDLUFA	Untersuchung des einzusetzenden Fertigkompostes mit KS nach vorgeschriebenen Gütekriterien*	

* siehe auch Kap. 4.4 (landschaftsbauliche KS-Verwertung)

4.2.3 Ist-Situation und Perspektive der Kompostierung

Ist-Situation

Momentan lässt sich die Verwertung der Klärschlammkomposte im Landschaftsbau, dem wahrscheinlich hauptsächlichen Verwertungspfad, nicht exakt ausweisen, da es im Landschaftsbau keine Nachweispflichten für das Einbringen in den natürlichen Stoffkreislauf gibt.

Einsatzgebiete können sein:

- Landwirtschaft
- Weinbau
- Deponierekultivierung
- Erwerbs- und Hobbygartenbau
- Baumschulen
- Landschaftsgestaltung
- Straßenbegrünung etc.

Seit 1998 liegt die Kompostierungsmenge der Klärschlämme des Freistaates Sachsen stabil im Bereich von ca. 50 % (2004 - 49 %) vom Gesamtanfall (s. Abb. 4.2). Da es außer beim Einsatz in der Landwirtschaft keine Nachweispflichten für Klärschlammkomposte bzw. -gemische zum Einbringen in den Stoffkreislauf gibt, ist davon auszugehen, dass die erzeugten Komposte im Landschaftsbau und evt. auch in allen Verwertungspfaden außerhalb von Sachsen eingesetzt werden.

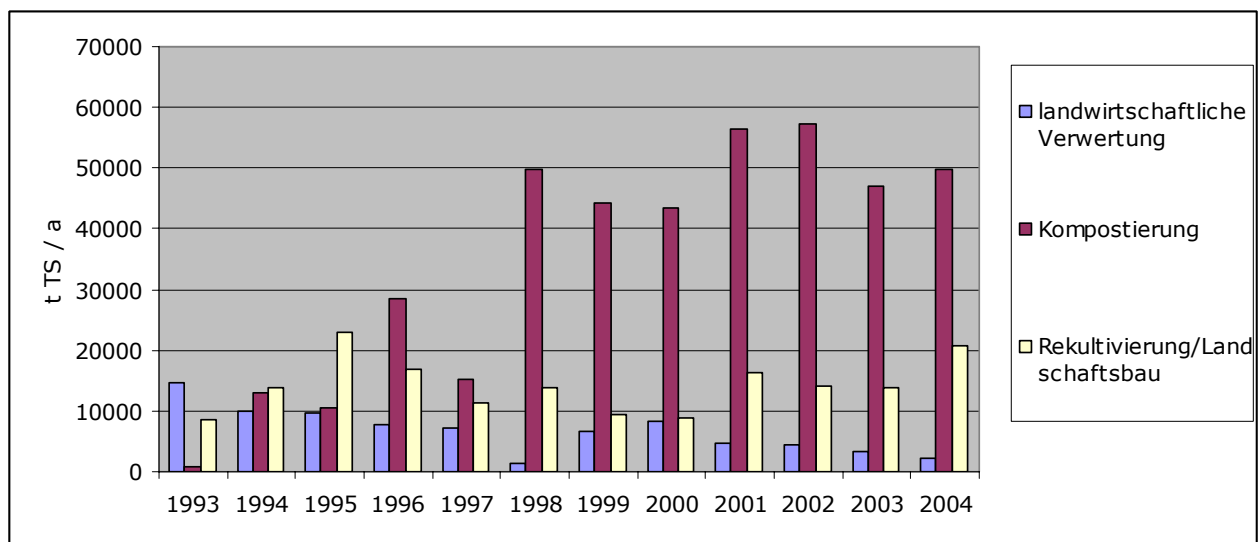


Abb. 4-2 Die Entwicklung der stofflichen Klärschlammverwertung bis 2004 im Freistaat

Um die Erkenntnislücke zum Verbleib der Komposte zu schließen, wurden mit dem Verein zur Gütesicherung von Veredlungsprodukten aus Abwasserschlamm e. V. (VGVA) ^[4/9], VDLUFA/DWA und dem Amt für Landwirtschaft ^[4/10] Gespräche geführt, die zu folgenden Ergebnissen führten:

- Klärschlammkomposte aus Sachsen werden fast ausschließlich in Sachsen Anhalt und Brandenburg im Landschaftsbau eingesetzt.
- Fertige Substrate werden in Sachsen im Landschaftsbau/ Rekultivierung eingesetzt (z. T. werden die zur Kompostierung verbrachten Klärschlämme als Substrate wieder reimportiert).
- Ein geringer Anteil der Substrate wird direkt an Landschaftsbauunternehmen und private Bürger ausgeliefert (max. 10-15 %).
- Ein Einsatz von Klärschlammkompost auf devastierten Flächen bzw. Bergbaufolgefleichen ist nicht bekannt.

Die auf dem Markt zurzeit angebotenen Annahmepreise von 20 €/t bis 40 €/t Originalsubstanz haben sich gegenüber dem Stand von 1997 nicht verändert. Eine Stagnation der Absatzchancen bei Klärschlammkomposten und ein Zwang des Abbaues entstandener Lagerüberhänge führen dazu, dass Niedrigpreise mit 18 €/t Vollserviceleistung (einschließlich Transport) geboten werden. Für eine geordnete Kompostierung mit Einstellung des C/N Verhältnisses, mehrmaligem Umsetzen, Siebung, Windsichtung und abschließender Qualitätskontrolle können in der Behandlung aber Kosten von ca. 25 €/t entstehen.

Perspektive

Es ist davon auszugehen, dass der in 2002 mit 59 % erreichte Spitzenstand der Klärschlammkompostierung nunmehr stetig abnimmt. Dies belegt bereits der Rückgang bis 2004 auf 49 %.

Hinzu kommen strengere Regelungen und behördliche Kontrollen hinsichtlich der Seuchen- und phytohygienischen Unbedenklichkeit des Kompostes gemäß Bioabfallverordnung. Diese führten beispielsweise in Sachsen 2002 in einigen Fällen zum behördlichen Annahmeverbot für Klärschlamm bzw. Gärrest bei einfachen offenen Mietenkompostanlagen.

Ab dem Jahr 2007 greifen die verschärften Regelungen der TA-Luft. Diese erfordern zukünftig für nach BImSchV genehmigungspflichtige Kompostanlagen eine Umhausung mit Abluftbehandlung. Damit werden die Kompostwerke dazu angehalten, Anlagen zur kontrollierten Rotteführung zu errichten, um die Anforderungen an die Hygienisierung zu erreichen. Mit den dafür notwendigen Investitionen entfällt ein erheblicher Kostenvorteil für diesen Verwertungspfad.

Im Rahmen dieser Studie wurde der genehmigte Anlagenbestand zur Kompostierung (Stand 2003) mit dem aktuellen Erkenntnisstand (Oktober 2005) verglichen. Im Ergebnis steht ein Rückgang an Kompostierungskapazität infolge Werksschließung oder Insolvenz in Sachsen um ca. 88.000 Jahrestonnen Input, das sind ca. 8,65 % der Gesamtkapazität des Freistaates (Basis 28.11.2002)^[4/11]. Dies zeigt eindeutig, auch begründet durch die seit über fünf Jahren andauernde Diskussion zu Grenzwerten und dem Einsatz von Klärschlammkomposten in der Landwirtschaft, dass eine Stagnation bzw. der Abbau von Kapazitäten eingesetzt hat.

4.3 Landwirtschaftliche Verwertung

4.3.1 Begriffsbestimmung/Erläuterungen

Unter landwirtschaftlicher Klärschlammverwertung versteht man die Aufbringung von Klärschlamm, Klärschlammkomposten oder Gemischen aus Klärschlamm mit Kohlenstoffträgern, Kalk- oder Gesteinsmehlzusätzen oder anderen Stoffen auf landwirtschaftlich oder gärtnerisch genutzten Böden.

Wie bereits erwähnt, spielt der Einsatz auf Böden mit gärtnerischer Nutzung eine untergeordnete Rolle, so dass nachfolgend ausschließlich von landwirtschaftlicher Klärschlammverwertung gesprochen wird.

4.3.2 Übersicht gesetzlicher Regelungen

Für die Richtlinie 86/278/EWG über den Schutz der Umwelt und insbesondere der Böden bei der Verwendung von Klärschlamm in der Landwirtschaft ^[4/12] ist seit Jahren eine Novellierung vorgesehen. Diese Novellierung wurde vorerst zurückgestellt. Im Jahre 2007 will die EU-Kommission einen Vorschlag zur Novellierung der Richtlinie unterbreiten^[4/13].

In der Bundesrepublik hat sich seit 1998 für die landwirtschaftliche Klärschlammverwertung nichts Wesentliches geändert, d. h. Klärschlamm unterliegt neben der Klärschlammverordnung als Sekundärrohstoffdünger auch dem Düngemittelrecht.

Während durch das Abfallrecht die Umweltunschädlichkeit gesichert wird (Begrenzung von Schadstoffkonzentration und -fracht), gibt das Düngemittelrecht die Grundlagen / Voraussetzungen für das Inverkehrbringen und die Anwendungen von Düngemitteln vor. So ist z. B. besonders die Liste zugelassener Düngemitteltypen der Düngemittelverordnung hervorzuheben, wo Rahmenbedingungen für die Zulassung eines jeweiligen Produktes definiert sind.

Das Bundesbodenschutzgesetz in Verbindung mit der Bundesbodenschutzverordnung findet bei der landwirtschaftlichen Klärschlammverwertung keine Anwendung.

Auf der Grundlage der Ökolandbauverordnung^[4/14] wurde im Freistaat Sachsen das Programm zur Förderung einer "Umweltgerechten Landwirtschaft im Freistaat Sachsen (UL)" verabschiedet, das 1999 dahingehend fortgeschrieben wurde, das ein Klärschlammeinsatz unter der Maßgabe wesentlich strengerer Schadstofffrachten nunmehr möglich ist.

4.3.3 Ist-Situation und Perspektive der landwirtschaftlichen Verwertung

4.3.3.1 Ist-Situation

Die landwirtschaftliche Verwertung kommunaler Klärschlämme ist eine natürliche und ökonomisch sinnvolle Form der vollständigen Rückführung von organischer Substanz und Nährstoffen in den bio- und geochemischen Stoffkreislauf, soweit den Erfordernissen eines vorsorgenden Boden-, Wasser- und Verbraucherschutzes Rechnung getragen wird. Sie entspricht dem Verwertungsgebot des Kreislaufwirtschaftsgesetzes und trägt damit zur wirksamen Einsparung von Ressourcen bei.

Mit der Novellierung der Klärschlammverordnung 1992 wurden neue Grenzwerte für organische Schadstoffe eingeführt und die Grenzwerte einiger Schwermetalle gesenkt. Die hauptsächlichen Ziele der AbfklärV und des Düngemittelrechtes sind in Tabelle 4.2 aufgeführt.

Mit dem § 9 DMG hat der Gesetzgeber entschieden, dass ein gesetzlicher Entschädigungsfond den Grundstückseigentümer der landwirtschaftlichen Flächen, auf welchen Klärschlamm aufgebracht wird, weitgehend vom Haftungsrisiko freistellt, das auf einer eventuellen Aufkonzentrierung von Schadstoffen beruht. Das endgültige Risiko verbleibt beim Grundstückseigentümer.

Seit der Einführung des Klärschlammmentschädigungsfonds (KlärEV, 1998) ist bisher kein einziger Schadensfall bekannt geworden.

Tab. 4-2: Ziele der AbfKlärV und des Düngemittelrechtes

Klärschlammverordnung	Düngemittelgesetz, DMV, DVO
<ul style="list-style-type: none"> • die Vermeidung von Schadstoffanreicherungen im Boden sowie in den darauf erzeugten Nahrungs- und Futtermitteln durch Festlegung entsprechender Maximalgehalte im Boden und Klärschlamm (Frachten für Schwermetalle, organische Schadstoffe, Makronährstoffe), • die Senkung der Schadstoffbelastungen des Abwassers und damit der Klärschlämme durch Maßnahmen beim Verursacher (Indirekteinleiter) sowie • die Vermeidung von Haftungsfällen 	<ul style="list-style-type: none"> • Düngung nach guter fachlicher Praxis, d. h. nach Art, Menge und Zeit auf Pflanzenbedarf, Bodenverhältnissen sowie Standort- und Anbaubedingungen spezifizierte Ausbringung • flächenbezogene Obergrenzen aus Wirtschaftsdüngern tierischer Herkunft und Sekundärrohstoffdüngern <p>Ergebnis:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Unterbindung von Überdüngung und Nährstoffauswaschung • Maximale Nährstoffausnutzung durch die Pflanzen • Absicherung von Haftungsfällen (§ 9 DMG)

Bis Anfang der 80er Jahre wurde der Klärschlamm zu ca. 40%^[4/15] landwirtschaftlich verwertet. Die Diskussion um hohe Schwermetallbelastungen und die Sorge um die unzulässige Belastung von Böden und Pflanzen mit Schwermetallen führten zu einem Einbruch auf ca. 15% im Jahr 1983. Nach einem Anstieg bis auf 42 % 1995 stagniert die Verwertungsquote in den letzten Jahren bundesweit jenseits der 30 %-Marke. Aktuellste Angaben weisen für 2003 ein Anteil der landwirtschaftlichen Verwertung von 31 % des jährlichen Anfalls aus. [4/16]

Weit unter den bundesweiten Verwertungsquoten liegt die landwirtschaftliche Klärschlamm-entsorgung im Freistaat Sachsen. Wie Abbildung 4-3 verdeutlicht, ging der Anteil der landwirtschaftlichen Klärschlammverwertung sächsischer Klärschlämme von 21 % im Jahre 1993, über 12 % 1994, 8 % 1996 auf 4 % 2001 zurück und schrumpfte bis 2004 auf 2 %.

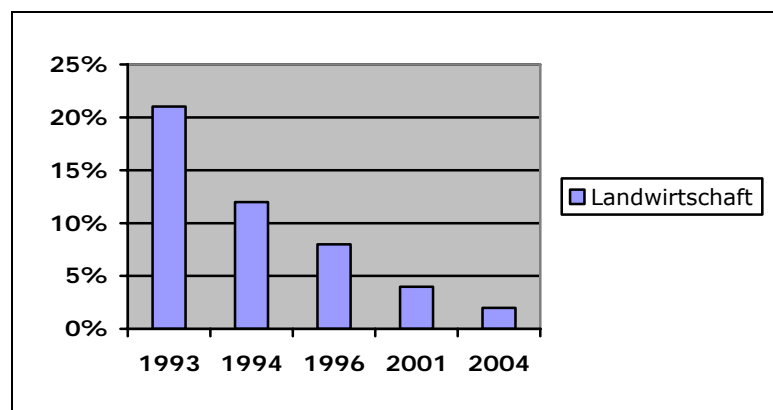


Abb. 4-3: Entwicklung des Anteils der landwirtschaftlichen Klärschlammverwertung im Freistaat Sachsen bis 2004

Als hauptsächliche Gründe für diesen Rückgang sind aus Sicht der Klärschlammverwerter (insbesondere der Klärschlammkompostierer) zu nennen:

- die Teilnahme der landwirtschaftlichen Betriebe am Sächsischen Förderprogramm "Umweltgerechte Landwirtschaft", welches den Einsatz von Klärschlamm in jeder Art, auch als Gemisch, auf der gesamten Fläche des jeweiligen Betriebes streng reglementiert.

Mit der Fortschreibung des Förderprogramms UL im Jahre 1999 ist ein Einsatz von Klärschlamm auf der Grundlage definierter Schadstofffrachten für ökologisch verwertbaren

Klärschlamm möglich (s. Tab. 4.4), die in der Landwirtschaft vorhandene Zurückhaltung hinsichtlich der KS-Düngung konnte aber nicht gebrochen werden.

- ein wesentlicher Akzeptanzverlust der Klärschlammverwertung bei den Landwirten, der u. a. aus den Vorbehalten der Produzenten und der Verbraucher gegenüber Nahrungsmitteln resultiert, die auf klärschlammbeaufschlagten Flächen erzeugt wurden,
- der Zielkonflikt zwischen umfassender Verwertung der organischen Rückstände einerseits und dem Schutz des Bodens mit Quasi-Null-Werten für die Schadstoffanreicherung andererseits, der für den Landwirt - nicht zuletzt in Erwartung verschärfter Rechtsvorschriften - kaum zu lösen ist,
- dass eine befriedigende Lösung der Haftungsproblematik aus Sicht der Landwirtschaft auch mit dem gesetzlichen Klärschlammmentschädigungsfond nicht gegeben ist, da das Risiko der landwirtschaftlichen Klärschlammverwertung weiterhin beim Landwirt (Grundstücksbesitzer) bleibt,
- die KA-Betreiber vergeben die Entsorgung i. d. R. über den Weg der Ausschreibung und haben danach nur noch wenig Einfluss auf die weitere Entsorgung; überwiegend wird in diesen Fällen durch die privaten Entsorger zurzeit der Weg der Kompostierung genutzt.

4.3.3.2 Perspektive

Bei der Diskussion um die Perspektive der landwirtschaftlichen Klärschlammverwertung ist zu berücksichtigen, dass nach § 5 Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz (KrW-/AbfG) die Erzeuger oder Besitzer von Klärschlamm zur ordnungsgemäßen und schadlosen Verwertung verpflichtet sind. Schadlos ist die Verwertung dann, wenn nach der Beschaffenheit der Abfälle, dem Ausmaß der Verunreinigung und der Art der Verwertung Beeinträchtigungen des Wohls der Allgemeinheit nicht zu erwarten sind, insbesondere keine Schadstoffanreicherung im Wertstoffkreislauf erfolgt. Zu berücksichtigen sind daneben auch Aspekte der Flächenverfügbarkeit, Vorbehalte der Nahrungsmittelindustrie und Fragen der Risikoabsicherung.

Rohstoffsubstitutionsaspekt (Düngewirkung und Humusbildung) – vergl. Auch Tab. 4.4 -

Der positive Aspekt (Nutzeffekt) der landwirtschaftlichen Verwertung von Klärschlammen liegt in der Nutzung seiner wert gebenden Inhaltsstoffe. Mit der zulässigen, Aufbringungsmenge nach Klärschlammverordnung von 5 t Klärschlamm-TM je Hektar (ha) innerhalb von 3 Jahren werden nach sächsischen Erfahrungswerten im Mittel ca. 2, 5 t/ha organische Substanz, 150 kg/ha Stickstoff (N), 90 kg/ha Phosphor (P), 20 kg/ha Kalium und 550 kg/ha Kalk (CaO) zugeführt. Klärschlamm ist damit ein organischer N-P-Dünger. Die Rückführung der im Klärschlamm enthaltenen Nährstoffe in den Naturkreislauf trägt zur Schließung von Nährstoffkreisläufen und vor allem zur Schonung endlicher Ressourcen bei. Die mit Abstand größte Bedeutung kommt dabei dem Phosphor zu. Denn die Weltvorräte an P sind knapp, vor allem an cadmiumarmen Rohphosphaten. Mit der Aufbringung von 5 t Klärschlamm-TM kann ungefähr der Phosphor-Pflanzenbedarf für 4 Jahre gedeckt werden. Bei der Klärschlammverwertung sind auch die wirtschaftlichen Aspekte für die Landwirtschaft im Rahmen der zunehmenden Globalisierung zu beachten. Dazu kommt der speziell im Freistaat Sachsen hohe Anteil der sehr schlecht bzw. schlecht (Versorgungsstufe A und B) mit Phosphor, Kalk und Humus versorgten Böden. Bedingt durch den geringen Tierbesatz im Freistaat Sachsen stehen im Vergleich zu anderen Bundesländern auch nicht vergleichbar hohe Mengen an Wirtschaftsdüngern zur Deckung der Fehlbeträge beim Schließen der Stoffkreisläufe zur Sicherung der Nachhaltigkeit der Bodennutzung zur Verfügung.

Schadstoffaspekt

Diesem positiven Aspekt der Klärschlammverwertung steht ein mit der Klärschlammaufbringung verbundener Eintrag von Stoffen mit Schadstoffpotential gegenüber. Um eine Gefährdung von Mensch und Umwelt zu verhindern, sind in der Klärschlammverordnung unter anderem für 7 Schwermetalle und 3 organische Schadstoffgruppen Höchstgehalte und Untersu-

chungspflichtigen festgelegt. Allerdings liegt die Anzahl der potentiellen und tatsächlichen Schadstoffe in Klärschlämmen wesentlich höher. In erster Linie betrifft dies xenobiotische organische Stoffe, z. T. mit endokriner Wirkung.

Bei der Diskussion zu den Schadstoffgehalten spielen politische Gesichtspunkte zusätzlich eine Rolle. Die aktuelle kontroverse Diskussion um die Neufestlegung von Schadstoffgrenzwerten im nationalen und EU-Maßstab ist noch nicht abgeschlossen.

So existiert für die Klärschlammaufbringung auf landwirtschaftlich genutzte Flächen mittlerweile eine breite Palette an Vorschlägen und Arbeitspapieren von Behörden und Fachverbänden auf EU- oder Bundesebene (siehe Tabelle 4-4)

Flächenverfügbarkeit

Dass die Flächenverfügbarkeit nicht das Problem für die Steigerung der landwirtschaftlichen Klärschlammverwertung im Freistaat Sachsen ist, zeigt nachfolgende theoretische Entwicklung eines Minimalszenarios auf Basis der zurzeit gültigen rechtlichen Regelungen.

Folgende Annahmen liegen dem Szenario zugrunde (Angaben Statistisches Landesamt 2003 und LfL):

- Es wird unterstellt, dass ein Klärschlammeinsatz in der Landwirtschaft am ehesten im „Non-Food-Bereich“ akzeptiert wird und hier insbesondere im Bereich der nachwachsenden Rohstoffe (Nawaro).
- verfügbare Gesamtackerfläche in Sachsen: 723.000 ha
- 17 % - 19% der landwirtschaftlichen Nutzfläche werden mit Raps bestellt, davon 50 % zur Biodieselherstellung
- Einsatz der KS-Düngung in der Fruchtfolge, d.h. max. 5 t TS in 3 Jahren pro ha

Minimalszenario (bezogen auf Flächenverfügbarkeit):

- jährliche landwirtschaftliche Nutzfläche nur für Raps zu Nawaro: ca. 65.000 ha
- theoretisch verwertbare Klärschlammmenge für Rapsanbau zu Nawaro: ca. 108.000 t TS/a.

Unter Berücksichtigung, dass auch Biogasmais und andere Energiepflanzen zukünftig in verstärktem Maße angebaut werden und sich damit der Nawaro-Bereich flächenmäßig noch vergrößert, wird deutlich, dass in der Landwirtschaft ausreichend Flächen verfügbar wären für eine gesetzeskonforme landwirtschaftliche Klärschlammverwertung.

Tab. 4-3: Diskussion zu Grenzwerten der landwirtschaftlichen Klärschlammverwertung

Aktualisierung Klärschlammkonzeption Freistaat Sachsen
 4 Verwertungs- und Beseitigungsmöglichkeiten von Klärschlamm im Freistaat Sachsen 2005, 2010, 2015

Tab. 4-3: Diskussion zu Richt- und Grenzwerten für Klärschlamm, Kompost und Boden

Parameter	Einheit	RL-EWG 86/278	EU-Vorschlag ¹⁾ 2000	AbKlärV (vom 15.4.1992)		RAL GZ 251 Bio-AbV		RAL GZ 258 MS-Komp. (As-Humus) ²⁾	QLA VDLUFA/DWA ³⁾ Stand August 2005	UL Sachs. August 2002 Klärschlamm	Konzept UBA von Juni 2002 Grenzwert Klärschlamm			BodSchV Vorseignwerte nach § 8 Abs 2 Bodenart			Deponiev Anhang V Reklamations-schicht	LAGA-M20 Zuordnungswert			Vorschlag NRW	
				Klär-schlamm	Böden	Kateg 1	Kateg 2				Sarwens	Sand	Lehm	Ton	Sand	Lehm		Ton	Z 0	Z 1,1		Z 1,2
Feststoffgehalte																						
Blei	mg/kg TS	750	300	100	150	300	200	200	200	200	40	60	80	100	70	40	140	100	200	300	1000	60
Cadmium	mg/kg TS	10	10 ⁵⁾	1	1,5	3	2,5	1,5	1,5	1,5	0,5	1	1,4	1	0,4	1	1	0,6	1	3	10	1,2
Chrom	mg/kg TS	1000	900	100	100	100	200	200	200	200	25	45	75	100	60	30	120	50	100	200	600	170
Kupfer	mg/kg TS	1000-1750	800	70	100	400	550	360	360	360	50	70	80	60	40	20	80	40	100	200	600	200
Nickel	mg/kg TS	300-400	300	35	50	50	80	50	50	50	25	45	60	50	50	15	100	40	100	200	600	70
Quecksilber	mg/kg TS	16-25	10	8	1	2	2	2	2	2	0,2	0,5	1	1	0,1	1	0,3	1	3	10	0,8	
Zink	mg/kg TS	2500-4000	2500	200/2000 ⁶⁾	300	400	1400	1000	1000	1000	330	390	450	200	150	60	300	120	300	500	1500	650
Arten	mg/kg TS																					
Cyanide ges.	mg/kg TS																					
DEHP	mg/kg TS		100				60															
BTEX u. LHKW je Kohlenwasserst.	mg/kg TS																					
PAK nEPA	mg/kg TS		6																			
Benzo(a)pyren	mg/kg TS																					
EOK	mg/kg TS																					
AOX	mg/kg TS		500																			
PCB	mg/kg TS		0,6 ⁸⁾																			
PCDD/PCDF	ng TE/kg TS		100																			
LAS	mg/kg TS		2600																			
Nonylphenyl ⁹⁾	mg/kg TS		50																			
Eluatkonzentrationen																						
Leitfähigkeit	µS/cm																					
Phenolindex	µg/l																					
Chlorid	mg/l																					
Sulfat	mg/l																					
Blei	µg/l																					
Cadmium	µg/l																					
Chrom	µg/l																					
Kupfer	µg/l																					
Nickel	µg/l																					
Quecksilber	µg/l																					
Zink	µg/l																					
Cyanide ges.	µg/l																					
Arten	µg/l																					

¹⁾ Anhang I der EU von 27.04.2000, Stufenprogramm bis zum Jahr 2025, hier Realisierung der Grenzwerte mit Stand 2000
²⁾ Monitoring für LAS, DEHP, NPE, PAK
³⁾ Änderungen in der Kategorie Endprodukt
⁴⁾ bei leichten Böden mit Tongehalt < 5% oder pH-Wert 5 - 6
⁵⁾ Summe für Nummer 28, 52, 101, 138, 153 und 180
⁶⁾ jeweils für die Komponenten Nummer 28, 52, 101, 138, 153 und 180
⁷⁾ PCB₁ (Summe für Nummer 28, 52, 101, 138, 153 und 180)
⁸⁾ für Humusgehalt > 8% / für Humusgehalt ≤ 8%
⁹⁾ als Oxidat
¹⁰⁾ Untersuchung nur bei Bodenmaterial mit mineralischen Fremdstoffen (max. 10 Vol.-%)

Tab. 4-4: Nährstoffpotential und Beitrag des Klärschlammes zur Deckung der Humusbilanz^[4/17]

Zielstellung der landwirtschaftlichen Flächennutzung	Konsequenzen für die landwirtschaftliche Flächennutzung
<ul style="list-style-type: none"> • Auswahl von Feldfrüchten entsprechend der Nachfrage 	<ul style="list-style-type: none"> • Rückgabe der in Anspruch genommenen Makro- und Mikro- nährstoffe (Ertragshöhe beachten)
<ul style="list-style-type: none"> • (weitere Spezialisierung) wirtschaftlich optimale Ertragshöhe bei Einhaltung der Qualitätskriterien 	<ul style="list-style-type: none"> • Verbesserung der Regenverdaulichkeit und des Wasserhaltevermögens des Bodens
<ul style="list-style-type: none"> • Hohe Ertragssicherheit (besonders unter Beachtung zunehmender Trockenheit und steigender Temperatur) 	<ul style="list-style-type: none"> • Ausgleich der Humusbilanz trotz überhöhter Anteile von Humuszehrnern
<ul style="list-style-type: none"> • Sicherung der Nachhaltigkeit der Bodennutzung (Problem: Pachtflächenanteil von 90%) 	<ul style="list-style-type: none"> • Einstellung des optimalen pH-Wertbereichs
<ul style="list-style-type: none"> • Die Besonderheiten (geringer Tierbesatz, Pachtverhalten, Kapitalverfügbarkeit) der Neuen Bundesländer sind bei der Sicherung der Nachhaltigkeit der Bodennutzung zu berücksichtigen 	<ul style="list-style-type: none"> • Kompensation der Folgen ungünstiger Fruchtfolgeglieder
<ul style="list-style-type: none"> • Bedingt durch die EU-Rahmenbedingungen und die Auswirkungen der Globalisierung ist die Landwirtschaft auf die Bereitstellung kostengünstiger Nährstoffträger und organischer Substanz angewiesen 	<ul style="list-style-type: none"> • Erhöhung des phytosanitären Potentials u. Reduzierung d. Bodenerosion • Kostenersparnis (Arbeitsgänge, Kosten der Nährstoffträger)

Versorgungszustand der Böden in Sachsen^[4/17]

Seit 1990 wird ein Netz von 1050 Dauertestflächen (DTF) betrieben. DTF sind Praxisflächen oder Teile davon und wurden nach Produktionsbedingungen, Bewirtschaftungsform und Agrarstrukturgebiet repräsentativ ausgewählt [KURZER u.a.]

Ergebnisse der Untersuchungen:

Deutschland: P-Bedarf rechnerisch über Wirtschaftsdünger abdeckbar
 Sachsen: P-Bedarf kann durch Wirtschaftsdünger nur zu 38 % abgedeckt werden

Beitrag des Klärschlammes zum Schließen des P-Kreislaufes in Sachsen:

Der durchschnittliche P-Saldo von Landwirtschaftsbetrieben liegt bei:

-3,7 kg P/ha·a (-3,2 bis -10,7 kg P/ha·a) (n. Albert – 2003)^[4/17]

Bei vollständiger Nutzung des kommunalen Klärschlammes in Sachsen könnten von diesem Fehlbetrag

2,28 kg P/ha·a

entsprechend 61,6 % ausgeglichen werden.

4.3.4 Schlussfolgerungen^[4/17]

- Ausgehend von der erreichten Klärschlammqualität besteht bei gesetzeskonformer Ausbringung und der tatsächlichen Flächeninanspruchnahme kein wissenschaftlich begründetes Sicherheitsrisiko.
- Wesentliche Sicherheitskriterien sind die sich ergebenden Verdünnungsverhältnisse Klärschlamm/Boden und die Faktoren, die zwischen Nachweisgrenze, Schadstoffeintrag, Hintergrundwert und Schadschwelle liegen.
- In Sachsen ist das landesübliche Düngungsberechnungs- und Bilanzierungsprogramm BE-FU programmtechnisch mit der Cd-Bilanzierung verknüpft. Damit sind die Voraussetzungen für einen geführten, vorsorgenden Bodenschutz in der Landwirtschaft gegeben, um eine Schadstoffanreicherung im Boden zu vermeiden.
- Klärschlamm ist ein wertvoller Ergänzungsdünger, dessen optionaler Einsatz ermöglicht bzw. erhalten werden muss.
- Von allen Seiten sollte eine wissenschaftlich begründete Akzeptanz der landwirtschaftlichen Klärschlammverwertung unterstützt und gefördert werden, um die Schließung von Stoffkreisläufen im eigenen Interesse zu ermöglichen.
- Zur Gewährleistung einer hohen Pflanzenverfügbarkeit des Phosphors ist der Gehalt an überschüssigen Eisen- und Aluminiumionen soweit wie möglich zu begrenzen. Es sollten bevorzugt biologische Verfahren oder die Fällung mit Kalk zur P-Elimination bei der Abwasserreinigung zum Einsatz kommen.
- Zur Verbesserung der Vermarktungschancen sollte der Klärschlamm seuchenhygienisch unbedenklich sein und gute Logistik-Eigenschaften (Transport- und Lagerfähigkeit, Stabilitätsgrad) aufweisen.

4.4 Landschaftsbauliche Klärschlammverwertung

4.4.1 Begriffsbestimmung / Erläuterungen

Unter Landschaftsbau wird im Rahmen der Klärschlammkonzeption die Kultivierung von Rohböden vorhandener Tagebaukippenflächen, die Rekultivierung/Renaturierung von Halden, Deponien, aber auch die Begrünung von stark geneigten Böschungen, Lärmschutzwällen, Fahrbahnmittel- und -randstreifen u. ä. zusammengefasst. Bei der Kultivierung wird in der Regel einmalig kultivierbares Bodenmaterial mit dem Ziel der Wiederherstellung bzw. Verbesserung von Bodenfunktionen aufgebracht.

4.4.2 Rechtliche Grundlagen, Richtlinien und Empfehlungen

Die Situation hat sich mit dem Bundesbodenschutzgesetz und den einhergehenden Verordnungen dahingehend geändert, dass es nunmehr auch im Landschaftsbau rechtliche Regelungen für den Einsatz von Klärschlamm, Klärschlammkomposten oder -gemischen gibt.

Bodenschutzrecht

- EU-Bodenschutzstrategie

Im Jahr 2002 hat sich die EU mit der KOM-Mitteilung „Hin zu einer spezifischen Bodenschutzstrategie“^[4/18] erstmals den Themen Bodenverunreinigung, Altlasten und Erosion angenommen. Fortführend beabsichtigte die EU-Kommission bis 2004 den Vorschlag für eine überarbeitete Klärschlamm-Richtlinie vorzulegen^[4/19]. Gleiches sollte für die Themenbereiche Bioabfall und Bodenschutz gelten. Die Umsetzung dieser Vorhaben steht bis dato aus (siehe auch Kap. 1.3).

- **Bundesbodenschutzgesetz (BBodSchG)**^[4/20] und zugehörige Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV)^[4/21] sollen „nachhaltig die Funktion des Bodens sichern“ und die Beeinträchtigung seiner natürlichen Funktion soweit wie möglich ausschließen. Diese Regelungen gelten auch ergänzend für die Regelungen des Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetzes (z.B. für das

Aufbringen von Sekundärrohstoffdünger), dem Düngemittelgesetz und weiterer Gesetze (siehe § 3 Anwendungsbereich).

Tab. 4-5: Rechtliche Regelungen im Landschaftsbau

Kriterium	Gesetze, VO, RL, Empfehlungen	Bemerkungen
Ausgangsstoffe: <ul style="list-style-type: none"> • Klärschlamm • strukturverbessernde organische Zuschlagstoffe, wie geschreddertes Holz, Stroh, Papierfasern, Sägemehl etc. • mineralische Zuschlagstoffe • evt. Bioabfall/Grünschnitt 	Kreislaufwirtschaftsgesetz	übergeordnete Rolle, d. h. Förderung der Kreislaufwirtschaft zur Schonung der natürlichen Ressourcen
	Düngemittelverordnung	Mischen von KS ist nur mit Stoffen entsprechend Anlage 2, Tabellen 11 und 12 der Düngemittelverordnung in der jeweils geltenden Fassung erlaubt
	(Bioabfallverordnung)	(Aspekt der Hygienisierung, Anhang 2)
	BBodSchV	§12: Festlegung von stofflichen Qualitätsanforderungen an Herstellung der Rekultivierungsschicht mit Verweis auf Verordnungen nach § 8 KrW-/AbfG u. auf AbfKlärV
Einsatzgebiet unter Beachtung eventueller Nachnutzung	AbfKlärV	Anwendungsbereich: bei landwirtschaftlicher oder gärtnerischer <u>Nach</u> nutzung
	BBodSchG	Vorsorge: Sorgfaltspflicht
	BBodSchV	die BBodSchV regelt alle Bereiche der stofflichen Verwertung, die <u>nicht</u> der AbfKlärV unterliegen
	SächsABG - Sächsisches Abfallwirtschafts- und Bodenschutzgesetz ^[4/22]	Vorsorge: Sorgfaltspflicht
	LABO/LAGA "Abfallverwertung auf devastierten Flächen" ^[4/7]	Einsatzbedingungen für Biokompost und Klärschlamm bei der Rekultivierung
	Hinweise zum Vollzug von § 12 BBodSchV ^[4/8] erstellt für den Freistaat Sachsen	Hinweise zu Möglichkeiten der Umsetzung der materiellen Anforderungen des § 12 BBodSchV einschließlich fachlicher Hinweise zu den einzelnen Anforderungen

Fortsetzung Tabelle 4-5

Kriterium	Gesetze, VO, RL, Empfehlungen	Bemerkungen
Einsatzgebiet unter Beachtung eventueller Nachnutzung	Düngeverordnung	Anwendungsbereich: Begrenzung der Aufbringungsmenge von u. a. Stickstoff und Phosphor bei landwirtschaftlich genutzten Flächen
	Düngemittelverordnung	Ausbringung auf landwirtschaftlich und gärtnerisch genutzte Flächen nur dann, wenn Endprodukt einem definierten Düngemitteltyp entspricht
	WHG	Vorsorge: Sorgfaltspflicht
	RAL GZ-258 KS-Kompost	Untersuchung des einzusetzenden Fertigkompostes nach vorgeschriebenen Gütekriterien, gilt für Klärschlammkomposte*
	QLA - Gütesiegel ATV/VDLUFA	Untersuchung des einzusetzenden Fertigkompostes mit KS nach vorgeschriebenen Gütekriterien*

4.4.3 Ist-Situation und Perspektive der landschaftsbaulichen Verwertung

4.4.3.1 Ist-Situation

Bezüglich des Einsatzes von Klärschlamm im Landschaftsbau gibt es folgende Möglichkeiten einer Verwertung:

1. Einsatz von reinem Klärschlamm im Sinne eines Düngemittels
2. Herstellung eines direkt verwertbaren Klärschlammgemisches
3. Herstellung eines kompostierten Klärschlammgemisches (Klärschlammkompost)
4. Bildung eines Gemisches aus Klärschlammkompost und Bodenmischprodukt

- *Einsatz von reinem Klärschlamm*

Ein Einarbeiten von reinem Klärschlamm in den Boden im Sinne eines Düngemittels ist möglich, stellt aber nicht das Ziel einer landschaftsbaulichen Verwertung zum Zwecke einer Reaktivierung bzw. Abdeckung von Flächen dar.

- *Direkt verwertbares Klärschlammgemisch*

Je nach Verwendungszweck, den Bedingungen vor Ort und den verfügbaren Zuschlagstoffen gibt es unterschiedliche Rezepturen. Grundbestandteile hierbei sind u. a.:

- Sande
- Tone
- Aschen
- Klärschlamm

* siehe auch Kap. 4.4 (landschaftsbauliche KS-Verwertung)

- organische Bestandteile (Holzreste, Sägespäne, Rindenmulch, Papier, Torf)
- Kohletrübe

- *Klärschlammkompost*

Siehe Kap. 4.2.

- *Gemische aus Klärschlammkompost und Bodenmischprodukt*

Auf der Suche nach alternativen Verwertungsmöglichkeiten sind eine Reihe von Verfahren bekannt, welche die allgemeine Kompostierung in unterschiedlicher Art und Weise zu erweitern suchen, um damit ein vielseitig und unbedenklich einsetzbares Endprodukt zu erhalten.

Dazu gibt es eine breite Palette an Pilotprojekten und Varianten zur Vererdung bzw. Pedogenese. Die Akzeptanz bzw. Meinung der Fachwelt gehen auseinander, da Bedenken bestehen, dass unter dem Deckmantel der Vererdung unerwünschte Schadstoffverdünnungsprozesse stattfinden. Der ursprüngliche Ansatz bestand darin, Möglichkeiten zu finden, die Bodenfunktionalität eines Bodensstoffes wieder herzustellen. Dafür sind, wie in der Landwirtschaft, Bilanzen zu erstellen, d. h. eine umfangreiche Begleitanalytik (Input-, Prozess-, Outputanalytik) zu realisieren.

Flächenverfügbarkeit

Da das Gebiet des Landschaftsbaues nach wie vor nicht eindeutig definiert wurde, gibt es bundesweit keine konkreten Angaben zu Flächen, die zu (re-)kultivieren sind. Auch für den Freistaat Sachsen liegen keine belastbaren Zahlen vor. Die Flächenkataster für Braunkohle-tagebauflächen sowie für Deponieflächen entsprechen nicht dem aktuellen Stand und bedürfen einer Aktualisierung.

Die langfristige Aufnahmefähigkeit des Entsorgungspfades für Klärschlamm ist in Sachsen in hohem Maße abhängig vom Umfang der noch erforderlichen Rekultivierungsmaßnahmen von devastierten Flächen, insbesondere vom Abschluss der Rekultivierungsmaßnahmen der vom Braunkohlebergbau beeinflussten Flächen und von der zeitlichen Umsetzung des Deponieabschlussprogramms.

Von ca. 40 großen Tagebauen der LMBV, die Anfang der 90er Jahre noch in Betrieb waren, sind 32 bereits stillgelegt. Bis 2007 sollen die Hauptaufgaben der LMBV erledigt sein. Unter anderem wurden folgende Tagebaue aufgegeben:

- Berzdorf, Bluno, Breitenfeld, Burghammer, Cospuden, Goitzsche (Goitsche), Espenhain, Lauchhammer, Lohsa II, Meuro, Olbersdorf. ^[4/23]

Bei diesen Betrachtungen/Erhebungen dürfen allerdings die äußerst komplizierten hydrogeologischen Verhältnisse in der Lausitz nicht außer Acht gelassen werden.

Seit 2001 steht das Deponieabschlussprogramm des Freistaates Sachsen zur Gewährleistung eines ökologisch sicheren Abschlusses von Deponien bereit. Bis Mitte 2005 waren von den geplanten Mitteln ca. 2/3 zugewiesen. Man kann deshalb davon ausgehen, dass die Aufgabe der Deponierekultivierung innerhalb des genannten Programmes bis Ende 2006 zu großen Teilen bewältigt ist^[4/24].

Ein genaues Potential konnte im Rahmen dieser Studie aufgrund fehlender Informationen nicht ermittelt werden.

Legislative

Im Bereich der landschaftsbaulichen Nutzung wird eine ähnliche Diskussion geführt, wie bei der landwirtschaftlichen Verwertung von Klärschlämmen oder Klärschlammsubstraten.

Die BBodSchV_[4/20] legt im § 12 fest, dass auf Böden nur Bodenmaterial sowie Baggergut nach DIN 19731 (Ausgabe 5/98) und Gemische von Bodenmaterial mit solchen Abfällen, die die stofflichen Qualitätsanforderungen der nach § 8 des Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetzes

erlassenen Verordnungen sowie der Klärschlammverordnung erfüllen, auf- und eingebracht werden.

Die Rechtsnormen zur landschaftsbaulichen Verwertung von Klärschlammkomposten sollen sich in Deutschland langfristig an den Vorsorgewerten der Bundes-Bodenschutzverordnung orientieren. Somit werden künftig auch für die landschaftsbauliche Verwertung höchste Anforderungen an die verwendeten Klärschlämme gestellt. Diese Anforderungen müssen aber in neuen Rechtsnormen umgesetzt werden. Es ist davon auszugehen, dass dies beim Stand der Diskussion noch einige Jahre dauern kann.

In Sachsen wird der Einsatz von Klärschlamm basierenden Komposten bei der Rekultivierung behördlicherseits sehr stark reglementiert, zum Teil auch völlig abgelehnt. Dies hat zur Folge, dass die Kompostierer mit massiven Absatzproblemen zu kämpfen haben^[4/25]. Aussagen zur Herstellung von Deponieabdeckungen mit Klärschlamm kann einem Materialband des LfUG^[4/26] entnommen werden.

4.4.4 Perspektive und Schlussfolgerungen

Ausgehend vom Entsorgungsanteil der **landschaftsbaulichen Verwertung** in Sachsen in den letzten 10 Jahren, der im Mittel bei ca. 15 % lag, und unter Berücksichtigung der Tatsache, dass die kompostierten Klärschlämme i. d. R. in der Rekultivierung und im Landschaftsbau zum Einsatz gelangen, wird deutlich, dass dieser Entsorgungspfad **kurz bis mittelfristig in Sachsen einen maßgeblichen Beitrag zur Sicherung der Klärschlamm Entsorgung** leisten kann.

Die langfristige Aufnahmefähigkeit des Entsorgungspfad für Klärschlamm ist in Sachsen in hohem Maße abhängig vom Umfang der noch erforderlichen Rekultivierungsmaßnahmen von devastierten Flächen, insbesondere vom Abschluss der Rekultivierungsmaßnahmen der vom Braunkohlebergbau beeinflussten Flächen und von der zeitlichen Umsetzung des Deponieabschlussprogramms.

- Wie oben bereits erwähnt, sollen bis 2007 die Hauptaufgaben der LMBV erledigt sein.

Seit 2001 steht das Deponieabschlussprogramm des Freistaates Sachsen zur Gewährleistung eines ökologisch sicheren Abschlusses von Deponien bereit. Man kann davon ausgehen, dass die Aufgabe der Deponierekultivierung innerhalb des genannten Programms bis Ende 2006 zu großen Teilen bewältigt ist^[4/27].

Bundesweit ist die Verwertungsquote im Landschaftsbau rückläufig, nach [4/15]: 32 % - 1998, 29 % - 2001, 26 % - 2003, wobei in diesen Zahlen bereits anteilig die Kompostierung enthalten ist. Es wird davon ausgegangen, dass sich langfristig eine Verwertung im Landschaftsbau bei 5 %, im optimistischen Fall bei 10 % einstellt^[4/15]. Eine direkte Übertragung dieser Prognose auf die Entwicklung im Freistaat Sachsen ist aufgrund der regionalen Besonderheiten mit umfänglichem Braunkohlebergbau nicht zulässig. Der im Landschaftsbau verwertete Klärschlammanteil wird jedoch zurückgehen. Unter Berücksichtigung ständiger Rekultivierungsmaßnahmen aus dem laufenden Bergbaubetrieb werden Verwertungsquoten für 2015 zwischen 10 % bis 15 % prognostiziert. Damit liefert die landschaftsbauliche Verwertung auch mittelfristig einen Beitrag zur stofflichen Verwertung und damit zur Entsorgungssicherheit im Freistaat Sachsen.

4.5 Thermische Klärschlamm Entsorgung

4.5.1 Begriffsbestimmung

Gemäß Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz, § 4 Abs. 4 ist bei der thermischen Entsorgung von Klärschlamm, abhängig vom Hauptzweck der Maßnahme, zu unterscheiden zwischen:

- **energetischer Verwertung** (Einsatz als Ersatzbrennstoff) und
- **thermischer Behandlung zur Beseitigung** (z. B. Klärschlammmonoverbrennungsanlagen oder Mitverbrennung mit Restabfall).

Um eine **energetische Verwertung** handelt es sich, wenn der Zweck der Energierückgewinnung im Vordergrund steht. Nach § 6 KrW-/AbfG ist eine energetischen Verwertung nur dann zulässig, wenn

- der Heizwert des einzelnen Abfalls, ohne Vermischung mit anderen Stoffen, mindestens 11.000 kJ/kg beträgt,
- ein Feuerungswirkungsgrad von mindestens 75 % erzielt wird,
- die entstehende Wärme selbst genutzt oder an Dritte abgegeben wird,
- die im Rahmen der Verwertung anfallenden weiteren Abfälle möglichst ohne weitere Behandlung abgelagert werden können.

Eine **thermische Entsorgung zur Beseitigung** des Klärschlammes liegt vor, wenn die Verbrennung hauptsächlich auf die Zwecke der

- Zerstörung bzw. Konzentration der organischen bzw. anorganischen Schadstoffe,
- Mineralisierung/Inertisierung zur Erlangung der Deponiefähigkeit gemäß TA Siedlungsabfall,
- Mengen- und Volumenreduzierung

ausgerichtet ist.

4.5.2 Übersicht gesetzlicher Grundlagen

Die rechtlichen Grundlagen für die thermische Entsorgung differieren in Abhängigkeit der jeweiligen Verfahren, so dass in nachfolgender Übersicht eine umfassendere Untergliederung vorgenommen werden musste.

Tab. 4-6: Rechtliche Grundlagen der thermischen Klärschlamm Entsorgung

Kriterium	Rechtliche Grundlagen	Bemerkungen
Ausgangsstoffe	Kreislaufwirtschafts-/ Abfallgesetz	§ 3 <i>Begriffsbestimmung / Definition des Abfallbegriffes</i> Klärschlamm ist Abfall zur Verwertung bzw. Beseitigung
	BImSchG	§ 5 (1) Nr. 3 Umgang mit Reststoffen
	4. BImSchV	Anhang 1: Definition von Brennstoffen und indirekt von sonstigen brennbaren Stoffen
	17. BImSchV	gilt entsprechend § 1 für <ul style="list-style-type: none"> • feste oder flüssige Abfälle oder • ähnliche feste oder flüssige brennbare Stoffe, die <u>nicht</u> in Nr. 1.2 des Anhanges der 4. BImSchV aufgeführt sind.
Anlagen 1. Anlagen die der thermischen Abfallbehandlung dienen	BImSchG/UVPG	§ 4 Genehmigung genehmigungsbedürftiger Anlagen neue Anlagen: § 10 Genehmigungsverfahren genehmigte Anlagen § 16 Abs. 1 eine wesentliche Änderung ist genehmigungspflichtig Anlage 1 UVPG (UVP-pflichtige Vorhaben)
	4. BImSchV	Anhang Nr. 8 Verwertung und Beseitigung von von Abfällen und sonstigen Stoffen
	9. BImSchV	Durchführung des Genehmigungsverfahrens und der Umweltverträglichkeitsprüfung
	17. BImSchV	gilt entsprechend § 1 für <ul style="list-style-type: none"> • feste oder flüssige Abfälle oder ähnliche feste oder flüssige brennbare Stoffe, die <u>nicht</u> in Nr. 1.2 des Anhanges der 4. BImSchV aufgeführt sind. • § 5 Emissionsgrenzwerte für Betrieb der Anlagen

Fortsetzung Tabelle 4-6

Kriterium	Rechtliche Grundlagen	Bemerkungen
Anlagen 2. Anlagen die der <u>Mitverbrennung</u> von Abfällen und sonstigen brennbaren Stoffen dienen	BImSchG	§ 4 Genehmigung genehmigungsbedürftiger Anlagen Neue Anlagen § 10 Genehmigungsverfahren § 19 vereinfachtes Genehmigungsverfahren genehmigte Anlagen § 16 Abs. 1 eine wesentliche Änderung ist genehmigungspflichtig
	4. BImSchV	Anhang Nr. 1 und Nr. 8
	9. BImSchV	Durchführung des Genehmigungsverfahrens und der Umweltverträglichkeitsprüfung
	13. BImSchV	Angabe von Emissionsgrenzwerten
	17. BImSchV	- Emissionsgrenzwerte entspr. § 5 und Anhang II
	TA Luft	Angabe von Emissionsgrenzwerten
Rückstände	BImSchG, AbfG	Vorsorge, Sorgfaltspflicht
	AbfAbIV	umweltgerechte Ablagerung der Rückstände
	Kreislaufwirtschaftsgesetz	Grundlage

4.5.3 Technik der Klärschlammverbrennung

Die Verbrennung von Klärschlamm wird gegenwärtig überwiegend realisiert in:

- Monoklärschlammverbrennungsanlagen,
- Mitverbrennung in thermischen Abfallbehandlungsanlagen,
- Mitverbrennung in Kraftwerksanlagen und
- Mitverbrennung in Zementwerken

Neuere Verfahren haben sich bisher nicht durchgesetzt bzw. sind aufgrund ihrer hohen Betriebskosten noch nicht konkurrenzfähig. Genannt seien hier z. B. Schwel-Brenn-Verfahren, Thermoselectverfahren, Noell-Konversions-Verfahren, oder alle Arten der Hochdruck- und Hochtemperaturvergasungsverfahren mit anschließender Synthesegasnutzung zur Herstellung von Treibstoffen (H-POX, Choren, Future-Energy), welche schlussendlich alle Weiterentwicklungen bekannter Technologie der Kohleveredlung (Deutsches Brennstoffinstitut, TU Freiberg) darstellen. Wegen der begrenzten fossilen Energiereserven wird die Nutzung von Ersatzbrennstoffen (EBS) und deren Veredlungsverfahren (Treibstoff- oder Methanolsynthese) in den nächsten 10 Jahren einen Wachstumsmarkt darstellen.

Monoklärschlammverbrennung

Die Monoklärschlammverbrennung erfolgt überwiegend in Wirbelschichtöfen nach dem Prinzip der stationären Wirbelschicht, nur vereinzelt in Etagenöfen und Etagenwirbelschichtöfen, und wird vorwiegend in Süd- und Westdeutschland angewendet (s. Abb. 4-4).



Abb. 4-4: Standorte der kommunalen und betriebseigenen Monoverbrennungsanlagen [4/28]

Um eine selbstgängige Verbrennung in der Wirbelschicht im gewünschten Temperaturbereich von 850 °C zu erreichen, muss der Heizwert des Klärschlammes durch eine mechanische Entwässerung oder eine Vortrocknung angehoben werden. Die im Verbrennungsprozess gewonnene Energie wird in der Regel zur Vortrocknung des Inputmaterials genutzt, vereinzelt erfolgt auch eine externe Nutzung. Die geltenden Emissionsgrenzwerte werden mit der heute vorhandenen Anlagentechnik zuverlässig eingehalten bzw. unterschritten. Die Wirbelschichtverbrennung ist seit vielen Jahren großtechnisch erprobt und vielfach als Stand der Technik Bestandteil von Großkläranlagen^[4/29]. Es ist darauf zu achten, dass Kesselanlagen jährlich einer Revision bedürfen und Teile der Feuerungsanlagen turnusmäßig ausgetauscht werden müssen. Das führt zu längeren Stillstandzeiten, so dass für ausreichend Reserve oder Ausweichkapazität gesorgt sein muss.

Aufgrund der Verbrennungstechnik und insbesondere der aufwendigen Abgasreinigung und der hierzu erforderlichen Investitions- und Betriebskosten sind für Monoanlagen Mindestgrößen einzuhalten. Die Rentabilitätsgrenze für z. B. die Wirbelschichtfeuerungen wurde bislang bei 5 MW thermische Leistung angesetzt, das entspricht bei einer Monoverbrennung einem Einzugsgebiet von ca. 400.000 EW^[4/30].

Nach heutigem Kenntnisstand ist im Vergleich zur Mitverbrennung in Braunkohlekraftwerken die Monoverbrennung erheblich teurer (ca. 120 €/t KS mit 30 % TS). Aus allein wirtschaftlichen Gründen ist deshalb mit dem Bau von Monoverbrennungsanlagen im Freistaat Sachsen nicht zu rechnen. Aus ökologischen Gründen ist die Monoverbrennung der Mitverbrennung vorzuziehen, da nur aus Monoverbrennungssasche die im Klärschlamm vorhandenen Phosphate zurück gewonnen werden können.

Mit der Monoklärschlammverbrennung steht eine betriebssichere Entsorgungstechnik zur Verfügung, welche jedoch in Sachsen aus wirtschaftlichen Gründen keine Rolle spielen wird.

Mitverbrennung in einer thermischen Abfallbehandlungsanlage

Alternativ zur reinen Klärschlammverbrennung ist die Mitverbrennung in einer thermischen Abfallbehandlungsanlage möglich. Besonders zu beachten ist, dass der Anfall und die Zusammensetzung des Abfalls saisonal sehr unterschiedlich sein können^[4/31]. Im Bereich der Abfallverbrennung hat sich der Einsatz von Klärschlamm daher nur in wenigen Anwendungsfällen durchsetzen können. Grundsätzlich ist nachgewiesen, dass Klärschlamm - entwässert oder getrocknet - über thermische Abfallbehandlungsanlagen entsorgt werden kann. Verfahrenstechnisch bleiben jedoch erhebliche Nachteile zu berücksichtigen (z. B. Erhöhung Roh-

gasmenge und Staubanteil im Rauchgas), da bei der Verbrennung des ohnehin nicht sehr heizwertreichen Haus- und Gewerbeabfalls, bei entwässertem Klärschlamm noch 70 % Wasser verdampft werden muss.

Der Vorteil der Mitverbrennung von Klärschlamm in thermischen Abfallbehandlungsanlagen liegt in der Nutzung vorhandener Kapazitäten und der bestehenden Infrastruktur. Die in der Abfallablagerungsverordnung (AbfAbIV) vorgeschriebenen Zuordnungskriterien für die Depositionierung, die eine Rohmüllablagerung ohne Vorbehandlung nicht mehr ermöglichen, führen aktuell zur vollständigen Auslastung der vorhandenen Anlagenkapazitäten. Damit bietet dieser Weg keine Alternative für die Klärschlamm Entsorgung.

Auch für die Mitverbrennung in thermischen Abfallbehandlungsanlagen gilt, dass die in den Klärschlämmen enthaltenen Phosphate aus den erzeugten Aschen und Schlacken nicht zurück gewonnen werden können und die Mitverbrennung in einer thermischen Abfallbehandlungsanlage ebenso wie die Mitverbrennung von Klärschlamm in Kraftwerken gegenüber der Monoverbrennung in Bezug auf die Phosphatwiederverwertung nachteilig ist.

Mitverbrennung von Klärschlamm in Kraftwerken

Die Mitverbrennung von Klärschlamm in Kraftwerken unter Nutzung der Dampfkesselanlagen ist grundsätzlich mit zusätzlichem verfahrenstechnischen Aufwand möglich. Um die erforderliche Angleichung des Heizwertes an den Hauptbrennstoff zu erreichen, wird i. d. R. der mechanisch entwässerte Klärschlamm durch eine systemintegrierte Trocknung, meist gemeinsam mit dem Hauptbrennstoff (Stein- oder Braunkohle), getrocknet.

Neben Steinkohlekraftwerken sind im verstärkten Maße die Braunkohlekraftwerke in der Lage und interessiert, Klärschlamm mit zu verbrennen. So hat sich z. B. Vattenfall Europe Generation zum Unternehmensziel gesetzt, in jedem neuen Braunkohlekraftwerk einen Ersatzbrennstoff (EBS) mit zu verwerten. Die Annahme von Klärschlamm zur Mitverbrennung in Braunkohlekraftwerken ist für Klärschlamm mit TS-Gehalten von 25 - 40% möglich, so dass die Trocknung auf der Kläranlage entfallen kann. Die hier entstehenden Möglichkeiten sind für den Kläranlagenbetreiber positiv zu beurteilen und dies nicht nur unter technischen sondern auch unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten. Durch den großen Brennstoffdurchsatz in einem Kohlekraftwerk ist schon bei einem geringen Prozentsatz mitverbrannten Klärschlammes eine thermische Entsorgung großer Mengen Klärschlamm möglich. Interessant ist dass offensichtlich aus verfahrenstechnischen (thermischen-) Gründen in vielen Braunkohlenkraftwerken nur ausgefauter Klärschlamm angenommen wird.

Die nachfolgende Tabelle gibt eine Übersicht über die in Deutschland aktuell und künftig vorhandene Kapazitäten zur Klärschlammmitverbrennung in Kohlekraftwerken.

Tab. 4-7: Mitverbrennung in Kohlekraftwerken; Standorte und Kapazitäten^[4/32]

Standort	Betreiber	Dauerbetrieb ab	Annahme-Kapazität [tOS/a]	Kapazität [tTS/a]
Duisburg	Stdw. Duisburg	1995	18 000	5 400
Heilbronn	EnBW	1998/1999	90 000	40 000
Helmstedt	BKB/E.ON	1998	100 000	50 000
Hamm	RWE Power	2002	10 000	9 000
Ibbenbüren	RWE Power	2005	90 000	30 000
Herne	STEAG	2005	30 000	25 000
Lünen	STEAG	2005	30 000	25 000
Kassel	Kassel Fernwärme	2005	15 000	13 500
Farge	E.ON	2001/2003	35 000	18 000
Mehrum	E.ON, Stdt. H / BS	2002	35 000	11 000
Staudinger	E.ON	2004	60 000	18 000
Zolling, München	E.ON	1999	35 000	9 600
Senftenberg	GMB	2000	4 500	1 300
Oberkirch	Koehler Energie	2003	20 000	5 000
Wilhelmshaven	E.ON	2003	50 000	12 500
Deuben	MIBRAG	2002	84 000	25 000
Mummsdorf	MIBRAG	2000	100 000	28 000
Berrenrath, Köln	RWE Power	2000	215 000	65 000
Völklingen-Fenne	SaarEnergie	2001	14 000	4 200
Ensdorf	VSE AG	2001	81 000	24 000
Wachtberg	RWE Power	2003	280 000	85 000
Weisweiler	RWE Power	1999	115 000	35 000
Weiher	Saarberg	1996	10 000	9 000
Boxberg	Vattenfall	1999	140 000	42 000
Lipperdorf	EnBW, E.On, Vattenfall	2004	380 000	93 000
Goldenberg (Köln)	RWE Power	offen	(600 000)	(200 000)
Weser, Minden	EMR, E.ON, SW. Bielefeld	2003	45 000	13 500
Gesamtsumme			2 086 500	697 000

Hinsichtlich der Emissionen sieht die seit 2003 neu geltende 17. BImSchV (nunmehr anzuwenden bei jeglichem Einsatz von Abfällen in Verbrennungsanlagen) verschärfte Grenzwertanforderungen im Gegensatz zur 13. BImSchV/Großfeuerungsanlagen vor.

4.5.4 Anlagen für die thermische Entsorgung in und angrenzend an den Freistaat Sachsen

4.5.4.1 Klärschlammmitverbrennung in Braunkohlekraftwerken in Sachsen

4.5.4.1.1 Kraftwerk Boxberg

Die Vattenfall Europe Generation AG & Co. KG (ehemals VEAG Vereinigte Energiewerke AG) betreibt an ihrem Kraftwerksstandort Boxberg eine Klärschlammmitverbrennung in den vorhandenen Feuerungsanlagen. Die Verbrennung von kommunalen Klärschlamm und Tiermehlen erfolgt gemeinsam mit der Verbrennung der Braunkohle in den beiden 500-MW-Braunkohleblöcken von Werk III. Diese wurden bis Mitte 1996 mit modernster Umwelttechnik nachgerüstet und anlagentechnisch ertüchtigt. Im Probebetrieb bis 1998 wurde bewiesen, dass die Mitverbrennung von Klärschlamm in zwei Dampfkesseln der 500-MW-Kraftwerksblöcke technisch ohne weiteres möglich ist. Seit dem Jahr 1999 befindet sich die Mitverbrennungsanlage im Kraftwerk Boxberg III im kommerziellen Dauerbetrieb.

Technik und Funktion der Anlage

Die Mitverbrennung des Klärschlammes erfolgt gemeinsam mit dem Primärenergieträger Rohbraunkohle in den vorhandenen braunkohlestaubgefeuerten Kesselanlagen. Der entwässerte Klärschlamm wird dem Annahmehunker mittels LKW-Anlieferung (30-t-Sattelzug) und Bahnanlieferung zugeführt. Eine Zwischenspeicherung für 1 bis zwei Tage wurde nachgerüs-

tet. Mittels Kolbenpumpen wird der Klärschlamm über Rohrleitungen zur Verteilerstation der Rohbraunkohle im Kesselhaus gefördert. Die Förderleistung beträgt 2 x 16 t/h.

Durch die Einbindung über die Kohlemühlen wird der Klärschlamm gemeinsam mit der Rohbraunkohle zerkleinert und durch die Abgasführung in den „Ventilatormühlen“ gleichzeitig getrocknet und mit dem erzeugten Brennstaub den Brennern zugeführt. Die Verbrennung erfolgt gemeinsam mit der Braunkohle in den vorhandenen Kesselanlagen. Die Rauchgase werden anschließend im Elektrofilter und der Rauchgasentschwefelungsanlage (REA) gereinigt und über die Kühltürme abgeleitet.

Genehmigung

Seit 1999 läuft die Klärschlammmitverbrennung im Kraftwerk Boxberg III mit BImSch-Genehmigung durch das RP Dresden gemäß 17. BImSchV im Dauerbetrieb.

Grundlage für die Mitverbrennung von Klärschlamm in den Kesselanlagen des Kraftwerkes Boxberg III ist § 1 Abs. 2 der 17. Bundesimmissionsschutzverordnung (17. BImSchV). Danach ist eine Mitverbrennung dann gestattet, wenn der Anteil der Abfälle einschließlich des für die Verbrennung eventuell zusätzlich benötigten Brennstoffes 25 % der gefahrenen Feuerungswärmeleistung nicht übersteigt. Da der Anteil des eingetragenen Klärschlammes zur Mitverbrennung im KW Boxberg III lediglich ca. 1 % der Feuerungswärmeleistung beträgt, ist diese gesetzliche Voraussetzung erfüllt. Der prozentuale Masseanteil der Mitverbrennung beträgt 8,8 %.

Im Ergebnis der Langfristuntersuchungen und des Dauerbetriebes kann festgestellt werden:

- Durch die Mitverbrennung von Klärschlamm treten keine wesentlichen Veränderungen der Emissionen im Reingas im Vergleich zu reiner Kohlefeuerung auf.
- Sämtliche organischen Schadstoffe werden unabhängig von der eingesetzten Menge vollständig in der Kesselfeuerung zerstört.
- Spurenelemente werden weitgehend in der Filterasche abgeschieden. Hauptsächlich geschieht dies im Elektrofilter. Über das Aschestabilisat (Filterasche/REA-Wasser) werden diese fest gebunden und können ohne Beeinträchtigung für die Umwelt deponiert werden.
- Quecksilberbelastungen werden zum überwiegenden Teil in der REA - Verfahrensstufe abgeschieden.
- Von der Anlage gehen keine Geruchsbelästigungen aus.

Der Anlagenbetrieb zeigt, dass im großtechnischen Maßstab eine reibungslose Funktion und damit eine stabile Anlagenverfügbarkeit gewährleistet werden kann.

Kriterien für die Annahme von Klärschlamm

Im Interesse eines sicheren Anlagenbetriebs soll der Klärschlamm weitestgehend frei von Störstoffen sein und eine pumpfähige Konsistenz (bis 40 % TS) besitzen. Der Klärschlamm soll die Anforderungen der Klärschlammverordnung (AbfKlärV) erfüllen, Ausnahmeregelungen sind jedoch möglich. Es werden ausgefaulte Klärschlämme aus kommunalen Abwasserbehandlungsanlagen (ASN 1908 05 – Schlämme aus der Behandlung von kommunalem Abwasser) angenommen.

Kapazitäten für die Mitverbrennung von Klärschlamm

Die VEAG/Vattenfall Europe Generation hat Kapazitäten für 16 t/h Klärschlamm für jeweils beide 500-MW-Blöcke in Boxberg geschaffen. Das entspricht etwa einem Anteil von 8 Masseprozent der eingesetzten Rohbraunkohlemenge bei 100 % Kessellast. Die Anlage läuft unter Praxisbedingungen stabil. Entsprechend der Genehmigung ist mit einer stabilen Verwertung von ca. 160.000 t KS mit 30 % TS/a (entspricht 48.000 t TS/a) auszugehen. Die Auslastung der verfügbaren Mitverbrennungskapazität ist seit der Inbetriebnahme der Anlage im Jahr 1999 stetig gestiegen, wobei Klärschlämme aus den westlichen Bundesländern und der EU zur Auslastung wesentlich beitragen.

4.5.4.1.2 Kraftwerk Lippendorf

Vor dem Hintergrund der im Kraftwerk Boxberg gewonnenen positiven Erfahrungen und dem Auslastungsgrad der Anlage haben die Eigentümer des Neubaukraftwerkes Lippendorf, zu denen neben Vattenfall mit 50 % die Unternehmen E.ON Kraftwerke und ENBW mit je 25 % zählen, die Entscheidung zur Nachrüstung des Kraftwerkes Lippendorf um eine Anlage zur Klärschlammmitverbrennung getroffen.

Die Mitverbrennungsanlage im Kraftwerk Lippendorf wurde im Jahr 2004 genehmigt, die Übergabe für den Dauerbetrieb hat im Juli 2004 stattgefunden. Ausgehend von der Größe der 900 MW-Kraftwerksblöcke, beträgt die geplante Durchsatzkapazität der Mitverbrennung im KW Lippendorf 380.000 t KS mit 30 % TS entsprechend 114.000 t TS pro Jahr.

4.5.4.1.3 Zusammenfassung Mitverbrennung in sächsischen Braunkohlekraftwerken

Die in Sachsen bestehenden Kapazitäten zur Klärschlammmitverbrennung in den Kraftwerken Lippendorf und Boxberg von 162.000 t TS/a ermöglichen theoretisch die Entsorgung des gesamten in Sachsen anfallenden Klärschlammes. Im Bedarfsfall bieten diese Anlagen die Möglichkeit, nicht anderweitig verwertbare Klärschlamm-mengen aufzunehmen. Mit der Inbetriebnahme des zweiten Standortes in Lippendorf haben sich die logistischen Bedingungen für die Klärschlamm-anlieferungen wesentlich verbessert.

Unter Berücksichtigung einer geplanten Betriebszeit des Kraftwerkes Boxberg bis 2030^[4/33] und dem Umstand, dass Lippendorf ein Kraftwerksneubau ist, kann von einer langfristig gesicherten Verfügbarkeit der Entsorgungskapazitäten ausgegangen werden.

Die geschaffenen Mitverbrennungskapazitäten für Klärschlamm sind technisch auf die Mitverbrennung von pumpfähigem, entwässertem Klärschlamm abgestellt und entsprechend genehmigt. Es gibt damit keine Konkurrenz zu anderen Stoffströmen zur Mitverbrennung (z.B. hochkalorische Fraktionen aus MBA, EBS etc.).

Hinsichtlich der auf dem Markt erzielbaren Entsorgungspreise steht die Mitverbrennung von Klärschlamm im Wettbewerb zur stofflichen Verwertung (Kompostierung, Landwirtschaft, Landschaftsbau). Aufgrund der Wettbewerbssituation sind aktuell Entsorgungspreise für die Klärschlammmitverbrennung von ca. 20 €/t KS mit 30 % TS bei Anlieferung an die Annahmehöfe der Kraftwerke erzielbar.

Für die Mitverbrennung von Klärschlamm in Kraftwerken gilt, dass die in den Klärschlämmen enthaltenen Phosphate aus den erzeugten Aschen und Schlacken nicht zurück gewonnen werden können. Damit besteht ein ökologischer Nachteil gegenüber der Monoverbrennung.

4.5.4.2 Klärschlammmitverbrennung in Braunkohlekraftwerken außerhalb Sachsens

Auf den gleichen Grundsätzen wie bei der Klärschlammmitverbrennung in Boxberg und Lippendorf hat auch die MIBRAG/MUEG-Kooperation in den Kraftwerken Phönix Mumsdorf (Thüringen) und in Deuben (Sachsen-Anhalt) leistungsfähige Anlagen zur thermischen Entsorgung aufgebaut.

Diese beiden Kraftwerke befinden sich im Dreiländereck von Thüringen – Sachsen-Anhalt und Sachsen. Aufgrund der räumlichen Nähe zu Sachsen werden diese Anlagen mit betrachtet.

Genehmigung

Die Mitverbrennung im Kraftwerk Mumsdorf läuft seit Anfang 2000 und im Kraftwerk Deuben seit Juni 2002 im Dauerbetrieb. Die Genehmigungen zum Dauerbetrieb wurden auf der Grundlage des § 16 (2) des Bundes-Immissionsschutzgesetzes in Verbindung mit der 4. BImSchV (wesentliche Änderung) erteilt. Die Grenzwerte der 17. BImSchV werden sicher eingehalten.

Kriterien für die Annahme von Klärschlamm

Das derzeitige Anlagenkonzept basiert auf der Annahme von entwässertem Klärschlamm. Konkrete Forderung zur Qualität des Klärschlammes können wie folgt formuliert werden:

- der angelieferte kommunale Klärschlamm (AVV-Code 190805) muss die Anforderungen der Klärschlammverordnung erfüllen,
- Im Interesse eines sicheren Anlagenbetriebs soll der entwässerte Klärschlamm stabilisiert und weitestgehend frei von Störstoffen sein und eine pumpfähige Konsistenz (ca. 22-30 % TS) besitzen.

Dem Konzept eines geschlossenen Systems folgend, wurde die Aufgabe auf den Kohlebunker direkt vor der Kesselanlage mit Dickstoffpumpen gewählt.

Kapazitäten für Mitverbrennung von Klärschlamm

Die MIBRAG / MUEG hat für das Kraftwerk Mumsdorf Jahreskapazitäten von 80.000 t KS mit 30% TS und für das Kraftwerk Deuben von 70.000 t KS mit 30% TS geschaffen. Da die Kraftwerke in relativer Nähe zueinander liegen, ist eine gesicherte Entsorgung über das gesamte Jahr gegeben, auch wenn die Jahresrevision einer Kesselanlage ansteht. Die genehmigte Kapazität liegt bei $\leq 5\%$ der Feuerungsleistung.

4.5.4.3 Stoffliche Verwertung im Sekundärrohstoff-Verwertungszentrum Schwarze Pumpe

Das Sekundärrohstoff-Verwertungszentrum Schwarze Pumpe (Sustec Schwarze Pumpe GmbH) ist durch seinen Verbund von Vergasungstechniken zur stofflichen und energetischen Verwertung kohlenstoffhaltiger fester, flüssiger und pastöser Reststoffe ausgelegt. Die kombinierte Vergasung von Abfällen, Braunkohle mit industriellen und kommunalen Klärschlämmen sind ein wesentlicher Schwerpunkt der Verwertung.

Genehmigung/Anlagenstatus

Die Anlagen des SVZ sind gemäß Bundes-Immissionsschutzgesetz gemäß §§ 4 und 10 BImSchV genehmigt. Die neu gebauten BGL-Flüssigbadvergaser verkörpern den Stand der Technik auf diesem Gebiet. Die Anlage besitzt stoffgebunden den Status einer Verwertungsanlage. Zu den genehmigten Einsatzstoffen gehört u. a. getrockneter Klärschlamm.

Kriterien für die Annahme von Klärschlamm

Von maßgeblicher Bedeutung für einen stabilen Anlagenbetrieb ist die vergasungsgerechte Aufbereitung der Klärschlämme zu einem stückigen Einsatzstoff, der definierte Anforderungen an mechanische Festigkeit und thermische Beständigkeit erfüllt. Als sicherste Lösung für die Einbringung von getrocknetem Klärschlamm in den Vergaser hat sich die Brikettie-

rung/Pelletierung, teilweise im Gemisch mit Trockenbraunkohle, herausgestellt. Das angelieferte Trockengut sollte dazu ca. 88 - 92 % TS aufweisen. Die Anlieferung muss über Silofahrzeuge erfolgen.

Kapazitäten für die stoffliche Verwertung von Klärschlamm

Auf der Basis der Dauerbetriebsgenehmigung und der gewonnenen Betriebserfahrung wurden die zu verwertenden Klärschlamm-mengen schrittweise auf jährlich 80.000 t KS mit ca. 90 % TS erhöht. Dabei ist ein Großteil der Kapazität mittels Langfristverträgen für die Verwertung von Klärschlamm Berliner Kläranlagen gebunden, es besteht nach Auskunft der SVZ (vom 10. November 2005) kurzfristig keine freie Kapazität für die Verwertung von getrockneten Klärschlamm, da noch bis Mitte 2006 nahe gelegene Teerteiche unter Zusatz von getrocknetem Klärschlamm entsorgt werden. Für die Zeit nach 2006 werden Kapazitäten frei, die z. B. die Verwertung von ca. 25.000 t KS (mit ca. 90 % TS) ermöglichen. Das Akquisitionsbestreben des Anlagenbetreibers geht jedoch eher in Richtung ertragreicherer Industrieschlämme.

Nach Auskunft der Vertriebsleitung wird für dieses Verfahren ein Verwertungspreis der Einsatzstoffe von mindestens 65 - 75 €/t benötigt. Hinzu kommt der Aufbereitungsbedarf (Pelletierung) in Höhe von weiteren geschätzten 15 €/t. Damit ist das SVZ klar auf hochpreisig zu entsorgende Einsatzstoffe (z.B. hochkalorige Haus- und Gewerbemüllfraktion oder belastete Industrieschlämme) spezialisiert.

Die stoffliche Verwertung im SVZ bietet nicht die Möglichkeit, aus den erzeugten Schlacken das enthaltene Phosphate zurück zu gewinnen, es besteht in dieser Beziehung ein ökologischer Nachteil gegenüber der Monoverbrennung.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass aufgrund der genannten Randbedingungen diese Anlage zukünftig keinen entscheidenden Beitrag zur stofflichen Verwertung sächsischer Klärschlämme bietet.

4.5.4.4 Klärschlammmitverbrennung in thermischen Abfallbehandlungsanlagen

Die einzige Anlage zur thermischen Restabfallbehandlung in Sachsen ist die thermische Abfallbehandlungsanlage in Lauta (T.A. Lauta), die ein Konsortium aus den Energieunternehmen Wattenfall Europe/STEAG errichte hat und die die Anlage über die Thermische Abfallbehandlung Lauta oHG betreiben. In dieser Anlage ist die Mitverbrennung von Klärschlamm ausgeschlossen, so dass dieser Anlage keinen Beitrag zur thermischen Entsorgung von Klärschlamm im Freistaat Sachsen liefert.

Es ist wahrscheinlich, dass aufgrund des Bedarfes im Bereich der thermischen Behandlung von Gewerbeabfällen weitere thermische Abfallbehandlungsanlagen (auf regionaler und privatwirtschaftlicher Ebene) entstehen werden. Dort können sich Möglichkeiten zur Mitverbrennung von Klärschlamm ergeben (z. B. Herstellung von definierten Ersatzbrennstoffen)^[4/34].

4.5.5 Zusammenfassung zu thermischen Entsorgungskapazitäten im Freistaat Sachsen

In Tabelle 4-8 sind die in Sachsen vorhandenen oder genehmigten Kapazitäten zur thermischen Entsorgung aufgeführt. Die Tabelle 4-9 gibt die Mitverbrennungskapazitäten in unmittelbar an Sachsen angrenzenden Anlagen wieder.

Tab. 4-8: Kapazitäten zur thermischen Klärschlamm Entsorgung in Sachsen

Anlagenbezeichnung	Träger	Kapazität t KS(30 % TS) / a	Kapazität t TS / a	geforderte Konditionierung	Bemerkung
Kraftwerk Lippendorf	Vattenfall Europe u. a.	380.000	114.000	30% TS	KS entwässert, Mitverbrennung mit Braunkohle
Kraftwerk Boxberg	Vattenfall Europe	160.000	48.000	30% TS	KS entwässert, Mitverbrennung mit Braunkohle
Summe Mitverbrennung		540.000	162.000		

Anlagenbezeichnung	Träger	Kapazität t KS(90 % TS) / a	Kapazität t TS / a	geforderte Konditionierung	Bemerkung
SVZ	Sustec GmbH	80.000	72.000	90% TS	Vergasung, Pelle- tierung nötig

Tab. 4-9: Grenznahe Kapazitäten zur thermischen Klärschlamm Entsorgung

Anlagenbezeichnung	Träger	Kapazität t KS(30 % TS) / a	Kapazität t TS / a	geforderte Konditionierung	Bemerkung
Kraftwerk Mumsdorf (Thüringen)	MIBRAG/ MUEG	100.000	30.000	30% TS	KS entwässert, Mitverbrennung mit Braunkohle
Kraftwerk Deuben (Sachsen Anhalt)	MIBRAG/ MUEG	84.000	25.200	30% TS	KS entwässert, Mitverbrennung mit Braunkohle

Die vorstehenden Ermittlungen führen zu folgendem Fazit:

- Mit den o. g. Kraftwerken befinden sich in Sachsen bzw. im näheren Umfeld ausreichende Mitverbrennungskapazitäten für die thermische Entsorgung von sächsischem Klärschlamm.
- Die in Sachsen vorhandene Anlagenkapazität zur Klärschlammmitverbrennung ermöglicht theoretisch die gesamte Menge Klärschlamm, die in Sachsen aktuell anfällt, thermisch zu entsorgen.
- Die in Sachsen verfügbaren Anlagen zur Klärschlammmitverbrennung bieten langfristig eine hohe Entsorgungssicherheit.

4.6 Deponierung von Klärschlamm

Unter Deponierung versteht man die geordnete Verbringung (Beseitigung) von Klärschlamm auf Deponien.

Mit dem Auslaufen der Übergangsregeln nach § 6 der AbfAbIV^[4/35] ist nach § 3 (3) der Verordnung eine Ablagerung auf Deponie nur dann möglich, wenn die Zuordnungskriterien nach Anhang 1 eingehalten werden. Von den im Anhang 1 der AbfAbIV aufgeführten Werten stellen die Forderungen zum organischen Anteil (oTS) die entscheidende Hürde dar (Glühverlust: Deponieklasse I: < 3 Masse-%, Deponieklasse II: < 5 Masse-%). Der organische Anteil im stabilisierten, entwässerten kommunalen Klärschlamm liegt zwischen 35 – 50 %, auch durch Einsatz zusätzlicher Behandlungsverfahren auf der Kläranlage, wie z. B. der Klärschlammdeintegration oder der Trocknung, werden die geforderten oTS-Werte nicht annähernd erreicht. Die Ablagerung von Klärschlamm auf Deponien ist deshalb ohne vorherige thermische Behandlung (Verbrennung, Vergasung) nicht mehr möglich.

Der Entsorgungspfad Deponie ist für die Klärschlamm Entsorgung seit Inkrafttreten der AbfAbIV damit geschlossen.

4.7 Alternative Entsorgungs- bzw. Verminderungsmöglichkeiten

Echte Alternativen zu den aufgeführten Verwertungs- und Entsorgungsmöglichkeiten sind bisher über das Stadium der Forschung in Deutschland nicht hinausgekommen, eine Breitenanwendung in der Praxis ist derzeit nicht absehbar. Genannt seien beispielhaft folgende Ansätze:

- Einsatz von getrocknetem Klärschlamm und Stroh als Dämmmaterial (TU Bergakademie Freiberg)
- Einsatz von Klärschlamm im Ziegelbrand zur Erhöhung der Porosität (WTK/Rath Feuerfeste Werkstoffe Meißen)
- Herstellung von keramischen Baustoffen und Nutzung im öffentlichen Bereich (Pflastersteine, Dachziegel), Stadt Tokyo (Japan)

Für den Bereich der Klärschlammbehandlung kommt die Klärschlammdeintegration als eine interessante Möglichkeit zur Verminderung des Klärschlammaufkommens im Sinne des Kreislaufwirtschaftsgesetzes in Frage. Ziel der Klärschlammdeintegration ist der Aufschluss der Zellwände der Mikroorganismen im Klärschlamm und damit die Freisetzung des Zellinhaltes. Im Ergebnis der Desintegration (Zellaufschluss) ist der Klärschlamm für die Stabilisierung besser zugänglich, so dass ein erhöhter Abbaugrad in der Faulung erreicht wird, die Gasausbeute steigt, die Schlammmenge verringert. Mit Desintegration wird außerdem eine vermehrte Rücklösung von Phosphor in die wässrige Phase erreicht, was zukünftig für eine Phosphorrückgewinnung von Vorteil sein kann (s. Pkt. 6.1.1).

Die für die Desintegration genutzten mechanischen, thermischen, chemischen und biochemischen Verfahren sind teilweise aus anderen Anwendungsbereichen schon länger bekannt, deren Einsatz in kommunalen Kläranlagen ist jedoch relativ neu und beschränkt sich in der Umsetzung noch auf wenige Anlagen bzw. ist über das fortgeschrittene Versuchsstadium nicht hinausgekommen.

Neben technischen Problemen ist die bisher geringe Verbreitung der Klärschlammdeintegration vor allem auf die Kosten zurückzuführen, die mit der Implementierung und dem Betrieb dieser Verfahren verbunden sind^[4/36]. Die Auswirkungen auf den Kläranlagenbetrieb können derzeit noch nicht umfassend bewertet werden. Es bleibt abzuwarten, ob die Desintegration unter energetischen, verfahrenstechnischen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten eine breite Anwendung in der Klärschlammbehandlung finden wird und welche Auswirkungen sich letztendlich für die Entsorgung des Klärschlammes ergeben.

4.8 Klärschlamm Entsorgung außerhalb Sachsens

In zunehmendem Maße wird die Klärschlamm Entsorgung von den Kläranlagenbetreibern ausgeschrieben. Dies führt dazu, dass sowohl unter dem Gesichtspunkt der angestrebten Klärschlammverwertung als auch unter dem Druck der Entsorgungskosten Entsorgungswege genutzt werden, deren Ziele außerhalb Sachsens liegen. Im Gegenzug finden Klärschlammimporte im Bereich der Klärschlammverbrennung in sächsische Anlagen aber auch im Bereich der landwirtschaftlichen Verwertung statt. Nach^[4/37] kamen 2004 43,3 %, entsprechend 1.663 t TM der in der Landwirtschaft verwerteten Klärschlammmenge nicht aus Sachsen.

Seit 1995 lag die Quote für den Export minimal bei 15 % und maximal bei 35 %^[4/2], im Durchschnitt wurden in diesem Zeitraum rd. 25 % des jährlichen Klärschlammaufkommens außerhalb Sachsens entsorgt. Aktuell wird die Exportquote maßgeblich durch die Entsorgung des Klärschlammes von zwei Großanlagen in verschiedene Kompostierungsanlagen außerhalb Sachsens (Sachsen Anhalt und Brandenburg) bestimmt. Die produzierten Substrate gelangen zum Teil für den Einsatz im Landschaftsbau nach Sachsen zurück.

Welchen Umfang die Entsorgung von Klärschlamm nach außerhalb Sachsens zukünftig einnehmen wird, lässt sich im Rahmen dieser Studie nicht sicher einschätzen. Die Quoten der letzten 10 Jahre verdeutlichen jedoch, dass der Anteil für den „Export außerhalb Sachsens“ erheblichen Schwankungen unterliegt. Für nachfolgende Betrachtungen zur Bilanzierung erforderlicher Entsorgungskapazitäten für Klärschlamm aus Sachsen wird, ausgehend von den zurückliegenden zehn Jahren, damit gerechnet, dass über den Weg des Klärschlammexports auch zukünftig minimal 15 %, maximal jedoch nicht mehr als ca. 30 % entsorgt werden.

4.9 Literatur- und Quellenverzeichnis

-
- [4/1] Durth, A. - Telefonat und E-Mail zu den Ergebnissen der DWA – Klärschlammhebung 2003
- [4/2] Autorenkollektiv
„Ergebnisse der DWA-Klärschlammhebung 2003“
in: Korrespondenz Abwasser, Heft 10, 2005, S. 1099 ff.
- [4/3] „Bericht zum Aufkommen und zur Entsorgung kommunaler Klärschlämme in Sachsen 2004“. Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Abteilung Wasser/Abfall
- [4/4] Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie. In Klärschlammbericht 2004, Tabelle 1 und 2, August 2005
- [4/6] SächsABG - Sächsisches Abfallwirtschafts- und Bodenschutzgesetz
Vom 15. Juni 1999, (SächsGVBl. 1999 S. 261; zuletzt geändert 05.05.2004 S. 148 04
- [4/7] LABO/LAGA- Papier, Heft 5: Abfallverwertung auf devastierten Flächen (1995) sowie Anforderungen an den Einsatz von Biokompost und Klärschlamm bei der Rekultivierung von langjährig devastierten Flächen der Braunkohletagebaue in den neuen Bundesländern ,LABO/LAGA, 1998,
in: Rosenkranz, Bachmann, König, Einsele: Bodenschutz, Ergänzbares Handbuch (Loseblattsammlung) 9007, XII/95, Berlin (Erich Schmidt Verlag)
- [4/8] Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Abt. 6: Hinweise zum Vollzug von § 12 BBodSchV in Anlehnung an den Bericht der LABO in Zusammenarbeit mit LAB, LAGA und LAWA an die 30. ACK der Umweltministerkonferenz ´Vollzugshilfe zu § 12 BBodSchV´,
Vom 09. Mai 2003, in: www.umwelt.sachsen.de/lfug/documents/smul_hinweise12_akt.pdf
- [4/9] Gespräch Frau Dr. Berkner am 13.10.2005
- [4/10] Gespräch Herr Dr. Mönicke am 25.10.2005

-
- [4/11] Gütevereinigung Kompost E.V.. Bundesweite Erhebung der Kompost und Vergärungsanlagen. Stand 28.11.2002
- [4/12] Richtlinie des Rates 86/276/EWG vom 12. Juni 1986 über den Schutz der Umwelt und insbesondere der Böden bei der Verwendung von Klärschlamm in der Landwirtschaft., In: ABI EG (1986) L 181. - S. 6
- [4/13] EUWID, Re Nr.1/2 vom 10.01.2006
- [4/14] Verordnung (EWG) Nr. 2092/91 des Rates vom 24. Juni 1991 über den ökologischen Landbau und die entsprechende Kennzeichnung der landwirtschaftlichen Erzeugnisse und Lebensmittel
Abl. der EG Nr. L 198 vom 22.07.1991; Abl. Nr. L 75 vom 16.03.2002 S. 18
- [4/15] Hangen, H.O.: „2 Jahre Klärschlammverordnung was nun?“
In: KA Korrespondenz Abwasser, 32. Jahrgang, 7/85
- [4/16] Autorenkollektiv
„Ergebnisse der DWA-Klärschlammhebung 2003“
In: KA – Abwasser, Abfall 2005 (52) Nr.10, S. 1099 ff.
- [4/17] Mönicke, Rolf; Suntheim, Lothar Kurzer, Hans Joachim: Die landwirtschaftliche Klärschlammverwertung, ein Beitrag zum Schließen von Stoffkreisläufen – dargestellt an den Untersuchungsergebnissen von 1000 repräsentativ verteilten Dauertestflächen in Sachsen (Leipzig), VDLUFA-Kongreß 2005
- [4/18] Mitteilung der Kommission an den Rat, das Europäische Parlament, den Wirtschafts- und Sozialausschuss sowie an den Ausschuss der Regionen „Hin zu einer spezifischen Bodenschutzstrategie“
Brüssel, den 16.04.2002, KOM(2002) 179 endgültig
- [4/19] Arbeitspapier der EU-Kommission in Vorbereitung des Stakeholder Meetings „Bioabfall und Klärschlamm“ am 15./16.01.2004 in Brüssel,
Brüssel, den 18.12.2003, DG ENV.A.2/LM
- [4/20] Gesetz zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von Altlasten, (BBodSchG - Bundes-Bodenschutzgesetz) vom 17. März 1998, Inkraft getreten zum 1. März 1999 (BGBl. I 1998 S. 502, zuletzt geändert am 09.12.2004 S. 3214)
- [4/21] BBodSchV - Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung vom 12. Juli 1999
(BGBl. I 1999 S. 1554; zuletzt geändert am 23.12.2004 S. 3758)
- [4/22] SächsABG - Sächsisches Abfallwirtschafts- und Bodenschutzgesetz
Vom 15. Juni 1999, (SächsGVBl. 1999 S. 261; zuletzt geändert 05.05.2004 S. 148 04
- [4/23] LMBV-Internetdarstellung, Stand 12/2005
- [4/24] Eberhard Kietz, Manfred Keil: Umsetzung der AbfAbIV in Sachsen-Stand und Perspektiven, Beitrag aus Tagungsband zur Fachtagung am 26./27.09.2005, S. 1 ff.
- [4/25] Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall: Rundbrief Nr. 22 ATV, April 2003
- [4/26] Materialien zur Altlastenbehandlung in Sachsen Nr. 6/98: Oberflächensicherung von Altablagerungen und Deponien, Stand: 02/2000
- [4/27] Eberhard Kietz, Manfred Keil: Umsetzung der AbfAbIV in Sachsen-Stand und Perspektiven, Beitrag aus Tagungsband zur Fachtagung am 26./27.09.2005, S. 1 ff.
- [4/28] Hanßen, H./ Rothsprack, J.: Perspektiven der thermischen Klärschlammverwertung. In: KA – Abwasser, Abfall 2005 (52) Nr.10, S.1127
- [4/29] Thomé-Kozmiensky, K. J.: Klärschlamm Entsorgung (Enzyklopädie der Kreislaufwirtschaft). Hrsg.: TK-Verlag Thomé-Kozmiensky, Neuruppin, 1998
- [4/30] Gerhardt, T.; Spliethoff, H.; Hein, R.G.: Bewertung der thermischen Klärschlammbehandlung. In: Abwassertechnik, Heft 6, 1997, S. 7 ff.

-
- [4/31] Melsa, A. K.: "Klärschlammverbrennung im Kraftwerksbereich- thermische Verwertung?! Klärschlamm-
sorgung vor dem Hintergrund des Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetzes". Vortrag zur 30. Essener Tagung
für Wasser- und Abfallwirtschaft vom 19.3.-21.3.1997 in Aachen
- [4/32] Hanßen, H./ Rothsprack, J.: Perspektiven der thermischen Klärschlammverwertung. In: KA - Abwasser,
Abfall 2005 (52) Nr.10, S.1130
- [4/33] Mitteilung des Geschäftsführers der Vattenfall Europe Waste Management GmbH, Herr Frank Mielke,
per E-Mail vom 09.01.2006
- [4/34] Pressemitteilung. In: Sächsische Zeitung, 26./27.11.2005, S. 25
- [4/20] Ingo Kügler, Andreas Öhlinger, Birgit Walter: Dezentrale Klärschlammverbrennung, Umweltbundesamt, In:
Berichte BE-260, Wien 2004
- [4/35] Verordnung über die umweltverträgliche Ablagerung von Siedlungsabfällen (AbfAbIV - Abfallablage-
rungsverordnung), Vom 20. Februar 2001(BGBl. I S. 305; 24.7. 2002, S.)
- [4/36] ATV-Arbeitsbericht: "Thermische, chemische und biochemische Desintegrationsverfahren". In: KA - Abwas-
ser, Abfall, Heft 6, 2003, S. 796 ff.
- [4/37] "Aufbringungsplan 2004" Bericht nach Klärschlammverordnung. Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft

5 VERWERTUNGS- UND BESEITIGUNGSMÖGLICHKEITEN VON ABFÄLLEN AUS DER KANALREINIGUNG, SIEB- UND RECHENRÜCKSTÄNDE UND SANDFANGRÜCKSTÄNDE

5.1 Vorbemerkungen

Gemäß Abfallablagerungsverordnung (AbfAbIV)^[5/1] ist eine Ablagerung auf Deponien ohne Vorbehandlung nicht mehr möglich. Abhängig vom gewählten Entsorgungsweg ist zukünftig eine mechanische, biologische oder thermische Behandlung zwingend erforderlich. In erster Linie führen die Forderungen des Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetzes, nicht vermeidbare Abfälle vorrangig zu verwerten und nicht zu beseitigen, und der Abfallablagerungsverordnung, mit der Forderung von Glühverlusten < 3 % bzw. < 5 % für die Deponierung, dazu, dass von den Abwasserentsorgungspflichtigen zukünftig verstärkte Anstrengungen für die Nachbehandlung und Verwertung der Feststoffe aus der Kanal- und Abwasserreinigung unternommen werden müssen.

Da der Aufbau und die Erschließung geeigneter, den gesetzlichen Forderungen entsprechender Entsorgungspfade stark von der Anlagengröße (Kläranlage, Kanalnetz) und den verfügbaren anlagentechnischen Möglichkeiten abhängt, ist unter Berücksichtigung regionaler Entsorgungskapazitäten eine Einzelfallbetrachtung sinnvoll. Dabei sollte schwerpunktmäßig immer mitbetrachtet werden, ob durch eine Verbesserung der Rückstandsbehandlung als Teil der Abwasserbehandlung, bereits auf der Kläranlage eine wirtschaftliche Reduzierung bzw. die Herstellung eines verwertbaren Abfalls möglich ist.

Nachfolgend werden beispielhaft Aufbereitungs- und Entsorgungsmöglichkeiten für Abfälle aus der Kanalreinigung, Sieb- und Rechenrückstände und Sandfangrückstände dargestellt.

5.2 Aufbereitung und Entsorgung von Sandfangrückständen - und Abfällen aus der Kanalreinigung

Die bei der Abwasserreinigung bzw. bei der Kanalreinigung anfallenden Sande sind je nach Abscheideleistung des vorgeschalteten Rechens und des vorhandenen Sandfanges auf der Kläranlage bzw. der verwendeten Kanalspültechnik mehr oder weniger mit organischen Stoffen befrachtet. Dies erfordert weitere Aufbereitungsmaßnahmen entsprechend dem Zweck der geplanten Verwertung bzw. Beseitigung. Generell bieten sich die in nachfolgender Abbildung 5-1 dargestellten Möglichkeiten der Aufbereitung und Entsorgung an.

Rückstände aus der Kanalreinigung sind nach [5/2] i. d. R. nach LAGA ohne Aufbereitung für eine Verwertung in Einbauklasse Z 1.2, mindestens aber in Einbauklasse Z 2 geeignet. Sollten die Anforderungen für eine Verwertung nicht eingehalten werden, sind analog den Sandfangrückständen Sandwasch- und Recyclinganlagen vorzusehen. Erfolgt die Beurteilung des Materials bezüglich der Entsorgungsmöglichkeit unter Berücksichtigung des Bodenschutzgesetzes, wird eine Verwertung auch nach einer Behandlung nur in Einzelfällen möglich sein^[5/3]. Wenn dies der Fall ist, kann die Entsorgung der Rückstände aus der Kanalreinigung über mechanisch-biologische Abfallbehandlungsanlagen (MBA), Kompostierungsanlagen oder die thermische Entsorgung erfolgen.

Häufig werden die Kanalfeststoffe in den Zulauf der Kläranlage eingeleitet, so dass die weitere Entsorgung dem Wasserrecht unterliegt. Die Behandlung und Entsorgung erfolgt analog den Rechen- und Sandfangrückständen.

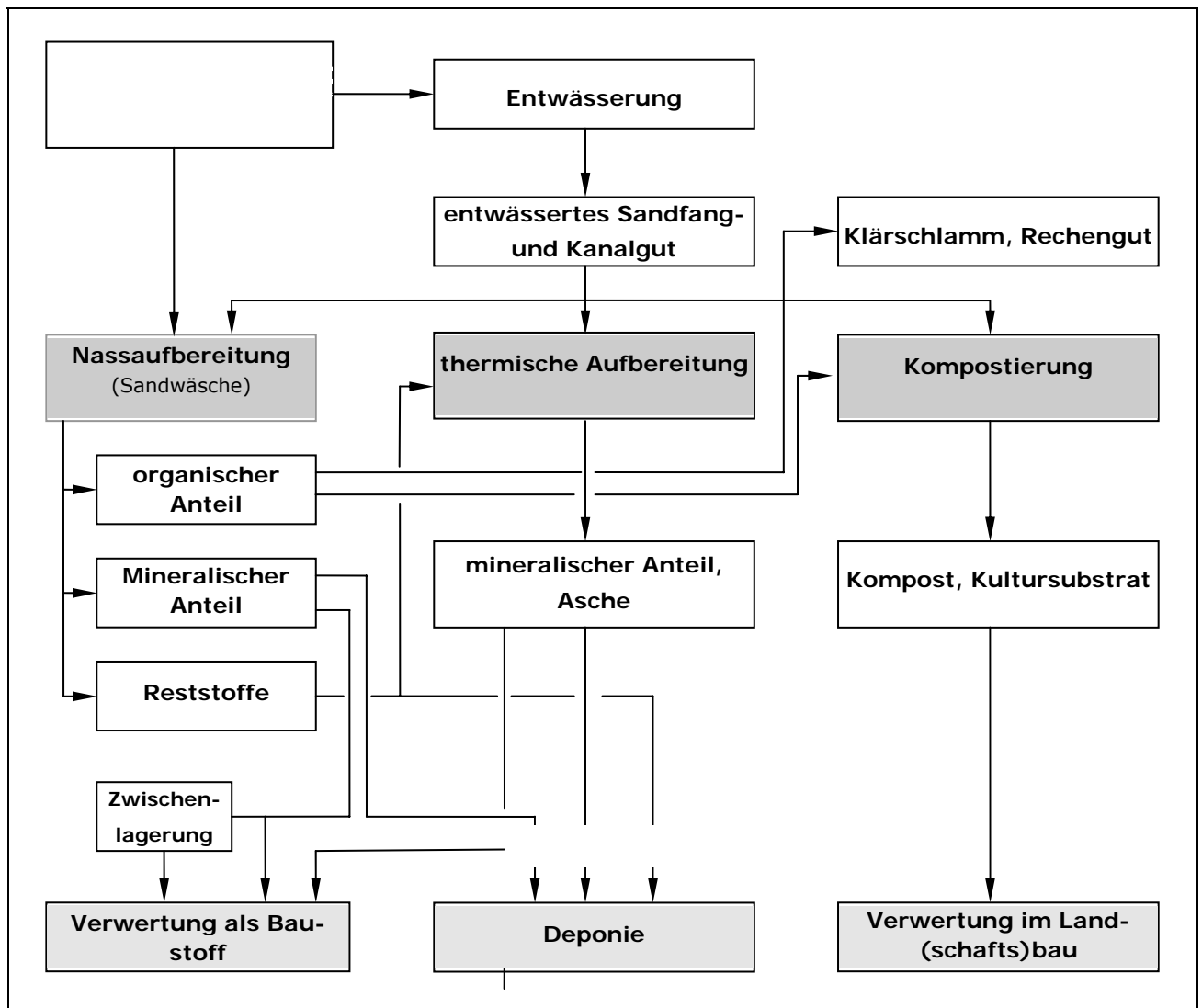


Abb. 5-1: Aufbereitungs- und Entsorgungsmöglichkeiten von Sandfang und Kanalspülgut (nach ^[5/3], ergänzt)

Nassaufbereitung von Sandfang- und Kanalspülgut

Mit herkömmlichen Sandklassierern ist die Erlangung der Deponiefähigkeit nach AbfAbIV von kleiner 5 % Glühverlust oder die Erzeugung von Sandqualitäten, die eine Verwertung als Baustoff zulassen, nicht möglich. Durch den Einsatz von speziellen **Sandaufbereitungsanlagen** (einstufige Sandwäscher bzw. mehrstufige Sandwasch-/Recyclinganlagen) ist es jedoch möglich:

- den organischen Anteil auf Werte unter 3 % Glühverlust zu reduzieren,
- eine Sandabscheidung bis zu 95 % der Korngröße 0,2 zu realisieren.

Im Ergebnis lässt sich mit diesen Anlagen

- die Deponiefähigkeit der Deponieklasse I (Bauschuttdeponie) oder II (Hausmülldeponie) sicher erreichen und
- die Voraussetzung schaffen zur Verwendung gemäß LAGA, Zuordnungsklasse Z2^[5/4] für den Unterbau von Lärmschutzwällen und Straßendämmen, zur Wiederverfüllung im Straßenbau und Deponiebau bzw. den Einsatz zu Rekultivierungs- und Abdeckmaßnahmen.

In jedem Fall ist jedoch die geplante Verwertung einzelfallbezogen mit den zuständigen Behörden abzustimmen.

Die Installation oder Nachrüstung einer Sandaufbereitungsanlage ist mit erheblichen Kosten verbunden. Als Richtwert für eine größere Anlage können Investitionen von ca. 0,5 – 1,0 €/EW entstehen^[5/5]. Nach [5/6] liegt die Grenze für den wirtschaftlichen Betrieb einer Sandbehandlungsanlage bei ca. 500 t/a Sandfanggutanfall, dies entspricht einer Kläranlagengröße von ca. 65.000 EW. Bei kleineren Anfallsmengen sollten mobile Anlagen zum Einsatz kommen oder nach Transport eine Mitbehandlung in größeren zentralen Anlagen erfolgen.

Ein Beispiel für eine derartige Anlage ist die Aufbereitungsanlage für Straßenkehrschutt, Sandfang- und Kanalräumgut der „Mobile Schlamm- und Entwässerungsgesellschaft mbH“ in Leukersdorf bei Chemnitz, die seit 1997 durch den Zweckverband Mobile Schlamm- und Entwässerung Sachsen betrieben wird. Durch nassmechanische Aufbereitung werden in der Anlage Sand, Kies und Organik getrennt. Die nach Korngrößen separierte Sand- und Kiesfraktion findet Absatz als Baustoff bzw. als Abstumpfmittel für den Winterdienst. Weiter größere Sandaufbereitungsanlagen befinden sich z. B. auf den Kläranlagen Dresden, Plauen und Rodewisch.

Mechanisch-biologische Aufbereitung/Kompostierung

Durch aerobe biologische Vorbehandlung im Rahmen einer gesteuerten Rotte lassen sich unter Verwendung bzw. Zugabe zu anderen kompostierfähigen Materialien Komposte bzw. entsprechende Gemische aus Kompost und Boden (Pflanzen- und Bodenersatzsubstrate) herstellen.

In Abhängigkeit der Dosierung anorganischer Materialien könne Sandfangrückstände in Anteilen von etwa 15 bis 30 % (Input Frischmasse) als mineralischer Zuschlagstoff "Sand" im Sinne der Bioabfallverordnung^[5/7] mit strukturreicherem Kompostrohgut kompostiert werden. Aufgrund bisheriger Erfahrungen aus der Mitkompostierung von Sandfanggut ist davon auszugehen, dass dieses in jeglichem Kompostierungsprozess verarbeitbar ist, sofern die erforderlichen stofflichen, biologischen und kompostierungstechnischen Rottebedingungen nicht nachteilig beeinflusst werden. Besonderes Augenmerk ist auf die Einhaltung der Heißrottephase zu legen, da das rohe Sandfanggut als seuchenhygienisch bedenklich eingestuft werden muss.^[5/4]

Thermische Aufbereitung

Aufgrund des geringen Heizwertes und wegen dem hohen anorganischen Anteil (Sand und Ton von 59 bis 90 %)^[5/8] ist eine thermische Entsorgung von Sandfanggut allein nicht möglich bzw. nicht sinnvoll. Auch die Mitverbrennung in thermischen Restabfallbehandlungsanlagen wird zumindest für Rostfeuerungsanlagen aufgrund der Feinkörnigkeit systembedingt abgelehnt.

Trotz der Vorteile der thermischen Behandlung, wie vollständige Mineralisierung und Entseuchung des Sandfanggutes, wird die thermische Entsorgung von Sandfanggut letztendlich auch unter Kostengesichtspunkten der Ausnahmefall bleiben.

Zusammenfassung

Von den derzeitigen Sandaufbereitungs- und Entsorgungsmöglichkeiten stellt der Einsatz einer Sandfanggutwäsche in Kombination mit der Herstellung eines Wertstoffes für Bauzwecke (Sandrecyclinganlage) die beste Lösung dar. Da die erforderliche Anlagentechnik sowohl in mobiler als auch in stationärer Bauweise angeboten wird, der Absatz der gewonnenen Produkte unproblematisch ist und auch umweltseitig eine positive Auswirkung zu verzeichnen ist, sollte die Einsatzmöglichkeit der Nassaufbereitung verstärkt geprüft und angewendet werden. Insbesondere bei kleineren Sandmengen ist die Mitbehandlung in zentralen Aufbereitungsanlagen sinnvoll. Mögliche Einschränkungen der Einsatzmöglichkeiten könnten einzig aus dem bisher noch nicht abschließend geklärten Problem der Entseuchung des Sandfanggutes erwachsen.

5.3 Aufbereitung- und Entsorgung von Sieb- und Rechenrückständen

Zur Vermeidung von Betriebsstörungen in den Anlagen der Abwasser- und Schlammbehandlung, werden im Zulauf der Kläranlage feste Stoffe, u. a. Hygieneartikel, Papier, organische Stoffe (Fäkalien, Küchenabfälle), Kunststoff- und Textilteile, Straßenabfälle, Holz etc. mittels Rechen und Sieben abgetrennt.

In Abhängigkeit des Einsatzes von Entwässerungstechnik (z. B. Rechengutpresse) und der Struktur der Sieb- und Rechenrückstände bewegt sich der Feststoffgehalt zwischen 8 % (ohne Entwässerung) und ca. im Mittel 25 % bis maximal 50 % (mechanisch entwässert)^[5/3].

Der Anteil der **organischen Fraktion** an den Feststoffen übersteigt üblicherweise 90 % des Trockenrückstandes, der Sand- und Tonanteil wiederum an der **anorganischen Fraktion** liegt bei ca. 70 %^[5/3]. Auf vielen kleineren und mittleren Kläranlagen ohne Faulung, werden auch Fette über das Rechengut dem Abwasserstrom entnommen. In [5/3] wird ein theoretischer Fettgehalt im Rechenrückstand von 0,1 bis 2,0 % des Trockenrückstands angegeben.

Da sich der organische Anteil des Rechengutes auch durch weitergehende Behandlung mittels Rechengutwäsche in der Kläranlage nicht annähernd auf Werte von 5 % drücken lässt, ist die Deponierung des Rechengutes mit Blick auf die Einhaltung der Deponiekriterien nach AbfAbIV^[5/2] nicht mehr möglich. Dementsprechend müssen andere Entsorgungsmöglichkeiten erschlossen bzw. weiter ausgebaut werden. Einen Überblick, welche Möglichkeiten sich dafür anbieten, zeigt nachfolgende Abbildung 5-2. Im Weiteren werden diese näher erläutert.

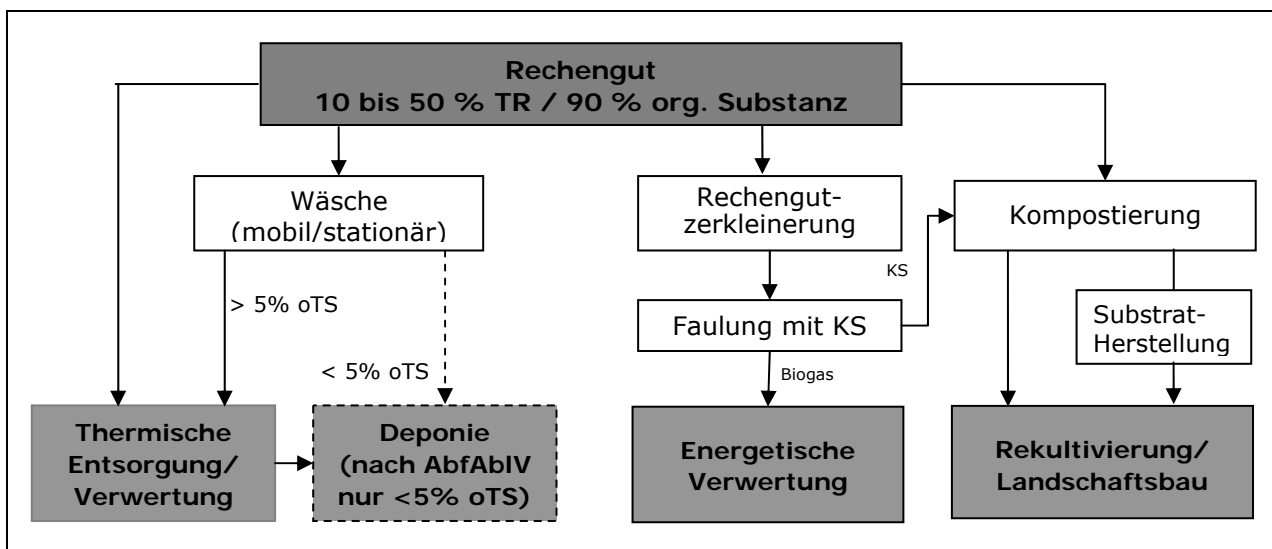


Abb. 5-2: Aufbereitungs- und Entsorgungsmöglichkeiten von Rechengut

Kompostierung von Sieb- und Rechenrückständen

Nach den in [5/9] dargestellten Ergebnissen von großtechnischen Versuchen und Ausführungen in [5/9] ist Rechengut aus kommunalen Kläranlagen ein für die Kompostierung geeignetes Substrat, dass auch ohne Zuschlagstoffe kompostiert werden kann. Aufgrund des hohen organischen Anteils und der dadurch erreichbaren hohen Temperaturen während der Haupt- und Nachrotte, konnte nach [5/10] die Hygienisierung/Entseuchung des Materials nachgewiesen werden. Der Wasserverlust am Ende des Rottevorganges betrug ca. 70 - 80 % und der Gesamtmasseverlust sogar 84 - 90 % bezogen auf das Inputmaterial. Nach Absiebung (8 mm Siebbreite) lag ein nahezu fremdstofffreier, hochwertiger Kompost vor. Die Richtwerte der Bundesgütegemeinschaft Kompost e. V. konnten jedoch nicht in allen Parametern (Kupfer, Quecksilber, Zink) erfüllt werden.

Problematisch zu bewerten ist der hohe Aufwand für Aufbereitung und Abtrennung der nicht organischen Fraktion durch z. B. Siebung und Windsichtung. Dabei fallen immer noch erhebliche Mengen an Reststoffen an (bis 60 % des Inputs), die einer weiteren Entsorgung (thermisch) oder Ablagerung bedürfen.

Rechenrückstände sind im Anhang 1 der Bioabfallverordnung^[5/8] in der "Liste der für eine Verwertung auf Flächen grundsätzlich geeigneten Bioabfälle sowie grundsätzlich geeigneter mineralischer Zuschlagstoffe" nicht aufgeführt und auch die Düngemittelverordnung^[5/10] schließt Rechenrückstände als zugelassenen Einsatzstoff aus. Demnach sind kompostierte Rechenrückstände kein Bioabfall im Sinne der Bioabfallverordnung und somit von einer nachfolgenden Verwertung auf landwirtschaftlich, forstwirtschaftlich und gärtnerisch genutzten Böden ausgeschlossen. Die Einsatzmöglichkeiten von Kompostprodukten aus Rechengut sind dementsprechend eingeschränkt. Der Komposte findet aktuell bei der Rekultivierung von z. B. Rückstandshalden und Deponien sowie bei Maßnahmen im Landschaftsbau Anwendung.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass die biologische Vorbehandlung von Rechengut durch Kompostierung langfristig keinen gesicherten Entsorgungspfad darstellt.

Mitbehandlung von Rechenrückständen in der Faulung

Die Mitbehandlung von Rechenrückständen in den Faulbehältern der Schlammfäulung ist ein bereits auf mehreren Kläranlagen in Deutschland genutztes Verfahren der Rechenrückstandsbehandlung. Ziel des Verfahrens ist in erster Linie die Entsorgung des Rechengutes und in zweiter Linie durch Gewinnung von zusätzlichem Substrat die Abwasserreinigungsprozesse zu verbessern (Denitrifikation, Bio-P-Eliminierung) bzw. die Faulgasproduktion zu steigern.

Vor der Mitbehandlung in der Schlammfäulung muss das Rechengut zerkleinert werden, um es nachher direkt oder über den Umweg "Primärschlamm" oder „Überschussschlamm" dem Faulbehälter der Kläranlage zuzugeben. Durch die Zerkleinerung werden eine größere Oberfläche und eine Homogenisierung erreicht, so dass das zerkleinerte Material besser anaerob abbaubar ist. Der Faulbehälter muss entsprechende Kapazitätsreserven besitzen, wenn man von der Umrüstung bestehender Anlagen ausgeht, und muss über eine wirksame Ausrüstung zur Umwälzung und zur Vermeidung von Schwimmdecken verfügen.

Die Auswertung von Daten verschiedener Kläranlagen mit Rechengutzerkleinerung und Verwertung auf der Kläranlage^[5/11] hat u. a. zu folgenden Ergebnissen geführt:

- Der zu entsorgende Rechengutanfall kann – je nach Anlagentechnik – bis auf Null zurückgehen.
- Eine landwirtschaftliche Klärschlammverwertung wird nicht negativ beeinflusst.
- Zusätzliche Vorteile, wie erhöhter Gasanfall oder mehr leicht abbaubares Substrat, können anlagenspezifisch auftreten.
- Durch Verbesserung des Entwässerungsverhaltens - Rechengut wirkt als Strukturmaterial – ist weniger Konditionierungsmittel erforderlich.

In welchem Umfang sich durch die Zugabe der Rechenrückstände in die Abwasser-/Schlammbehandlung der Klärschlammfall verändert, ist bisher nicht abschließend geklärt. In der Kläranlage Östrum verringerte sich z. B. der Klärschlammfall um ca. 20 %^[5/12]. Ob dies generell so ist, bleibt weiteren Forschungen vorbehalten.

Als Begleiterscheinung der Verfahrensweise können Betriebsstörungen durch Verzapfungen (z. B. an Rührwerken, Belüftern) auftreten bzw. wird von Verstopfungen an Pumpen und Rohrleitungen sowie Problemen mit Schwimmstoffen (Schwimmschlamm Nachklärbecken, Schwimmdecken in Faulbehältern und Eindickern) berichtet.

Grundsätzlich bietet das Verfahren der Rechenrückstandsverwertung durch Zerkleinerung und Mitbehandlung mit dem Abwasser/Klärschlamm eine interessante Möglichkeit der Rechenrückstandsentsorgung.

Thermische Entsorgung

Aufgrund des hohen organischen Anteils können Sieb- und Rechenrückstände in Abhängigkeit vom Entwässerungsgrad und der Zusammensetzung einen Heizwert von > 11.000 kJ/kg erreichen^[5/3]. Nur in diesem Fall und wenn der Feuerungswirkungsgrad der genutzten Verbrennungsanlage > 75 % beträgt und die Nutzung der Wärme sichergestellt ist, ist eine energetischen Verwertung im Sinne des Kreislaufwirtschaftsgesetzes zulässig. Zur Erhaltung des Heizwertes sollte bei einer geplanten thermischen Entsorgung des Rechengutes auf eine Rechengutwaschung verzichtet werden.

Die Verbrennung von Rechengut bietet sich vor allem dort an, wo eine gemeinsame Verbrennung mit Restabfällen möglich ist oder auf Großkläranlagen, die über eine eigene Klärschlammverbrennungsanlage besitzen. Neben der Entwässerung ist vor der Mitverbrennung in Abhängigkeit der Verbrennungstechnik eine Zerkleinerung des Rechengutes erforderlich.

Zusammenfassung

Die in der Vergangenheit häufig praktizierte Entsorgung von Rechengut gemeinsam mit dem Hausmüll auf Deponie ist durch die Anforderungen der Abfallablagerversordnung^[5/2] nicht mehr möglich. Die Behandlung von Rechengut mit dem Ziel der energetischen Verwertung ist aufgrund der damit verbundenen hohen Entsorgungssicherheit die langfristig anzustrebende Entsorgungslösung. Die Mitbehandlung von Rechengut durch Zerkleinerung und Einbringung in die Abwasser-/Schlammbehandlung ist eine interessante Alternative, die jedoch anlagen-spezifisch eine genaue Betrachtung der Auswirkungen, ggf. untermauert durch kleintechnische Versuche, auf die Abwasser- und Schlammbehandlung und eine genaue Wirtschaftlichkeitsbetrachtung voraussetzt.

Betreiber von kleineren Anlagen sollten prüfen, ob die Möglichkeit der Anlieferung von Rechengut aber auch Sandfanggut auf größere Anlagen besteht, mit der Maßgabe, dass dieses in den dort vorhandenen Anlagen mitbehandelt und anschließend einer Entsorgung zugeführt wird.

5.4 Literatur- und Quellenverzeichnis

-
- [5/1] Verordnung über die umweltverträgliche Ablagerung von Siedlungsabfällen - Abfallablagerungsverordnung (AbfAbIV) vom 20. Februar 2001 (BGBl. I S. 305); zuletzt geändert am 24.7.2002
- [5/2] ATV-DVWK-Merkblatt M 369
„Infrastrukturabfälle: Abfälle aus der Reinigung von Kanälen, Sinkkästen und Regenbecken – Abfälle aus Abwasserbehandlungsanlagen (Rechen- und Sandfanggut)“
ATV-DVWK, Hennef, Mai 2003
- [5/3] Roos, H.-J., Stein, A.
„Aufbereitung und Entsorgung von Sandfanggut“
Vortrag zur 30. Essener Tagung für Wasser- und Abfallwirtschaft vom 19.3.-21.3.1997 in Aachen
- [5/4] Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA)
„LAGA-Mitteilung 20, Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen - Technische Regeln (Stand 06.November 2003“,
Erich-Schmidt-Verlag, 5. erweiterte Auflage 2004
- [5/5] ATV-DVWK-Arbeitsbericht
„Sandfanggutaufbereitung“
in: Korrespondenz Abwasser, 51. Jahrgang, 05/2004
- [5/6] Schüßler, H.
„Rechengut und Sandfangrückstände - Abfall oder Wirtschaftsgut“
in: Korrespondenz Abwasser, 42. Jahrgang, 2/1995
- [5/7] Verordnung über die Verwertung von Bioabfällen auf landwirtschaftlich, forstwirtschaftlich und gärtnerisch genutzten Böden - Bioabfallverordnung (BioAbfV) vom 21. Februar 2001 (BGBl. I S. 2955); zuletzt geändert am 26. November 2003 (BGBl. I S. 2373)
- [5/8] ATV-Arbeitsbericht
„Abfälle aus Abwasseranlagen“
in: Korrespondenz Abwasser, 43. Jahrgang, 11/96
- [5/9] Tritt, W. P., Wulfert-Prahl, K.;Kottmeyer, J.
„Kompostierung von Rechengut aus kommunalen Kläranlagen“
in: Korrespondenz Abwasser, 43. Jahrgang, 12/96
- [5/10] Verordnung über das Inverkehrbringen von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln
- Düngemittelverordnung (DüMV) vom 26. November 2003 (BGBl. I Nr. S. 2373), zuletzt geändert am 9. November 2004 (BGBl. I Nr. 57 S. 2767
- [5/11] Schüßler, H.
„Rechengutzerkleinerung und -verwertung auf der Kläranlage“
in: Korrespondenz Abwasser, 47. Jahrgang, 01/2000

6 KONZEPTIONELLE PLANUNG DER KLÄRSCHLAMMENTSORGUNG IM FREISTAAT SACHSEN

6.1 Ökologische Aspekte der Klärschlamm Entsorgung

Das Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz^[6/1] gibt im § 4 mit der Hierarchie „Vermeidung vor Verwertung und Beseitigung“ Grundsätze für eine ökologische Kreislaufwirtschaft vor.

Die vollständige Vermeidung von Klärschlamm ist ohne Verzicht auf eine funktionierende Abwasserreinigung nicht möglich. Durch Kreislaufführung, abfallarme Produktgestaltung und konsequente Indirekteinleiterkontrollen lassen sich jedoch die Schadstoffeinträge ins Abwasser und damit in den Klärschlamm im Sinne der Abfallvermeidung verringern. Im begrenzten Umfang lässt sich im Bereich der Kläranlage durch Einführung zusätzlicher Behandlungsstufen, z. B. der Klärschlamm-Desintegration (s. a. Pkt. 4.7), ein verbesserter Abbau bei gleichzeitiger Verringerung des Klärschlammabfalls und verbesserter Gasausbeute erzielen.

Nach § 6 Krw-/AbfG ist die Verwertung stofflich und zur Gewinnung von Energie (energetische Verwertung) möglich, wobei die besser umweltverträgliche Verwertungsart den Vorrang hat.

Der Vorrang der Verwertung entfällt, wenn sich die Beseitigung als „besser umweltverträglich“ erweist (§ 5 (5) Krw-/AbfG), d.h. die Verwertung von Klärschlamm darf nicht zu insgesamt höheren Umweltbelastungen führen als dessen Beseitigung. Die Beseitigung des Klärschlammes muss sicherstellen, dass eine Verlagerung von Umweltproblemen auf zukünftige Generationen ausgeschlossen wird.

Welche Entsorgungsalternative unter ökologischen Aspekten als Vorteilhafteste zu bewerten ist, erfordert umfassende Ökobilanzen mit Betrachtung aller Emissionsarten, -richtungen und -auswirkungen, die bei den Entsorgungswegen, Verfahrensschritten und Verfahrensvarianten entstehen.

Am Beispiel der Kohlendioxid-Emissionen, die in Bezug auf den Treibhauseffekt eine der wichtigsten Leitgrößen für die Umweltgefährdung darstellen, sind in einer vereinfachten Betrachtung in [6/2] die resultierenden Belastungen für verschiedene Entsorgungspfade aufgezeigt. Die erstellten CO₂-Bilanzen (siehe Tab. 6-1) lassen aus ökologischer Sicht folgende Schlussfolgerungen zu:

- Die landwirtschaftliche Verwertung hat von den betrachteten Entsorgungspfaden (Landwirtschaft, Verbrennung, Kompostierung) die geringsten klimarelevanten Umweltbelastungen und stellt damit die günstigste Alternative dar. Es sollte jedoch möglichst eine regionale Ausbringung erfolgen. Nach [6/3] sollte bei entwässertem Klärschlamm die Distanz auf der Straße unter 100 km und bei Nassschlamm auf unter 30 km beschränkt bleiben.
- Bei der Kompostierung mit Zuschlagstoffen muss gegenüber der direkten Verwertung mit zusätzlichen CO₂-Emissionen gerechnet werden.
- Die Verbrennung mit optimaler Wärmerückgewinnung bietet mit ca. 40 % - 60 % höherer CO₂-Belastung die zweitgünstigste Alternative.

Tab. 6-1: Spezifische CO₂-Emissionswerte für verschiedene Verfahren der Klärschlamm-entsorgung (nach [6/2])

Verfahrensvariante	Grundbe- lastung	betriebs- bedingte Be- lastung	anlagen- bedingte Be- lastung	gesamte CO ₂ - Emission
	[kg CO ₂ /t TS]			
1. Frischschl.-düngung	1.276	60	32	1.367
2. Aerob-Thermophile Schlammstabilisation + Düngung	1.276	184	79	1.540
3. Deponierung nach Teiltrocknung	1.276	1.519	110	2.905
4. Kompostierung nach Teiltrocknung mit Zuschlagstoffen	1.276	1.716	124	3.116
5. Verbrennung nach Trocknung	1.276	1.615	159	3.050
5a. Verbrennung mit Wärmerückgew.	1.276	759	159	2.194

Bezogen auf eine nachsorgearme Konzentrierung der im Klärschlamm enthaltenen potentiellen Schadstoffe stellt die Verbrennung z. Z. das geeignetste Verfahren dar. Die organischen Schadstoffe werden weitgehend zerstört, die anorganischen, insbesondere bei Verglasung der Rückstände, so eingebunden, dass sie nicht mobilisierbar sind.

In einer ökobilanziellen Betrachtung von Entsorgungsoptionen für Klärschlamm im Land Schleswig-Holstein^[6/4] wird festgestellt, dass beim Vergleich der technischen Optionen zur thermischen Entsorgung die Verbrennung in einer nach 17. BImSchV genehmigten und einen hohen Standard repräsentierenden Anlage im Regelfall bezüglich der Emissionen Vorteile aufweist (Monoverbrennung oder MVA). Die Mitverbrennung in Zement- und Kohlekraftwerken hat im direkten Vergleich zwar viele kleinere, auf höherer Energieeffizienz beruhende Vorteile. Ihr signifikanter Makel besteht jedoch in den höheren Quecksilberemissionen und in dem Verlust der Phosphate als wichtigster Wert gebender Bestandteil des Klärschlammes.

Untersuchungen der Bremer Entsorgungsbetriebe zur ökologischen Auswirkung der Mitverbrennung bzw. Flugstromvergasung von Klärschlamm im Vergleich zur landwirtschaftlichen Verwertung^{[6/5] [6/6]}, lassen folgende allgemeine Schlussfolgerungen zu.

- Keiner der untersuchten Entsorgungswege ist frei von Auswirkungen auf Umwelt und Gesundheit.
- Sowohl durch landwirtschaftliche Klärschlammverwertung als auch durch die Klärschlammverbrennung ist gegenüber einer Nullvariante (Mineraldüngung und Verbrennung von Kohle) eine geringe Primärenergieeinsparung möglich.
- Durch die landwirtschaftliche Klärschlammverwertung lassen sich erhebliche Mengen an Rohphosphaten einsparen (s. Pkt. 6.1.1). Bei der Mitverbrennung wird das Phosphat dem Nährstoffkreislauf entzogen.
- Beim Klimaschutz schneidet die Mitverbrennung wegen der Gutschrift beim CO₂-Verbrauch (Folge des Einsatzes von Filteraschen als Zementersatz) am günstigsten ab.
- Die Luftemissionen der landwirtschaftlichen Klärschlammverwertung sind erwartungsgemäß im Allgemeinen geringer als bei der Klärschlammverbrennung und liegen noch unter der Nullvariante.
- Der Bodeneintrag von Schadstoffen ist bei der landwirtschaftlichen Verwertung höher als bei der Verbrennung, wobei jedoch einige Parameter keine wesentlichen Unterschiede aufweisen. Durch die landwirtschaftliche Klärschlammverwertung ist beim

Cadmium eine nicht unerhebliche Menge gegen zu rechnen, die sonst durch Mineraldünger eingetragen wird; beim Chrom führt dieser Effekt sogar zu einer nennenswerten Entlastung durch die Klärschlammausbringung.

Zusammenfassend ist festzustellen: Langfristig anzustreben ist ein Entsorgungskonzept, welches die Nutzung der Wert gebenden Phosphate erlaubt und gleichzeitig die Einbringung von Schadstoffen in den Boden minimiert. Das kann nur von Verfahren geleistet werden, bei denen das Phosphat vor oder nach einem thermischen Schritt aus dem Klärschlamm abgetrennt wird. Mittelfristig wird deshalb eine Strategie benötigt, die diese langfristige Option nicht verschließt und auf mehreren, in einem ausgewogenen Verhältnis zueinander stehenden Entsorgungspfaden aufbaut. Ausgehend von der derzeitigen Entsorgungssituation bedeutet dies für den Freistaat Sachsen, dass unter dem Aspekt der Kreislaufwirtschaft die landwirtschaftliche Nutzung der im Klärschlamm enthaltenen Wertstoffe anteilmäßig gesteigert werden sollte. Vor allem im ländlichen Raum sind dafür stärker vorhandene Möglichkeiten zur schadlosen und ortsnahen Verwertung der als Sekundärrohstoffdünger in den kommunalen Kläranlagen anfallenden Klärschlämme zu nutzen. Nicht zu akzeptieren ist in diesem Zusammenhang der Transport von Klärschlamm über große Entfernungen, insbesondere wenn er keiner stofflichen Verwertung zugeführt werden soll.

6.1.1 Phosphorrückgewinnung

Phosphor, als wichtigste Nährstoffkomponente im Klärschlamm, ist eine knappe und zeitlich begrenzt verfügbare Rohstoffressource und kann im Bereich der Pflanzenversorgung nicht substituiert werden. Phosphor ist der Mangelnährstoff der Zukunft^[6/7]. Sachsen hat bereits jetzt mit 35 % bis 40 % einen relativ hohen Flächenanteil am Ackerland, der die P-Versorgungsstufe A und B besitzt (sehr niedriger bzw. niedriger Gehalt)^[6/8].

Unter ökologischen Gesichtspunkten weist die Produktion und der Transport von Rohphosphat hohe CO₂-Emissionen auf. Die Phosphaterzgewinnung ist mit erheblichen Umweltbeeinträchtigungen verbunden (Devastierung), so fallen ca. 10 bis 15mal mehr Abraum und Abgänge an als im Braunkohlebergbau in Deutschland^[6/8].

Mit Blick auf den Ressourcenschutz und im Sinne der ökologischen Rückführung in den Stoffkreislauf kommt dem Phosphorrecycling eine wachsende Bedeutung zu. Derzeit bieten sich vor allem drei Möglichkeiten zum Phosphorrecycling auf Kläranlagen an^[6/9]:

- Nachfällung im Hauptstrom mit einer Recyclingrate von bis zu 75 %,
- Vermehrte biologische Phosphorelimination und Nebenstromfällung (Phostrip- oder MAP-Verfahren) mit einer Recyclingrate von 60 % bis 65 % und
- Vermehrte biologische Phosphorelimination mit Klärschlamm-Monoverbrennung und Rücklösung von Phosphaten aus der gemahlene Asche mit einer Recyclingrate von ca. 85 %.

Grundsätzlich erscheinen Verfahren mit einer niedrigen Recyclingrate ökonomisch sinnvoller als Verfahren mit einer hohen Rate, da sich der technische Aufwand und somit die Produktionskosten analog zur Recyclingmenge erhöhen^[6/10]. Das zurzeit favorisierte Verfahren zur Überführung der Phosphate in die feste Phase, die Magnesium-Ammonium-Phosphat-Fällung (MAP-Fällung), weist aktuell noch Kosten auf, die weit über den Kosten zur Herstellung von Dünger aus Rohphosphat liegen^[6/11].

Nach [6/9] ist auch die Rückgewinnung von Phosphor nicht frei von ökologischen Lasten, so erfordern viele der bekannten Verfahren einen hohen, derzeit noch nicht abschließend zu beziffernden Energieaufwand und Chemikalieneinsatz. Bei zentralen Aufbereitungsanlagen kommen CO₂-Emissionen für Transporte hinzu.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass die Verfahren der Phosphorrückgewinnung noch weiter entwickelt werden sollten, damit mittel- bis langfristig ein breiter Einsatz der Verfahren

möglich wird. Bezogen auf die Klärschlamm Entsorgung im Freistaat Sachsen kann bereits jetzt festgestellt werden, dass bei der Mitverbrennung in Braunkohlekraftwerken der Phosphor aus dem Klärschlamm im Verbrennungsreststoff für eine Rückgewinnung in zu geringen Konzentrationen vorliegt. Ein Phosphorrecycling ist bei Mitverbrennung von Klärschlamm nicht möglich.

6.2 Logistische Aspekte

Der Prozess der Klärschlammverwertung bzw. -beseitigung umfasst auch alle Maßnahmen, die dazu dienen, den Klärschlamm in eine verwertbare oder ablagerungsfähige Form zu überführen. Art, Umfang und Ergebnis der zur Klärschlammverwertung bzw. -beseitigung erforderlichen Teilprozesse richten sich zielorientiert nach den spezifischen Anforderungen, die von dem angestrebten Entsorgungspfad an die Behandlung der Schlämme gestellt werden sowie nach der jeweiligen Beschaffenheit des Rohschlammes.

Entwässerung, Trocknung

Maßgebliche logistische Eigenschaften des Produktes Klärschlamm, wie Transport- und Lagerfähigkeit, werden bestimmt durch dessen Wassergehalt. Der Behandlungsschritt der Entwässerung ist damit ein wesentlicher Baustein zur Sicherung der Klärschlamm Entsorgung. Die moderne Klärschlamm entwässerungstechnik bietet heute ein breites Anlagenspektrum mit der Möglichkeit der Erzielung abgestufter Entwässerungsergebnisse an. Von den zur Verfügung stehenden Verfahren ist mit der thermischen Trocknung nach vorheriger mechanischer Entwässerung die geringste Restfeuchte erzielbar (< 10 %). Geeignete einstufige maschinelle Entwässerungsanlagen entwässern den Klärschlamm ohne zusätzliche Feststoffanreicherung auf 30 bis 35 % Trockensubstanzgehalt.

Welches Entwässerungsverfahren auf welcher Kläranlage eingesetzt werden sollte, ist für den konkreten Einzelfall, unter Beachtung der spezifischen Randbedingungen auf der Kläranlage und den angestrebten Entsorgungswegen, zu treffen. Die Klärschlamm trockenung sollte jedoch nur dann vorgesehen werden, wenn die nachfolgenden Entsorgungspfade eine derartige Konsistenz oder Strukturänderung bei gleichzeitig hohem Trockenrückstand erfordern. Bei einer geplanten thermischen Entsorgung ist, bezogen auf den Einzelfall, stets die Frage zu klären, ob eine Trocknung am geplanten Standort der thermischen Behandlungsanlage möglich und günstiger zu realisieren ist als die Anlieferung dezentral getrockneten Klärschlammes. Auch für den Pfad der landwirtschaftlichen Klärschlammverwertung ist kritisch zu prüfen, ob es vor allem unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten vertretbar ist, Klärschlamm mit hohem finanziellen und energetischen Aufwand zu trocknen und dann in der Landwirtschaft einzusetzen, wenn der gleiche Verwertungsweg auch mit entwässertem Klärschlamm bedient werden kann.

Für Sachsen ist festzustellen, dass in zunehmendem Umfang Einrichtungen zur weitergehenden Schlammbehandlung auf den Kläranlagen vorhanden sind bzw. errichtet werden. So gibt es bereits auf vielen mittleren und allen großen Kläranlagen stationäre maschinelle Klärschlamm entwässerungsanlagen. Auch die Möglichkeiten der mobilen Klärschlamm entwässerung werden umfassend genutzt. Die vorhandenen Trocknungsanlagen auf den Großkläranlagen Dresden, Leipzig und Chemnitz werden in Abhängigkeit der aktuellen Entsorgungswege nur teilweise (Dresden) oder zurzeit nicht genutzt (Chemnitz, Leipzig).

Transport

Das Bindeglied zwischen den einzelnen Klärschlammbehandlungsstufen und den verschiedenen Entsorgungspfaden ist der Transport des Klärschlammes. Obwohl ihm hinsichtlich Kosten und damit verbunden einem möglichen Einsparpotential nur eine untergeordnete Bedeutung zukommt, so spielt er doch unter ökologischen Gesichtspunkten eine wesentliche Rolle. Insbesondere der Transport des entwässerten bzw. getrockneten Klärschlammes zur nächsten Entsorgungsstufe ist von maßgeblicher Bedeutung. Die Grenze, bis zu welchen Transportentfernungen eine Trocknung am Anfallort des Klärschlammes günstiger ist als der Transport des entwässerten Klärschlammes, wird maßgeblich von den Kosten der abschließenden Ver-

wertung bzw. Beseitigung bestimmt und sollte ausgehend von den konkreten Randbedingungen jeweils für den Einzelfall bzw. für regionale Einheiten (Abwasserverbände, Landkreise) geprüft werden.

Zur Lösung des Transportproblems steht auch bei klarer Vorgabe des Entsorgungszieles und der Restriktionen aus der Schlammqualität eine größere Anzahl von Alternativen zur Verfügung. Zu unterscheiden ist grundsätzlich zwischen Nassschlammtransport und Transport entwässerter bzw. getrockneter Schlämme. Während sich für entwässerte und getrocknete Schlämme aufgrund der örtlichen und technischen Gegebenheiten in der Regel nur der LKW-Transport mittels Container anbietet, gibt es für den Nassschlammtransport die Möglichkeit des Transportes in Tanklastwagen oder als technische Alternative die Schlammdruckleitung. Letztere Lösung hat nur beim Zusammenschluss großer Anlagen ihre Berechtigung, ist jedoch für eine Zentralisierung kleiner Anlagen keine Alternative. Eine weitere Möglichkeit, insbesondere für den Transport von getrocknetem Klärschlamm, ist der Schienentransport mit der Bahn.

Für eine effiziente Durchführung und optimale Organisation des Klärschlammtransportes sind Einflussgrößen, wie

- Art, Menge und zeitliche Verteilung des Klärschlammanfalls,
- An- und Abfahrtsmöglichkeiten zur Kläranlage,
- Vorhandensein einer direkten Anbindung an das Netz der Deutschen Bahn AG bzw. Entfernung zum nächsten Verladebahnhof,
- anlagenspezifische Auswahl des geeigneten Transportsystems (Silofahrzeug, Container, Absetzmulde, Big-Bag's etc.),
- Stapel- und Lagermöglichkeiten auf den Kläranlagen bzw. den Schlammbehandlungs- und Entsorgungszentren,
- Anlieferungsbedingungen beim Klärschlammverwerter bzw. -entsorger

bestimmend.

Zur Entscheidung Transport des Klärschlammes per Bahn oder auf der Straße ist festzustellen, dass ein schienengebundener Transport wegen der fehlenden Gleisanschlüsse den Straßentransport bis zur Umschlagstation auf einem geeigneten Verladebahnhof voraussetzt.

Die Vorteile des Bahntransportes liegen in der Entlastung des Straßennetzes mit Schwertransporten, der Erhöhung der Verkehrssicherheit und der relativen Witterungsunabhängigkeit. Aus ökologischer Sicht entstehen eine geringere Umweltbelastung durch Abgase und Lärm sowie ein geringerer spezifischer Energieaufwand.

Eine allgemeingültige Entscheidung pro oder contra Bahn oder Straße ist nicht möglich. Die Entscheidung, welches Transportmittel zum Einsatz kommt, ist immer nach den spezifischen Bedingungen der Kläranlage, den regionalen infrastrukturellen Gegebenheiten und an der aktuellen Kostensituation auszurichten.

6.3 Einflüsse aus Veränderungen der gesetzlichen Rahmenbedingungen

Die umfangreichen Recherchen sowohl von Literatur als auch bei Fachbehörden, Entsorgern und Kläranlagenbetreibern haben gezeigt, dass wichtige legislative Aspekte nur auf indirekte Weise auf die Klärschlamm Entsorgung wirken:

- So hat sich mit der Einführung der BBodschV die Verwertungsmenge im Landschaftsbau bzw. bei der Kompostierung nicht wesentlich geändert.
- Die Akzeptanz der Klärschlammverwertung in der Landwirtschaft ist trotz starker Überwachungen und dem Nachweis, dass auch die wesentlich verschärften Bedingungen der UL eingehalten werden können, nicht gestiegen.
- Der Umfang der thermischen Entsorgung wiederum hat nicht, wie im Umkehrschluss zu erwarten stark zugenommen, sondern liegt mit 4 % nach wie vor auf niedrigem Niveau.

Folgende rechtliche Entwicklungen könnten die Klärschlamm Entsorgung beeinflussen:

1. *Pro stoffliche Verwertung*

EU-konforme Grundsätze des Bodenschutzes in der Bundesrepublik und damit Förderung der stofflichen Verwertung des Klärschlammes durch:

- Förderung der schlagbezogenen Düngung und damit Akzeptanzverbesserung,
- ab 2007 Fortführung der Umweltgerechten Landwirtschaft ohne weitere Grenzwertverschärfungen in Sachsen.

2. *Kontra stoffliche Verwertung*

- Umsetzung der Verschärfungen des Bundesrechtes im Sinne der Vorstellungen von NRW^[6/12] würde bedeuten, dass Klärschlamm kaum noch auf Böden ausgebracht werden kann.

6.4 Ökonomische Aspekte der Klärschlamm Entsorgung

Zur Abschätzung der weiteren Entwicklung der Klärschlamm Entsorgung in Sachsen ist neben der Entsorgungssicherheit (reglementiert durch die einschlägigen Gesetzlichkeiten) der Entsorgungspreis ausschlaggebend.

Aktuell ist für den Freistaat Sachsen festzustellen, dass sich in preislicher Hinsicht die Kompostierung und die Mitverbrennung in Braunkohlekraftwerken konkurrierend gegenüber stehen.

6.4.1 Spezifische Kosten der Klärschlammverwertung

Für den Freistaat Sachsen und angrenzende Bundesländer (Sachsen-Anhalt und Brandenburg) wurden für das Jahr 2005 die folgenden in Tabelle 6-1 aufgeführten spezifischen Entsorgungskosten recherchiert.

Tab. 6-2: Klärschlamm Entsorgungskosten (Stand 10/2005)

Entsorgungspfad	spezifische Kosten
Landwirtschaftliche Verwertung	55,00 - 70,00 €/t TS
Kompostierung	70,00 - 90,00 €/t TS
Thermische Entsorgung: <ul style="list-style-type: none"> • <i>energetische Verwertung</i> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Mitverbrennung <ul style="list-style-type: none"> - Kraftwerk Boxberg, Lippendorf - Kraftwerk Mumsdorf, Deuben ➤ Monoverbrennung^[6/13] • <i>stoffliche Verwertung</i> <ul style="list-style-type: none"> - SVZ, Schwarze Pumpe 	<p style="text-align: center;">60,00 - 100,00 €/t TS ca. 110,00 - 120,00 €/t TS 200,00 - 400,00 €/t TS 110,00 - 150,00 €/t TS</p>
direkte Verwertung im Landschaftsbau (Herstellung von Substrat)	80,00 - 100,00 €/t TS

Die aufgeführten Entsorgungskosten verdeutlichen, dass die stoffliche Verwertung von Klärschlamm in der Landwirtschaft oder im Landschaftsbau keinen deutlichen Kostenvorteil gegenüber den in Sachsen aktuell verfügbaren Möglichkeiten zur Mitverbrennung aufweist. In erster Linie ist dies zurückzuführen auf die wesentlich umfänglicheren Möglichkeiten der Preisbildung, die die Kraftwerksbetreiber gegenüber den Komposterzeugern besitzen. Mit Angebotspreisen für die Kompostierung von 18 €/t KS mit 30 % TS scheint die Selbstkostengrenze für eine technisch einwandfreie Kompostierung unterschritten zu sein. Diese Entwicklung ist letztendlich auch Ausdruck für das Ungleichverhältnis zwischen den konkurrierenden Entsorgungsalternativen.

6.4.2 Spezifische Kosten für die Entsorgung von Sieb- und Rechenrückständen, Sandfangrückständen und Abfällen aus der Kanalisation

Der häufigste Weg für die Entsorgung von Sandfangrückständen und Abfällen aus der Kanalisation ist die Beseitigung durch Ablagerung auf Deponie. Die aktuellen Deponiegebühren für die Ablagerung von Sandfang- und Kanalspülrückständen auf Deponien in Sachsen lagen im Ergebnis einer Umfrage im Jahr 2005 zwischen

- ca. 65,00 bis 100,00 €/t Originalsubstanz mit \geq 35 % TS
- Zweckverband Abfallwirtschaft Oberes Elbtal (ZAOE) 76,69 €/t.

Für die stoffliche Verwertung von Sandfang- und Kanalspülrückständen in externen Recyclinganlagen liegt derzeit nur wenig Zahlenmaterial vor. In der Aufbereitungsanlage der MSE GmbH in Leukersdorf liegen die Annahmekosten bei

45,00 €/t Originalsubstanz.

Annähernd gleiche Kosten ergeben sich bei Kläranlageninterner Aufbereitung der Sandfang- und Kanalspülrückstände (Sandwäsche und Klassierung) mit anschließendem Einsatz als Baustoff im Kanalbau, wie aktuelle Planungsergebnisse für die Kläranlage in Dresden ausweisen. Diese Kosten wurden durch aktuelle Ausschreibungen, welche vor dem 31.05.2005 lagen (Umsetzung der AbfAbIV), auch bestätigt.

Zukünftig dürfte für die Entsorgung von Sieb- und Rechenrückständen nur noch der Weg der Abfallverbrennung offen stehen. Die Kompostierung, die aktuell praktiziert wird, verursacht einen hohen Aufbereitungsaufwand und hat trotzdem zur Folge, dass ca. 60% als Reststoff der Verbrennung zugeführt werden muss.

Für die Beseitigung von Sieb- und Rechenrückständen (Verbrennung) wurde in einem aktuellen Ausschreibungsverfahren (11/2005) ein Preisniveau von

- 210,00 €/t Originalsubstanz

(Originalsubstanz: nach Rechengutpresse, ca. 40 % TS) als Vollservicevertrag erreicht. Dabei beinhaltet der Vollservicevertrag die Gestellung der Behältnisse, den Transport, die vorgeschriebene Analytik, die Entsorgung sowie die Dokumentation.

6.5 Prognose der zukünftig verfügbaren Kapazitäten für die Klärschlamm-entsorgung im Freistaat Sachsen

Auf der Basis der im Kapitel 4 durchgeführten Betrachtungen und Prognosen zu den bis 2015 im Freistaat Sachsen verfügbaren Verwertungs- und Beseitigungsmöglichkeiten für Klärschlamm lassen sich die in nachfolgender Tabelle 6-3 aufgeführten Kapazitäten ausweisen.

Zu den Werten der Tabelle 6-3 ist anzumerken:

- Der Minimalansatz für die **landwirtschaftliche Verwertung** orientiert sich an der seit 1998 im Freistaat Sachsen rückläufigen Verwertungsrate dieses Entsorgungspfades.

Im Jahr 2007 wird die Sonderrichtlinie zum Förderprogramm "Umweltgerechte Landwirtschaft" in ihrer letzten Fassung (Klärschlammausbringung ist bei Einhaltung hoher Grenzwertanforderungen möglich) auslaufen.

Für den Förderzeitraum 2007 – 2013, für den das sächsische Förderprogramm nach ELER-Verordnung (Europäischer Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raums) erstellt wird, sind keinerlei Zuwendungsvoraussetzungen mehr für den Klärschlammeinsatz vorgesehen. Es gelten ausschließlich die gesetzlichen Regelungen, d. h. die AbfKlärV.^[6/14]

Die landwirtschaftliche Ausbringung qualitativ hochwertiger Klärschlämme aus Sachsen unterliegt damit ab 2007 keinen förderschädlichen Beschränkungen mehr, so dass eine Steigerung der Verwertungsquote sogar über den Maximalansatz von 15 % realistisch ist. Sachsen läge damit immer noch deutlich hinter der bundesweiten Verwertungsquote von aktuell 31 % (2003)^[6/15].

- Bei der **landschaftsbaulichen Verwertung** fehlen konkrete belastbare Zahlen, so dass der Minimalansatz auf der Grundlage der Verwertungsquoten von 1998 bis 2004 als Mittelwert erstellt wurde.

Der Maximalansatz berücksichtigt nicht, dass ein wesentlicher - bis zum endgültigen Verbleib nicht erfasster - Klärschlammanteil den Weg in die Kompostierung geht und als Klärschlammkompost oder in abgewandelter Form im Landschafts- und Gartenbau und zu Rekultivierungsmaßnahmen bundesweit eingesetzt wird.

- Die **Kompostierung** wird zukünftig, auch nach Wirksamwerden der verschärften Regelungen der TA Luft ab 2007, einen wesentlichen Beitrag zur Klärschlamm Entsorgung im Freistaat Sachsen leisten. Unter Berücksichtigung der stagnierenden bis leicht rückläufigen Entwicklung seit 2002 wird für den Prognosehorizont 2015 eine Verwertungsquote von minimal 25 % und maximal 35 % mit bis dahin stetig abnehmender Entwicklung angesetzt.
- Die Ansätze für den Entsorgungspfad „**Export nach außerhalb Sachsens**“ dokumentieren, dass dieser Pfad auch in Zukunft für die Klärschlamm Entsorgung in Sachsen eine Rolle spielen wird (Minimalansatz), aber anteilmäßig das Mittel der letzten drei Jahre kaum noch übersteigen wird (Maximalansatz). Es ist davon auszugehen, dass eine stoffliche Verwertung dieser Mengen erfolgt.
- Die **thermische Entsorgung** in Sachsen ist mit konkreten Angaben der Betreiber im Kapitel 4.5 belegt. Es bestehen Kapazitäten für die Mitverbrennung i. H. v. 162.000 t TS/ a und mit Einbeziehung der in unmittelbar an Sachsen angrenzenden Anlagen der MUEG von 217.200 t TS/a. Bei Bedarf sind die Anlagen in der Lage freie Klärschlamm mengen zur Entsorgung aufzunehmen, falls andere Entsorgungspfade nicht greifen.
- Der Bereich für **Sonstiges**, der technologisch bedingte Zwischenlagermengen oder Sonderanwendungen umfasst, ist nicht entsorgungsrelevant und wird perspektivisch mit einem Maximalansatz von 2 % berücksichtigt.

Damit kann folgende Prognose für die Absicherung der Klärschlammverwertung bis 2015 aufgestellt werden:

Tab. 6-3: Zusammenstellung der Prognosebilanz für die Klärschlamm Entsorgung im Freistaat Sachsen

Entsorgungspfad	Ist-Situation 2004	Prognosejahr					
		2005		2010		2015	
		Minimal- ansatz	Maximal- ansatz	Minimal- ansatz	Maximal- ansatz	Minimal- ansatz	Maximal- ansatz
% von Gesamtaufkommen							
Landwirtschaft	2,1	2	3	4	10	7	15
Landschaftsbau	20,5	15	20	15	20	10	15
Kompostierung	48,8	40	46	35	40	25	35
Deponie	2,9	1	1,5	0	0	0	0
Export nach außerhalb Sachsen	20,3	20	23	15	20	10	20
Sonstige	1,5	1	2	1	2	1	2
thermische Entsorgung (resultierend, wenn KS nicht anderweitig entsorgbar)	3,9	Maximal- ansatz	Minimal- ansatz	Maximal- ansatz	Minimal- ansatz	Maximal- ansatz	Minimal- ansatz
		21	4,5	30	8	47	13

6.6 Bilanzszenarien in Abhängigkeit der Entwicklung der Entsorgungspfade

6.6.1 Entwicklung von Bilanzszenarien zur Klärschlamm Entsorgung

Ausgehend von den unter Kapitel 6.4 ermittelten Verwertungs- und Beseitigungskapazitäten lassen sich bei Berücksichtigung der minimalen und maximalen Prognose zum Klärschlamm-aufkommen im Freistaat Sachsen die in nachstehenden Tabellen 6-4 und 6-5 aufgeführten Bilanzszenarien entwickeln.

Die Bilanzierung der Entsorgungskapazitäten erfolgt auf der Basis der möglichen Extremwerte, d. h. es wird einerseits die Summe aller minimal und andererseits die Summe aller maximal verfügbaren Kapazitäten bilanziert. Bezüglich der thermischen Entsorgungskapazitäten wird unterstellt, dass diese für die Entsorgung der im Umkehrschluss verbleibenden Restmenge, die nicht anderweitig entsorgt werden kann, verfügbar sind. Es wird ersichtlich, ob und in welchem Umfang Behandlungskapazitäten für die Klärschlamm Entsorgung im Freistaat Sachsen nachgewiesen werden können.

Tab. 6-4: Bilanzszenarien der zukünftigen Klärschlamm Entsorgung im Freistaat Sachsen für die minimale Prognose zum Klärschlamm-aufkommen

	Bilanzszenarien für die Prognosejahre					
	2005		2010		2015	
	Minimal- ansatz	Maximal- ansatz	Minimal- ansatz	Maxi- mal- ansatz	Minimal- ansatz	Maximal- ansatz
	t TS/a					
Klärschlamm-aufkommen Prognose: Minimalansatz KS-Anfall für KA ab GK 2 (1000 EW)	91.547 (100,0%)		88.261 (100,0%)		89.026 (100,0%)	
Verwertung in Landwirtschaft	1.831 (2,0%)	2.746 (3,0%)	3.530 (4,0%)	8.826 (10,0%)	6.232 (7,0%)	13.354 (15,0%)
Verwertung im Landschaftsbau	13.732 (15,0%)	18.309 (20,0%)	13.239 (15,0%)	17.652 (20,0%)	8.903 (10,0%)	13.354 (15,0%)
Kompostierung	36.619 (40,0%)	42.112 (46,0%)	30.891 (35,0%)	35.304 (40,0%)	22.257 (25,0%)	31.159 (35,0%)
Deponie	915 (1,0%)	1.373 (1,5%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)
Export nach außerhalb Sachsens	18.309 (20,0%)	21.056 (23,0%)	13.239 (15,0%)	17.652 (20,0%)	8.903 (10,0%)	17.805 (20,0%)
Sonstiges	915 (1,0%)	1.831 (2,0%)	883 (1,0%)	1.765 (2,0%)	890 (1,0%)	1.781 (2,0%)
	Maximal- ansatz	Minimal- ansatz	Maximal- ansatz	Minimal- ansatz	Maximal- ansatz	Minimal- ansatz
thermische Entsorgung (resultierend für Entsorgung Rest- menge)	19.225 (21,0%)	4.120 (4,5%)	26.478 (30,0%)	7.061 (8,0%)	41.842 (47,0%)	11.573 (13,0%)

Tab. 6-5: Bilanzszenarien der zukünftigen Klärschlamm Entsorgung im Freistaat Sachsen für die maximale Prognose zum Klärschlammaufkommen

	Bilanzszenarien für die Prognosejahre					
	2005		2010		2015	
	Minimal- ansatz	Maxi- mal- ansatz	Mini- mal- ansatz	Maxi- mal- ansatz	Mini- mal- ansatz	Maximal- ansatz
t TS/a						
Klärschlammaufkommen Prognose: Maximalansatz KS-Anfall für KA ab GK 2 (1000 EW)	111.891 (100,0%)		107.875 (100,0%)		108.055 (100,0%)	
Verwertung in Landwirtschaft	2.238 (2,0%)	3.357 (3,0%)	4.315 (4,0%)	10.788 (10,0%)	7.617 (7,0%)	16.322 (15,0%)
Verwertung im Landschaftsbau	16.784 (15,0%)	22.378 (20,0%)	16.181 (15,0%)	21.575 (20,0%)	10.881 (10,0%)	16.322 (15,0%)
Kompostierung	44.756 (40,0%)	51.470 (46,0%)	37.756 (35,0%)	43.150 (40,0%)	27.203 (25,0%)	38.084 (35,0%)
Deponie	1.119 (1,0%)	1.678 (1,5%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)
Export nach außerhalb Sachsens	22.378 (20,0%)	25.735 (23,0%)	16.181 (15,0%)	21.575 (20,0%)	10.881 (10,0%)	21.762 (20,0%)
Sonstiges	1.119 (1,0%)	2.238 (2,0%)	1.079 (1,0%)	2.158 (2,0%)	1.088 (1,0%)	2.176 (2,0%)
	Maximal- ansatz	Minimal- ansatz	Maximal- ansatz	Minimal- ansatz	Maximal- ansatz	Minimal- ansatz
thermische Entsorgung (resultierend für Entsorgung Rest- menge)	23.497 (21,0%)	5.035 (4,5%)	32.363 (30,0%)	8.630 (8,0%)	51.141 (47,0%)	14.145 (13,0%)

6.6.2 Auswertung der Kapazitätsbilanzen

Die Bilanzszenarien verdeutlichen, dass unter optimalen Bedingungen nahezu der gesamte Klärschlamm einer stofflichen Verwertung (Landwirtschaft, Landschaftsbau/Rekultivierung, Kompostierung) zugeführt werden kann und nur eine Restmenge zur thermischen Entsorgung geht.

Wenn die stoffliche Verwertung nicht mit den Maximalansätzen realisierbar ist, erhöht sich im Umkehrschluss die Klärschlammmenge die einer thermischen Entsorgung zu unterziehen ist. Bei Zusammentreffen der ungünstigsten Prognoseansätze für die stoffliche Verwertung ergibt sich ein maximaler Anteil für die thermische Entsorgung von 47 % bzw. maximal ca. 51.000 t TS/a. Ein Mehrfaches der maximal benötigten Kapazitäten steht bereits jetzt durch Mitverbrennung in Braunkohlekraftwerken in Sachsen und angrenzenden Bundesländern zur Verfügung. Damit ist in jedem Fall die Absicherung der Entsorgung für die verbleibenden Klärschlamm mengen gegeben.

6.7 Klärschlammverwertungs- und -beseitigungsstrategie für den Freistaat Sachsen

6.7.1 Ausgangssituation

- Die **landwirtschaftliche Verwertung** von Sächsischem Klärschlamm in Sachsen weist eine rückläufige Verwertungsquote auf und hat 2004 mit 2,1 % des Jahresaufkommens einen absoluten Tiefstand erreicht. Als wesentliche Ursachen dafür sind zu nennen:
 - Das Förderprogramm „Umweltgerechte Landwirtschaft“ (UL) mit den definierten Grenzwertanforderungen für die Zulassung von "nachhaltig ökologisch verträglichem" Klärschlamm im Rahmen des Förderprogramms "UL" hat die landwirtschaftliche Klärschlammverwertung auf den am Förderprogramm teilnehmenden Flächen stark eingeschränkt, da die Grenzwerte in ihrer Gesamtheit von sächsischen Klärschlämmen nur schwer einhaltbar sind.
 - Steigende Anforderungen an Analytik, Düngeplanung, Nachweisführung, Dokumentation und letztendlich die Abgabe zum gesetzlichen Haftungsfond führen zur Verteuerung der landwirtschaftlichen Entsorgung.
- Einen hohen Stellenwert mit ca. 50 % besitzt die **Kompostierung**, wobei davon auszugehen ist, dass die erzeugten Komposte Verwendung im Landschaftsbau und der Rekultivierung finden.
- Die direkt im **Landschaftsbau** verwertete Klärschlammmenge ist im Bundesvergleich noch relativ hoch, bezogen auf Sachsen jedoch rückläufig.
- Die **thermische Entsorgung** ist von einem sehr niedrigen Niveau aus tendenziell steigend.
- Die **Deponierung** ist eingestellt.
- Die **Zwischenstapelung** erfolgt nur für eine geringe, technologisch erforderliche Klärschlammmenge.

6.7.2 Konzept zur Klärschlammentsorgung im Freistaat Sachsen

Unter Berücksichtigung der Ist-Situation sowie den Prognosen zu den einzelnen Entsorgungspfaden wird zur langfristigen Sicherung von ausreichenden Entsorgungskapazitäten für die in Sachsen anfallenden Klärschlammmengen folgendes, nach abfallwirtschaftlicher Zielhierarchie geordnete Konzept vorgeschlagen:

1. *Stärkung der landwirtschaftlichen Verwertung*
Durch geeignete Maßnahmen ist der Anteil der landwirtschaftlichen Verwertung schadstoffarmer Klärschlämme und Klärschlammkomposte als Sekundärrohstoffdünger zu steigern. Bei Fortführung des Programms "Umweltgerechte Landwirtschaft" sollte die Sonderrichtlinie im Förderprogramm im Sinne einer Akzeptanzförderung für die Verbraucher wirken und zu keiner weiteren Verschärfung der Grenzwerte führen.

Nur so kann der landwirtschaftlichen Klärschlammverwertung langfristig ein fester Platz im Entsorgungskonzept des Freistaates Sachsen gesichert werden. Zielvorgabe sollte eine Verwertungsquote von 15 % sein. Eine höhere landwirtschaftliche Verwertungsquote ist aus Gründen des anzustrebenden P-Kreislaufes und der Entsorgungssicherheit wünschenswert.

Wesentliche Voraussetzung für eine langfristig angelegte Strategie zur Sicherung der landwirtschaftlichen Klärschlammverwertung ist ein enges Zusammenwirken der Aufgabenträger der Abwasserbeseitigung bzw. den beauftragten Dritten (Entsorger) und der Vertreter von Landwirtschaft und Bodenschutz. Durch gemeinsame Problembewältigung

sollte ein wirksames Vertrauensverhältnis geschaffen werden, als dessen Folge über den Weg der Akzeptanzerhöhung eine Steigerung der landwirtschaftlich verwerteten Klärschlammmenge möglich wird.

2. *Kompostierung mit landwirtschaftlicher und landschaftsbaulicher Verwertung*
Der gegenwärtig stark beanspruchte Behandlungsschritt der Klärschlammkompostierung sollte dann zur Anwendung kommen, wenn durch die Erzeugung hochwertiger, schadstoffarmer Komposte Möglichkeiten zur stofflichen Verwertung erschlossen bzw. gesichert werden können.

Mit der Kompostierung und ggf. weitergehenden Substratherstellung verbessern sich die logistischen Eigenschaften (Handling, Lagerfähigkeit etc.) maßgeblich. Mit dem zusätzlichen Behandlungsschritt wird die Verwertung insgesamt jedoch teurer, so dass bei Einsatz in der Landwirtschaft der direkte Einsatz von Klärschlamm aus Kostengründen vorzuziehen ist.

4. *Landschaftsbauliche Verwertung*
Für den Verwertungsweg Landschaftsbau liegt nur sehr wenig belastbares Datenmaterial vor, das gesicherte Aussagen zum Entsorgungspotential in Sachsen zulässt.

Wie in Kap. 4.4.4 bereits dargestellt, werden aber sowohl bei der Rekultivierung als auch im Rahmen des Deponieabschlusses zukünftig kaum noch Kapazitäten für eine landschaftsbauliche Verwertung von Klärschlamm zur Verfügung stehen. Bis 2007 sollen die Hauptaufgaben der LMBV erledigt sein, das Deponieabschlussprogramm wird bis Ende 2006 im Wesentlichen erfüllt sein.

5. *Mitverbrennung in Kraftwerken der EVU*
In Sachsen sind entsprechende Kapazitäten zur Mitverbrennung von Klärschlamm in den Kraftwerken der Energieversorgungsunternehmen in ausreichendem Umfang sofort verfügbar. Die dort genutzte Technologie ermöglicht die Annahme von Klärschlamm in entwässerter Form (ca. bis 40 %).
6. *Mitverbrennung in thermischen Abfallbehandlungsanlagen*
In der T.A. Lauta, als derzeit einziger Abfallverbrennungsanlage in Sachsen, ist die Mitverbrennung von Klärschlamm nicht vorgesehen.
7. *Stoffliche Verwertung im SVZ*
Die Inanspruchnahme der Behandlungskapazitäten des SVZ ist wegen bereits gebundener Kapazitäten und einer vom Klärschlamm wegführenden wirtschaftlichen Orientierung nicht relevant.

Entsorgungssicherheit

Unter dem Gesichtspunkt der Entsorgungssicherheit ist festzustellen, dass im Freistaat Sachsen eine Entsorgungssicherheit durch mehrere Entsorgungspfade gewährleistet werden kann. Die Landwirtschaft bietet allein im Bereich der nachwachsenden Rohstoffe eine ausreichende hohe Flächenverfügbarkeit, die es ermöglichen würde, alle anfallenden Klärschlämme, die die Anforderungen der AbfKlärV erfüllen, gesetzeskonform landwirtschaftlich zu verwerten. Gleiches gilt für die Anlagenkapazität zur Kompostierung, die, vorausgesetzt die Qualitätsanforderungen werden erfüllt, die Kapazitäten besitzen, die gesamte Klärschlammmenge aufnehmen zu können.

Für den Fall, dass Erhöhungen bzw. Ergänzungen der Grenzwertanforderungen die stoffliche Verwertung nur noch von qualitativ hochwertigem Klärschlamm in Landwirtschaft und Landschaftsbau/Rekultivierung ermöglichen, ist durch die verfügbaren Kapazitäten zur Mitverbrennung, eine hinreichende Sicherheit für die thermische Entsorgung des gesamten Klärschlammfalls des Freistaat Sachsen gegeben.

Ausgehend von der Entsorgungssicherheit und der Verfügbarkeit der Entsorgungskapazitäten ist für den Freistaat Sachsen ein Klärschlamm Entsorgungskonzept gegeben, dass von mehre-

ren Entsorgungspfaden getragen wird. Wesentlicher Schwerpunkt sollte der Ausbau der stofflichen Verwertungsquote sein. Dabei kommt es vor allem darauf an, den Klärschlammeinsatz im NAWARO-Bereich zu verstärken und eine Imageverbesserung in der Nahrungsmittelin-
dustrie zu erreichen.

Aktuell ist in Sachsen selbst und in angrenzenden Bundesländern ein ausgedehnter Markt für die Klärschlamm Entsorgung vorhanden, so dass sich kurz bis mittelfristig auf dem Weg der Ausschreibung langfristige Entsorgungsverträge (bis 10 Jahre) und damit Entsorgungssicherheit zu günstigen Konditionen erzielen lässt.

6.8 Handlungsempfehlungen

6.8.1 Maßnahmen im Bereich der Kläranlage

Durch geeignete Maßnahmen bei der Abwasser- und Schlammbehandlung lässt sich im Bereich der Kläranlage auf die nutzbaren Entsorgungspfade einwirken bzw. die Klärschlammqualität (Logistikeigenschaften, Klärschlamm-inhaltsstoffe) für den genutzten Entsorgungspfad optimieren. Dafür werden folgende Maßnahmen empfohlen:

Verbesserung der Klärschlammqualität durch Schadstoffentfrachtung der Abwässer, dazu gehört:

- weiterhin konsequente Überwachung der Indirekteinleiter
- verschärfte Beprobung bei Grenzwertüberschreitungen zu Lasten des Verursachers
- fachliche Beratung und Kontrolle zur Umsetzung der Indirekteinleiterbestimmungen

Verbesserung Nährstoffverfügbarkeit durch:

- Orientierung auf biologische Phosphatelimination bei der Abwasserreinigung und damit Vermeidung von überschüssigen Eisen- und Aluminiumionen im Klärschlamm, die wiederum Phosphor im Boden binden
- aus gleichem Grund Verzicht auf den Einsatz von Metallsalzen zur Konditionierung vor der Entwässerung, günstiger ist der Einsatz von Polymeren

generelle Stabilisierung des Klärschlammes

- nach Klärschlammverordnung unbedingte Voraussetzung für landwirtschaftliche Verwertung
- Mengenreduzierung durch Abbau organischer Substanz führt zur Verringerung des Entsorgungsvolumens
- Verbesserung der logistischen Eigenschaften (Geruch, Lagerfähigkeit, Entwässerbarkeit, Entseuchung)

weitgehender Wasserentzug, Verbesserung Entwässerungsleistung

- geringeres Transportvolumen, bessere Logistikeigenschaften
- gemeinschaftliche Nutzung mobiler bzw. zentraler Entwässerungstechnik

aber

- kritische Einzelfallprüfung, ob finanziell und energetisch aufwendige Trocknung vor landwirtschaftlicher Verwertung gerechtfertigt ist
- keine wesentliche Vergrößerung der Feststoffmenge durch den Einsatz von Konditionierungsmitteln (z. B. Eisen, Kalk) bei der Entwässerung mit Filterpressen, ggf. Umstellung auf andere Entwässerungsverfahren prüfen
- nach Düngemittelverordnung (§10 Abs.3) darf u. a. Klärschlamm, dem zur Konditionierung als organisches Flockungshilfsmittel Polyacrylamide zugegeben worden sind, nur noch bis 04.12.2013 gewerbsmäßig in den Verkehr gebracht werden.

Forschung zur Nährstoffrückgewinnung im Bereich der Abwasser- und Schlammbehandlung

- Die wissenschaftlichen Arbeiten zu Rücklösung von Phosphaten und anderen Nährstoffen aus den unterschiedlichen Teilströmen der Abwasser- und Schlammbehandlung

(Ablauf Nachklärung, Schlammwasser, Faulschlamm) sollten verfolgt werden, um bei technischer und wirtschaftlicher Machbarkeit ggf. entsprechende Maßnahmen für den Freistaat Sachsen zu initiieren.

6.8.2 Stoffliche Verwertung

Ausgehend von den gegenwärtigen Anteilen der verschiedenen Pfade der stofflichen Verwertung an der Klärschlamm Entsorgung in Sachsen, sollte schwerpunktmäßig der Anteil der landwirtschaftlichen Klärschlammverwertung gesteigert werden. Zur Erhöhung des landwirtschaftlich und landschaftsbaulich verwerteten Klärschlammanteils können nachstehende Maßnahmen beitragen:

- landwirtschaftliche Förderung ohne förderschädliche Beschränkungen für den Klärschlammeinsatz (im Förderzeitraum 2007 – 2013 bereits vorgesehen),
- Einführung einer frachtbezogenen Regelung zur Ausbringung von Klärschlamm,
- Beibehaltung der Kontrolle und Qualitätssicherung des Klärschlammes,
- Gleichstellung des Klärschlammes mit Bioabfallkomposten,
- landwirtschaftliche Klärschlammausbringung bevorzugt aus Anlagen mit biologischer Phosphoreliminierung,
- Kontrolle und Gütesicherung der Klärschlammkompostierung bei nachfolgender Verwertung im Landschaftsbau:
 - Sicherung einer hohen Produktqualität durch Beteiligung der Komposterzeuger an einem Gütesicherungssystem wie es der "Verein zur Gütesicherung von Veredelungsprodukten aus Abwasserschlämmen e.V." (VGVA e. V.) mit den RAL-GZ 258 in der Warengruppe AS-Humus vergibt,
 - Verpflichtung zum Nachweis der In- und Output-Ströme der Kompostierungsanlagen, einschließlich Nachweis zum Verbleib und fachgerechtem Einsatz der erzeugten Komposte.

6.8.3 Thermische Entsorgung

Die Eignung kommunaler Klärschlämme für die thermische Entsorgung wird wesentlich von ihrem Energiegehalt bestimmt. Maßgeblichen Einfluss auf den Heizwert haben der Wassergehalt bzw. der Entwässerungsgrad des Schlammes und das Verhältnis zwischen organischem und anorganischem Anteil in der Trockensubstanz. Hauptsächlich beeinflusst werden diese Parameter durch die unterschiedlichen Verfahren der Abwasser- und Schlammbehandlung. Im Vorfeld einer geplanten thermischen Entsorgung ist deshalb die Schlammbehandlung mit den konkreten Annahmekriterien der jeweiligen thermischen Entsorgungsanlage abzustimmen. Dabei ist folgendes zu berücksichtigen:

Mitverbrennung von entwässertem Klärschlamm in Kraftwerksanlagen

- Zur Entwässerung sollten nur Polymere als Konditionierungsmittel zum Einsatz kommen, da die Verwendung von Metallsalzen und Kalk eine Anreicherung mit Ballaststoffen zur Folge hat, die den Heizwert nachteilig beeinflusst.
- Der Klärschlamm ist generell biologisch zu stabilisieren, vorzugsweise durch Faulung, damit seine Lagerfähigkeit gewährleistet ist. Die chemische Stabilisierung mit Kalk ist wegen vorgenannter Heizwertproblematik nicht angebracht.

Verbrennung von getrocknetem Klärschlamm

- Die Trocknung vor der Verbrennung ist am sinnvollsten durch die Abwärmenutzung der Verbrennungsanlage möglich. Dementsprechend sollte eine separate Trocknung am Standort der Kläranlage nur dann zur Anwendung kommen, wenn die anschließende thermische Entsorgung zwar ein getrocknetes Produkt voraussetzt aber der Trocknungsschritt selbst nicht am Standort der Behandlungsanlage möglich ist.
- Erfolgt eine Trocknung des Klärschlammes auf der Kläranlage, kann im Gegenzug auf die Stabilisierung verzichtet werden. Die spezifischen Besonderheiten der Kläranlage

sind dabei jedoch zu berücksichtigen (Energiebilanz der Kläranlage, technische und logistische Abläufe).

6.9 Literatur- und Quellenverzeichnis

-
- [6/1] Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Beseitigung von Abfällen - Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz (KrW-/AbfG) - vom 27. September 1994 (BGBl. I 1994 S. 2705; zuletzt geändert am 21.06.2005)
- [6/2] Tetzlaff, S., Form, M., Näher, G., Seydler, B.
Ökobilanz der Klärschlamm Entsorgung
in: Korrespondenz Abwasser, 40. Jahrgang, 6/93
- [6/3] Dr. Friedrich, H., Fehernbacher, H., Giegrich, J., Knappe, F.
Ökobilanz der verschiedenen Entsorgungswege des Klärschlamm
in: Müll und Abfall, 34. Jahrgang, 10/02
- [6/4] „Ökobilanzielle Betrachtung von Entsorgungsoptionen für Klärschlamm im Land Schleswig-Holstein“
im Auftrag des Ministerium für Umwelt, Natur und Forsten des Landes Schleswig-Holstein
ifeu – Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH, April 2002
- [6/5] Franke, B., Höper, G.
„Ökobilanz zur Klärschlamm Entsorgung in Bremen: Landwirtschaft, Mitverbrennung, Flugstromvergasung“
in: Korrespondenz Abwasser, 42. Jahrgang, 9/95
- [6/6] Höper, G.
„Klärschlamm Entsorgung in der Stadt Bremen“
in: Thome-Kozmiensky, K. J., Abfallwirtschaft am Wendepunkt
TK Verlag Karl Thome-Kozmiensky, Neuruppin 1997
- [6/7] Mönicke, R.
„Klärschlamm – ein dringend benötigter preisgünstiger Ergänzungsdünger“
in: KA – Abwasser, Abfall, 52. Jahrgang, 10/2005
- [6/8] Pinnekamp, J.
„Verfahren der Phosphorrückgewinnung - Erkenntnisstand und Forschungszielsetzungen “
in: Tagungsband der 4. Klärschlamm Tage in Würzburg, DWA 04/2005
- [6/9] Deutscher Bundestag – Unterrichtung durch die Bundesregierung.
„Umweltgutachten 2002 des Rates von Sachverständigen für Umweltfragen“
Drucksache 14/8792 v. 15.04.2002
- [6/10] Gethke, K., Herbst, H., Montag, D., Pinnekamp, J.
„Potenziale des Phosphorrecyclings aus Klärschlamm und phosphathaltigen Abfallströmen in Deutschland“
in: KA – Abwasser, Abfall, 52. Jahrgang, 10/2005
- [6/11] Gethke, K., Herbst, H., Montag, D., Köster, J.
„Abwasserbehandlung – Phosphorressource von morgen? – Workshop der DWA Arbeitsgruppe AK-1. ‚Phosphorrückgewinnung‘ “
in: KA – Abwasser, Abfall, 52. Jahrgang, 05/2005
- [6/12] Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen
„Abfälle aus Kläranlagen in Nordrhein-Westfalen – Teil E – Organische Schadstoffe in Klärschlamm-Bewertung und Ableitung von Anforderungen an die landwirtschaftliche Verwertung“, Düsseldorf, Februar 2005
- [6/13] Österreichisches Umweltbundesamt
Kügler, I., Öhlinger, A., Walter, B.
„Dezentrale Klärschlammverbrennung“ (Berichte BE-260)
Umweltbundesamt GmbH, Wien, 2004
- [6/14] Mitteilung des Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft vom 12.05.2006
- [6/15] Autorenkollektiv
„Ergebnisse der DWA-Klärschlammhebung 2003“. In: KA - Abwasser, Abfall, Heft 10, 2005, S. 1099 ff.

7 ZUSAMMENFASSUNG

7.1 Klärschlammaufkommen und Stand der Klärschlamm Entsorgung im Freistaat Sachsen 2004

Im Jahr 2004 betrug das Klärschlammaufkommen im Freistaat Sachsen 102.055 t Trockensubstanz. Der Klärschlammfall ist trotz weiter geführtem Ausbau der Kläranlage nicht weiter angestiegen bzw. weist eine rückläufige Tendenz bzw. Stagnation auf. Damit bestätigt sich ein Trend, der auch in anderen Bundesländern zu verzeichnen ist.

Tab. 7-1: Klärschlammaufkommen im Freistaat Sachsen 2000 - 2004

Bilanzjahr	Klärschlammaufkommen t TS/a	Steigerung zum Vorjahr
2000	105894	
2001	107565	1,58%
2002 (Hochwasser beeinflusst niedriger)	97325	-9,52%
2003	103370	6,21%
2004	102055	-1,27%

Die Verwertung und Beseitigung der 2004 im Freistaat Sachsen angefallenen Klärschlamm-mengen verteilte sich auf die in nachstehender Tabelle 7-2 aufgeführten Entsorgungspfade. Der Vergleich zu den Werten der Vorjahre zeigt, dass die landwirtschaftliche Verwertung im Freistaat Sachsen, die 1997 noch bei ca. 8 % lag, auf 2 % in 2004 gesunken ist. Damit steht Sachsen dem bundesweiten Entsorgungstrend entgegen, wonach die Verwertung in der Landwirtschaft 2004 ca. 31,5 % betrug^[7/1].

Tab. 7-2: Klärschlamm Entsorgung im Freistaat Sachsen 2004

	Gesamt- auf- kommen	Verwertung					Beseitigung/ Lagerung		Entsor- gungs- bereich außer- halb Sachsens
		Landwirtschaft	Kompostierung	Rekultivierung	Thermische Verwertung	Sonstiges**	Deponie	Zwischenlager	
[t TS/a]									
Freistaat Sachsen	102.055	2.174	49.846	20.886	3.985	1.215	2.939	337	20.673
Anteil am Aufkommen	100,0 %	2,1 %	48,8 %	20,5 %	3,9 %	1,2 %	2,9 %	0,3 %	20,3 %

Auffallend ist die Entwicklung im Bereich der Kompostierung in Sachsen. 1998 betrug der Anteil der Kompostierung 55%, 2001 53 % und 2004 49%. Im Vergleich zu 1998 hat sich der Anteil der Kompostierung in Sachsen auf hohem Niveau stabilisiert. Entsprechende Recherchen ergaben, dass ca. 15% der Kompostprodukte an den Landschaftsbau abgegeben werden. Gemäß der DWA Erhebung von 2003^[7/1] wird der bundesweite Anteil der Klärschlammkompostierung lediglich mit ca. 10 % eingeschätzt. Der Pfad der Kompostierung wird bundesweit nicht separat geführt.

Seit Inkrafttreten der Abfallablagerungsverordnung ist die Deponierung von Klärschlamm im Freistaat Sachsen eingestellt.

Die thermische Entsorgung ist im Freistaat Sachsen nach wie vor sehr gering vertreten (4 %), während bundesweit ein starker Anstieg von 11 % im Jahre 1995 auf 19 % im Jahre 1998 und 37% im Jahre 2003 festzustellen ist.

Ein Fünftel des Klärschlammaufkommens des Freistaates Sachsen ging 2004 weiterhin in fremde Entsorgungsbereiche außerhalb Sachsens. Verursacht wird dies durch die Entsorgungspraxis der Großkläranlagen, deren vertraglich gebundene Entsorger einen Großteil der Klärschlämme außerhalb Sachsens verbringen. In Brandenburg geht der Klärschlamm hauptsächlich direkt in die Landwirtschaft. In Thüringen und in Sachsen-Anhalt erfolgt der Einsatz u. a. zur Rekultivierung der Wismut-Halden. In allen drei angrenzenden Bundesländern (Brandenburg, Sachsen-Anhalt, Thüringen) wird sächsischer Klärschlamm, neben dem direkten Einsatz, kompostiert und zu Substraten verarbeitet, welche zum Teil wieder nach Sachsen importiert werden. Die gesamten nach außerhalb Sachsens verbrachten Klärschlamm-mengen wurden verwertet.

7.2 Mengenprognose für Klärschlamm und Abfälle aus der kommunalen Abwasserbeseitigung bis 2015 im Freistaat Sachsen

Ausgehend vom zukünftigen Ausbau der Kläranlagen wurden über den Ansatz spezifischer Anfallmengen Prognosen zu den in den Jahren 2005, 2010 und 2015 in Sachsen anfallenden Mengen an Klärschlamm, Rechen-, Sandfanggut und Rückständen aus der Kanalisation erstellt. Aus den Prognosen ergeben sich die in nachfolgender Tabelle 7-3 aufgeführten Mengen. Wegen mangelnder Genauigkeit der Basisdaten und erheblicher Schwankungsbreiten der spezifischen Anfallmengen, die u. a. maßgeblich von den Reinigungsanforderungen und -verfahren, der Anlagentechnik und der Betriebsweise bestimmt werden, sind nachfolgend mittlere Werte für die Anfallmengen von Klärschlamm, Sieb- und Rechenrückständen, Sandfangrückstände und Rückstände aus der Kanalisation angegeben (siehe Kapitel 3).

Tab. 7-3: Prognose Klärschlammfall, Abfälle aus der Kanalreinigung, Sieb- und Rechenrückstände und Sandfangrückstände im Freistaat Sachsen bis 2015 (Mittelwerte)

Prognosejahr	Klärschlamm ¹⁾	Rechengut	Sandfanggut	Rückstände aus Kanalreinigung
	t TS/a	t TS/a	t TS/a	t ²⁾ /a
2005	101.719	4.563	15.683	27.372
2010	98.067	5.054	17.392	30.358
2015	98.918	5.098	17.540	30.655

¹⁾ Klärschlammfall für Kläranlagen ab GK 2 (≥ 1000 EW)

²⁾ bezogen auf Tonnen Feststoff-Wasser-Gemisch

Gegenüber früheren Prognosen zum Klärschlammfall ist ein weiterer Rückgang der Anfallmengen zu verzeichnen. Der Grund hierfür ist die Reduzierung der Kapazitäten bestehender und geplanter Kläranlagen, welche ursächlich auf die weitere Abnahme der Bevölkerung zurückzuführen ist. Die Verbesserung der Klärschlammbehandlung auf den Kläranlagen selbst z. B. durch Einführung/Wiederinbetriebnahme der Klärschlammfäulung, insbesondere auf den Großkläranlagen Dresden und Leipzig, und der Rückgang der Klärschlammkonditionierung mit Kalk bewirken eine ganz erhebliche Reduzierung des Klärschlammaufkommens.

7.3 Stand und Perspektive der Klärschlamm Entsorgung im Freistaat Sachsen

Die Erhebungen zur Studie zeigen, dass im Freistaat Sachsen der Ausbau der großen Abwasserbehandlungsanlagen weitgehend abgeschlossen ist. Dies wird deutlich in dem prognostizierten stagnierenden bzw. rückläufigen Klärschlammaufkommen.

Die Erhebungen und Betrachtungen zu den unterschiedlichen Entsorgungsmöglichkeiten von Klärschlamm für die spezifischen Verhältnisse des Freistaates Sachsen lassen die Feststellung zu, dass Sachsen in allen aufgezeigten Bilanzszenarien zur Klärschlamm Entsorgung über stets ausreichende Verwertungswege verfügt. Im Einzelnen lässt sich aus den Betrachtungen ableiten:

1. Die **landwirtschaftliche Verwertung** hat insgesamt abgenommen. Sie liegt im Bundesvergleich weit zurück und spielt derzeit kaum eine Rolle. Als hauptsächliche Ursachen dafür sind zusehen:
 - das Förderprogramm "Umweltgerechte Landwirtschaft", das zu einer starken Eingrenzung des Einsatzes von Klärschlamm geführt hat,
 - Akzeptanzdefizite bei den Landwirten aufgrund der Vorbehalte bei Abnehmern (Marktstrategien) und Verbrauchern,
 - Interessenkonflikt zwischen bodenbezogener Verwertung und Bodenschutz,
 - aus Sicht der Landwirtschaft bleibt trotz Klärschlammhaftungsfond ein Restrisiko beim Landwirt,
 - die Vergabe der Entsorgung über Ausschreibung reduziert den Einfluss auf die Entsorgungspfade.

Mangelnde Akzeptanz und vorherrschende Restriktionen lassen eine kurzfristige Steigerung der Verwertungsrate auf über 5% der prognostizierten Klärschlammmenge aus gegenwärtiger Sicht unrealistisch erscheinen. Angesichts der Tatsache, dass 2004 auf nur 0,09 % der Ackerfläche Sachsens Klärschlamm ausgebracht wurde^[7/2], sollte auch unter Berücksichtigung der bundesweiten Verwertungsquote mittel- bis langfristig eine Steigerung der in der Landwirtschaft verwerteten Klärschlammengen angestrebt werden.

2. Die **landschaftsbauliche Verwertung** (Landschaftsbau/Rekultivierung) in Sachsen ist mit großen Unsicherheiten behaftet. Zu den in diesem Bereich verfügbaren Potentialen konnten keine verlässlichen Angaben erhoben werden. Es ist jedoch davon auszugehen, dass ein erheblicher Anteil der heute über den Pfad „Kompostierung“ als Klärschlammkomposte/Substrate entsorgten Klärschlämme wieder in diesem Bereich eingesetzt wird. Unter Beachtung dieser Tatsache wird im Ergebnis dieser Studie eingeschätzt, dass der Verwertungspfad Landschaftsbau/Rekultivierung in Sachsen mittelfristig bis langfristig noch einen maßgeblichen Beitrag zur gesicherten Klärschlammverwertung leisten kann. Insgesamt beläuft sich die Prognose für 2015 auf 10 % - 15 %, jedoch mit dem Hinweis, dass bei erweiterter Erfassung des Entsorgungspfades Kompostierung dieser eine wesentlich höhere Verwertungsquote aufweisen wird. Um den Pfad der landschaftsbaulichen Verwertung genauer untersetzen zu können, sollte neben der Erfassung der Mengen aus der Kompostierung, die in diesen Pfad gehen, auch eine Untersuchung der Potentiale und Flächenverfügbarkeit im Bereich der Rekultivierung erfolgen.
3. Die intensiv genutzte Verwertung über den Pfad „**Kompostierung**“ lässt offen, welchen Entsorgungspfad die Klärschlammkompostprodukte gehen. Die bisherigen Recherchen lassen lediglich die Einschätzung zu, dass ein Großteil der erzeugten Substrate im Landschaftsbau/Rekultivierung eingesetzt wird bzw. Substrate für Rekultivierungsmaßnahmen exportiert werden (z.B. Deponieabdeckung).
4. Der Anteil der **thermischen Entsorgung** ist mit 4 % vom Gesamtanfall sehr gering; tendenziell aber von diesem niedrigen Niveau aus steigend. Die verfügbaren Kapazitäten zur thermischen Entsorgung von Klärschlamm werden maßgeblich bestimmt von den Anlagen zur Mitverbrennung in den Braunkohlenkraftwerken. Die vorhandenen Kapazitäten bieten für den Fall eines drastischen Rückgangs der stofflichen Verwertung

ausreichende Entsorgungsmöglichkeiten. Damit sind die Voraussetzungen gegeben, kurzfristig auf Veränderungen in anderen Entsorgungspfaden zu reagieren.

Es zeichnet sich ab, dass die thermische Entsorgung in zunehmenden Maß in Konkurrenz zur stofflichen Verwertung tritt. Außerdem bestehen bei den Abwasserbeseitigungspflichtigen (sowohl Körperschaften als auch private Betreiber) Tendenzen, diesen Entsorgungspfad aus Gründen der Entsorgungssicherheit stärker zu nutzen. Der Anteil dieses Verwertungspfades wird, dem bundesweiten Trend folgend, zunehmen. In Abhängigkeit der Entwicklung der stofflichen Verwertung kann für 2015 mit einem Prozentsatz von minimal 13 % bis maximal 47 % gerechnet werden. Die Schwankungsbreite ist Ausdruck der Prognoseunsicherheiten.

7.4 Strategie der Klärschlamm Entsorgung im Freistaat Sachsen

Langfristig anzustreben ist ein Entsorgungskonzept, welches die Nutzung der Wert gebenden Phosphate erlaubt und gleichzeitig die Einbringung von Schadstoffen in den Boden minimiert. Das kann nur von Verfahren geleistet werden, bei denen das Phosphat vor oder nach einem thermischen Schritt aus dem Klärschlamm abgetrennt wird. Mittelfristig wird deshalb eine Strategie benötigt, die diese langfristige Option nicht verschließt und auf mehreren, in einem ausgewogenen Verhältnis zueinander stehenden Entsorgungspfaden aufbaut.

Ausgehend von den derzeitigen und künftigen Bedingungen für die Klärschlammverwertung und -beseitigung in Sachsen, ist zur mittelfristigen Sicherung der Klärschlamm Entsorgung ein nach Kapazität und zeitlicher Verfügbarkeit flexibles Entsorgungskonzept anzustreben. Aus heutiger Sicht sollte dieses Konzept schwerpunktmäßig auf die stoffliche Verwertung und dabei auf die dauerhafte Schließung von Stoffkreisläufen und daneben ergänzend auf die verfügbare thermische Entsorgung ausgerichtet sein.

Für den Erfolg des auf stoffliche Verwertung ausgerichteten Teils des Strategiekonzeptes ist maßgebend, inwieweit es mittel- bis langfristig gelingen wird, den Anteil der in der Landwirtschaft verwerteten schadstoffarmen Klärschlämme und Klärschlammkomposte zu erhöhen. Die Flächenverfügbarkeit in der Landwirtschaft ist hoch und aufgrund einer zunehmenden Verarmung der Böden (Unterversorgung mit Phosphat und Kalk, fehlender Humusersatz)^[7/3] und schwindender Phosphatreserven ist die Landwirtschaft auf die Bereitstellung kostengünstiger Nährstoffträger und organischer Substanz angewiesen. Klärschlamm ist ein wertvoller Ergänzungsdünger und Humuslieferant.

Wesentliche Voraussetzung für die Strategie zur Sicherung der landwirtschaftlichen Klärschlammverwertung ist ein enges Zusammenwirken der Aufgabenträger der Abwasserbeseitigung bzw. deren beauftragten Dritten/Entsorgern und Vertretern von Landwirtschaft und Bodenschutz. Durch gemeinsame Problembewältigung sollte ein wirksames Vertrauensverhältnis geschaffen werden, so dass als Folge über den Weg der Akzeptanzerhöhung eine Steigerung der landwirtschaftlich verwerteten Klärschlammmenge möglich wird. Ein weiterer Ansatz könnte darin bestehen, die Klärschlamm Düngung auf Flächen, die der Produktion nachwachsender Rohstoffe dienen, zu befördern.

Strategische Zielvorgabe sollte eine Verwertungsrate von mehr als 15 % des zukünftigen Klärschlammaufkommens sein, besser wäre eine Annäherung an bundesdeutsche Verhältnisse mit aktuell ca. 31 % landwirtschaftlicher Verwertung.

Ausgehend von der Spezifik der zu lösenden Aufgabe sollte in verstärktem Maße auf die Entwicklung regionaler Verwertungskonzepte gesetzt werden, die die lokalen Gegebenheiten und Anforderungen zielorientiert berücksichtigen.

Für Klärschlämme, die nicht in der Landwirtschaft oder im Landschaftsbau stofflich verwertet werden können, stehen Kapazitäten zur Mitverbrennung in Braunkohlekraftwerken zur Verfügung. In welchem Maß diese Kapazitäten zukünftig für die Klärschlamm Entsorgung bean-

sprucht werden, hängt maßgeblich von der Entwicklung der stofflichen Verwertungspfade ab. Die verfügbaren Kapazitäten zur Mitverbrennung im Freistaat Sachsen, die das aktuelle Klärschlamm-aufkommen weit überschreiten, ermöglichen es bereits jetzt, den gesamten sächsischen Klärschlamm zu entsorgen. Zu berücksichtigen ist jedoch, dass die Betreiber an der überregionalen Auslastung der Kapazitäten arbeiten.

7.5 Strategie der Entsorgung von Rechen-, Sandfanggut und Rückständen aus der Kanalisation

Für die Aufbereitung von **Sandfanggut und Rückständen aus der Kanalisation** sowie deren Entsorgung stellt der Einsatz einer Sandfanggutwäsche in Kombination mit der Herstellung eines Wertstoffes für Bauzwecke (Sandrecyclinganlage) die derzeit beste Lösung dar. Die erforderliche Anlagentechnik wird in mobiler und stationärer Bauweise angeboten, der Absatz der gewonnenen Produkte ist unproblematisch und auch umweltseitig sind positive Auswirkungen zu verzeichnen. Wegen der vorhandenen Vorteile sollte die Nassaufbereitung mit nachfolgender stofflicher Verwertung zukünftig verstärkt genutzt werden. Insbesondere bei kleineren Sandmengen ist die Mitbehandlung in zentralen Aufbereitungsanlagen sinnvoll.

Die in Sachsen bisher häufig praktizierte Entsorgung von **Rechengut** auf Deponien ist durch die Bestimmungen der Abfallablagereverordnung nicht mehr möglich. Die thermische Entsorgung von Rechengut ist aufgrund der damit verbundenen hohen Entsorgungssicherheit die langfristig anzustrebende Entsorgungslösung. Die Ergebnisse zur Vergärung von Rechengut sollten weiter verfolgt werden.

7.6 Literatur- und Quellenverzeichnis

-
- [7/1] „Ergebnisse der DWA-Klärschlammhebung 2003“
in: Korrespondenz Abwasser, 52. Jahrgang, 10/2005
- [7/2] Klärschlammverordnung (AbfKlärV) - Aufbringungsplan 2004 Freistaat Sachsen
Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft/Fachbereich Landwirtschaftliche Untersuchungen, Bearbeiter:
Dr. habil. R. Mönicke, Dipl.-Chem. I. Kühn, Juli 2005
- [7/3] Mönicke, R.
"Klärschlamm – ein dringend benötigter preisgünstiger Ergänzungsdünger"
in: KA – Abwasser, Abfall, 52. Jahrgang, 10/2005