

Materialienband
zum Salzburger Klärschlammkonzept 2001
Stand Juni 2001

Impressum:

Verleger: Land Salzburg, vertreten durch die Abteilung 16

Herausgeber: Dipl. Ing. Dr. Othmar Glaeser

Hersteller: Land Salzburg, Hausdruckerei

Adresse: Alle Postfach 527, A-5010 Salzburg

Salzburg, im Juni 2001

1 Klärschlammkonzept – rechtlicher Bereich (Arbeitspaket 1)	6
1.1 Beginn und Ende der Abfalleigenschaft	6
1.1.1 Beginn der Abfalleigenschaft von Klärschlamm (§ 1 Abs 1 S.AWG)	6
1.1.2 Ende der Abfalleigenschaft von Klärschlamm (§ 1 Abs 5 S.AWG)	6
1.2 Wichtige abfallrechtliche Vorschriften	7
1.2.1 Aufzeichnungspflichten nach §14 AWG und der Abfallnachweisverordnung	7
1.2.2 Aufzeichnungs-, Melde- und Nachweispflichten nach §§ 17, 18 und 36 S.AWG	7
1.2.3 Einstufung von Klärschlamm nach der ÖNORM S 2100 und der Festsetzungsverordnung 19978	
1.2.4 Verbringung von Klärschlamm ins Ausland	8
1.2.5 Altlastensanierungsgesetz	8
1.2.6 Abfallwirtschaftliche Planung des Landes (§ 4 S.AWG)	8
1.2.7 Abfallwirtschaftliche Planung des Bundes (§ 5 AWG)	9
1.3 Für eine zulässige Verwertung zu beachtende Rechtsvorschriften	9
1.3.1 WRG	9
1.3.2 Forstgesetz („Keine Ablagerung von Abfällen im Wald“)	10
1.3.3 Düngemittelgesetz	10
1.3.4 Behandlungsstandards nach S.AWG	10
1.3.5 Salzburger Naturschutzgesetz	11
1.3.6 EU-Klärschlammrichtlinie, EU-Nitratrichtlinie und EU-Richtlinie über die Behandlung von kommunalen Abwässern	11
1.3.7 Salzburger Bodenschutzgesetz	11
1.3.8 Kompostverordnung	11
1.3.9 Vererdungsverordnung	12
1.3.10 Bundes-Abfallwirtschaftsplan	12
1.4 Für eine sonstige Behandlung zu beachtende Rechtsvorschriften	12
1.4.1 Deponieverordnung („Ablagerungsverbote“)	12
1.4.2 Verordnung über die Verbrennung gefährlicher Abfälle, BGBl II Nr 22/1999 und Verordnung über die Verbrennung gefährlicher Abfälle in gewerblichen Betriebsanlagen, BGBl II Nr 32/1999	13
1.4.3 Behandlungsstandards nach S.AWG	13
1.5 Vergaberechtliche Bestimmungen	13
1.6 Übersicht der verwendeten Abkürzungen	14
1.7 Umsetzungserfordernisse nach der EG-Klärschlamm-Richtlinie	15
1.8 Umsetzungserfordernisse nach der EG-Nitrat-Richtlinie	16
1.9 Umsetzungserfordernisse nach der EG-RL über Behandlung von kommunalem Abwasser	16
2 Regelwerke und Richtlinien für kommunalen Klärschlamm; Verbesserungsmöglichkeiten (Arbeitspaket 2)	17

2.1 Zusammenstellung von relevanten Regelwerken und Richtlinien, welche die Klärschlammbehandlung und Grenzwertbeschränkungen für kommunalen Klärschlamm betreffen	17
2.1.1 Länder-Regelungen in Österreich (BodenschutzG).....	17
2.1.2 EU-Richtlinie	17
2.1.3 BBSchG Deutschland	17
2.1.4 Schadstoffbegrenzungen – Überblick.....	18
2.2 Verbesserungsmöglichkeiten	20
2.2.1 Mengen	20
2.2.2 Schad/Fremdstoffe.....	21
2.2.3 Entsorgungsvielfalt.....	22
3 Klärschlammbehandlungsverfahren und -technologien	
(Arbeitspaket 3)	24
3.1 Klärschlammverwertung und –entsorgung in Österreich	24
3.1.1 Situation der Verwertung und Entsorgung von kommunalem Klärschlamm in Österreich.....	26
3.2 Verfahrenstechnische Bausteine.....	28
3.2.1 Stabilisierung.....	29
3.2.2 Hygienisierung	32
3.2.3 Entfernung des Wassers.....	34
3.2.4 Eindickung und Stapelung	34
3.2.5 Verwertung von Klärschlamm in der Landwirtschaft und im Landschaftsbau	40
3.2.6 Biologische Verwertungs- und Entsorgungsverfahren.....	41
3.2.7 Thermische Entsorgungsverfahren.....	50
3.2.8 Deponierung.....	55
3.3 Stand der Klärschlammbehandlung und –entsorgung im Bundesland Salzburg.....	57
4 Der Klärschlamm im Bundesland Salzburg 1994 - 1996	
(Arbeitspaket 4)	61
4.1 Einleitung.....	61
4.2 Nährstoffgehalte.....	62
4.3 Schwermetallkontaminationen	62
4.4 Detailergebnisse der Schwermetallanalysen.....	65
5 Landwirtschaft und Naturschutz	
(Arbeitspaket 5 sowie Arbeitspaket 6).....	81
5.1 Anwendung/Verwertung von Klärschlamm in der Landwirtschaft, Restriktionen und Förderungen	81

5.2	Salzburger Klärschlammrichtlinie	83
5.3	Rechtliche/fachliche Vorgaben der Europäischen Gemeinschaft	85
5.4	Umsetzung der EU-Klärschlammrichtlinie in Österreichisches/Salzburger Recht	89
5.5	Restriktionen aufgrund von landwirtschaftlichen Förderungen	89
5.6	Durch ÖPUL-Maßnahmen gebundene Flächen	92
5.7	Restriktionen durch sonstige landwirtschaftliche Förderungen	93
5.7.1	Klärschlammmanwendungsbestimmungen	93
5.8	Sonstige Einschränkungen der Klärschlammmanwendung	95
5.9	Klärschlammverwertung in der Landwirtschaft – Ausblick	97
5.9.1	Rechtliche Situation	97
5.9.2	Restriktionen aus dem landwirtschaftlichen Förderungsprogramm	97
5.9.3	Restriktionen aufgrund der Nutzung und der Vorbelastung der Böden.....	98
5.9.4	Flächenbedarf bei einer Klärschlammverwertung in der Landwirtschaft.....	98
5.9.5	Zukünftige Anwendungsmöglichkeit von Klärschlamm in der Landwirtschaft.....	99
5.9.6	Restrisiko für den Landwirt und die landwirtschaftliche Produktion	99
5.9.7	Verwendung von weiterverarbeiteten Klärschlamm in der Landwirtschaft.....	99
5.9.8	Verwendung von weiterverarbeiteten Klärschlamm im Landschaftsbau.....	100

1 Klärschlammkonzept – rechtlicher Bereich

(Arbeitspaket 1)

Autorin: Mag. Michaela Slama

1.1 Beginn und Ende der Abfalleigenschaft

1.1.1 Beginn der Abfalleigenschaft von Klärschlamm (§ 1 Abs 1 S.AWG)

Abfälle sind bewegliche Sachen

- deren sich der Eigentümer oder Inhaber entledigen will oder entledigt hat (subjektiver Abfallbegriff) oder
- deren Erfassung und Behandlung als Abfall im öffentlichen Interesse geboten ist (objektiver Abfallbegriff).

Wird Klärschlamm an Dritte weitergegeben, liegt in der Regel eine **Entledigungsabsicht** vor. Klärschlamm stellt daher ab diesem Zeitpunkt Abfall (im subjektive Sinn) dar.

1.1.2 Ende der Abfalleigenschaft von Klärschlamm (§ 1 Abs 5 S.AWG)

Eine Sache ist so lange Abfall bis sie oder die aus ihr gewonnenen Stoffe einer **zulässigen Verwendung** (Substitution von Produkten oder Rohstoffen, Gewinnung von Energie durch Substitution konventioneller Brennstoffe) unmittelbar zugeführt werden.

Kriterien für eine zulässige Verwendung sind:

- Unmittelbare Substitution eines Produktes oder eines Rohstoffes oder Gewinnung von Energie durch Substitution konventioneller Brennstoffe
- die Abfälle sind für die Substitution **technisch geeignet**
- **Eigenschaften** der Abfälle (keine negativen Auswirkungen auf die Umwelt, Boden, Luft, Wasser)
- alle relevanten **Rechtsvorschriften** werden eingehalten (WRG, Forstgesetz, Naturschutzgesetz, Bodenschutzgesetz, Kompostverordnung etc)

Bei Einhaltung der oben genannten Kriterien ist eine zulässige Verwendung von Klärschlamm oder des aus ihm gewonnenen Stoffes grundsätzlich möglich (zB Einsatz in der Landwirtschaft, Verwendung von Komposten oder Erden aus Klärschlamm, Gewinnung von Energie durch thermische Verwertung). Als sonstige Behandlung ist beispielsweise die Deponierung oder die Mischmüll-Klärschlamm-Kompostierung anzusehen, die Abfalleigenschaft des Klärschlammes endet hier demzufolge nicht.

1.2 Wichtige abfallrechtliche Vorschriften

1.2.1 Aufzeichnungspflichten nach §14 AWG und der Abfallnachweisverordnung

Abfallbesitzer ist der Erzeuger von Abfällen oder die natürliche oder juristische Person, in deren Besitz sich die Abfälle befinden.

Grundsätzlich sind daher sowohl Kläranlagenbetreiber als auch alle jene, die in der Kette bis zur zulässigen Verwendung des Klärschlammes den Klärschlamm besitzen, Abfallbesitzer.

Abfallbesitzer haben für jedes Kalenderjahr fortlaufende Aufzeichnungen über Art, Menge, Herkunft und Verbleib der Abfälle zu führen.

Die Aufzeichnungen sind in Form eines Vormerkbuches, einer Kartei oder durch die chronologische Sammlung von Kopien sonstiger geeigneter Belege des Warenverkehrs, wie Frachtscheine, Rechnungen, Lieferscheine oder bei Verarbeitung in elektronischen Datenverarbeitungssystemen durch Sicherung auf externen Datenträgern (Magnetband, Disketten, Festwechselplatten und ähnliches), sodass ein Zugriff auf die Daten jederzeit ermöglicht werden kann, zu führen. Die Aufzeichnungen sind getrennt nach den betreffenden Abfallarten fortlaufend zu führen und der zuständigen Behörde auf Verlangen vorzulegen. Die Aufzeichnungen sind sieben Jahre aufzubewahren.

1.2.2 Aufzeichnungs-, Melde- und Nachweispflichten nach §§ 17, 18 und 36 S.AWG

Zum Nachweis dafür, dass bei der Entsorgung von Abfällen, die in Salzburg anfallen, gesammelt oder behandelt werden, die in Salzburg für die Sammlung und Behandlung geltenden Standards gemäß den §§ 5 und 6 S.AWG eingehalten werden, ist dies vom Übernehmer der Abfälle rechtsverbindlich zu bestätigen. Diese Bestätigung ist auf den Belegen des Warenverkehrs, wie Lieferscheine, Rechnungen usw. anzubringen.

Bei der Weitergabe von Klärschlamm an Dritte ist daher auf den Frachtscheinen, Lieferscheinen und Rechnungen oder sonstigen Papieren des Warenverkehrs ein Vermerk anzubringen, in welchem der Übernehmer rechtsverbindlich erklärt, bei der weiteren Entsorgung oder Verwertung die Mindestbehandlungsstandards, wie sie in den §§ 5 und 6 S.AWG vorgegeben sind, einzuhalten.

Dazu können folgende oder ähnlich lautende Formulierungen als Bestätigung verwendet werden:

„Die Übernahme und weitere Behandlung der Abfälle erfolgt nachweislich gemäß den nach §§ 5 und 6 S.AWG, LGBl Nr. 35/1999 geltenden Standards“.

Weiters haben Transporteure, Lagerer, Sammler und Behandler von Klärschlämmen die Verpflichtungen der §§ 17 (Meldepflicht der Tätigkeit) und 18 S.AWG (Übermittlung einer Jahresabfallbilanz an die Behörde, gilt nicht für Transporteure) einzuhalten.

Nähere Informationen sind aus der Broschüre „S.AWG 1998 - Info-Broschüre für Abfallsammler, Abfallbehandler, Transportunternehmen und Betreiber eines Abfalllagers über das neue Salzburger Abfallwirtschaftsgesetz“, erhältlich beim Amt der Salzburger Landesregierung, Abteilung 16, Postfach 527, 5010 Salzburg, Telefon 0662/8042-4222 erhältlich.

1.2.3 Einstufung von Klärschlamm nach der ÖNORM S 2100 und der Festsetzungsverordnung 1997

- Als nicht gefährlicher Abfall: Schlüsselnummergruppen 943 und 945 der ÖNORM S 2100 vom 1.9.1997 (stabilisierte bzw nichtstabilisierte Schlämme aus mechanisch-biologischer Abwasserbehandlung, soweit sie nicht in anderen Positionen enthalten sind).
- Als gefährlicher Abfall: Schlüsselnummer 94801 "Schlamm aus der Abwasserbehandlung, soweit er nicht in anderen Positionen enthalten ist" gemäß Festsetzungsverordnung 1997.

1.2.4 Verbringung von Klärschlamm ins Ausland

Für die Verbringung von Klärschlamm ins Ausland gelten die Bestimmungen der Verordnung 93/259/EWG des Rates vom 1.2.1993 zur Überwachung und Kontrolle der Verbringung von Abfällen, in der, in die und aus der Europäischen Gemeinschaft. Nach den Bestimmungen dieser Verordnung darf Klärschlamm nicht ohne vorhergehendes Notifizierungsverfahren, dh Zustimmung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft sowie des Empfängerstaates, außerhalb Österreichs gebracht werden.

Klärschlamm ist in der gelben Liste des Anhangs der Abfallverbringungsverordnung unter der Bezeichnung AC 270 Abwasserschlamm genannt. Anträge für die Notifikation einer Abfallverbringung sind an das Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft zu richten, wo auch die entsprechenden Formulare und nähere Auskünfte erhältlich sind.

1.2.5 Altlastensanierungsgesetz

Für Klärschlamm der gelagert, abgelagert, verfüllt oder zur langfristigen Ablagerung ins Ausland verbracht wird, ist ein Altlastensanierungsbeitrag zu entrichten. Dieser Beitrag beträgt derzeit (Stand 1.1.2001) je angefangene Tonne S 600,--. Weiters ist ein Zuschlag von S 400,-- pro angefangener Tonne zu entrichten, wenn der Klärschlamm auf einer Deponie abgelagert wird, die weder über ein Deponiebasisdichtungssystem noch über eine vertikale Umschließung verfügt. Der Beitrag je angefangene Tonne erhöht sich zusätzlich um S 400,--, wenn der Klärschlamm auf einer Deponie mit der Bewilligung zur Ablagerung von Hausmüll und hausmüllähnlichen Gewerbeabfällen abgelagert wird, die über keine dem Stand der Technik entsprechende Deponiegaserfassung und -behandlung verfügt.

1.2.6 Abfallwirtschaftliche Planung des Landes (§ 4 S.AWG)

Zum Zweck der Verwirklichung der Ziele und Grundsätze des S.AWG hat die Landesregierung Abfallwirtschaftspläne aufzustellen. Diese Abfallwirtschaftspläne haben neben einer Beschreibung und

Bewertung des IST-Zustandes, insbesondere abfallwirtschaftliche Ziele und zu deren Erreichung geeignete Maßnahmen, besondere Vorkehrungen für bestimmte Abfälle sowie die Zuordnung von Abfällen zu bestimmten Behandlungsverfahren, die Festlegung von Anforderungen an die Qualität von Abfällen und die Festlegung von Anforderungen an die Behandlung von Abfällen zu enthalten.

Im Jahr 2001 wird ein neuer Landes-Abfallwirtschaftsplan veröffentlicht werden.

1.2.7 Abfallwirtschaftliche Planung des Bundes (§ 5 AWG):

Auch der Bund hat zur Verwirklichung der Ziele und Grundsätze des AWG einen Bundesabfallwirtschaftsplan zu erlassen und zu veröffentlichen. Der Bundes-Abfallwirtschaftsplan hat – unbeschadet der den Ländern zustehenden Planungsbefugnisse – ua eine Bestandsaufnahme der Situation der Abfallwirtschaft, konkrete Maßnahmen zur Verwirklichung der Ziele und Grundsätze des AWGs, die regionale Verteilung der Abfallbehandlungsanlagen zur Behandlung gefährlicher Abfälle sowie besondere Vorkehrungen für bestimmte Abfälle zu enthalten.

Der derzeit gültige Bundes-Abfallwirtschaftsplan stammt aus dem Jahr 1998.

1.3 Für eine zulässige Verwertung zu beachtende Rechtsvorschriften

1.3.1 WRG

Im § 30 WRG ist das allgemeine **Reinhaltegebot** für Gewässer verankert. Alle Gewässer einschließlich des Grundwassers sind so reinzuhalten, dass die Gesundheit von Menschen und Tieren nicht gefährdet, Grund und Quellwasser als Trinkwasser verwendet, Tagwasser zum Gemeingebrauch sowie zu gewerblichen Zwecken benutzt, Fischwässer erhalten, Beeinträchtigungen des Landschaftsbildes und sonstige fühlbare Schädigungen vermieden werden können.

Gemäß § 32 Abs 1 WRG sind nicht bloß geringfügige Einwirkungen auf Gewässer wasserrechtlich bewilligungspflichtig. Jedenfalls einer **Bewilligung** bedarf das Ausbringen von Düngemitteln, ausgenommen auf Gartenbauflächen, soweit die **Düngergabe** (zB Klärschlamm, Müllkompost und andere zur Düngung ausgebrachte Abfälle) auf landwirtschaftlichen Nutzflächen ohne Gründeckung **175 kg Reinstickstoff** je Hektar und Jahr, auf landwirtschaftlichen Nutzflächen mit Gründeckung einschließlich Dauergrünland oder mit stickstoffzehrenden Fruchtfolgen **210 kg Reinstickstoff** je Hektar und Jahr übersteigt.

Gemäß § 32 a Abs 4 WRG ist die Einleitung von Klärschlamm in **Oberflächengewässer** verboten.

Weitere Einschränkungen für die Aufbringung von Klärschlämmen können sich in Wasserschutz- und Schongebieten (§ 34 ff WRG) in Überflutungsbereichen (§ 48 WRG), in Gebieten mit wasserwirtschaftlichen Rahmenverfügungen (§ 54 WRG) etc ergeben.

Die ordnungsgemäße land- und forstwirtschaftliche Bodennutzung ist in § 32 Abs 8 WRG definiert.

1.3.2 Forstgesetz („Keine Ablagerung von Abfällen im Wald“)

Gemäß § 16 Forstgesetz ist jede **Waldverwüstung** verboten. Eine Waldverwüstung liegt jedenfalls vor, wenn durch Handlungen oder Unterlassungen Abfall (wie Müll, Gerümpel, Klärschlamm) abgelagert wird oder der Bewuchs offenbar einer flächenhaften Gefährdung, insbesondere durch unsachgemäße Düngung ausgesetzt wird.

1.3.3 Düngemittelgesetz

Gemäß § 4 ist das Düngemittelgesetz auf Abwässer und Abfälle wie Klärschlamm, Klärschlammkompost, Fäkalien und Müllkompost nicht anzuwenden.

Gemäß § 5 Abs 2 Düngemittelgesetz ist es verboten, Düngemittel, Bodenhilfsstoffe, Kultursubstrate und Pflanzenmittel in Verkehr zu bringen, die Klärschlamm, Klärschlammkompost, Fäkalien oder Müllkompost enthalten.

1.3.4 Behandlungsstandards nach S.AWG

Gemäß § 6 Abs 1 S.AWG sind bei der Behandlung von Abfällen folgende Rahmenbedingungen einzuhalten:

- Die in § 3 Abs 2 Z 2 bis 9 genannten Grundsätze des S.AWG sind zu beachten. Diese Grundsätze sehen ua Folgendes vor:
 - Keine oder möglichst geringe Verdünnung von Schadstoffen
 - Keine oder möglichst geringe Verlagerung von Schadstoffen in die Umwelt oder in neue Produkte
 - Keine Beeinträchtigung der öffentlichen Interessen (Gesundheit von Menschen, Schutz des Tier- und Pflanzenbestandes, Schutz vor Brand – und Explosionsgefahren etc)
 - Keine Vermischung von Abfällen, wenn dadurch ihre Behandlung erschwert würde
- Im Rahmen der Entsorgung soll jedenfalls eine Vorbehandlung der Abfälle und danach erst eine Deponierung der Reste zu erfolgen.
- Bei der Deponierung und sonstigen Behandlung ist das Prinzip der Nähe einzuhalten.
- Die Anforderungen von Behandlungsstandardverordnungen sind einzuhalten
- Die für verbindlich erklärten Teile der Abfallwirtschaftspläne sind einzuhalten.

Für den Bereich der Klärschlämme wurde bis dato (Stand 1.1.2001) noch keine Behandlungsstandardverordnung erlassen und wurde kein Abfallwirtschaftsplan für verbindlich erklärt. Aus den Grundsätzen des S.AWG ist jedoch zu schließen, dass für die Verwertung von Klärschlämmen in der Landwirtschaft unter anderem zumindest die Anforderungen, die in den in Zusammenarbeit des Amtes der Salzburger Landesregierung und der Kammer für Land- und Forstwirtschaft erstellten „Richtlinien für die Verwertung von Klärschlamm in der Landwirtschaft“ vom 30.10.1986 genannt sind, einzuhalten sind.

Ebenso wird von einer Einhaltung der Grundsätze des S.AWG ausgegangen werden können, wenn der Klärschlamm in einer nach dem Stand der Technik genehmigten Müllklärschlammkompostierungsanlage, thermischen Behandlungsanlage oder Klärschlammkompostierungsanlage behandelt wird.

Jedenfalls verboten ist eine Behandlung von Abfällen, deren Zweck eine Schadstoffverdünnung oder –verlagerung ist. Das heißt, Klärschlamm darf beispielsweise nur zur Einhaltung von Grenzwerten nicht vermischt (verdünnt) werden. Weiters darf Klärschlamm nicht auf Flächen abgelagert werden, die nicht als Abfall-Lager oder als Deponie zur (Ab-)Lagerung von Klärschlämmen genehmigt sind.

Gemäß § 33 S.AWG hat die Landesregierung die Einhaltung der Behandlungsgrundsätze zu überwachen und kann diesbezüglich auch Nachweise einfordern. Entspricht der gewählte Entsorgungsweg nicht den Behandlungsgrundsätzen, kann die Landesregierung gemäß § 34 Abs 1 S.AWG eine weitere Behandlung über den bisher gewählten Entsorgungsweg untersagen oder Aufträge erteilen.

1.3.5 Salzburger Naturschutzgesetz

Diesbezüglich wird auf das Arbeitspaket 5 und 6 – Naturschutz verwiesen.

1.3.6 EU-Klärschlammrichtlinie, EU-Nitratrichtlinie und EU-Richtlinie über die Behandlung von kommunalen Abwässern

In der Richtlinie 86/278/EWG des Rates vom 12.6.1986 über den Schutz der Umwelt und insbesondere der Böden bei der Verwendung von Klärschlamm in der Landwirtschaft, der Richtlinie 91/676/EWG des Rates vom 12. Dezember 1991 zum Schutz der Gewässer vor Verunreinigung durch Nitrat aus landwirtschaftlichen Quellen und der Richtlinie 91/271/EWG des Rates vom 21. Mai 1991 über die Behandlung von kommunalem Abwasser sind auch Bestimmungen, die die Qualität, die Behandlung, die Analysemethoden, die Aufbringungen etc von Klärschlamm betreffen, enthalten.

Diese Richtlinien wurden teilweise noch nicht in Österreichisches Recht umgesetzt (siehe beiliegende Aufstellung).

Diese Rahmenbedingungen sind jedoch bei der Erarbeitung des Klärschlammkonzeptes zu berücksichtigen.

1.3.7 Salzburger Bodenschutzgesetz

Ein Salzburger Bodenschutzgesetz befindet sich derzeit in Vorbereitung, eine Regierungsvorlage liegt bereits vor. Das Salzburger Bodenschutzgesetz soll insbesondere auch dazu dienen, die EU-Klärschlammrichtlinie und die EU-Nitratrichtlinie umzusetzen.

1.3.8 Kompostverordnung

Gemäß § 2 Abs 3a AWG kann der Bundesminister für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt- und Wasserwirtschaft mit Verordnung festlegen, unter welchen Voraussetzungen und für welchen

Verwendungszweck bei bestimmten Abfällen die Abfalleigenschaft endet, einschließlich Art, Aufbau und Führung der dafür erforderlichen Aufzeichnungs- und Meldepflichten.

Die Erlassung einer solchen Verordnung für den Bereich der Komposte ist geplant, ein fertiger Entwurf liegt bereits vor (Stand 1.1.2001).

1.3.9 Vererdungsverordnung

Auch für den Bereich der Erden ist eine Verordnung auf Grundlage des § 2 Abs 3a AWG ist geplant. Derzeit liegt jedoch noch kein Entwurf vor.

1.3.10 Bundes-Abfallwirtschaftsplan

Im Bundesabfallwirtschaftsplan 1998 sind keine Behandlungsgrundsätze für Klärschlämme enthalten.

1.4 Für eine sonstige Behandlung zu beachtende Rechtsvorschriften

1.4.1 Deponieverordnung („Ablagerungsverbote“)

Gemäß § 5 Deponieverordnung ist die Ablagerung von Abfällen, deren Anteil an organischem Kohlenstoff (TOC) mehr als 5 Masse% beträgt, verboten. Ausgenommen davon sind Abfälle aus mechanisch-biologischer Vorbehandlung, die in gesonderten Bereichen auf einer Massenabfalldeponie abgelagert werden, sofern der aus der Trockensubstanz bestimmte Verbrennungswert (oberer Heizwert) dieser Abfälle weniger als 6.000 kJ/kg beträgt.

Grundsätzlich gilt dieses Ablagerungsverbot des § 5 der Deponieverordnung nur für neue bzw für wesentliche Änderungen bestehender Deponien. Ab dem **1.1.2004** gelten diese Ablagerungsverbote jedoch auch für bestehende Deponien.

Der Landeshauptmann kann diese Frist jedoch bei Vorliegen bestimmter Voraussetzungen bis längstens 31.12.2008 verlängern.

Gemäß § 5 Ziffer 1 DepVO ist die Ablagerung schlammiger, pastöser oder feinkörniger Abfälle verboten, wenn die Funktionsfähigkeit des Deponiebasisentwässerungssystems beeinträchtigt wird oder wenn die Standfestigkeit des Deponiekörpers nicht gegeben ist.

Gemäß § 5 Ziffer 2 DepVO ist die Ablagerung flüssiger Abfälle, mit Ausnahme der geschlossenen Kreislaufführung des Deponiesickerwassers verboten.

1.4.2 Verordnung über die Verbrennung gefährlicher Abfälle, BGBl II Nr 22/1999 und Verordnung über die Verbrennung gefährlicher Abfälle in gewerblichen Betriebsanlagen, BGBl II Nr 32/1999

Als Verbrennungsanlage im Sinne dieser Verordnungen gilt jede technische Anlage zur thermischen Behandlung von gefährlichen Abfällen unabhängig vom Anteil des Abfalleinsatzes an der Gesamtbrennstoffwärmeleistung.

Die Verbrennungsverordnungen für gefährliche Abfälle unterscheiden zwischen Mitverbrennungsanlagen und Alleinverbrennungsanlagen und sehen für die Mitverbrennungsanlagen in einzelnen Regelungsbereichen Sonderbestimmungen vor.

Bis zur Erstellung einer Positivliste gelten als Mitverbrennungsanlagen Anlagen, in denen Abfälle bis zu 40 % der Gesamtbrennstoffwärmeleistung eingesetzt werden. Bei der Berechnung der 40 %-Grenze werden jedoch nicht gefährliche Holzabfälle, kommunale Klärschlämme, Altöle und Altreifen nicht als Abfälle einbezogen.

1.4.3 Behandlungsstandards nach S.AWG

Ebenso wie bei der Verwertung sind auch bei der sonstigen Behandlung von Abfällen die Anforderungen des § 6 S.AWG einzuhalten. Im Detail siehe dazu Punkt 1.4.4.

1.5 Vergaberechtliche Bestimmungen

Es wird darauf hingewiesen, dass bei der Vergabe der Klärschlamm Entsorgung durch eine dem Bundes- oder dem Landesvergabegesetz unterliegende Körperschaft die Bestimmungen des Bundes- bzw Landesvergabegesetzes einzuhalten sind.

1.6 Übersicht der verwendeten Abkürzungen

Abfallnachweisverordnung	Verordnung über die Nachweispflicht für Abfälle, BGBl Nr. 65/1991
AWG	Abfallwirtschaftsgesetz, BGBl Nr. 325/1990 idgF
Altlastensanierungsgesetz	Altlastensanierungsgesetz, BGBl Nr. 299/1989 idgF
Düngemittelgesetz	Düngemittelgesetz 1994, BGBl Nr 513/1994 idgF
Festsetzungsverordnung 1997	Verordnung über die Festsetzung von gefährlichen Abfällen und Problemstoffen, BGBl II Nr. 227/1997
Forstgesetz	Forstgesetz 1975, BGBl Nr 440/1975 idgF
S.AWG	Salzburger Abfallwirtschaftsgesetz 1998, LGBl Nr. 35/1999 idgF
Salzburger Naturschutzgesetz	Salzburger Naturschutzgesetz, LGBl Nr 73/1999 idgF
WRG	Wasserrechtsgesetz 1959, BGBl Nr 215/1959 idgF

1.7 Umsetzungserfordernisse nach der EG-Klärschlamm-Richtlinie

Artikel	Inhalt	Materie	umgesetzt?
Art 5 Z 1	Grenzwerte für Schwermetall-Konzentration im Boden gemäß Anhang I A	BoSch	nein
	Verbot der Verwendung von Klärschlamm bei Überschreitung der festgelegten Grenzwerte für Schwermetall-Konzentration im Boden	BoSch	nein
Art 5 Z 2 a)	Grenzwerte für Schwermetall-Konzentration im Klärschlamm gemäß Anhang I B und Festlegung von jährlichen Höchstfrachten für Ausbringung von Klärschlamm	BoSch BoSch	nein nein
ODER			
Art 5 Z 2 b)	Grenzwerte für Schwermetallmengen, die pro Jahr in den Boden eingebracht werden dürfen gemäß Anhang I C	BoSch	nein
Art 6 a)	Verpflichtende Vorbehandlung von Klärschlämmen	AbfR: BehStd BoSch: Zulässigkeit	teilw. nein
Art 6 b)	Analyse der Schlämme gemäß Anhang II A durch die Klärschlammherzeuger und Übermittlung der Analysen an die Verwender (Ausnahmen gemäß Art 11)	WasserR BoSch AbfR	nein nein nein
Art 7	Vorschriften über die Verwendung in der Landwirtschaft	BoSch	nein
Art 8	Vorschriften über die Verwendung von Klärschlämmen	BoSch	nein
Art 9	Klärschlammanalysen und Bodenuntersuchung	BoSch	nein
Art 10	Klärschlammregister (Ausnahmen gemäß Art 11)	BoSch	nein

Art 11	mögliche Ausnahmen	---	---
Art 12	strengere Regelungen möglich	---	---
Art 16	Umsetzungsfrist für A: seit 1.1.1994)	---	
Art 17	Klärschlammbericht gemäß Fragebogen nach Art 6 der RL 91/692/EWG	BoSch	nein

1.8 Umsetzungserfordernisse nach der EG-Nitrat-Richtlinie

Artikel	Inhalt	Materie	umgesetzt?
Art 3	Ausweisung von belasteten und gefährdeten Gebieten	--- (flächendeck. AktionsPrgm)	---
Art 4 (1) a)	Regeln der guten fachlichen Praxis gemäß Anhang II hinsichtlich Düngung (A) und Bodenbewirtschaftung (B)	BoSch	nein
Art 4 (1) b)	Schulungs- und Informationsprogramm für Landwirte	BoSch	nein
Art 5 (3) bis (5)	Aktionsprogramme (Erstellung, Verbindlicherklärung, Durchführung)	WasserR BoSch	nein nein
Art 5 (6)	Überwachung und Monitoring	WGEV	ja
Art 10	Berichtspflicht	BoSch	nein

1.9 Umsetzungserfordernisse nach der EG-RL über Behandlung von kommunalem Abwasser

Artikel	Inhalt	Materie	umgesetzt?
Art 4 bis 13	Abwasser und Behandlung	WasserR	ja
Art 14 (1)	Wiederverwendung von Klärschlamm bei gleichzeitiger Minimierung der Auswirkungen auf die Umwelt	AbfR	ja
Art 15	Überwachung	WasserR	ja

2 Regelwerke und Richtlinien für kommunalen Klärschlamm; Verbesserungsmöglichkeiten (Arbeitspaket 2)

Autorin: Dipl.Ing. Dr. Angelika Brunner

2.1 Zusammenstellung von relevanten Regelwerken und Richtlinien, welche die Klärschlammbehandlung und Grenzwertbeschränkungen für kommunalen Klärschlamm betreffen

2.1.1 Länder-Regelungen in Österreich (BodenschutzG)

- Steiermärkisches landwirtschaftliches Bodenschutzgesetz 1987 samt BodenschutzprogrammVO, GülleVO und KlärschlammVO (alle 1987)
- Niederösterreichisches BodenschutzG (1994) samt KlärschlammVO und MüllkompostVO
- Burgenländisches Bodenschutzgesetz (1992) samt Klärschlamm –und MüllkompostVO (1991)
- Oberösterreichisches Bodenschutzgesetz (1991) samt Klärschlamm-, Müll- und KlärschlammkompostVO (1993)
- Vorarlberger Klärschlammgesetz (1985) samt KlärschlammVO (1999?)

2.1.2 EU-Richtlinie

Richtlinie über den Schutz der Umwelt und insbesondere der Böden bei Verwendung von Klärschlamm in der Landwirtschaft RL 86/278/EWG. (Diese Richtlinie ist in Überarbeitung. Die Neufassung soll nach den bisherigen Vorschlägen, die aber zum Teil kontroversiell diskutiert werden, erweiterte Vorschläge zur Begrenzung der organischen Schadstoffe, strenge Vorschriften zur Hygienisierung und eine Anpassung der Schadstoffgrenzwerte enthalten.)

2.1.3 BBSchG Deutschland

Im bundesdeutschen Bodenschutzgesetz wird in §3 auf die nach wie vor gültige KlärschlammVO (AbfklärV) 1992 vom 15. April 1992 BGBl. I S. 912 verwiesen.

2.1.4 Schadstoffbegrenzungen – Überblick

2.1.4.1 Verwendung und Verwertung

Die folgenden Tabellen fassen die Begrenzungen zusammen, die für Klärschlamm in der landwirtschaftlichen Verwertung oder bei Anwendung im Landschaftsbau allgemein gelten.

Die in Österreich vorhandenen Regelungen sind zusammengefasst dargestellt. Einigermaßen einheitlich ist die Auffassung bezüglich der maximal zu tolerierenden Schwermetall- (tlw. auch Organika-) Gehalte in den Böden, auf die Klärschlamm aufgebracht werden soll. Auch die Werte der deutschen AbfKlärV sind in diesem Bereich. Bei Klärschlamm selbst gibt es einerseits Regelungen für Maximalgehalte mit nur einer Grenzwerttabelle für alle Klärschlamm, aber auch die Definition unterschiedlicher Klärschlamm-Qualitäten mit entsprechend unterschiedlichem Anwendungsbereich. Der Detaillierungsgrad der Regelwerke ist ebenfalls sehr unterschiedlich. Die Grenzwerte für Klärschlämme in der deutschen AbfKlärV liegen tlw. im Bereich der Obergrenze der in Österreich festgelegten Grenzwerte, teilweise darüber.

Die Werte sind den entsprechenden Werten der noch gültigen EU-RL 86/278/EWG gegenübergestellt; die Bodenwerte wurden um die Richtwerte der ÖNORM L 1075 (Anorganische Schadelemente in landwirtschaftlich und gärtnerisch genutzten Böden – ausgewählte Richtwerte, 1993) ergänzt.

Für Klärschlamm und insbesondere seine Verwertung in der Kompostherstellung wird künftig die KompostVO relevant sein; daher wurden auch die dort für Klärschlamm als Kompost-Ausgangsmaterial anzuwendenden Grenzwerte in Tabelle 2 angeführt.

Tabelle 1: Böden

Parameter in mg/kg TS	EU-RL 86/278/EWG	Von	bis	Richtwert ÖNORM L1075
Cd	1-3	1	2	1
Cu	50-140	100		100
Cr		100		100
Co		50		50
Hg	1-1,5	1	2	1
Ni	30-75	60		60
Mo		10		5
Pb	50-300	100		100
Zn	150-300	300		300

Tabelle 2: Klärschlamm

Parameter in mg/kg TS w.n.a.a.	EU-RL 86/278/EWG	Länder- Regelungen		KompostVO Entwurf August 1999	
		Von	Bis	Klärschlamm allgemein	Qualitäts- Klärschlamm- Kompost
As		20			
Cd	20-40	1,5	10	3	2
Cu	1000-1750	60	500	500	300
Cr ges		100	500	300	50
Co		10	100		
Hg	16-25	1	10	5	2
Ni	300-400	50	100	100	30
Mo		20			
Pb	750-1200	100	500	200	100
Zn	2500-4000	200	2000	2000	1200
AOX		500		500	
PCDD/F in ng TEQ / kg TS		100			
PCB je Kongener		0,2			

2.1.4.2 Weitere Regelungsinhalte

Abgesehen von den Schadstoffgehalten und Bodenwerten ist noch Folgendes geregelt:

- Verpflichtung zur Vorbehandlung des Klärschlammes vor der Ausbringung
- Verschiedene Klärschlammqualitäten mit entsprechenden Aufbringungsbeschränkungen je nach Schadstoffgehalt und Art der Bodennutzung
- Untersuchungszeiträume für die Analyse von Klärschlamm auf anorganische, organische Schadstoffe, Nährstoffgehalte sowie seuchenhygienische Parameter

- Untersuchungsumfang für anorganische und organische Schadstoffe, Nährstoffe, sonstige wertbestimmende Parameter, seuchenhygienische Parameter
- Art der Probenahme und Analyse sowohl für Boden als auch Klärschlamm
- Jährlich zulässige Frachten entweder an Schadstoffen, Stickstoff, Phosphor oder an Klärschlamm insgesamt
- Beurteilung der Zulässigkeit einer Aufbringung in Abhängigkeit vom Bindungsvermögen des Bodens
- Aufbringungszeiträume in Abhängigkeit vom Kulturtyp, Bodentyp etc
- Aufbringungsverbote
- Behörden, Prüfanstalten, Art der Gutachtenserstellung (Zertifikat-Mindestinhalt)
- Meldepflichten, Untersuchungspflichten der Kläranlagenbetreiber, Kläranlagen- bzw Schlammregister

2.1.4.3 Regelungen für andere Verwendungen oder Verwertungen

Abgesehen von Festlegungen für die mittelbare oder unmittelbare Aufbringung von Klärschlämmen auf (landwirtschaftliche) Böden gibt es keine allgemein gültigen Normen oder Verordnungen betreffend die Klärschlamm-Qualität für andere Verwendungen oder Verwertungen. Begrenzungen für Schadstoffe, Trockensubstanz, notwendige Vorbehandlungen (Stabilisierung, Hygienisierung) werden anlagenspezifisch, angepasst an den konkreten Einzelfall zB in Anlagenbescheiden festgelegt. Es gibt auch keine „Positivliste“, wie sie zB für mitzuverbrennende Stoffe in Zementwerken in der Schweiz (BUWAL) festgelegt ist.

2.2 Verbesserungsmöglichkeiten

Welche Verbesserungsmöglichkeiten sind für den in Salzburg anfallenden Klärschlamm denkbar und möglich?

Was soll oder kann warum vermieden werden? Vermeidungspotentiale können sein:

- Mengen, weil keine Wege zur Verbringung offen stehen
- Schad/Fremdstoffe, weil Entsorgungs- oder Verwertungswege blockiert sind

2.2.1 Mengen

An sich sollen sich die anfallenden Mengen bei gegebener Technologie erhöhen, da grundsätzlich der Anschlussgrad erhöht werden soll. Somit ergibt sich die Frage, ob gegenüber den bisher in Salzburg installierten Verfahren der Behandlung von kommunalen oder industriellen Abwässern in absehbarer Zeit neue Verfahren möglich und sinnvoll sind, die geringeren Schlammanfall bewirken. Die Entwicklung neuerer, anderer Technologien ist noch nicht soweit fortgeschritten, dass sie tatsächlich verfügbar sind. Aufgrund des Alters und des technischen Zustandes der meisten Anlagen ist in den nächsten Jahren auch nicht mit einem Technologiewechsel zu rechnen, der relevante Verminderungen der Schlammmenge mit sich bringen könnte. Bei vollständiger Umsetzung der anaeroben Behandlung wäre allenfalls noch eine Reduktion um 10 % der Menge möglich. Dies würde aber mehr als kompensiert durch die Verpflichtung gemäß WRG, eine

möglichst vollständige Erfassung und Behandlung häuslicher Abwässer nach dem Stand der Technik bis 2005 (mit Ausnahmen bis 2008) herzustellen.

2.2.2 Schad/Fremdstoffe

Klärschlamm kann aus verschiedenen Quellen mit Schadstoffen belastet sein, die eine weitere Verwertung oder Verwendung erschweren oder unmöglich machen. Angesichts der Einleiterstruktur im Bundesland Salzburg ist grundsätzlich von einer günstigen Situation auszugehen, da großflächige Industriegebiete mit zB schwermetallbelasteten Abwassereinleitungen oder generell hoher Fracht an nicht abbaubaren Schadstoffen fehlen.

- Organische Schadstoffe: besonderes Interesse rufen zur Zeit POPs (persistent organic pollutants, zB Dioxine/Furane, PCB, PCP) hervor, da sie auf Grund ihrer Persistenz nahezu unverändert oder nur teilweise abgebaut mit dem Klärschlamm und dem Kläranlagenablauf wieder ausgetragen werden. Außerdem wird zur Zeit im Rahmen eines Österreich weiten Projektes unter der Federführung des UBA und des BMLFUW eine mehrjährige Untersuchungsreihe durchgeführt, um den Verbleib von hormonähnlich wirkenden Substanzen (Endocrine disruptors) insbesondere in der aquatischen Umwelt zu verfolgen. In Salzburg gibt es derzeit für die hier anfallenden Klärschlämme keine Daten dazu. Weitere völlig offene Fragen betreffen den Verbleib von Pharmazeutika während und nach der Behandlung des häuslichen Abwassers. Generell lässt sich sagen, dass hier noch ein Bedarf zumindest an Untersuchungen des Ist-Zustandes besteht, der dann besonders relevant wird, wenn Klärschlamm regelmäßig auf unmittelbar für die Nahrungsmittelproduktion genutzten landwirtschaftlichen Flächen aufgebracht wird.
- Mikrobiologie, pathogene Keime: die Gefährdung von Anwendern sowie Konsumenten durch pathogene Keime, die über den Klärschlamm weiterverbreitet werden, ist im Vergleich zu früheren Jahren wesentlich stärker in den Blickpunkt gerückt und stellt einen der wesentlichen Gründe (zusammen mit dem Problemkreis der POPs) für die reservierte Haltung gegenüber der unmittelbaren Verwertung von Klärschlämmen in der Landwirtschaft dar. Grundsätzlich gelten derzeit eine Kompostierung oder Vergärung als geeignete Mittel, um eine Hygienisierung sicherzustellen, allerdings sind die Mechanismen, die zu einer Zerstörung pathogener Organismen führen sollen, noch nicht vollständig erforscht. Die Novelle der EU-Klärschlamm-Richtlinie wird diesbezüglich erwartbar strengere Vorschriften enthalten als die bisher gültige.
- Anorganische Parameter, wie zB Schwermetalle, Salzgehalte, Nährstoffmangel oder -überschüsse: Soweit aus den bisher vorliegenden Untersuchungen bekannt ist, treten bei den letztgenannten Parametern keine Werte auf, die eine landwirtschaftliche Verwertung über den derzeit gängigsten Weg der direkten Aufbringung (zB aufgrund zu hohen Schadstoffgehaltes oder zu geringen Nährstoffgehaltes) blockieren.

Wenn für identifizierbare Schadstoffe oder Substanzgruppen die Qualität des Klärschlammes beeinträchtigt wird, wären grundsätzlich folgende Maßnahmen möglich:

- Teilstromtrennung und -reinigung (Identifizieren und Ausschleusen von Teilströmen)

- Schadstoffkonzentrierung
- Trennung in
 - Einzelverursacher, Forcierung verbesserter Vorreinigung
 - Kleinverursacher, Produktbeschränkungen für Massenchemikalien (Haushaltsreiniger, Fremdstoffe, Medikamente?)

Insbesondere im Bereich der wasserrechtlichen Genehmigung und Überprüfung von Indirekteinleitern wurden in den 90er Jahren im Land Salzburg zahlreiche Betriebe im Hinblick auf ihre Abwasservorbehandlung an den Stand der Technik herangeführt. Durch Änderung der gesetzlichen Grundlagen treten hier aber möglicher Weise wieder verstärkt Ableitungen von höher mit Schadstoffen belasteten Abwässern auf. Die Entwicklung ist derzeit nicht abschätzbar.

2.2.3 Entsorgungsvielfalt

Aufgrund des absehbaren Endes der direkten Deponierbarkeit ist zu prüfen, welche Qualität Klärschlamm haben muss, um problemlos in andere Verwertungs- oder Entsorgungsschienen übergeführt zu werden. Dabei ist darauf zu achten, dass alle ermöglichten Entsorgungswege den Prinzipien der Salzburger Abfallwirtschaft genügen.

Derzeit gibt es keine Kategorien für Schad/Fremdstoffe oder sonstige Parameter, die je nach Entsorgungsweg gegliedert sind. Aufgrund der bisher vorhandenen Daten für Salzburger Klärschlamm ist derzeit von einer uneingeschränkten Verwertungsmöglichkeit auszugehen (siehe aber oben: organische Schadstoffe). Die Planung kann daher das Ziel verfolgen, eine Vielfalt an Entsorgungsmöglichkeiten innerhalb von Salzburg (AW-Region Salzburg) zu fördern, die eine Monopolisierung und auch das Ausweichen in ökologisch ungünstige Entsorgungswege unterbindet.

2.2.3.1 Verwertung

Bei der Aufarbeitung von Klärschlamm im Rahmen der Kompostierung bzw. Vererdung sind in Österreich künftighin ebenfalls Qualitäts- und Grenzwertfestlegungen vorhanden (siehe Kompost-VO-Entwurf), die absehbar vom Salzburger Klärschlamm erfüllt werden können. Die unmittelbare Verwertung in der Landwirtschaft ist aufgrund der Fremd- und Schadstoffgehalte mit der derzeitigen Klärschlamm-Qualität nach Vergleich mit den bisherigen Salzburger Richtlinien möglich, aber praktisch von nur sehr geringer Bedeutung (siehe Arbeitspakete 5 und 6).

2.2.3.2 Sonstige Behandlung

Es gibt noch keine einheitliche Festlegung, die den Mindestumfang einer Klärschlammbehandlung vor der Weitergabe an Dritte regelt (zB Mindeststandard der Hygienisierung). Die Festlegungen werden, soweit bekannt, in Einzelbescheiden getroffen.

Die Behandlung von Klärschlamm in mechanisch-biologischen Anlagen, die den vorbehandelten Abfall (Müllkompost) anschließend deponieren, könnte in Zukunft schwierig werden, da aufgrund des Heizwertes des Klärschlammes der resultierende Müllkompost die Anforderungen an die Ablagerbarkeit bei den derzeit

aus wirtschaftlichen Gründen üblichen Rottezeiten möglicherweise nicht erfüllen kann. Eine Einschränkung der Übernahme von Klärschlamm durch die MBA wäre die Folge. Dieses Problem ist aber nicht am Klärschlamm selbst zu lösen.

Eine Anlage zur thermischen Abfallbehandlung gibt es in Salzburg nicht. Derzeit wird Salzburger Klärschlamm zur Mitverbrennung nach Oberösterreich verbracht.

Die thermische Verwertung in sonstigen Anlagen stellt Anforderungen an den Schadstoffgehalt (der zB in der Zementindustrie nicht nur durch Schwermetalle, sondern auch den Halogengehalt bestimmt wird), an den Mindestgehalt an Trockensubstanz sowie an den Heizwert. Zudem soll eine Gleichmäßigkeit hinsichtlich dieser genannten Parameter des mitzubrennenden Klärschlamm gegeben sein.

Oft andiskutiert, aber kaum als sinnvolle Alternative zur technischen Reife geführt sind Verfahren zur Pyrolyse von Klärschlamm. Eine solche Anlage existiert in Salzburg nicht und wird auch in absehbarer Zukunft nicht zur Verfügung stehen.

3 Klärschlammbehandlungsverfahren und -technologien (Arbeitspaket 3)

Autor: Dipl. Ing. Dr. techn. Heinz Rassaerts

Vor den einzelnen Entscheidungen zur Gestaltung von Entsorgungsketten für das Bundesland Salzburg müssen konzeptionelle Vorstellungen entwickelt werden, die dann in die Abfallwirtschaftspläne der Länder und die Abfallwirtschaftskonzepte der Kläranlagen und gegebenenfalls auch der öffentlich-rechtlichen Verbände als Entsorgungsträger eingehen. In dem so entwickelten Rahmen wird dann die Klärschlamm Entsorgung gestaltet.

Die Abwasserreinigung ist geordnet zu Ende geführt, wenn die dabei anfallenden Abfälle, insbesondere Klärschlamm, das Rechen-, das Sieb-, und das Sandfanggut – schadlos entsorgt worden sind. Das gereinigte Abwasser kann nach Entfernen der Schadstoffe und der Einhaltung der wasserrechtlichen Anforderungen in Gewässer eingeleitet werden. Dagegen bereitet die schadlose Entsorgung der dem Abwasser durch die Reinigungsprozesse entzogenen Abfälle erhebliche Schwierigkeiten, wenn traditionelle Entsorgungswege aus rechtlichen Gründen, wie das bei der Deponierung ab 2004 der Fall sein wird und bei der fehlenden Akzeptanz, wie sich dies in einigen Fällen bei der landwirtschaftlichen Verwertung darstellt, nicht mehr gangbar sind, ihr Ende absehbar ist oder die Schwierigkeiten zunehmen. Künftig werden nur mehr die in Abb. 3.1 dargestellten Hauptentsorgungswege für Klärschlämme gangbar sein.

Das Problem der Klärschlamm Entsorgung wird weiterhin zunehmen, da der Klärschlamm im kommunalen Bereich kaum vermieden oder seine Mengen vermindert werden können. Die Abwasserverunreinigung kann mittelfristig nur von industriellen und gewerblichen Verursachern verringert werden.

3.1 Klärschlammverwertung und –entsorgung in Österreich

Kommunales Abwasser ist ein Gemenge aus häuslichem und gewerblichem Abwasser, welches gemeinsam mit gesammeltem Niederschlagswasser in die Kanalisation eingeleitet wird. In jedem Haushalt entsteht Abwasser und damit zwangsläufig auch Klärschlamm, der bei der für den Schutz von Wasser und Boden notwendigen Abwasserreinigung anfällt (UBA 1997).

Der Klärschlamm selbst besteht hauptsächlich noch aus Abwasser sowie organischen und anorganischen Feststoffen unterschiedlichen Anteils. In der ÖNORM EN 12832, 1999, (10) werden die in der Klär- und Entsorgungstechnik vorkommenden Klärschlammarten wie folgt definiert:

Klärschlamm

bei der Behandlung von Abwasser erzeugter Schlamm

Rohschlamm

nicht stabilisierter Schlamm

Primärschlamm

in der Vorklärung abgetrennter Schlamm, der nicht mit anderem zurückgeführtem Schlamm vermischt ist

vermischter Primärschlamm

in einer Vorklärung abgetrennter Schlamm, der mit anderem Schlamm zB Überschussschlamm vermischt ist

Sekundärschlamm

aus dem zweiten Reinigungsteil (die biologische Stufe) entfernter Schlamm

Tropfkörperschlamm

Biofilm, der aus einem Tropfkörper ausgespült worden ist und in der Regel in einem Zwischen- oder Nachklärbecken vom gereinigten Abwasser getrennt wird.

Tertiärschlamm

in einer dritten Reinigungsstufe entfernter Schlamm

stabilisierter Schlamm

Schlamm, dessen biologische Abbaubarkeit durch Stabilisierung unter einen vorgegebenen Wert verändert worden ist

Faulschlamm; anaerob stabilisierter Schlamm

durch Faulung stabilisierter Schlamm

aerob stabilisierter Schlamm

durch aeroben Abbau stabilisierter Schlamm

entseuchter Schlamm

Schlamm, dessen Parasiten und Krankheitserreger inaktiviert oder auf ein seuchenhygienisch unbedenkliches Niveau vermindert worden sind

kompostierter Schlamm; Schlammkompost

Schlamm, der durch ein Kompostierungsverfahren in eine stabile, nutzbare Form übergeführt wurde.

3.1.1 Situation der Verwertung und Entsorgung von kommunalem Klärschlamm in Österreich

Die nachstehenden Ausführungen sind den Materialien zum Bundesabfallwirtschaftsplan 1998 des Umweltbundesamtes (UBA) entnommen.

Der Klärschlamm aus kommunalen Kläranlagen besteht aus einem Gemisch der von den kommunalen Kläranlagen aus dem Abwasser entnommenen festen Inhaltsstoffen (Primärschlamm) und dem bei der mikrobiellen Abwasserreinigung entstandenen Bakterienschlamm (Überschussschlamm).

In Österreich betrug das gesamte Klärschlammaufkommen 1995 rund 186 000 t Trockensubstanz bzw. rund 560 000 t Klärschlamm (rund 30% TS).

1995 wurden folgende Verwertungs- und Entsorgungswege beschriftet:

- rd 22% wurden in der Landwirtschaft verwertet;
- rd 34% thermisch behandelt;
- rd 31% nach der Entwässerung deponiert;
- rd 13% einer sonstigen Behandlung/Verwertung zugeführt.

Die Situation des kommunalen Klärschlammaufkommens sowie dessen Verwertung und Entsorgung stellt sich regional unterschiedlich dar. Der Anteil der in der Landwirtschaft verwerteten Klärschlämme ist in Kärnten, Tirol und der Steiermark relativ gering, während in Burgenland und Vorarlberg dieser Verwertungsweg eine große Rolle spielt. Der hohe Anteil des verbrannten Schlammes geht auf die Kläranlage der Stadt Wien (EbS) zurück, die den anfallenden Klärschlamm zur Gänze verbrennt. In Kärnten sowie in Niederösterreich wird kommunaler Klärschlamm teilweise in der Industrie mitverbrannt. Die Deponierung von entwässertem Schlamm stellt jedoch nach wie vor in vielen Bundesländern einen wesentlichen Entsorgungspfad dar.

TABELLE 1: KOMMUNALER KLÄRSCHLAMM 1995 – AUFKOMMEN, VERWERTUNG UND ENTSORGUNG

Bundesland	Aufkommen in t TS	Verwertung bzw –entsorgung in % des Aufkommens			
		Landwirt- schaft	Verbrennung	Deponie	Sonstiges
Burgenland	8.000	75	0	4	21
Kärnten	6.500	14	23	41	22
Niederösterreich	20.000	30	2	35	33
Oberösterreich	27.100	39	0	52	9
Salzburg*	9.400	44	0	52	4
Steiermark	27.500	15	0	70	15
Tirol	16.300	15	0	50	35
Vorarlberg	9.900	74	0	14	12
Wien	61.300	0	100	0	0
Gesamt	186.000	22	34	31	13

* Die landwirtschaftliche Verwertungsquote entspricht nicht mehr den anzuwendenden Qualitätsstandards für Salzburg.

Wasserwirtschaftliche Überlegungen gehen vom Grundsatz der biologischen Abwasserreinigung mit weitgehender Stickstoff- und Phosphatentfernung aus. Die Wasserrechtsgesetz-Novelle 1990 samt zugehörigen Durchführungsverordnungen sowie der steigende Anschlussgrad an Abwasserreinigungsanlagen werden dazu führen, dass die Klärschlammmassen ansteigen. Eine quantitative Vermeidung von Klärschlamm wird daher auch in Zukunft nicht möglich sein.

Die Qualität der Klärschlämme hängt in erster Linie direkt von jener des Abwassers ab. Schadstoffe werden an der Quelle sowohl durch Einleitungsbestimmungen für Abwässer als auch durch abfallwirtschaftliche Maßnahmen zur qualitativen Abfallvermeidung begrenzt. Unabhängig davon, welcher Verwertungs- oder Entsorgungsweg beschritten wird, müssen die Schadstofffrachten an der Quelle minimiert werden.

Die Prognose des Klärschlammaufkommens für das Jahr 2000 geht von rd 260 000 t TS bzw rd 900 000 t (30% TS) aus. Für Salzburg ist der Anstieg weniger steil ausgefallen, weil bereits vor 1995 ein relativ hoher Anschlussgrad vorlag und dem entsprechend der Ausbau von Kläranlagen weit vorangeschritten war. Für die Angabe der zukünftigen Entsorgungskapazitäten ist die Abschätzung einer realistischen Verwertungsquote in der Landwirtschaft notwendig, die sich an entsprechende Qualitätsstandards zu orientieren hat.

3.2 Verfahrenstechnische Bausteine

Die verfügbare Technik zur Klärschlammbehandlung kann zum besseren Überblick durch verfahrenstechnische Bausteine und durch daraus zusammengesetzte Entsorgungsketten beschrieben werden. Die folgenden Ausführungen bis Kap. 3.2.4 sind sehr wesentlich dem Band "Klärschlamm Entsorgung" der Enzyklopädie der Kreislaufwirtschaft, herausgegeben von Karl J. Thomè – Kozmiensky, TK - Verlag Thomè-Kozmiensky 1998, entnommen bzw. werden Teile daraus wortgleich wiedergegeben.

Einige der Bausteine, die zB der Klärschlammstabilisierung und der Entfernung des Wassers dienen, befinden sich am Anfang unterschiedlicher Entsorgungsketten. Wird eine flexible Entsorgung, die auf wechselnde Randbedingungen reagieren kann, gewünscht, sollten diese Bausteine so gewählt und gestaltet werden, so dass sie am Beginn unterschiedlicher Entsorgungen stehen können.

Noch nicht weiterbehandelte Klärschlämme – die Rohschlämme – können wegen ihres Geruchs, des Wassergehaltes und der hygienischen Bedenklichkeit nicht direkt entsorgt werden. Sie werden für die Verwertung und der Beseitigung vorbehandelt. Dies geschieht durch

- Stabilisierung und Hygienisierung zur Verhinderung einer Beeinträchtigung der Umwelt durch Geruchsbildung und pathogene Keime,
- Volumenreduktion durch Wasserabtrennung: eindicken, entwässern, (trocknen).

Die vielfältig möglichen Verfahren werden als Bausteine von Entsorgungsketten unter Berücksichtigung von Quantität und Qualität des Schlammes sowie im Hinblick auf die gewünschten Entsorgungsziele kombiniert. Flexibilität wird erreicht, wenn die ersten Bausteine von Entsorgungsketten möglichst viele Schnittstellen zu Bausteinen unterschiedlicher Entsorgungsketten zulassen.

Im Folgenden werden notwendige und mögliche Bausteine auch im Hinblick auf die Anwendbarkeit im Bundesland Salzburg angeführt:

- Stabilisierung im flüssigen Milieu
 - aerobe Stabilisierung – nasse Kompostierung
 - anaerobe Stabilisierung – Faulung
 - chemische und thermische Stabilisierung
 - Erweiterung der Stabilisierung
- Hygienisierung
- Entfernung des Wassers
 - Eindickung und Stapelung
 - Entwässerung
 - *mechanische Entwässerungsverfahren
 - *natürliche Entwässerungsverfahren

- Trocknung
 - Konvektionstrocknung
 - Kontaktstrocknung
 - Kaltlufttrocknung
 - solare Trocknung
- Landwirtschaftliche und landschaftspflegliche Verwertung
- Biologische Entsorgungsverfahren
 - Kompostierung entwässerter Klärschlämme
 - Vergärung mit der Biofraktion von Hausmüll
- Thermische Entsorgungsverfahren
 - Entgasung
 - Vergasung
 - Monoverbrennung
 - Schmelzen
 - Kombinationsverfahren
 - Mitverbrennen
 - Nassoxidation
- Deponierung

3.2.1 Stabilisierung

Mit der Schlammstabilisierung werden geruchsbildende Inhaltsstoffe und organische Schlammfeststoffe verringert. Erwünschte Nebenziele sind die Verbesserung der Entwässerbarkeit und die Verminderung der Krankheitserreger. Der Schlamm kann unter aeroben und anaeroben Bedingungen stabilisiert werden. Aus wirtschaftlichen Gründen wird organische Klärschlammsubstanz nur bis zur technisch-ökonomischen Stabilisierungsgrenze abgebaut; jenseits dieser Grenze kann die organische Substanz nur mit unverhältnismäßig großen Zeitaufwand weiter verringert werden.

Bis zu dieser Grenze werden 55 – 60% der organischen Substanz abgebaut; der Prozess wird als biologische Vollstabilisierung bezeichnet, weil danach unkontrollierte Abbauprozesse im nennenswerten Umfang nicht mehr ablaufen können. Biologische Stoffwechselprozesse sind temperaturabhängig; der Stabilisierungsgrad ist daher weitgehend von der Prozesstemperatur abhängig:

- psychrophile Prozesse laufen von 0 – 30°C ab,
- mesophile Prozesse laufen von 25 – 45° C ab,
- thermophile Prozesse laufen von 45 – 80° C ab.

Unter den klimatischen Bedingungen Mitteleuropas, also auch Salzburgs, kann nur mit mesophilen und thermophilen Prozessen biologisch voll stabilisiert werden.

Die Stabilisierung weist für weitere Behandlungsschritte in der Entsorgungskette Vorteile auf, ist gelegentlich sogar Voraussetzung:

- geruchsbildende Inhaltsstoffe und Schlammfeststoffe werden verringert, pathogene Keime werden zum Teil abgetötet,
- die Schlamm-trockenmasse wird um etwa 35% vermindert, die Entwässerungseigenschaften werden verbessert,
- Beschaffenheit und Eigenschaften des Schlamm-s werden vergleichmäßig.

Der Grad der zu erreichenden Stabilisierung wird im Zusammenhang mit der angestrebten Entsorgung festgelegt. In der nachstehenden Tabelle 3.3 sind die Zusammenhänge zwischen dem Prozess in der Stabilisierung und den damit verbundenen erforderlichen Stabilisierungsgrad dargestellt. Neben den klassischen aeroben und anaeroben Verfahren zur Klärschlammstabilisierung in der flüssigen Phase werden auch vielerorts die

- aerob – thermophile Schlammstabilisierung (sogenannte Flüssigkompostierung) oder
- die duale Schlammstabilisierung betrieben.

Dabei wird die duale Stabilisierung meist als Kombination aus aerob – thermophiler und anaerob – mesophiler oder anaerob – thermophiler Reaktion mit Wärmerückgewinnung betrieben.

3.2.1.1 Aerobe Stabilisierung – nasse Kompostierung

Durch Langzeitbelüftung bei der Abwasserreinigung in einer Belebungsanlage oder in einem getrennten Prozess kann aerob stabilisiert werden.

Die simultane aerobe Stabilisierung – zB in Oxidationsgräben – kann einfach in den Abwasserreinigungsprozess integriert werden; sie wird daher häufig in kleinen Kläranlagen bis 30 000 EW (abhängig von den Energiepreisen!!), für die Faultürme unrentabel sind, eingesetzt. Die Schlamm-belastungen sollten nicht über $BTS = 0,05 \text{ kg BSB } / \text{kg mal d}$ liegen. Simultanstabilisierte Schlämme können allerdings nicht gelagert werden, weil sich hierbei leicht Fäulnisprozesse in Verbindung mit anaerobe Bedingungen erzeugenden Schwimmdecken und dadurch Geruchsprobleme entstehen.

In größeren Kläranlagen kann in getrennten Becken mit Belüftungs- und Umwälzeinrichtungen aerob stabilisiert werden. Die Geschwindigkeit der Stabilisationsvorgänge ist temperaturabhängig, dh der Prozess verläuft im Winter langsamer als im Sommer. Daher müssen die Becken für genügend lange Aufenthaltszeiten bemessen werden. Die getrennte, kalte aerobe Stabilisierung wird aus diesem Grund unter den klimatischen Bedingungen Mitteleuropas sehr selten angewendet. Sie ist auch für das Bundesland Salzburg nicht zu empfehlen.

Eine Alternative ist die in geschlossenen Behältern durchgeführte aerobe **thermophile Stabilisierung**, auch flüssige Kompostierung genannt. Durch Weiterentwicklung der Belüftungsaggregate werden über die bei den

aeroben Reaktionen frei werdende Wärme höhere Temperaturen im Stabilisierungsbecken erreicht. Dadurch wird die Hygienisierung verbessert.

Die aerobe Stabilisierung ist unempfindlich gegen toxische Schlamminhaltsstoffe; sie kann daher noch angewendet werden, wenn wegen dieser Stoffe nicht mehr sicher gefault werden kann. Die organische Substanz wird nicht soweit wie bei der Faulung abgebaut, in der Praxis werden Abbaugrade von 30 – 40% erzielt. Die Betriebskosten für die aerobe Stabilisierung sind wegen des Energieaufwandes für die Begasung höher als bei den anaeroben Verfahren. Aus diesem Grunde fand diese Stabilisierungsart in Salzburg bisher keine technische ernsthafte Betrachtung.

3.2.1.2 Anaerobe Stabilisierung – Faulung

Die anaerobe Stabilisierung, besser als Faulung bekannt, wird unter Ausschluss von Sauerstoff in Faulbehältern durchgeführt. Die organische Substanz wird durch anaerobe und fakultativ anaerobe Organismen abgebaut.

Faulungsverfahren werden nach der Prozesstemperatur, unter der die Organismen ihre beste Stoffwechselgeschwindigkeit erreichen, eingeteilt in psychrophile, mesophile und thermophile Verfahren.

Gefault wird in **Faulbehältern**. Bei allen größeren Kläranlagen kommen Faulbehälter zum Einsatz. Im Faulbehälter muss ein Gleichgewicht unter dem alle Stufen des Faulprozesses ablaufen, eingestellt werden. Im Unterschied zum aeroben thermophilen Stabilisieren wird bei der Faulung Energie nicht als Wärme, sondern als Faulgas frei, das zu etwa 60 – 70 Vol% aus Methan und zu 30 – 40 Vol% aus Kohlendioxid besteht. Mit dem Gas wird bei Kläranlagen nach dem Stand der Technik der Faulbehälter beheizt und Strom und Wärme mittels Kraftwärmekupplung erzeugt.

Die üblicherweise in unseren Breitegraden, so auch im Bundesland Salzburg, angewendeten mesophilen Faulungsverfahren weisen hohe Anlagenverfügbarkeit bei geringen Betriebskosten auf.

Nachteilig sind der bauliche Aufwand und die Empfindlichkeit der abschließenden Methangärung gegen Störungen durch toxische Inhaltsstoffe oder Temperaturschock.

3.2.1.3 Chemische und thermische Stabilisierung

Die chemischen Stabilisierungsverfahren sind in Österreich oder Deutschland kaum verbreitet, sie werden in erster Linie in skandinavischen Ländern eingesetzt.

Als thermische Stabilisierungen werden häufig die Nassoxidation, Ent- und Vergasung, Veraschung und Verbrennung bezeichnet, die in dem Kapitel 3.2.6 als thermische Entsorgungsverfahren abgehandelt werden.

3.2.1.4 Modifizierte Stabilisierungsformen

Bei der gemeinsamen aeroben Stabilisierung im Belebungsbecken und bei der anaeroben Stabilisierung muss der Klärschlamm in einer zusätzlichen Verfahrensstufe hygienisiert werden. Bei zweistufigen Verfahren der Schlammstabilisierung wird der Schlamm in der ersten Stufe aerob, anaerob, thermisch oder chemisch soweit vorbehandelt, dass er in der zweiten Stufe optimal abgebaut werden kann.

3.2.2 Hygienisierung

Unter Hygienisierung oder Entseuchung wird die Gesamtheit der Maßnahmen verstanden, durch die Krankheitserreger – Bakterien, Viren, Protozoen, Parasiteneier udgl. - abgetötet oder in ihrer Vermehrung behindert werden, sodass sie nicht mehr infektiös sind. Bei einer technischen Entseuchung von Klärschlamm werden nicht alle Mikroorganismen einschließlich ihrer Dauerformen vernichtet, sodass der Klärschlamm dadurch nicht vollständig sterilisiert wird.

Hygienisiert wird mit physikalischen und chemischen Methoden. Gemäß den „Richtlinien für die Verwertung von Klärschlamm in der Landwirtschaft“ des Amtes der Salzburger Landesregierung vom 30. Oktober 1986 werden aus seuchenhygienischer Bedenklichkeit Einschränkungen hinsichtlich der Anwendung von Klärschlämmen in der Landwirtschaft vorgegeben:

„Lediglich aerob stabilisierter Klärschlamm aus kommunalen Kläranlagen darf wegen der Gefahr der Verbreitung von Krankheitserregern nicht in Jauche- oder Güllegruben eingebracht werden. Flächen zur Grünlandnutzung (Mähwiesen, Weiden) sollten mit lediglich stabilisiertem Klärschlamm nicht und zumindest keinesfalls während der Vegetation beschlammung werden. Am Grünland darf aerob stabilisierter Klärschlamm praktisch nur in Ausnahmefällen nach der letzten Nutzung (=vegetationslose Zeit) ausgebracht werden. Es kann jedoch eine Winterausbringung ähnlich wie bei Jauche und Gülle auch Umweltprobleme aufwerfen (zB Abschwemmungsgefahr auf Hangflächen, Gefahr der Bodenverdichtung auf wassergesättigten oder halbgefrorenen Böden).

Auf Ackerland ist eine Ausbringung stabilisierten Schlammes aus hygienischen Gründen fast ganzjährig möglich, sofern der flächenbezogene Viehbesatz des Betriebes noch eine zusätzliche Beschlammung erlaubt. Die Ausbringung von hygienisiertem Pressschlamm ist dagegen ganzjährig möglich, sofern ein Untersuchungsbefund vorliegt und aus pflanzenbaulicher Sicht eine Ausbringung möglich ist.“

Klärschlamm, insbesondere Rohschlamm, enthält viele pathogene Organismen, Parasiteneier usw, die durch biologische Stabilisierungsverfahren teilweise abgetötet oder in ihrer Virulenz geschwächt werden. Der Grad der Verminderung hängt vom Stabilisierungsverfahren und den Stabilisierungszeiten und –temperaturen ab.

Rohschlamm wird wegen der in ihm enthaltenen pathogenen Organismen als seuchenhygienisch äußerst bedenklich angesehen. Die direkte landwirtschaftliche Verwertung ist grundsätzlich in allen Gesetzes- und Regelwerken, so auch in den Salzburger KS-Richtlinien, abzulehnen und daher nicht gestattet.

Im Faulschlamm befinden sich weniger Keime und Parasiteneier, als im Rohschlamm, weil in gut eingearbeiteten Faulbehältern ideale Bedingungen für die Entwicklung von Methanbakterien herrschen, die organische Stoffe im Faulbehälter biologisch abbauen. Die pathogenen Keime werden während des Faulprozesses weitgehend reduziert aber nicht vollständig vernichtet. Nach etwa zwei Monaten Aufenthaltszeit im beheizten Faulraum werden Wurmeier, insbesondere durch das anaerobe Milieu geschädigt. Im unbeheizten Faulraum sind dafür etwa 3 Monate notwendig. Diese Aufenthaltszeiten werden in der Praxis meist wesentlich unterschritten, sodass auch mit dem Vorhandensein von Parasiteneiern im ausgefaulten Klärschlamm zu rechnen ist.

Auch bei der aeroben Stabilisierung bleibt der Klärschlamm mit pathogenen Organismen belastet, sofern er nicht weiter entseucht wurde.

Die Möglichkeit der Verwertung von Klärschlamm in der Landwirtschaft wird durch dessen Hygienisierung gesteigert. Seuchenhygienisch unbedenklich ist ein Klärschlamm, der durch chemische oder thermische Konditionierung, Trocknung, Erhitzung, Kompostierung, chemische Stabilisierung oder ein anderes Verfahren so behandelt wird, dass Krankheitserreger abgetötet werden. Das Hygienisierungsverfahren ist erfolgreich, wenn nachgewiesen wurde, dass

- die Zahl der ursprünglich vorhandenen oder zugesetzten Salmonellen um mindestens vier Zehnerpotenzen vermindert wird,
- vorhandene oder aber zugesetzte Askarideneier nicht mehr ansteckungsfähig sind.

Außerdem muss das Verfahren zu einem Klärschlamm führen, der nach der Behandlung in einem Gramm Schlamm

- keine Salmonellen und
- nicht mehr als 1000 Enterobacteriaceen aufweist.

Klärschlamm kann und wird hygienisiert durch

- Hitzeeinwirkung über
 - Fremderhitzung zB bei der Schlammpasteurisierung, thermische Konditionierung und Ähnlichem
 - Selbsterhitzung bei der aeroben – thermophilen Schlammstabilisierung oder der Schlammkompostierung,
 - Hitzeentwicklung durch Zugabe von ungelöschtem Kalk zum Klärschlamm
- pH-Wert-Verschiebung durch
 - Zugabe von Kalkhydrat, zB bei der Schlammkonditionierung,
 - Zugabe von Brandkalk.

Es wird zwischen chemischen, biochemischen und physikalischen Hygienisierungsverfahren unterschieden.

Die Klärschlammhygienisierungsverfahren werden ferner in Verfahren mit

- Flüssigschlamm und
- entwässerten Klärschlämmen

gegliedert.

Bei allen Verfahren werden für die sichere Durchführung des Hygienisierungsprozesses die im Schlamm enthaltenen größeren Partikel abgeseibt oder maschinell zerkleinert, um Nester, die zu Rekontaminationen führen können, zu vermeiden.

3.2.3 Entfernung des Wassers

Klärschlämme weisen in Abhängigkeit von der Art der Abwasserbehandlungsanlage und der Zusammensetzung des Abwassers Wassergehalte von 93 – 99% auf. Der Wassergehalt des Klärschlammes ist eine wichtige Kenngröße; durch ihn werden das Volumen und die Konsistenz des Schlammes bestimmt. Schon durch einfache technische Maßnahmen wird das Ausgangsvolumen des Klärschlammes zT drastisch vermindert. Durch Trocknung und weitere Maßnahmen zB Verbrennen wird das Volumen auf einen Bruchteil reduziert.

Da die Prozesse viel Energie und Zeit kosten, wird das Wasser nur so weit aus dem Klärschlamm entfernt, wie dies zur Erreichung des Entsorgungsziels notwendig ist. Außerdem werden die Teilprozesse so aufeinander abgestimmt, wie dies energetisch optimal ist. Einen besonderen Fall stellt die aerobe biologische Behandlung in den verschiedenen Ausprägungen der Kompostierung dar, bei welchen die exotherme Reaktionswärme, die zum Nulltarif zur Verfügung steht, zum Entfernen des Wassers ausgenützt wird.

3.2.4 Eindickung und Stapelung

Mit der Eindickung wird Wasser aus der Schlammsuspension unter Einfluss der Schwerkraft abgetrennt.

In Abhängigkeit von den Eindickungseigenschaften des Schlammes und von den Verfahren können zwischen 4 und 7% TM erreicht werden.

Als Verfahren zur Eindickung werden angewandt:

- die Sedimentation in Trichter- und Flachbecken,
- die Filtration,
- die Flotation durch Druckentspannung.

Eingedickter, stabilisierter Schlamm kann in Stapelbehältern zwischengelagert – gestapelt – werden. Zur Zerstörung von Schwimmdecken werden diese mit zweckmäßigen Einrichtungen ausgerüstet.

Die Organisation der weiteren Schlammbehandlung kann durch Stapelung verbessert werden, weil die Flexibilität bei Störungen in der nachfolgenden Entsorgungskette verbessert werden kann.

3.2.4.1 Entwässerung

Bei den Entwässerungsverfahren werden nach **natürlichen** und **mechanischen** Verfahren unterschieden.

1.1.1.0.1 Natürliche Entwässerungsverfahren

Bei der natürlichen Entwässerung wird der Schlamm auf Trockenbeeten oder in Schlammteichen abgelagert und durch Schwerkraft und Verdunstung auf 25 bis 35% TM eingedickt und entwässert. Natürliche Entwässerung kann bei Kleinstkläranlagen wegen der geringen Kosten vorteilhaft sein.

Der zu entwässernde Schlamm muss stabilisiert – ausgefault – sein, damit Geruchsbelastungen während der langen Lagerzeit verhindert werden. Das Sickerwasser muss durch Drainagen aufgefangen, das überstehende Schlammwasser ständig abgezogen werden.

Für größere Kläranlagen ist diese Art der natürlichen Entwässerung allein schon wegen des hohen Platzbedarfes ungeeignet, in Salzburger Breiteregraden kommt noch die klimaabhängige Begrenzung des Endwassergehaltes hinzu. Das Verfahren wird zur Zeit noch beim RHV Gasteinertal angewendet, aber in nächster Zeit aufgegeben.

Die **Entwässerung** und **Vererdung** von Klärschlamm in **Schilfbeeten** ist eine Sonderform der natürlichen Entwässerung. Dieses Verfahren wurde als Variante aus der Abwasserreinigung in Pflanzenkläranlagen entwickelt.

Die Trockenbeete werden in herkömmlicher Bauweise

- mit einer Filterschicht aus Sand und Kies,
- einem Drainagesystem als Abfluss
- mit Schilf-Phragmites australis bepflanzt
- in Intervallen von 10 – 14 Tagen mit Klärschlamm beschickt.

Das Schilf gedeiht nur mit aerob stabilisiertem Klärschlamm und Flächenbelastungen von 20 bis 30 kg TM/m² . a.

Der aufgebrachte Klärschlamm wird durch

- natürliche Verdunstung,
- Wasserentzug durch Schilfpflanzen,
- intensive Durchwurzelung aufgrund der besonderen Rhizombildung – Wurzelstockbildung – der Schilfpflanzen und die damit einhergehende gute Versorgung mit Sauerstoff in den Wurzelbereichen,
- Förderung einer dichten Bakterienbesiedlung

biologisch stabilisiert.

Dieser Vorgang geht von den unteren Bereichen aus und schreitet nach oben fort. Die gegenüber unbepflanzten Beeten geringeren Sickerwassermengen werden zur Kläranlage rückgeführt.

Die spezifische Netto-Flächenbelastung für Trockenbeete beträgt bei Einsatz von aerob stabilisiertem Schlamm etwa 1,5 bis 1,8 EW/m². Zur Überbrückung der zweijährigen Ruhepause für Trocknung, Räumung und Wiederinbetriebnahme werden etwa 20% mehr Fläche benötigt; die Fläche wird in mehrere Becken unterteilt.

Bei Feststoffbelastungen von 20 bis 30 kg TM/m² . a wird bis zum Erreichen der maximalen Füllhöhe von etwa einem Meter eine Nutzungszeit von etwa 6 – 8 Jahren angegeben. Das Verfahren kann bei Kläranlagen bis etwa 5000 EW, vorwiegend 1000 EW, (Reinhofer & Berghold) mit aerober

Schlammstabilisierung eingesetzt werden. Die Bepflanzung der Trockenbeete mit Schilf ermöglicht die Klärschlammaufbringung über mehrere Jahre bis die Kapazität des Beckens erschöpft ist.

Das Produkt aus Entwässerung und Vererdung von Klärschlamm in Schilfbeeten ist ein humusähnliches Material mit Wassergehalten von 60 bis 65%. Die kontrollierte Anwendung dieses Materials ist in der Landwirtschaft und im Landschaftsbau möglich. In der Steiermark gibt es zB kleinere Anlagen in Heiligenkreuz am Waasen, Weinitzen, Großhart und Mölchen (Reinhofer & Berghold 1998).

Die **solare Klärschlammmentwässerung und -trocknung** wurde als Variante der herkömmlichen natürlichen Entwässerung von Klärschlamm auf Trockenbeeten entwickelt. Sie eignet sich für kleine und mittelgroße Kläranlagen von 3000 bis 5000 EW. Voraussetzung für solare Anlagen ist ein gut besonntes horizontales Gelände. Eine solare Klärschlammmentwässerungsanlage besteht aus

- einer horizontalen, wasserundurchlässigen Aufbringungsfläche,
- einer Abdeckung durch eine Gewächshauskonstruktion mit UV-transparenter Folienabdeckung.

Entlüftet wird über einen Abluftschacht von etwa 2 m Durchmesser und 8 m Höhe. Der Schlamm wird zunächst vorentwässert und mit Geräten in den vorderen Teil der Anlage eingebracht, von dort durch Schubwender mehrmals täglich gewendet und langsam durch die Anlage transportiert. Durch die solare Strahlung wird der Schlamm im Sommer auf mehr als 50 °C erwärmt.

Das aus dem Schlamm austretende Wasser wird von der Luft aufgenommen und über den Abluftschacht abgeführt. Die benötigte Fläche wird aus dem zu entziehenden Wasser berechnet. In Abhängigkeit von der Anfangsfeuchte und von den angestrebten Trockensubstanzgehalt werden je Tonne vorentwässerten Klärschlammes etwa 1,0 bis 1,2 m² Fläche benötigt. Die Verweildauer des Schlammes beträgt mehrere Monate. Das Endprodukt der Solar- und Klärschlamm-trocknung ist ein lockeres, geruchsloses Granulat. Der erreichbare TM-Gehalt wird in Abhängigkeit von der Ausgangsfeuchte, der Verweildauer und meteorologischen Verhältnissen mit 70% und im Sommer bis 90% angegeben.

Die Anlage kann auch als Zwischenlager genutzt werden. Die Anwendung einer solaren Klärschlammmentwässerung wäre in den Breitengraden des Bundeslandes Salzburg sehr genau auf Basis empirischer meteorologischer Untersuchungen, insbesondere der wirksamen Sonnenscheindauer zu überlegen und zu kalkulieren. Hinzu kommt der relativ hohe Platzbedarf, der für das Land Salzburg in den meisten Fällen nicht vorhanden ist.

1.1.1.0.2 Mechanische Entwässerungsverfahren

Mechanisch wird mit

- Kammerfilterpressen,
- Siebband- und Bandfilterpressen,
- Zentrifugen oder Dekantern entwässert.

Die Entwässerbarkeit des Schlammes wird durch chemische oder physikalische Schlammkonditionierung verbessert. Am häufigsten wird die Flockung durch Chemikalienzusätze angewandt. Für diese Konditionierung sind vielfältige organische und anorganische Flockungsmittel verfügbar, die auf die sich

anschließende Entsorgungskette abgestimmt werden sollten. Bevorzugt werden Eisensalze in Verbindung mit Kalk und synthetische organische Polymere (für biologische Behandlung unbedingt erforderlich).

Anorganische Konditionierungsmittel setzen den Heizwert des Schlammes herab und erhöhen die Schlamm-trockenmasse um 20 - 30%. Mit organischen Polymeren wird dagegen nur eine vernachlässigbar geringe Feststoffmasse in den Schlamm eingebracht. Auch mittels einer thermischen Konditionierung durch Erhitzung des Schlammes im Druckreaktor auf 220° kann die Entwässerbarkeit des Schlammes verbessert werden.

Mit den angebotenen Entwässerungsaggregaten können unterschiedliche Entwässerungsgrade erreicht werden. Durch laufende Verbesserungen der technischen Standardsysteme ist es heute möglich, auf bis zu 45% (incl. Kalk) TM zu entwässern. Für kleinere Kläranlagen ist der Einsatz mobiler Anlagen zur Entwässerung zwischengespeicherter Schlämme häufig wirtschaftlicher als die Vorhaltung eigener nicht ausgelasteter technischer Systeme.

3.2.4.2 Trocknung

Mit der Schlamm-trocknung können Entwässerungsgrade von mehr als 95% TM erreicht werden. Der Wassergehalt des Schlammes wird durch Verdunsten und Verdampfen verringert, wobei er gleichzeitig bei mindestens 80° C und Aufenthaltszeiten von mindestens 10 Minuten hygienisiert wird. Mit der Trocknung können aus Nass-, Frisch- und Faulschlamm lager- und streufähige Produkte hergestellt werden, die bei Teil-trocknung etwa 60% TM und bei Voll-trocknung mindestens 95 % TM aufweisen.

Durch die Trocknung wird auch die Klärschlamm-menge erheblich reduziert, wodurch die Transportkosten verringert werden. Das Klärschlamm-granulat ist biologisch und mechanisch stabil, es kann landwirtschaftlich, landschaftsbaulich und thermisch verwertet werden. Obwohl die thermische Klärschlamm-trocknung teuer ist, wird sie zur Verbesserung der Entsorgungsmöglichkeiten häufig als Teil- oder Voll-trocknung in Schlamm-entsorgungsketten eingegliedert.

Da die Trocknung bezogen auf die zu entfernende Wassermenge die energie- und kostenaufwendigste Entwässerungsform darstellt, wird vorher eine weitgehende mechanische Entwässerung vorgeschaltet. Die Trocknung ist ein komplexes Verfahren, für das außer dem technischen Trocknungssystem weitere Aggregate zur Vor- und Nachbehandlung des Schlammes sowie zur Reinigung von Abgasbrüden benötigt werden. Die Verdampfungstemperatur im Trockner wird möglichst gering gehalten, dennoch entweichen außer Wasser mit dem Abgas, das hier Brüden genannt wird, leicht flüchtige, meist organische Inhaltsstoffe aus dem Schlamm. In Kondensatoren werden die Stoffe, soweit sie kondensierbar sind, aus dem Abgas abgetrennt. Das Kondensat wird in die Kläranlage rückgeführt. Das Abgas mit den nicht kondensierbaren Restbrüden wird bei der Verwendung von geeigneten Wärmeerzeugern als Verbrennungsluft eingesetzt und damit thermisch desodoriert.

Nach Art der Wärmezufuhr werden die Trocknungsarten unterschieden in

- Konvektionstrocknung,
- Kontakt-trocknung.

1.1.1.1.3 Konvektionstrocknung

Bei Konvektionstrocknen wird die Wärmeenergie durch Heißgas – Heißluft oder Rauchgas – auf den Klärschlamm übertragen. Brüden und Heißgase werden vermischt und abgeführt. Zur Verringerung der zu behandelnden Abluft können Brüden im Kreis geführt werden. Davor werden sie im Wärmetauscher auf 400 bis 450° aufgeheizt und erneut in den Trockner geleitet. Der getrocknete Klärschlamm wird durch Filter von den Brüden getrennt. Je nach Bauart unterscheidet man zwischen Etagentrockner, Mahltrockner, Stromtrockner, Trommeltrockner, Wirbelschichttrockner und Bandtrockner.

Mit Konvektionstrocknern können mit relativ geringem Kostenaufwand große Trocknungsgrade erzielt werden. Bei Verbrennung der gesamten Brüden werden die bei der Trocknung ausgetriebenen Kohlenwasserstoffe wie Benzol, Methanol oder Ethanol nicht freigesetzt. Die Trocknung kann schwankenden Trockensubstanzen des Rohschlammes schnell angepasst werden; dadurch bleibt die Produktqualität gleich.

Eine Trommeltrockneranlage wurde von der Firma AEVG in Graz-Gössendorf nach dem Verfahren der Andritz-AG 1997 errichtet und ist seitdem in Betrieb (11).

Auslegungsdaten:

Schlammeintrag:	30 t/a mechanisch-biologisch gereinigten Schlamm mit 30% TM
Wasserverdampfung:	3000 kg/h
Produkt:	Granulat 1-4 mm 9000t/a bei 90 – 92% TS; entspricht als Energieträger eingesetzt 100 000 GJ/a.

Der von der AEVG (51% Stadt Graz, 49% Grazer Stadtwerke AG) übernommene Nassschlamm weist einen TS-Gehalt von etwa 4 – 6% TS auf. Er wird über Siebbandpressen unter Einsatz eines organischen Flockungsmittels mechanisch entwässert. Der mechanisch entwässerte Klärschlamm weist üblicherweise TS-Gehalte zwischen etwa 30 – 35% auf. Das aus der Entwässerung anfallende Filtrat und Spritzwasser (zur Reinigung der Siebbänder) wird zT als Kühlwasser in der Klärschlamm-trocknung genutzt und gesamt in die Kläranlage zurückgeführt.

Der mechanisch entwässerte Klärschlamm wird anschließend thermisch getrocknet. Die Klärschlamm-trocknung erfolgt mittels einer Dreizug-Trommeltrocknertechnologie. Das Prinzipschema ist in der Abbildung 3.2 dargestellt. Der entwässerte Schlamm wird mit vollgetrocknetem Produkt vermischt, um den Bereich der sogenannten Leimphase, wo der Schlamm bei TS-Gehalten von 50% zum Kleben neigt, zu vermeiden. Das Gemisch wird im Trommeltrockner getrocknet und mit dem Trocknungsgasstrom aus dem Trockner ausgetragen. Anschließend wird das voll getrocknete Produkt in einem Filter vom Trocknungsgasstrom getrennt.

Das Produkt wird in mehrere Fraktionen getrennt. Haare, Kunststoffteilchen etc werden abgesondert und entsorgt. Das Granulat mit Korngrößen zwischen 4 bis 10 mm wird über einen Brecher zerkleinert und in die Anlage zur Rückmischung mit dem entwässerten Schlamm rückgeführt. Das vollgetrocknete Produkt umfasst den Korngrößenbereich bis 4mm. Der untere Heizwert (HU) der Trockensubstanz liegt zwischen 9300 kJ/kg und 9900 kJ/kg. Die bisherigen Messergebnisse der Schüttdichte des vollgetrockneten Produktes liegen im Bereich von ca 460 – 600 kg/m³.

Für den vollautomatisierten Betrieb sind zur Überwachung zwei Personen erforderlich.

1.1.1.0.4 Kontakttrocknung

Bei der Kontakttrocknung wird die Wärme auf den Schlamm über Kontaktflächen, die mit Dampf, Heißwasser oder Thermoöl beheizt werden, übertragen. Mit mechanischer Einrichtung wird der Schlamm umgeschichtet.

Das Heizmedium wird nicht verunreinigt und kann im Kreislauf geführt werden. Die Brüdenmenge ist geringer als bei der direkten Trocknung. Die Wärmeübertragung auf den Schlamm und damit der Trocknungsprozess können gut gesteuert werden. Nachteilig ist allerdings der höhere apparative Aufwand als bei der Konvektionstrocknung. Nach dem Prinzip der Kontakttrocknung arbeiten: Schneckenrockner, Scheibentrockner, Dünnschichtrockner und Knetrockner.

Der Wirkungsgrad von Kontaktrocknern liegt wegen der rückgewonnenen Wärmemenge aus der Brüdenkondensation mit bis zu 80% über dem von Konvektionstrocknern. Die Auswahl von Trocknungsverfahren mit dem zugehörigen Vorbehandlungsstufen hängt von Randbedingungen ab wie

- Art der Energieversorgung zB durch Faulgas oder über eine nachgeschaltete Verbrennungsanlage
- Standort zB auf der Kläranlage oder am Ort der Granulatverwertung;
- Forderungen aus der nachgeschalteten geplanten Klärschlamm entsorgungskette zB hinsichtlich der Granulatgröße und –stabilität sowie des Trocknungsgrades;
- Durchsatz der Anlage.

Schlamm muss vor der Trocknung nicht stabilisiert oder hygienisiert werden; dennoch hat stabilisierter Schlamm Vorteile gegenüber nicht stabilisiertem Schlamm wegen zB Lagerfähigkeit, Vermeidung der Leimphase usw.

Getrockneter Rohschlamm weist bessere Eigenschaften für einige Entsorgungsketten als getrockneter Faulschlamm auf:

- der Heizwert und
- der Gehalt an pflanzenverwertbaren Inhaltsstoffen

sind höher.

Die Trocknung kann bei Einsatz von Faulgas in vielen Fällen energieautark geführt werden.

3.2.4.3 Kombinierte Entwässerung und Trocknung

Durch eine kombinierte Entwässerung und Trocknung in dem Zentrifugaltrockner – Centridry (Bird Humboldt) – kann Dünnschlamm zunächst auf 30% TM entwässern und direkt im Anschluss bis zu 90% TM getrocknet werden. Die Entwässerung erfolgt nach dem Zentripress – Prinzip: Während der Zentrifugierung wird der Klärschlamm mit einer Förderschnecke in den konisch zulaufenden Teil der Zentrifugentrommel transportiert, wo er durch die dabei auftretende Pressung weiter verdichtet wird. Im Feststoffabwurf wird der Schlamm zu Granulat zerkleinert und in den Zentrifugentrockner geleitet. Ein heißer Umluftstrom trocknet dort die

Klärschlammartikel auf rund 90% TM. Durch die Kombination von Entwässerung und Trocknung können die Investitionskosten reduziert werden.

3.2.5 Verwertung von Klärschlamm in der Landwirtschaft und im Landschaftsbau

Der direkte Einsatz von wenigstens aerob stabilisiertem Klärschlamm meist geringeren TM-Gehaltes in der Landwirtschaft und im Landschaftsbau folgt der Vorstellung, die den Böden entzogenen Nährstoffe in den natürlichen Kreislauf wieder zurückzuführen und damit den ökologischen Kreislauf zu schließen. Dieser grundsätzlich richtige aber in letzter Konsequenz ideale Ansatz stößt auf Grenzen aus Gründen der

- rechtlichen Restriktionen auf Grund hygienischer Bedenken und erhöhter Schadstoffgehalte
- frachtmäßigen Beschränkung des Nährstoffbedarfes insbesondere Stickstoff und Phosphor.

Nicht zuletzt bestehen auch seitens der Konsumenten mentale Vorbehalte gegen Produkte, die von direkt, ja sogar indirekt, mit Klärschlamm gedüngten Äckern und Feldern stammen.

Verstärkt wird diese mentale Reservation noch durch wissenschaftliche Untersuchungen und darauf fußende Meldungen über erhöhte Schwermetallbelastungen, erhöhte Gehalte an chlorierten Dioxin- und Furanverbindungen und darüber hinaus einer Reihe von organischen Schadstoffverbindungen des Konsumlebens wie lineare Alkylbenzolsulfonate (LAS) Nonylphenole, polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe, chlorierte und bromierte Biphenyle, Pentachlorphenol etc und verunsichert die potentiellen Anwender, in der Regel Landwirte.

So liegen teilweise noch keine eindeutigen wissenschaftlichen Erkenntnisse über den Abbau im Boden bzw die Phytotoxizität vor. Repräsentative Grenzwerte organischer Schadstoffe wären daher für eine landwirtschaftliche Verwendung zu überlegen. Die letzte Fassung des Entwurfs einer EU-Richtlinie für die Behandlung und Verwertung von Klärschlämmen (Jan. 2000) sieht daher Grenzwerte für die wichtigsten organischen Schadstoffverbindungen vor. Nach Maßgabe des wachsenden Wissens über die Umweltwirkungen von Substanzen sollte die Festlegung solcher Grenzwerte für einige ausgewählte organische Substanzen im Klärschlamm darüber hinaus alle 10 – 15 Jahre überprüft werden (UBA M-095 1997).

Der Einsatz von Klärschlamm als Bodenverbesserungsmittel mit Düngepotential folgt dem Verwertungsgebot des Abfallwirtschaftsgesetzes BGG Nr 325/1990. Der Vorrang der stofflichen Verwertung ist allerdings nur anzustreben, wenn die Qualität des Klärschlammes entsprechend den einschlägigen Regelwerken für eine direkte oder indirekte Verwertung geeignet ist. Ansonsten wäre der Weg der Entsorgung etwa durch biologische oder thermische Verwertung zu beschreiten.

Zur Verbesserung der Klärschlammqualität wird mit zahlreichen Instrumenten wie Abwasserkataster und entsprechende Überwachungsstrategien, Einsatz neuer Verfahrenstechniken zur Schließung von Brauchwasserkreisläufen, zur Abwasservorreinigung, zur Umstellung auf abwasserlose und –arme Verfahren an der konsequenten Durchsetzung der Indirekteinleiterverordnung gearbeitet. Damit wurde und wird der Schadstoffeintrag in das Abwasser aus gewerblichen und industriellen Anlagen erheblich gesenkt. Grundsätzlich kann der Klärschlamm direkt als Nassschlamm, entwässerter oder getrockneter Schlamm

sowie als Produkt Klärschlammkomposte oder Erden aus Abfällen aufgebracht werden. Gegen den direkten Einsatz von Nassschlamm werden wegen der organischen Schadstoffe in zunehmendem Maße Vorbehalte laut (UBA 1997).

3.2.6 Biologische Verwertungs- und Entsorgungsverfahren

Bei den biologischen Verfahren zur Klärschlammverwertung bzw –entsorgung wird ein Teil der nach einer vorangegangenen Kette von Vorbehandlungsstufen im Klärschlamm noch verbliebenen organischen Inhaltsstoffe mikrobiell abgebaut. Dadurch werden Masse und mittelbar Volumen erheblich reduziert. Der eingesetzte Klärschlamm muss schadstoffarm sein, damit dieser zunächst den Anforderungen der Klärschlammrichtlinie des Landes Salzburg aus dem Jahr 1986 bzw die Qualität der daraus gewonnenen Produkte dem inhaltlich fertiggestellten und unterschriftsreifen Entwurf einer Kompostverordnung, der voraussichtlich noch im ersten Halbjahr 2000 in Kraft treten wird, entspricht.

Das am längsten angewandte, verbreitetste und bekannteste biologische Verfahren ist die Kompostierung des entwässerten Klärschlammes bisher in der Regel mit unsortierten Hausabfällen, nunmehr dem Stande der Technik und der Wissenschaften entsprechend mit getrennten Fraktionen wie Biomüll, Gartenabfällen, Strauch- und Baumschnitt etc als Strukturmaterial.

Aktuelle Entwicklungen auf dem Gebiete der biologischen Behandlung gehen dahin, Klärschlamm gemeinsam mit der getrennt erfassten Biofraktion zu vergären bzw die Bioabfälle in den Faulbehältern der Kläranlagen mit Klärschlamm gemeinsam zu fermentieren (Verfahren der Cofermentation). Die resultierenden Gärprodukte werden durch Aerobisierung in Kompost übergeführt.

Eine weitere, seit längerem in Österreich und im Bundesland Salzburg praktizierte „Spielart“ des aeroben Abbaus von Klärschlamm ist die Vererdung.

In die hier vorgestellten technischen Verfahren der Klärschlammbehandlung dürfen nicht mit den Verfahren zur Stabilisierung des flüssigen Klärschlammes - der Flüssigkompostierung und der Faulung - verwechselt werden.

3.2.6.1 Kompostierung

Kompostierung ist die gesteuerte exotherme biologische Umwandlung abgestorbener biogener Reststoffe in ein huminstoffreiches Erdsubstrat.

So jedenfalls die Definition in § 2 Ziffer 4 der künftigen Kompostverordnung.

Durch unerwünschte und schwer kontrollierbare Nebenreaktionen fallen noch als Nebenprodukte gasförmige in der Regel äußerst geruchsintensive flüchtige organische Schadstoffe sowie belastetes Sickerwasser an. Der ungehemmte Austritt der gasförmigen Emissionen führt zu unzumutbaren Geruchsbeeinträchtigungen der Nachbarschaft und erfordert entsprechende technische Vermeidungs- und Reduzierungsmaßnahmen. Das organisch hoch belastete Sickerwasser muss einer Kläranlage zugeführt werden.

Der nach der bisherigen Deponieverordnung erzeugte Kompost fällt rechtlich nicht mehr unter das Abfallregime und stellt ein Wirtschaftsgut mit einem bestimmten Marktwert dar.

Die Anwendung der verschiedenen mit Klärschlamm hergestellten Kompostqualitäten erstreckt sich nach § 2 Ziffer II des Entwurfes der Kompostverordnung auf die Bodenverbesserung mit einem bestimmten aber begrenzten Düngepotential, auf den Erosionsschutz, auf die Mischkomponente zur Herstellung einer vegetationsfähigen Bodenoberschicht (Rekultivierung), auf die Emissionsminderung (Biofilter, Methanoxidation) oder auch auf die Mischkomponente zur Erdenherstellung (siehe nächstes Kapitel).

Die Verwendung von Klärschlamm ist nach dem Entwurf der Kompostverordnung nur für die Qualitätsklassen A der Bezeichnung Kompost bzw. Qualitätsklärschlammkompost und B mit der Bezeichnung Müllkompost zulässig. Im Fall von Qualitätsklärschlammkompost ist die genaue Herkunft des verwendeten Schlammes zu deklarieren und sind besonders restriktive Schadstoffgehalte einzuhalten.

Die Eignung der Ausgangsmaterialien muss grundsätzlich durch Herkunftsnachweis, Kenntnis des Entstehungsprozesses und/oder analytische Kontrolle sichergestellt sein. Ebenso unterliegen die Kompostprodukte einer strengen Qualitätskontrolle bzw. -prüfung. Dies betrifft auch die seuchenhygienische Unbedenklichkeit.

Die landwirtschaftliche und landschaftspflegerische Verwertung von kommunalem Klärschlamm über die Kompostierung ist wesentlich aufwendiger als die direkte Anwendung weitgehend unbehandelter Klärschlämme in der Landwirtschaft und Landschaftspflege. Dafür können die Kompostqualitäten wesentlich universeller eingesetzt werden und bedingen nach dem Stand des Wissens kein ökologisches inklusive humantoxisches Risiko.

Die stark exotherme Wärmetönung des Rotteprozesses der Kompostierung führt dazu, dass neben dem eigentlichen Abbau eine auf biochemischer Basis fußende kostenlose weitergehende Trocknung des eingesetzten kommunalen Klärschlammes stattfindet. Dies bildet, jedenfalls bisher, eines der wesentlichen Argumente für die Weiterführung der ehemaligen Müllklärschlammkompostierungsanlagen als mechanisch-biologische Behandlungsanlagen (MBA) bei der Salzburger Abfallbeseitigung GmbH (SAB) und bei der zentralen Müll- und Klärschlammbehandlungsanlage (ZEMKA Zell am See).

In der ÖNORM S 2022 *Gütekriterium für Müllkompost* (1989) wird für die Prozesssteuerung zur ausreichenden Hygienisierung festgelegt, dass sämtliches Gut dem exothermen Rotteprozess über einen zusammenhängenden Zeitraum von 6 Tagen oder über 2 x 3 Tage bei einer Mindesttemperatur von 65°C und einem Wassergehalt von mindestens 40% ausgesetzt wird. Für biogene Abfälle wird in der ÖNORM S 2200 (1993) die nachstehenden Anforderungen an das Kompostierverfahren gestellt:

Um die geforderte Entseuchung des Kompostes zu erreichen ist verfahrensmäßig sicherzustellen, dass **sämtliches Rottegut** dem exothermen Rotteprozess über einen zusammenhängenden Zeitraum von 3 Tagen bei einem Wassergehalt von mindestens 40% und bei einer Mindesttemperatur von 65 °C ausgesetzt wird. Rottegut, welches sich außerhalb der 65°-Zone befindet, muss durch entsprechende Maßnahmen in diese gebracht werden. Die grundsätzlichen Vorteile der Klärschlammkompostierung in den unterschiedlichen verfahrensmäßigen Ausprägungen sind:

- Der Klärschlamm wird biochemisch ohne speziellen Energieeinsatz und daher kostenschonend weiter getrocknet, massenmäßig reduziert und stofflich verändert, insgesamt in eine ökologisch höherwertige stabilere Form transformiert.

- Durch die Kompostierung werden die Lagerfähigkeit für die Zeiten der landwirtschaftlichen Ausbringungssperrfrist und die Ausbringungsmöglichkeiten erhöht.

Die Kompostierung von ausgefaultem und entwässertem Klärschlamm wird im Bundesland Salzburg unmittelbar angrenzend an die beiden Kläranlagen des Landes d.s. der Stadt Salzburg und Umlandgemeinden und des Reinhaltverbandes Zellerbecken bei der SAB und ZEMKA betrieben. Während bei der ZEMKA erst im Jahre 1996 – 98 ein neues MBA-Verfahrenskonzept realisiert wurde, wurde bei der SAB die ehemalige Müllklärschlammkompostierungsanlage, die seit 1978 in Betrieb ist, als MBA-Anlage umfunktioniert und so weiter betrieben. Entsprechende Entscheidungen wegen des Alters der Anlage und der durch die Deponieverordnung vorgegebenen Fristen werden aber noch erforderlich werden.

Die Kompostierung von Klärschlamm mit nativen Strukturmaterial wird auf einer kleinen Kläranlage mit 12 000 EW beim Reinhaltverband Pladenbach betrieben.

1.1.1.0.5 Technik der Kompostierung

Der Kompostierungsprozess lässt sich grundsätzlich in die Phasen Vorrotte, Intensivrotte und Nachrotte einteilen. Erst in der Nachrotte wird aus dem Frischkompost der Intensivrotte ein pflanzenverträgliches und anwendbares Produkt entsprechend den Qualitätsanforderungen der Kompostverordnung erzeugt. Die Kompostierverfahren werden in statische und dynamische Verfahren unterteilt:

- Bei dem statischen Verfahren wird das zu kompostierende Material de facto nicht bewegt. Der erforderliche Sauerstoffeintrag erfolgt durch natürliche Kaminzugwirkung und/oder mittels Unterstützung von Gebläsen, allenfalls ergänzt durch periodisches Umsetzen des Materials. Der Prozess findet in einfachster Form in offenen Mieten, in Ballen oder geschlossen in Containern, Tunneln und Boxen statt.
- Bei den dynamischen Verfahren wird das Rottegut in Apparaten ständig bewegt und gleichzeitig belüftet. Das gerottete Material wird mittels Zwangsausstrag unter Umständen kombiniert mit einer Siebung aus den Apparaten ausgetragen. Verbreitetster Vertreter solcher Einrichtungen ist die Rottetrommel. Bei der Klärschlammkompostierung übernimmt die Rottetrommel die Funktion eines Mischaggregates, welches die Homogenisierung dieses außerordentlich heterogenen Abfallgemisches übernimmt. Diese ursprünglich schwierig zu lösende technische Anforderung wurde durch die Rottetrommel als Vorrottesystem in langjähriger praktischer Bewährung gelöst.

Bei der Kompostierung in Boxen, Tunneln oder Containern werden rottenspezifische Parameter insbesondere Sauerstoffeintrag, Feuchtigkeit und CO₂-Gehalt der Um- bzw Abluft sowie die Temperatur überwacht, die optional als Führungsgrößen für die gezielte Zuführung von Luft, Wasser/Sickerwasser oder Dünnschlamm dienen. Zur Vermeidung der Geruchsemissionen wird die Abluft aus den Bunkern, Hallen und Apparaten abgesaugt und in Biowäschen und Biofiltern gereinigt, in manchen Fällen thermisch durch Verwendung als Verbrennungsluft geruchsfrei gemacht.

Die technischen Rottesysteme werden je nach Anforderung entweder als Vorrotte oder für die Intensivrotte eingesetzt. Gemäß der gezeigten Systematik lassen sich die in Salzburg angewandten Behandlungsverfahren wie folgt einteilen:

Salzburger Abfallbeseitigung Gesellschaft SAB in Siggerwiesen, MBA:

- dynamische Vorrotte mittels Rottetrommeln; Zugabe von Klärschlamm
- statische Intensivrotte eingehaust mit künstlicher Belüftung
- statische Nachrotte in Mieten mittels Umsetzgerät.

Zentrale Müll- und Klärschlammbehandlungsanlage ZEMKA Zell am See, MBA:

- dynamische Vorrotte mittels Rottetrommel; Zugabe von Klärschlamm
- Intensivrotte dynamisch mittels Umsetzsystemen in einer umhausten Rottebox

Qualitätsklärschlammkompost:

- Vermischung von Bio- und Grünabfall mit Klärschlamm durch Umsetzgerät; gleichzeitig Vorrotte
- Intensivrotte dynamisch mittels automatischen Umsetzgerät eingehaust in Boxen.

Reinhalteverband Pladenbach:

- Quasi dynamische Vorrotte von Klärschlamm (28% TM) und Hackschnitzel aus Grünschnitt und Holz sowie Sägespänen und Stroh, Volumverhältnis 1:2
- statische Intensivrotte in Dreiecks- oder Trapezmieten überdacht, mittels Umsetzgerät (Kompostfräse).

1.1.1.1.6 Anwendungsbereiche für Komposte

In der geplanten Kompostverordnung werden die Anwendungsbereiche für Komposte unter Einbeziehung von kommunalem Klärschlamm als Ausgangsmaterial geregelt:

- a. Landwirtschaft:
Anwendung von Kompost im Ackerbau, auf Grünland, im Feldgemüsebau, im Weinbau, im Obstbau, im Gartenbau, im Hobbygarten, auf Schipisten sowie in Wald und Forst;
- b. Landschaftspflege:
Anwendung von Kompost auf Flächen, die nicht unter den Anwendungsbereich Landwirtschaft fallen und die auch zukünftig für keine Produktion von Nahrungs- und Futtermittel vorgesehen sind, zur Herstellung, Erhaltung und Pflege einer vegetationsfähigen Bodenoberschicht im Rahmen von Rekultivierungs- oder Landschaftsgestaltungsmaßnahmen (Landschaftsbau) sowie im Sportstätten- und Freizeitanlagenbau.
- c. Deponieoberflächenabdeckung:
Anwendung von Kompost als Mischkomponente zur Herstellung einer Rekultivierungsschicht im Zuge einer Deponieoberflächenabdeckung gemäß § 20 und Anlage 3, Punkt IV.5 Deponieverordnung, BGBl. Nr 164/1996;

- d. Methanoxidationsschicht für Deponien:
Anwendung von Kompost entweder pur oder als Mischkomponente (zB mit Sand oder Erde) zur Herstellung einer obersten Schicht auf Deponien zur Oxidation des freigesetzten Methans.
Diese Methanoxidationsschicht stellt keinen Ersatz der Oberflächenabdeckung mit einer entsprechenden Oberflächendichtung gemäß Deponieverordnung, Anlage 3, Punkt IV, dar.
- e. Biofilterbau:
Verwendung von Kompost als Biofiltermaterial gemäß ÖNORM S 2020 „Biofiltermaterialien auf Kompostbasis“;
- f. Erdenherstellung:
Verwendung von Kompost als Mischkomponente zur Herstellung von Erden oder Erdmischungen.
Überprüfung, Kontrolle und Deklaration der Kompostqualitäten aus und mit Klärschlamm erfolgen nach den Bestimmungen der zukünftigen Kompostverordnung.

3.2.6.2 Erden aus Abfällen

Analog zur Kompostverordnung soll mittelfristig auch eine Verordnung für die Herstellung von Erden aus Abfällen erlassen werden. Diesbezüglich wurden vom Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie bereits wissenschaftliche Vorarbeiten an die ARGE „Erden aus Abfällen“ in Auftrag gegeben und vorgestellt. Zur klaren Unterscheidung zum Kompost wird Erde aus Abfällen wie folgt definiert:

Erde aus Abfällen ist ein aus Abfällen (einschließlich Bodenaushubmaterialien) hergestelltes, mineral-organisches Material, das in wesentlichen Merkmalen natürlich entstandenem Boden entspricht und relevante Bodenfunktionen (wie Lebensraum -, Filter-, Puffer- und Transformatorfunktion) übernehmen kann.

Die Besonderheiten der Erdenverwertung im Unterschied der Kompostverwertung wird durch folgende Gegenüberstellung verdeutlicht:

Einbringung von Kompostqualitäten als Düngemittel und Bodenverbesserer:

⇒ Veränderung eines vorhandenen Bodens durch Einmischung von Stoffen

⇒ relativ kleine Mengen (meist <200 to/ha)

⇒ Bodenwerte der Klärschlammverordnungen basieren auf „Auffüll- bzw Vermischungsszenarien“.

Die Anforderungen des vorsorgenden Bodenschutzes betrifft die Einmischungs-Bodenschicht.

Aufbringung von Erden

⇒ Erzeugung neuer, künstlicher Böden (einschließlich Untergrund)

⇒ dh keine Vermischung und Verdünnung von Abfall mit Boden

⇒ große Mengen (zB 50 000 to/ha) ohne Vermischung

⇒ Erden als Produkt können auf beliebigen Standort aufgebracht werden.

Die Anforderungen des vorsorgenden Bodenschutzes betreffen das Erdenmaterial.

Grundsätzlich sieht dieses „Vorfeld-Papier“ der ARGE „Erden aus Abfällen“ zwei Erdentypen vor, wobei der Erdentyp 1 in a und b gegliedert wird:

- Erdentyp 1 a wird aus 100% Bodenmaterial hergestellt
- Erdentyp 1 b weist einen Bodenmaterialanteil > 80% und Abfallanteil < 20% auf
- Erdentyp 2 kann einen Abfallanteil > 20% theoretisch sogar bis 100% und demnach auch einen untergeordneten Mineralstoffanteil aufweisen.

Die Anwendung richtet sich nach Grenzwerten, die sich ihrerseits an Vorsorgewerten orientieren:

- A1: Grenzwerte, orientiert an Vorsorgewerten, differenziert nach Hauptbodenart (Sand, Lehm, Schluff, Ton)
- A2: Grenzwerte, orientiert an Vorsorgewerten ohne Bodenartdifferenzierung
- B: Grenzwerte abgeleitet aus der Vorsorgeanforderung eingeschränkt auf den Wirkungspfad Boden ⇒ Grundwasser (Abgleich mit toxikologischen Daten)

1.1.1.0.7 Technik der Vererdung

Die Verfahrenstechnik der Herstellung von „Erden aus Abfällen“ läuft in weiten Teilen analog jener der Kompostierung ab. Der schematische Verfahrensablauf ist der folgenden Abbildung 3.4 zu entnehmen.

Die übernommenen Abfälle in festem, krümeligem bis pastösem Zustand unterliegen einer eingehenden Eingangskontrolle einschließlich chemischer Untersuchungen unter Einbeziehung und Berücksichtigung der Herkunft und des Entstehungsprozesses. Nach Feststellung der Zulässigkeit als Ausgangsmaterialien werden diese gegebenenfalls einer mechanisch-physikalischen Behandlung und der eigentlichen vererdenden biologischen Behandlung zugeführt.

Zur Produktoptimierung können diesem Verfahrensschritt bereits untergeordnete Anteile an Zuschlagsstoffen zB Tone und Kompost zugemischt werden. Nach ausreichender Vererdungszeit mit periodischem Sauerstoffeintrag mittels Belüftung durch eine Mietenfräse werden nach rund fünf Monaten direkt die angestrebten Erdenqualitäten oder ein „Erdenkonzentrat“ erhalten. Letzteres wird anschließend mit größeren Mengen an Mineralstoffanteilen gemischt und zur endgültigen Erdenqualität aufbereitet.

Die Erdenprodukte werden vor der Verwertung und dem Inverkehrbringen einer Qualitätsprüfung auf Kennwerte und Schadstoffgehalte entsprechend den Anwendungsbereichen „Wurzelschicht“ und „Untergrund“ unterzogen. Die Qualitätsprüfung erfolgt mit Feststoffanalysen, aber auch durch Analyse des wässrigen Extraktes. In Österreich werden zur Zeit die im Folgenden beschriebenen vier Verfahren angewendet (UBA 1999):

1. Verfahren nach Professor Husz:

Auf der Deponie „Langes Feld“ in Wien wird das von Prof. Husz entwickelte und patentrechtlich geschützte Verfahren angewendet. Die betriebliche Umsetzung am langen Feld obliegt der ARGE Vererdung, einer Arbeitsgemeinschaft Firma PORR Umwelttechnik, Grün und Bilfinger,

Hinteregger & Söhne und TEERAG-ASDAG. Die Kontrolle und analytische Steuerung der Vererdung unterliegt der ÖKO-Datenservice, deren Institutsleiter Prof. Husz ist. Nach verschiedenen Firmenangaben können folgende Ausgangsmaterialien als Einsatzstoffe Verwendung finden.

Organische Abfallstoffe: Klärschlamm, Papierfaserschlämme, Sägespäne, Rinde, zerkleinertes Abfallbauholz, Papier/Kartonagen, Mist, Abfälle der obst- und gemüseverarbeitenden Lebensmittelindustrie.

Anorganische Abfallstoffe: Sande, Schluffe, Tone, aufbereiteter und klassierter Bauschutt, Ziegelanteile, Abraummateriale von Steinbrüchen, Schotterwerken und Bergwerken.

Zuschlagsstoffe: Naturgips, Kalk, Dolomit, Magnesiumcarbonat, Rohphosphate.

Auf der Grundlage der laboranalytischen Untersuchungen wird mittels eines entwickelten Computerprogramms das erforderliche Mischungsverhältnis der Einsatzstoffe errechnet so, dass nach dem Vererdungsprozess Erdentypen der gewünschten und definierten Qualität erhalten werden. Die Einsatzstoffe werden entsprechend dem berechneten Verhältnis in Mieten aufgesetzt, sodass zügig und ohne Hemmung die intensive Rottephase mit Wärmeentwicklung eintritt. Bei der Intensivrotte wird periodisch täglich die Mientemperatur, Sauerstoff und Kohlendioxid, erforderlichenfalls Methangehalte und auch die Ammoniakentwicklung gemessen um den richtigen Zeitpunkt des Endes der Intensivrotte meist nach rund acht Wochen feststellen zu können. Dieses noch „heiße Erdenkonzentrat“ wird anschließend mit zielgerechten Mengen mineralischer Massen vermischt und einer mehrere Monate dauernden Stabilisierungsphase zur Bildung stationärer Huminstoffkomplexe sowie von Ton – Humuskomplexen unterzogen. Auch während der Stabilisierungsphase werden periodische Prozess- und Qualitätskontrollen vorgenommen. Die Qualität des Endproduktes wird durch eine externe akkreditierte Prüfanstalt gemäß den vorhandenen anzuwendenden Regelwerken unter Berücksichtigung der seuchenhygienischen Vorschriften vorgenommen und bescheinigt.

Im Land Salzburg wird nach diesem Verfahren von der Firma E.R.D. gemeinsam mit der PORR-Umwelttechnik eine Vererdungsanlage in Sulzau/Werfen betrieben. Die PORR-Umwelttechnik bringt das know-how ein und ist für den Betrieb Vererdung zuständig und verantwortlich. Eingangsmaterialien sind gehäckselte Grün- und Holzabfälle, Spuckstoffabfälle der Modo-Papierfabrik Hallein und kommunale Klärschlämme.

Die damit weitgehend als Klärschlammvererdung konzipierte Anlage hat ihr Aufbaustadium überwunden und wird in den kommenden beiden Jahren bescheidmäßig ausgebaut werden.

2. **WSC-Waste-Soil-Complexing – Verfahren:**

Das gegenständliche Vererdungsverfahren wurde von der Firma KOMPTECH entwickelt. Als Eingangsmaterialien werden folgende Fraktionen eingesetzt:

- Restabfall gesiebt und magnetabgeschieden
- Klärschlamm ausgefault und entwässert auf mindestens 30%

- Grünschnitt zerkleinert
- Altholz ohne Störstoffe
- Bodenaushub, der im Zuge des Deponiebaus anfällt.

Das Endprodukt soll im Rahmen der Rekultivierung der Deponie Frohnleiten eingesetzt werden. Für die Intensivrotte werden die Eingangsmaterialien auf Dreiecksmieten auf der Deponie aufgesetzt und anfangs zwei- bis viermal wöchentlich und später einmal wöchentlich umgesetzt. Nach einer Rottedauer von 4 bis 15 Wochen wird der Restabfall Rotteendprodukt abgesiebt mit Boden versetzt und mit der Komplexierung begonnen. Die Feinfraktion der abschließenden Siebung bei 10mm wird mit Boden vermischt, der im Zuge des Deponieausbaus anfällt; das „Konzentrat“ aus den Klärschlammieten wird mit ungefähr vier – fünf Teilen Bodenaushub vermischt. Nach Angaben der Verfahrensinhaber kommt es im Zuge der Komplexierung durch die noch vorhandene mikrobielle Aktivität, durch die Reaktionsfähigkeit der gebildeten Huminstoffe, sowie durch periodische Durchmischungsvorgänge zur Bildung organisch-mineralischer Verbindungen.

Nach einer Gesamtbearbeitungszeit von drei – vier Monaten, abhängig vom Prozessverlauf, werden die Substrate auf ihre Qualität geprüft und für die weitere Anwendung freigegeben. Sie werden nach einer Untersuchung und einem Gutachten von Prof. Lechner (Abteilung Abfallwirtschaft der Universität für Bodenkultur) als Geruchsstoffs- und Methanoxidationsschicht auf der Deponie eingesetzt.

3.2.6.3 Biogasverfahren

Ursprünglich wurde die Vergärungstechnik für die Verwertung tierischer Exkremente aus der landwirtschaftlichen Tierhaltung, für die anaerobe Schlammstabilisierung in kommunalen Kläranlagen und für die Reinigung organisch noch belasteter Abwässer entwickelt. Die Anaerob-Technologie wurde am Beginn der 80-er Jahre zur Behandlung zunächst aufbereiteter Müllfraktionen und später getrennt erfasster Abfallfraktionen auch für den festen Bereich adaptiert. Die Vergärung von festen bzw pastösen Abfällen kann aber unter Zugabe von Klärschlämmen unterschiedlicher Herkunft erfolgen.

Bei der Vergärung wird der organische Anteil des Eingangsmaterials im anaeroben Milieu dh unter Luftausschluss mikrobiell umgesetzt. Der anaerobe Abbau der polymeren Stoffe erfolgt in vier Phasen (siehe Abbildung 3.5). Zunächst werden die polymeren Stoffe durch Hydrolyse zu Monomeren, die weiter in kurzkettige Fettsäuren und Alkohol (Versäuerungsphase) und über die Essigsäurephase letztlich durch methanogene Bakterien in Methan und Kohlendioxid um- und abgebaut werden.

In der symbiotischen Stoffwechselkette kann es zu Anreicherung von Stoffwechselprodukten kommen, die schließlich den Prozess erheblich hemmen können. Die wichtigsten Einflussfaktoren beim anaeroben Abbauvorgang sind der Tabelle 3.5 zu entnehmen. Die betrieblich signifikantesten Prozessparameter sind die Temperatur, der pH-Wert und der Gehalt an niederen Fettsäuren. Eine Gegenüberstellung der Vor- und Nachteile von Kompostierung und Vergärung sowie die Kombination beider Verfahren, ist der Tabelle 3.6 zu entnehmen. Die Hauptvorteile der Vergärung sind:

- geringer Platzbedarf durch kompakte Bauweise
- Vermeidung von Geruchsemissionen durch Ablauf der Prozesse in geschlossenen Reaktoren
- die vollständige thermische und elektrische Energieautarkie bei erheblichem Energieüberschuss auf der Basis erneuerbarer Ressourcen
- die erhebliche Volums- bzw Massenreduzierung des verbleibenden Substrates durch die überwiegende Vergasung des organisch abbaubaren Kohlenstoffs.

1.1.1.0.8 Prozesstechnik

Die anaerobe Fermentation kann technisch ein- oder zweistufig durchgeführt werden, die die technische Ausprägung in ein oder zwei Reaktoren findet. Das zweistufige Verfahren, bei welchem in der ersten Prozessphase das Substrat hydrolysiert und versäuert wird und in der zweiten Prozessphase die Acetogenese mit der Methanogenese ablaufen, hat sich in der großtechnischen Praxis wegen der komplizierteren Prozesstechnik und Betriebsgestaltung weniger bewährt als das einstufige Verfahren, obwohl der Chemismus vom Ansatz her Vorteile versprach. Das einstufige Verfahren ist betrieblich robust, einfach zu handhaben und zu steuern. Zudem fällt weniger belastetes Abwasser an und der Verbrauch an Chemikalien ist geringer.

Bei Feststoffgehalten im Substrat bis 15% wird von Nassvergärung, zwischen 15 – 35% von halbtrockenen und darüber von trockenen Vergärungsverfahren gesprochen. Die halbtrockenen und trockenen Verfahren ergeben bessere Raumzeitausbeuten des Reaktors, sind aber reaktions- und fördertechnisch schwieriger und aufwendiger zu gestalten und zu beherrschen. Es gibt mesophile Vergärungsverfahren mit einem Optimum von 36 – 38° C, die vorwiegend in der Klärtechnik und Cofermentation zum Einsatz kommen und die thermophile Vergärung mit einem Optimum von 55° C, die technisch eher bei den trockenen Verfahren zum Einsatz kommt. Mit einer der ersten großtechnischen Ausführungen der Vergärung von Bioabfällen wurde bei der SAB auf Basis des DRANCO - (dry-anaerobic-composting) – Verfahrens entwickelt und errichtet und ist seit Ende 1993 ohne nennenswerte außerplanmäßige Ausfälle in Betrieb. Das Verfahrensschema ist aus der Abbildung 3.6 ersichtlich. Anwendung findet die einstufige halbtrockene thermophile Prozesstechnik mit nachfolgender Rotte des Gärgutes im Tunnel bis zum Reifkompost und Verwertung des entstandenen Biogases durch Kraft-Wärme-Kopplung mittels spezifischer Gasmotoren.

Einsatzmaterial ist ausschließlich getrennt gesammelter Bioabfall mit geringen Störstoffgehalten aus der Stadt Salzburg, dem Flachgau und dem Tennengau. Kommunaler Klärschlamm findet keinen Einsatz, könnte aber optional in geringen Mengen verwendet werden.

Auslegungsdaten:

jährliche Verarbeitungskapazität	maximal 20 000 Mg/a
tägliche Verarbeitungsmengen	Minimum 45 Mg/d
	Maximum 90 Mg/d
tatsächliche mittlere Verarbeitungsmenge	80 Mg/d.
Betriebs- und Übernahmezeiten	250 d/Jahr

	5 d/Woche
	8 h/Tag
Feuchtigkeitsgehalt	60 – 75%,
Dichte	0,5 – 0,8 Ng/m ³ .

Die Verarbeitung der Bioabfälle kann anhand erfolgt so:

Die überwiegend kommunalen biogenen Abfälle werden vom Systemfahrzeug direkt in einen geschlossenen Annahmetrichter mit Dosierboden abgekippt. Zunächst wird über eine Handauslesestation eine Negativsortierung von Stör-Ballast und Problemstoffen vorgenommen. Der gesamte Anlieferungs- und Sortierbereich wird permanent über Biofilter entlüftet. Um den Bioabfall für die Methanisierung aufzubereiten und pumpfähig zu machen, wird eine selektive Zerkleinerung in einer Hammerschneidmühle vorgenommen, danach erfolgt eine Absiebung über ein 40mm Trommelsieb, von welchem die abgesiebte Fraktion über einen Zwischenspeicher der Beschickungspumpe – einer Dickstoffkolbenpumpe – gemeinsam mit Dampf, zur Erwärmung des Beschickungsgutes, dem Fermenter zugeführt wird.

Die eigentliche Methanisierung erfolgt anschließend im Fermenter über rund 3 Wochen bei 55° C, also thermophil. Dies geschieht unter laufender Umwälzung im Schlaufenverfahren, wobei das Faulgut über einen speziellen Schneckenaustrag aus dem Reaktor gefördert und mittels Dickstoffpumpe wieder zurückgefördert wird. Das anfallende Biogas wird aus dem Reaktor abgezogen und in einem Gasbehälter, der auch die Pufferfunktion für den unregelmäßigen Gasanfall übernimmt, gesammelt. Aus diesem werden rund 350 m³/h in einem Gasmotor in elektrische Energie, Dampf und Warmwasser umgewandelt. Die anfallende Energie, Strom und Fernwärme versorgt die betriebseigenen Abfallbehandlungsanlagen.

Das ausgefaulte Material wird - nach Entwässerung mittels Schneckenpresse - bei einem Feststoffgehalt von ca 50% und einem Anteil von 40% organischer Substanz mit rund 20 Volum% Strukturmaterial vermischt und in weiterer Folge der geschlossenen Tunnelrotte zugeführt. Im Zuge dieses regelungstechnisch optimierten Kompostierungsprozesses erfolgt innerhalb von zwei Wochen die vollständige Hygienisierung des Rottegutes und die Stabilisierung der organischen Substanz für die nachträgliche Reife bis zur Pflanzenverträglichkeit. Die anfallende Kompostqualität entspricht den Kriterien der ÖNORM 2200 „Güteanforderungen an Kompost aus biogenen Abfällen“ sowie den Anforderungen der künftigen Kompostverordnung. Für den Raum Salzburg sind die Hauptabsatzgebiete im Bereich des Garten- und Landschaftsbaus und bei der Herstellung von gärtnerischen Erden gelegen.

3.2.7 Thermische Entsorgungsverfahren

Thermische Entsorgungsverfahren sind die Pyrolyse, Vergasung, die Mono- und die Mitverbrennung, die Kombinationsverfahren aus Ent- und Vergasung oder Entgasung- und Verbrennung sowie die Nassoxidation.

Pyrolyse: Kennzeichen dafür ist der weitgehende Sauerstoffausschluss, wodurch die flüchtigen Inhaltsstoffe aus dem Klärschlamm ohne Oxidation ausgetrieben werden. Zurück bleibt ein fester, als Koks bezeichneter, Rückstand. Die technischen Verfahren werden als Pyrolyseverfahren bezeichnet.

Vergasung: Bei der Vergasung werden die organischen Inhaltsstoffe des Klärschlammes bei Temperaturen bis ca 1500° C unter Zugabe von Vergasungsmitteln – Luft, technischer Sauerstoff und/oder Dampf - in ein Synthesegas verwandelt, das energetisch oder chemisch verwertet werden kann. Organische Schadstoffe werden vollständig zerstört. Die anorganischen Bestandteile werden als Asche, Schlacke oder Granulat verwertet bzw entsorgt.

3.2.7.1 Verbrennung

Die Verbrennung von Klärschlamm wird aus Mengen- und Qualitätsgründen seit rund 40 Jahren im großtechnischen Maßstab betrieben. Die organische Substanz wird dabei praktisch vollständig umgesetzt, die nicht brennbaren Bestandteile inertisiert. Die technischen Verfahren, die laufend gegen die erheblichen ökologischen Vorbehalte zu kämpfen haben, wurden deshalb im Hinblick auf Emissionen, Entsorgungsmöglichkeiten für Reststoffe und Wärme- bzw Energieverwertung (Kraftwärmekupplung) technisch über das Optimum hinaus maximiert. Grundsätzlich ist zwischen der reinen oder Monoverbrennung von Klärschlamm, wie sie bei der EBS in Wien-Simmering praktiziert wird und der Klärschlamm-Mitverbrennung, wie sie zB neuerdings bei der RVL in Lenzing realisiert worden ist, zu unterscheiden.

Die gesetzlichen Rahmenbedingungen werden zB durch die Verbrennungsverordnung für gefährliche Abfälle (BGBl II Nr 22/1999 § 7 Ziff 2) vorgegeben:

- Verbrennungstemperatur mindestens 850° C
- minimale Verweildauer für Rauchgas in der Verbrennungszone bei dieser Temperatur von 2 Sekunden
- Mindestsauerstoffgehalt im Rauchgas 6 Vol%.

Zur selbstgängigen Verbrennung mit diesem Prozessparameter muss der Heizwert des Klärschlammes durch Entwässerung, gegebenenfalls durch Teilrocknung, angehoben werden. Nicht stabilisierter Schlamm kann mit 28 – 30% TM und Vorwärmung der Verbrennungsluft selbstgängig verbrannt werden.

Faulschlamm muss mindestens auf 40% TM vorgetrocknet werden, was durch Entwässerung ohne Zuschlagsstoffe nicht erreichbar ist. Der Klärschlamm kann durch Abhitzenutzung energieautark teiltrocknet werden. Die Trocknungsanlagen sind im gesamten Verbrennungskomplex integriert und bieten als Nebeneffekt eine erhebliche Reduktion der Abgasmenge.

Technisch kann die Verbrennung in Etage- oder Wirbelschichtöfen durchgeführt werden. In Österreich haben sich praktisch nur Wirbelschichtöfen wie bei der EBS in Wien/Simmering oder bei der RVL in Lenzing durchgesetzt.

Bei den Wirbelschichtöfen wird die vorgewärmte Verbrennungsluft – als Primärluft von unten über einen Düsen- oder Anströmboden - in den Brennraum gebracht. In diesem befindet sich eine rund 1m hohe feinkörnige Quarzsandschicht, die durch die hohe Strömungsgeschwindigkeit der Verbrennungsluft in einen

Wirbelzustand – daher der Name -, versetzt wird. Der Klärschlamm wird über oder in die Wirbelschicht selbst eingetragen, dort durch die Turbulenz zerkleinert und im Bett verteilt. Je nach Ausführung unterscheidet man rotierende, zirkulierende oder stationäre Wirbelschichten. Bei der RVL/Lenzing findet beispielsweise die zirkulierende Wirbelschicht Anwendung.

Für die Verbrennung von Klärschlamm in den Wirbelschichtöfen liegen umfangreiche Betriebserfahrungen vor, die Verfügbarkeit beträgt bis zu 98%.

CO- und NO_x-Emissionen können durch die Verbrennungsführung so reduziert werden, dass die Grenzwerte der Luftreinhalteverordnung deutlich eingehalten werden. Die Abgasreinigung wird stufenweise mit Elektro- und Schlauchfiltern, Wäschern und Aktivkohlefiltern durchgeführt. Sie bildet die Senke für alle im Abgas vorkommenden Schadstoffe.

Als Verbrennungsrückstände fallen Bettasche, Flugasche, Filterstäube und Reaktionsprodukte aus der Rauchgasreinigung an. Die Menge der Rückstandsarten hängt von dem Verbrennungsverfahren, der Vollständigkeit des Ausbrandes, der Menge der zugeführten Verbrennungsluft und der Zusammensetzung des Verbrennungsgutes ab.

In etwa kann bei einer Verbrennung von einer Tonne Klärschlamm mit 70% TM folgende Verteilung der Rückstände erwartet werden:

- Anteil des Unverbrannten in der Asche > 5%
- Gesamte Feststoffmenge 370 kg/t, davon
 - als Bettasche aus dem Reaktor 150 kg/t
 - als Flugasche aus dem Kessel 7 kg/t
 - als Filterstaub aus Entstaubung 213 kg/t
- Rauchgasreinigungsabfälle 0,045 kg/t

Die Verwertung der Asche aus der Klärschlammverbrennung muss im Einzelfall geprüft werden. Verfahren zur Verwertung wurden im **Bundesland Salzburg** von der **Firma E.R.D. bzw Deisl-Beton Hallein/Sulzau** entwickelt. Die Verfestigung erfolgt unter Zuschlag von hydraulischen Bindemitteln bzw hydraulisch abbindenden Sekundärrohstoffen, beispielsweise aus der Rauchgasreinigung, sodass ein Baustoff auf der Basis der Regelwerke des österreichischen Baustoffrecyclingverbandes entsteht. Auch eine Verfestigung für die Ablagerung auf einen einfacheren Deponietypus entsprechend den Bestimmungen und Prüfmethode der Deponieverordnung kann dadurch ermöglicht werden.

Als Reaktionsprodukte aus der Rauchgasreinigung fallen Gips, Salze, Schwermetallschlämme und Prozessabwässer an. Der Gips kann in der Bauindustrie verwendet werden; Salze, Schwermetallschlämme und Filterstäube müssen als gefährlicher Abfall in der Regel Untertage entsorgt werden. Prozessabwasser wird aufbereitet, in die Abwasserbehandlungsanlage zurückgeleitet oder eingedampft.

Die Energiebilanz hängt vom Energiepotential des Einsatzmaterials, den anlagenbedingten Energieverlusten und der Energienutzung ab. Der nutzbare Anteil am Energiepotential einer Tonne Klärschlamm mit H₂O beträgt bei der Verbrennung in der stationären Wirbelschicht ohne Ascheumlauf etwa 80%. Der erzeugte Dampf wird bei der RVL/Lenzing Entspannungsturbinen zur Stromerzeugung zugeführt. Abwärme

wird für die Holzaufschluss-Kocher ausgekoppelt. Bei der Kraftwärme-Kupplung bleibt ein Nettoüberschuss von 0,3 MWh/th (etwa 12% des zugeführten Energiepotentials) übrig.

Schmelzverfahren:

Klärschlamm kann auch bei hohen Prozesstemperaturen bis zu 1600° C im vertikalen Schmelzzyklon verbrannt werden. Sämtliche organische Verbindungen werden oxidiert, der Ausbrand ist extrem hoch (< 1% C) und die anorganischen Reste fallen in geschmolzenem Zustand an. Nach der Abkühlung bildet sich eine dichte laugungsrestistente Schlacke, die, so die Vorstellung der Verfahrensentwickler, als Bauhilfsstoff verwendet werden kann. Der eingesetzte Klärschlamm muss vorher entwässert und auf 95-97% mit Abwärme getrocknet werden.

3.2.7.2 Kombinationsverfahren

Kombinationsverfahren bestehen in der Regel aus einem Pyrolyseverfahren als Vorbehandlungsstufe und in einem Vergasungs- oder Verbrennungsverfahren als Endbehandlungsstufe.

Beim *Thermoselectverfahren* wird in der ersten Stufe unter Druck entgast (Verkohlungsstufe) und anschließend in einem Schachtreaktor bei hoher Verbrennungstemperatur bei der Pyrolyse Koks verbrannt und ein Synthesegas gewonnen. Beim *Siemens-Schwelbrenn-Verfahren* werden Hausmüll und Klärschlamm zunächst entgast und dann bei hohen Temperaturen verbrannt.

3.2.7.3 Mitverbrennung

Was der Gesetzgeber unter Mitverbrennungsanlage versteht, wird in der „Verbrennungsverordnung für gefährliche Abfälle in gewerblichen Betriebsanlagen“ BGBl II Nr 32/1999 definiert:

Eine Mitverbrennungsanlage ist eine Verbrennungsanlage, in der Abfälle als Ersatz- oder Zusatzbrennstoff bis zu 40% der in einem Kalendervierteljahr tatsächlich zugeführten durchschnittlichen Gesamtbrennstoffwärmeleistung eingesetzt werden. Bei der Berechnung der 40%-Grenze gelten Rest- und Althölzer, kommunale Klärschlämme sowie Altreifen und Altreifenschnitzel nicht als Abfälle, sondern als andere Brennstoffe. Kommunale Klärschlämme sind dabei Schlämme aus der Behandlung kommunaler Abwässer der Schlüsselnummern 943 und 945 der ÖNORM S 2100.

Vorsorglich wird in der in Rede stehenden Verordnung auch auf die künftige Entwicklung in § 3 Ziff 3.3 Bedacht genommen:

Mit der Umsetzung einer EG-Richtlinie über die Verbrennung nicht gefährlicher Abfälle in Mitverbrennungsanlagen in nationales Recht, spätestens jedoch mit dem Ende der Umsetzungsfrist einer derartigen Richtlinie in nationales Recht, ist eine Mitverbrennungsanlage eine Verbrennungsanlage, in der gefährliche Abfälle als Ersatz oder Zusatzbrennstoff bis zu 40 % der in einem Kalendervierteljahr tatsächlich zugeführten durchschnittlichen Gesamtbrennstoffwärmeleistung eingesetzt werden.

Klärschlamm kann daher mit Abfällen unterschiedlichster Art und unterschiedlichen Mengenanteilen < 40% mitverbrannt werden. Wesentlich ist dabei, dass der Klärschlamm nur einen bestimmten Feuchtigkeitsgehalt aufweist, da er wesentlich den Heizwert des Brennstoffgemisches herabsenkt. Zur Trocknung von Klärschlamm kann auch das MBA-Verfahren unter Ausnützung der chemischen Oxidationswärme Verwendung finden.

Die Art der Klärschlammaufgabe hängt vom Wassergehalt und von den technischen Möglichkeiten ab. Unterschiedliche Verfahren wurden dabei entwickelt:

- Eintrag von Klärschlamm als Staub in den Feuerraum,
- Mischung im Müllbunker,
- Aufgabe in den Trichter zB bei der RVL/Lenzing.

Durch die Mitverbrennung von Klärschlamm werden in der Regel der Staubanteil im Rauchgas und die Rauchgasmenge erhöht.

Bei der RVL in Lenzing wird Mitverbrennung im eigentlichen Sinne praktiziert. Der überwiegende Teil des Brennstoffeinsatzes besteht aus Kunststoffabfällen aus den verschiedenen Sammelquellen der Verpackungsordnung im Wesentlichen aber von ARGEV, mit welchem Klärschlamm verbrannt wird. Der Wassergehalt des Klärschlammes ist abgesehen von der mechanischen Handhabung in diesem Falle weniger problematisch, weil die Kunststoffe ohnehin einen extrem hohen Heizwert besitzen, der durch Zugabe von Klärschlämmen gedämpft werden soll.

Mitverbrennungsmöglichkeiten für Salzburger Klärschlamm bestehen auch bei der WAV-Verbrennungsanlage in Wels und möglicherweise bei den zur Zeit noch im Projektstadium befindlichen Anlagen in Zwentendorf (NÖ) und Niklasdorf (Stmk).

3.2.7.4 Nassoxidation

Die Nassoxidation ist ein Verfahren zur flammenlosen Oxidation hauptsächlich organischer Stoffe unter Verbrauch von Sauerstoff bei Temperaturen von ca 150 – 330° C und Drücken von bis 220 bar.

An die Nassoxidation von Klärschlamm werden folgende Anforderungen gestellt:

- Reduktion der organischen Trockenmasse im Schlamm zur Einhaltung der Deponiekriterien und/bzw zur Erzeugung eines verwertbaren Produktes,
- Eluierstabilität der verbleibenden mineralischen Feststoffe,
- Reduktion der Stickstoffverbindungen,
- Erzeugung eines ableitfähigen Prozesswassers (zumindest Indirekteinleiterbedingungen) und
- Einhaltung der Abgasanforderungen.

Die Nassoxidation wird als ober- und unterirdisches Verfahren durchgeführt. Oberirdische Verfahren sind zB das LOPROX-Verfahren der Baier AG. Zur Zeit wird von den unterirdischen Verfahren von der Firma Mannesmann das in der USA entwickelte VER-TECH (vertikal Technology) Verfahren angeboten. Die erste

große technische Anlage mit diesem Reaktorkonzept als mehrstufige Technologie wird in Apeldoorn (NL) betrieben.

Die Nassoxidation wird im unterkritischen Bereich bei 100 bar und maximaler Temperatur von 290° C durchgeführt und schafft mit ihrem Tiefschichtreaktor günstige Bedingungen für die reaktionstechnische Prozessführung, dem Wärmeaustausch und die Realisierung des erforderlichen Druckes. Die Reaktionsraten für BSB5 betragen mehr als 99%, für CSB und Stickstoff mehr als 98% (9).

3.2.8 Deponierung

Nach wie vor wird in Österreich 31% des kommunalen Klärschlammmanfalles (BMLF 1996) direkt deponiert. In Salzburg werden infolge der beiden großen Behandlungsanlagen bei der SAB und ZEMKA nur noch rund 4% direkt deponiert (Stand 1996). Die Deponierung ist aus ökologischer Sicht ohne Zweifel die schlechteste Entsorgungsart. Der Klärschlamm ist auch bezüglich seiner deponierelevanten Eigenschaften nicht gut deponierbar. Kenngrößen, die das Deponieverhalten beschreiben, sind die Flügelscherfestigkeit, Filtrationswiderstand und Raumgewicht.

Sie sind von der Art der Stabilisierung, der Konditionierung und dem Grad der Entwässerung abhängig. Der trotz Stabilisierung im Klärschlamm vorhandene organisch-biologische Kohlenstoffgehalt wird langfristig in der Deponie durch Faulung abgebaut und führt zu Gas- und Sickerwasseremissionen unter Veränderung der Deponierungseigenschaften. Durch aufwendige Einbaumaßnahmen in die Deponie muss dafür gesorgt werden, dass die Festigkeitsverhältnisse im Deponiekörper aufrecht erhalten bleiben und es zu keinen Gleitungen und Rutschungen kommt.

Aus den vorgenannten kurz beschriebenen Gründen ist gemäß Deponieverordnung BGBl 164/1996 § 5 Ziff 1 die Ablagerung von schlammigen Abfällen verboten, wenn die Funktionsfähigkeit des Deponiebasis-Entwässerungssystems beeinträchtigt wird oder die Standfestigkeit des Deponiekörpers nicht gegeben ist. Ab 2004 darf entwässerter Klärschlamm in unbehandelter Form überhaupt nicht mehr auf Deponien abgelagert werden.

Von den vier in der Deponieverordnung festgelegten Deponietypen scheiden die Bodenaushubdeponie und die Baurestmassendeponie für die Ablagerung von Klärschlamm auch in behandelter Form aus. Auf die Reststoffdeponie und Massenabfalldeponie wird ab 2004 Klärschlamm nur mehr nach entsprechender thermischer und biologischer Vorbehandlung, sodass den Anforderungen entsprechend den Anlagen 1 und 2 der Deponieverordnung entsprochen wird, abgelagert werden dürfen. Wesentliches Kriterium für die Ablagerung bildet der gesamte organisch gebundene Kohlenstoffgehalt TOC der im Falle der Reststoffdeponie 3% (entsprechend maximal 5% Glühverlust) und im Falle der Massenabfalldeponie 5% (entsprechend maximal 8% Glühverlust) betragen darf.

Sofern der Klärschlamm in einer mechanisch-biologischen Anlage vorbehandelt wurde, ist das entstandene Kompostmaterial von der Einhaltung der 5 Masse% TOC-Bestimmung für die Ablagerung auf besonderen Bereichen einer Massenabfalldeponie ausgenommen. In diesem Fall muss der aus der Trockensubstanz bestimmte Verbrennungswert (oberer Heizwert) dieses Kompostabfalls weniger als 6000 kJ/kg betragen. Zudem ist die Vermischung des Kompostabfalls aus der mechanisch-biologischen Vorbehandlung mit

heizwertarmen Materialien oder Abfällen unter der Zielsetzung, diesen Grenzwert zu unterschreiten, unzulässig.

Innerhalb der durch die Deponieverordnung vorgegebenen Frist bis 2004 ist derzeit noch die Ablagerung von stabilisiertem, konditioniertem Klärschlamm auf der Massenabfalldeponie unter den Bedingungen des Deponiebetreibers zur Einhaltung der erforderlichen mechanischen Kennwerte möglich.

Auf Grund der oben geschilderten gesetzlichen Rahmenbedingungen ist es notwendig auf Landesebene, als geschlossenem Entsorgungsraum nach dem Salzburger Abfallwirtschaftsgesetz, konzeptive Vorstellungen zu entwickeln, wie langfristig die Klärschlammverwertung und –entsorgung der im Bundesland Salzburg anfallenden Klärschlämme sichergestellt werden kann.

Die Strategien zur Sicherstellung sollen sich dabei nach dem im BAWP 1998 aufgezeigten Vorgaben orientieren.

3.3 Stand der Klärschlammbehandlung und –entsorgung im Bundesland Salzburg

Die vorliegende Datenbasis des Landes (siehe Arbeitspaket 4) reicht weder für die konzeptive Aufgabenstellung der Aktualisierung des Klärschlammkonzeptes hinsichtlich der zeitlichen Aktualitäten, noch für die Verlässlichkeit des Datenmaterials aus. Aus diesem Grunde wurde von der Abteilung 16 – Umweltschutz kurzfristig in der Zeit von Mitte März 2000 bis Ende April 2000 eine Fragebogenaktion in Abstimmung mit den Experten der Abteilung 6/6 und des Referates 13/04 durchgeführt, um eine gesicherte Datenbasis für das Konzept zu erhalten. (Bezüglich der Fragebogenaktion und Auswertung siehe Anhang). Die Evaluierung des detaillierten Zahlenmaterials für die letzten vollständig zur Verfügung stehenden Jahre 1998 und 99 ergibt folgendes repräsentatives Bild der Klärschlammverwertung im Bundesland Salzburg:

Die Klärschlammengen betragen im Jahr 1998 ca 58.000 t feuchter KS und 10.200 t TS (Trockensubstanz). Im Jahre 1999 sind diese Werte auf 65.000 t feuchter KS und 11.400 t TS angestiegen entsprechend einem Einwohnergleichwert der zu klärenden Abwässer von rund 1 Mio für das Bundesland Salzburg.

Diese Klärschlammengen wurden in folgender Weise verwertet bzw entsorgt:

1998 gingen jeweils auf den Trockensubstanzgehalt bezogen, 23% in die landwirtschaftliche Verwertung, 26% wurden für die Kompost- und Erdenherstellung eingesetzt und 51% entsorgt. Innerhalb des Entsorgungsweges nahmen 97% den Weg auf die Deponie und nur 3% den Weg in die Verbrennung (RVL Lenzing). Die landwirtschaftliche Verwertung erfolgt zu 70% in Salzburg und zu 30% in anderen Bundesländern, womit die landwirtschaftliche Verwertung innerhalb des Bundeslandes Salzburg ca 16% betrug.

1999 ergeben sich wiederum auf den Trockensubstanzgehalt bezogen, für die landwirtschaftliche Verwertung 17%, für die Kompost- und Erdenherstellung 26% und für die Entsorgung 57%. Bei der Entsorgung nahmen wiederum rund 3% den Weg der Verbrennung und 97% den Weg auf die Deponie. Der Anteil der landwirtschaftlichen Verwertung außerhalb des Bundeslandes Salzburg hat sich halbiert, womit rund 85% auf das Land Salzburg entfielen, bezogen auf die gesamte Trockensubstanzmenge des Jahres 1999 waren es somit ca 15%. Im Hinblick auf die Ausführungen der Arbeitspakete 5 + 6 erscheint dieser Wert, wegen der ÖPUL geförderten Flächen, bemerkenswert hoch.

Eine vergleichende Evaluierung der Klärschlammraten des Jahres 1999 ergibt weitere interessante Informationen:

Vom anfallenden Klärschlamm werden ca 63% anaerob stabilisiert und die restlichen 37% aerob stabilisiert. Der Überhang der anaeroben Stabilisierung ist vor allem auf die Ausfäulung des Schlammes des Reinhaltverbandes Salzburg-Stadt und Umlandgemeinden in Siggerwiesen zurückzuführen. Errechnet man den spezifischen Anfall je Einwohnergleichwert (ohne Kalk), so ergeben sich im aeroben Bereich starke

Streuungen innerhalb von 21 bis 69 g TS/EGW.d und für den anaeroben Bereich innerhalb von 22 bis 43 g TS/EGW.d. Die national und international auf einer umfangreichen Datenbasis errechneten spezifischen Anfallswerte bewegen sich für die aerobe Stabilisierung bei 70 g/EGW.d und bei anaerober Stabilisierung bei 50 g/EGW.d. Legt man nur 50 g TS/EGW.d zugrunde, so müsste der Schlammanfall im Bundesland Salzburg bei ca 1 Mio EGW rund 19.600 t TS/Jahr betragen, womit sich eine erhebliche Differenz gegenüber den festgestellten 11.400 t ergibt.

Insbesondere die Kläranlage des Reinhalteverbandes Salzburg-Stadt und Umlandgemeinden in Siggerwiesen weist einen spezifischen Anfall von 27 g TS/EGW.d auf, was erheblich unter dem gemäß den Regeln der Technik festgestellten 50 g TS/EGW und Jahr liegt. In Siggerwiesen wird ein zweistufiges biologisches Klärverfahren nach Prof. Böhnke durchgeführt und die bisherigen Erfahrungen lassen den Schluss zu, dass dieses Verfahren nach der Faulung erheblich geringere Klärschlammengen liefert, als bei den bisher üblichen angewendeten Verfahren. Dies mag eine der Erklärungen dafür sein, dass die Klärschlammengen des Bundeslandes erheblich unter einem maximalen Erwartungswert liegen.

Aufgrund der direkten Erhebungen lassen sich damit folgende zusammenfassende Schlussfolgerung erarbeiten:

Die Klärschlammengen betragen zur Zeit dh für das Jahr 1999 im Bundesland Salzburg ca 65.000 t bezogen auf Feuchtbasis und 11.400 t bezogen auf Trockensubstanz. Die Tendenz ist im Hinblick auf Vervollständigung des Abwasseranschlusses – bis Ende 2005 müssen gemäß § 33g WRG 1959 idGF insbesondere BGBl I 155/1999 sämtliche Haushalte und wasserrelevanten Betriebe eine dem Stand der Technik entsprechende Abwasserreinigung und Klärschlammentsorgung aufweisen – und durch Optimierung bzw Ausbau der Klärstufen jedenfalls im realistischen Planungszeitraum von rund 10 Jahren noch steigend. Eine realistischer Wert zwischen 13-14.000 t TS nach Ende des Planungsdezenniums ist erwartbar.

Die aktuelle Situation der angewendeten **Stabilisierungs-, Entwässerungs- und Hygienisierungsverfahren** der Abwasserreinigungsanlagen im Bundesland Salzburg ist aus der Aufstellung in Abschnitt 2.3 des Salzburger Klärschlammkonzeptes zu entnehmen. Was die Anzahl der Anlagen betrifft, wird überwiegend aerob, simultan oder getrennt, stabilisiert. Mengenmäßig wird dadurch allerdings der überwiegende Teil des im Bundesland Salzburg anfallenden Klärschlammes ausgefaut. Auf Basis 1999 beträgt der mengenmäßige Anteil der anaeroben Stabilisierung ca 63%, wobei hier überwiegend der RHV Salzburg-Stadt und Umlandgemeinden zu Buche schlägt.

Für die Entwässerungen werden sowohl Siebbandpressen, als auch Kammerfilterpressen und Zentrifugen eingesetzt, wobei besonders bei den größeren Anlagen die Siebbandpressen überwiegen. Bei Kleinanlagen werden Kammerfilterpressen eingesetzt bzw wird periodisch durch mobile Presseinrichtungen der Schlamm entwässert. Die Hygienisierung erfolgt in drei Anlagen, nämlich die SAB, ZEMKA, RHV Pladenbach durch mechanisch-biologische Behandlung bzw Kompostierung. Mengenmäßig betrifft dies rund 55% bezogen auf TS des im Bundesland Salzburg anfallenden Klärschlammes. Bei den übrigen Anlagen werden bis auf wenige Ausnahmen die Hygienisierung durch Nachkalkung bzw Kalk-Eisen-Konditionierung vorgenommen. Beim RHV Trumerseen erfolgt die Entseuchung thermisch durch Trocknen des Klärschlammes, in einem Fall beim RHV Gasteinertal erfolgt keine Entseuchung, sondern wird der ausgefauten Schlamm in einem Schlammteich abgelagert.

Neuerdings wird auch die Sonnenenergie für die Trocknung genutzt, auf der ARA RVH Oberpinzgau West in Bramberg (22.000 EW) ist eine solare Trocknungsanlage im Bau.

Literatur

- 1) S. Scharf, M. Schneider, G. Zethner:
„Zur Situation der Verwertung und Entsorgung des kommunalen Klärschlammes in Österreich“
UBA Monografien Band M095 (1997)
- 2) K.J. Thomè – Kozmiensky:
„Klärschlamm Entsorgung“ (Enzyklopädie der Kreislaufwirtschaft)
Neuruppin: TK Verlag Thomè-Kozmiensky (1998)
- 3) „Vererdung von Abfällen“ (Entwurf) UBA/Wien August 1999
- 4) TU-Braunschweig ZAF (Zentrum für Abfallforschung) „Klärschlammbehandlung und –entsorgung“
Erfahrungen und Perspektiven, Heft 12 (Sept. 1997)
- 5) Reinhofer, M & Berghold, H. (1998)
Klärschlammvererdung mit Schilf
Hrsg.: Amt der Steiermärkischen Landesregierung IIIa und Fachabteilung Ic
- 6) K.J. Thomè-Kozmiensky Hrsg. „Kreislaufwirtschaft“ S 201 nach K.Wierner, M. Kern „Status und
Perspekiven der Bioabfallkompostierung“ I/419
- 7) Mudrack, K: Mikrobiologische Grundlagen In: Anaerobtechnik Handbuch der anaeroben Behandlung
von Abwasser und Schlamm, Springer-Verlag Berlin, Heidelberg 1993
- 8) Edelman W.; Engeli H.; Kull T.:
„Stand der Anaerobtechnik aus technologischer und entsorgungsbezogener Sicht in K. Wierner, M.
Kern (Hrsg.): Biologische Abfallbehandlung Baera Verlag Witzenhauer 1993
- 9) Birr R., Damm M.,
Nassoxydation von Klärschlamm mit dem Ver-Tech-Verfahren am Beispiel der Anlage Apeldoorn
(NL)“ in: ZAF Heft 12, ,TU Braunschweig 1997
- 10) ÖNORM EN 12832 Ausgabe 1999-10-01
- 11) Forum Klärschlamm AEVG-ANDRITZ Unterlagen zur Informationsveranstaltung 23.April 1998

4 Der Klärschlamm im Bundesland Salzburg 1994 - 1996 (Arbeitspaket 4)

Autor: Dr. Andreas Unterweger

4.1 Einleitung

Seit 1981 werden die Klärschlämme aller kommunalen Kläranlagen im Land Salzburg mit einem wasserrechtlichen Konsens über 1000 EW60 zweimal pro Jahr physikalisch, chemisch und seuchenhygienisch untersucht.

Mit diesem Bericht liegen nun die Ergebnisse der 5 Untersuchungsperioden 1981 - 1984, 1985 - 1986, 1987 - 1990, 1991 - 1993 und 1994 - 1996 vor.

Im vorliegenden Bericht sind die Analysenergebnisse der Klärschlämme von 41 Kläranlagen verarbeitet, das sind insgesamt 192 Schlammproben für die Periode 1991 - 1993, 205 Proben für die Jahre 1994 - 1996. Zwischenzeitlich wurden 2 Kläranlagen (Hinterthal, Hollersbach) an größere Anlagen angeschlossen, sodass 1998 nur noch 39 Kläranlagen (größer 1000 EW60) im Land Salzburg bestehen. Daraus ist ersichtlich, dass zwar nach wie vor nicht alle Kläranlagen ihrer Verpflichtung zur zweimaligen Untersuchung des Klärschlammes nachkommen, dass aber die Bereitschaft, die Schlämme untersuchen zu lassen, deutlich zugenommen hat. Um lückenlose und reproduzierbare Ergebnisse zu erhalten, ist es erforderlich, dass diese Untersuchungen von allen Kläranlagen durchgeführt werden! Um die sinnvollste Verwertung unbelasteter Klärschlämme - die Verwertung in der Landwirtschaft - unter Umständen in Zukunft wieder in größerem Rahmen möglich zu machen, ist dieser lückenlose Nachweis der guten Qualität der Klärschlämme der Salzburger Kläranlagen sicher eines der schlagkräftigsten Argumente. Außerdem kann bei Auftreten höherer Werte für einzelne Parameter dem Einleiter nachgegangen werden; Schwermetalle werden nur in den Klärschlämmen untersucht, nicht im Abwasser, das der Kläranlage zufließt. Nachdem davon ausgegangen werden kann, dass etwa die Hälfte der im Abwasser enthaltenen Schwermetalle im Klärschlamm angereichert werden, kann so mit relativ wenigen Analysen ein umfassendes Bild der Belastung erstellt werden.

Einige der vorgelegten Analysen entsprechen nicht den Vorgaben, die in einer Beilage zu den "Richtlinien zur Verwertung von Klärschlamm in der Landwirtschaft" veröffentlicht wurden. Diese konnten daher nur teilweise oder gar nicht in den Bericht aufgenommen werden. Es wird dringend empfohlen, in Zukunft den beauftragten Labors eine Kopie des "Klärschlamm-Beurteilungsblattes" gleichzeitig mit der Klärschlammprobe zu überreichen und Analysen, die nicht mindestens die auf diesem Blatt angeführten Parameter umfassen (und zwar in der dort angegebenen Dimension) nicht mehr zu akzeptieren. Darüberhinaus ist darauf zu achten, dass die Bestimmungsgrenzen der Analysemethoden für die einzelnen Parameter deutlich unter den im Land Salzburg gefundenen Konzentrationen liegen (insbesondere gilt dies

für die Schwermetallparameter). Fehlerhafte oder nicht vollständige Analysen werden von der Gewässeraufsicht nicht akzeptiert, d.h. dass diese Analysen wiederholt werden müssten.

4.2 Nährstoffgehalte

In Tabelle 1 sind die Nährstoffgehalte, umgerechnet auf g/kg TS bezirksweise und landesweit aufgelistet. Die festgestellten P- und N-Gehalte (wertbestimmend für die Verwendung in der Landwirtschaft) entsprechen den österreichweiten Erfahrungen.

Ein Vergleich der Untersuchungsperioden 1987-1990 und 1991-1993 mit dem vorliegenden Bericht zeigt zwar mehr oder weniger deutliche Veränderungen der einzelnen Parameter, betrachtet man jedoch die Standardabweichungen dazu, zeigt sich, dass keine der Veränderungen statistisch absicherbar ist.

4.3 Schwermetallkontaminationen

Die Schwermetallgehalte sind ebenfalls in Tab. 1 (mg/kg TS = ppm) bezirksweise und landesweit aufgelistet, jeweils gemittelt für die drei Untersuchungsjahre und auch für die einzelnen Jahre. Die jeweils höchsten und niedrigsten bezirksweise dargestellten Jahresmittel sind fett gedruckt.

Die Grenzwerte für die Schwermetallgehalte werden im Landesschnitt weit unterschritten (Tab. 1, Abb. 1 - 7). Die Konzentrationen liegen zwischen 7 % (Quecksilber) und 45 % (Zink), im Mittel für die 7 berücksichtigten Schwermetalle bei 21,6 % des Klärschlamm-Grenzwertes. Bei 205 Einzelanalysen werden in 3 Proben Überschreitungen des Kupfer-Grenzwertes (bei einem Grenzwert von 500 ppm beträgt der höchste Wert 513 ppm), in einer Probe eine Überschreitung des Zinkwertes festgestellt (Grenzwert 2000 ppm, gemessen 2005).

Ein Vergleich der Schwermetallgehalte der Salzburger Klärschlämme mit den derzeit geltenden Bodengrenzwerten zeigt, dass bis auf die essentiellen Spurenelemente Zink (Zn) und Kupfer (Cu) auch diese Grenzwerte, zum Teil deutlich, unterschritten werden (Tab. 1). In insgesamt 57 Einzelproben (von 205) werden die Bodengrenzwerte für die Parameter Nickel (Ni), Quecksilber (Hg), Cadmium (Cd), Blei (Pb) oder Chrom (Cr) überschritten.

Die erhöhten Werte betreffen in erster Linie Cadmium (28) und Blei (24), gefolgt von Quecksilber (11) und Chrom (9); der Nickelwert ist in nur 3 Proben erhöht. Lediglich die Cadmium-Werte erreichen dabei bei mehreren Anlagen und Proben das Mehrfache des Bodengrenzwertes (2 ppm), wobei jedoch der Klärschlammgrenzwert nicht erreicht wird (10 ppm). Chrom zeigt nur an den Kläranlagen Tenneck und Werfen regelmäßig außergewöhnlich hohe Werte, deren Herkunft vom Betreiber geklärt werden sollte (metallverarbeitende Betriebe, Gerbereien und graphische Betriebe sind zum Beispiel bekannte Verursacher erhöhter Chromwerte).

Vergleicht man alle 5 Untersuchungsperioden, so zeigt sich, dass die Landesmittelwerte 1994 - 1996 für die Parameter Pb, Zn, Hg und Cr die niedrigsten aller Untersuchungsperioden sind; die Cd- und Ni-Gehalte bleiben auf dem niedrigen Niveau des Untersuchungszeitraumes 1991 - 1993. Nur die Cu-Konzentrationen im Klärschlamm sind gegenüber dem vorherigen Abschnitt steigend und erreichen die Werte der

Untersuchungen 1981 - 1990. Ursache hierfür dürfte die zunehmende Anzahl von Kupferdachrinnen in Gebieten mit Mischkanalisation sein.

Deutlich abgesunken sind seit Beginn der Untersuchungen insbesondere die Werte für Zn, Cd, Hg, Pb und Cr.

Vergleiche zeigen, dass Anlagen, die Fällmittel einsetzen, keine höheren Schwermetallkonzentrationen aufweisen als der Durchschnitt. Auch Schlammfäulungen führen zu keiner Erhöhung der Schwermetallkonzentrationen im Klärschlamm.

Weitere Absenkungen dieser Schwermetallgehalte erscheinen nur noch mit einer gezielten Suche nach Verursachern von deutlich erhöhten Werten an einigen Anlagen möglich.

Tab. 1. Ausgewählte Parameter der Klärschlammanalysen-Auswertung 1994-1996.

	Zn	Cu	Ni	Hg	Cd	Pb	Cr	TS-NS (%)	TS-PS (%)	org. Sub.	N-ges.	N-org.	NH-4	NO-3	Phosphor	Kali	Kalk	Mg	Na (mg/kg TS)	
Schwermetallgrenzwerte (Klärschlamm)	2000	500	100	10	10	500	500													
Schwermetallgrenzwerte (Oberösterreich)	1600	400	80	7	5	400	400													
Schwermetallgrenzwerte (Müllkompost)	1000	400	100	4	4	500	150													
Schwermetallgrenzwerte (Boden)	300	100	60	2	2	100	100													
Mittelwerte 1994-1996	898	185	23,4	0,7	1,6	59,1	40,3	3,4	22,6	402	32,1	29,1	2,6	0,0	39,7	3,9	250	16,4	1323	
Standardabweichung 1994-1996	369	93	11,2	0,6	1,3	35,9	42,2	1,1	6,4	178	15,8	14,7	1,6	0,2	25,3	2,3	248	15,4	1251	
Mittelwerte 1994-1996 Flachgau	841	156	23,4	1,0	1,1	49,0	33,9	3,0	24,7	378	29,9	29,1	2,2	0,0	40,2	3,2	224	8,7	1635	
Mittelwerte 1994-1996 Pinzgau	871	201	22,8	0,6	1,9	53,3	30,5	3,4	20,8	386	29,1	26,7	2,5	0,1	34,2	4,0	274	13,3	1149	
Mittelwerte 1994-1996 Pongau	1018	217	25,7	0,7	1,5	66,4	62,8	3,2	21,6	429	34,3	30,7	2,8	0,0	41,5	4,3	199	17,9	1536	
Mittelwerte 1994-1996 Lungau	785	123	20,2	0,8	2,2	60,5	26,3	3,7	25,0	353	35,6	27,9	2,8	0,0	35,8	3,3	284	22,3	762	
Mittelwerte 1994-1996 Tennengau	833	161	21,7	0,7	1,5	69,8	26,6	4,6	24,7	441	32,5	30,8	2,4	0,0	51,2	4,1	364	24,7	1118	
Mittelwerte 1994 Flachgau	962	155	28,1	1,1	1,2	54,4	39,0	3,1	26,5	424	27,6	29,0	2,2	0,0	37,8	3,7	204	8,8	2097	
Mittelwerte 1995 Flachgau	809	162	21,1	1,0	1,3	51,8	34,3	3,0	23,3	401	38,3	31,8	2,7	0,0	43,1	3,1	250	9,3	1454	
Mittelwerte 1996 Flachgau	754	150	21,0	0,9	1,0	40,5	28,3	3,1	24,6	319	26,9	26,8	2,0	0,0	40,3	2,7	225	8,2	1303	
Mittelwerte 1994 Pinzgau	896	191	23,1	0,7	2,2	57,7	32,6	3,2	20,2	352	27,4	25,2	2,3	0,1	31,5	4,6	258	14,7	1490	
Mittelwerte 1995 Pinzgau	827	207	26,3	0,5	1,8	51,7	32,0	3,2	21,0	386	27,4	25,1	2,3	0,0	32,5	3,5	300	13,2	940	
Mittelwerte 1996 Pinzgau	893	205	18,1	0,7	1,6	50,0	26,6	3,8	21,0	429	33,7	30,8	2,9	0,0	40,0	3,9	256	11,7	1019	
Mittelwerte 1994 Pongau	910	186	23,6	0,7	1,7	56,0	45,3	2,7	24,1	284	30,6	26,9	2,5	0,0	33,9	3,0	261	17,2	1377	
Mittelwerte 1995 Pongau	1038	220	26,3	0,7	1,4	64,4	66,2	3,6	21,0	443	30,9	27,4	2,5	0,0	41,8	4,4	218	20,1	1197	
Mittelwerte 1996 Pongau	1091	241	26,9	0,6	1,5	77,3	73,7	3,1	19,3	544	41,0	37,6	3,3	0,0	47,9	5,5	124	16,2	2034	
Mittelwerte 1994 Lungau	788	116	23,5	0,9	2,4	57,3	25,1	3,3	26,1	255	41,4	24,4	3,0	0,0	34,4	3,4	237	37,9	798	
Mittelwerte 1995 Lungau	814	136	20,0	0,7	2,3	66,4	28,1	4,3	23,5	473	32,1	26,5	2,7	0,0	35,5	2,9	288	14,0	232	
Mittelwerte 1996 Lungau	753	119	16,7	0,8	1,9	58,5	26,0	3,6	25,1	330	33,3	31,1	2,6	0,0	37,5	3,5	326	15,0	1165	
Mittelwerte 1994 Tennengau	785	142	25,0	0,9	2,0	72,2	28,5	4,2	26,8	422	43,0	40,8	3,6	0,0	86,0	5,6	618	36,0	1821	
Mittelwerte 1995 Tennengau	879	170	21,1	0,7	1,5	78,6	27,6	4,1	23,1	460	26,1	25,3	1,3	0,1	29,8	3,1	245	18,9	652	
Mittelwerte 1996 Tennengau	835	172	19,0	0,7	1,1	58,7	23,6	5,4	24,4	440	27,4	25,2	2,2	0,0	35,2	3,4	200	18,0	835	

4.3.1 Detailergebnisse der Schwermetallanalysen

Die Abbildungen 1 - 7 zeigen für die analysierten Elemente (Zn - Zink, Cd - Cadmium, Ni - Nickel, Hg - Quecksilber, Cu - Kupfer, Pb - Blei, Cr - Chrom) die graphischen Darstellungen der Mittelwerte aller Untersuchungsperioden sowie die Häufigkeiten, mit denen die Analysenergebnisse in Relation zum Grenzwert auftraten.

In den Kapiteln zu den einzelnen Elementen werden auch allgemeine Informationen sowie besondere Details zu den Ergebnissen der Analysen angeführt.

Als Ergänzung werden auch Vergleichswerte aus der Literatur angegeben; die Daten stammen von Klärschlämmen aus Großbritannien, Deutschland, Oberösterreich, Schweden, den Niederlanden, der Schweiz und den USA. Daneben werden auch Schwermetallgehalte von Müllkomposten, Müllklärschlammkomposten und Düngemitteln aufgelistet. Die Zahlen zeigen, dass die Klärschlämme der großen kommunalen Abwasserreinigungsanlagen im Land Salzburg bis auf einige wenige Ausnahmen sehr niedrige Schwermetallgehalte aufweisen, die eine Verwertung in der Landwirtschaft problemlos ermöglichen würden.

4.3.1.1 Zink (Abb. 1)

Zink ist mit 30 mg/kg am Aufbau der Erdkruste beteiligt und ist damit ein ähnlich häufiges Element wie Blei. Im Abwasser beträgt die Zink-Konzentration etwa 0,1-1 mg/l, nach anderen Untersuchungen 0,02-0,24 mg/l. Zink ist ein essentielles Spurenelement, das für den menschlichen Stoffwechsel unverzichtbar ist. Als Einwohnerwert werden 12 mg/EW*d angegeben. Der Zinkgehalt im Abwasser stammt jedoch zum größten Teil aus Reinigungswässern (Staub und vor allem verzinkte Gebrauchsgegenstände); außerdem kann auch im Trinkwasser eine beträchtliche Menge Zink enthalten sein (bis 5 mg/l).

Zink wurde in allen 205 Proben untersucht; der höchste gemessene Wert betrug 2015 mg/kg TS, der niedrigste Wert lag bei 130 mg/kg TS. Wie Abbildung 1a zeigt, ist ein deutliches Absinken der Werte seit Beginn der Untersuchungen zu erkennen, wobei die Reduktion sich allmählich verflacht. Abbildung 1b zeigt, dass der überwiegende Teil der Analysenergebnisse zwischen 30 und 50 % des Grenzwertes von 2000 mg/kg TS, das sind 600 - 1000 mg/kg TS, liegen (130 von 205), und dass nur ein Wert in den Bereich des Grenzwertes fällt, diesen allerdings geringfügig überschreitet.

Vergleichswerte aus der Literatur:

Klärschlamm aus den USA enthielt 3800 ppm Zink im Mittel mit Spitzenwerten von 5000 ppm.

Klärschlamm aus 42 Anlagen in Großbritannien wies Zink-Konzentrationen von 700-49000 (Mittel 4100) ppm auf. Der Zinkgehalt normaler Böden schwankte laut der gleichen Untersuchung dort zwischen 10 und 30 ppm.

In 56 schwedischen Klärschlammproben wurden 114-12415 ppm Zink gefunden (Mittel 2502 ppm).

Andere schwedische Untersuchungen belegen für 18 Anlagen Werte zwischen 250 und 6100 ppm Zink.

In 15 Klärschlammproben aus den Niederlanden wurden 700-5400 ppm Zink gefunden.

Andere Untersuchungen belegen Werte von 700-2400 ppm bei einem Mittel von 1300 ppm.

Bayrische Klärschlämme wiesen Zinkgehalte von 376-3050 ppm auf (22 Proben).

Müllkompost aus deutschen Städten enthielt 460-1800, aus der Schweiz 1200-2500, aus den Niederlanden 550-1600 ppm Zink.

Klärschlämme aus Oberösterreich wiesen 1993 im Mittel 1120 ppm Zink (110-2660 ppm).

Müllkompost (?) aus Österreich enthielt 23-1320 (Mittel 220) ppm Zink.

Im 10-jährigen Mittel lagen die Zink-Konzentrationen von Klärschlämmen aus NÖ, OÖ, T, B, St und S bei 18 - 14370 (Mittel 1320) ppm.

Düngemittel wiesen 44 - 299 ppm Zink auf, wobei P-Dünger mit 68 - 299 ppm und Mehrnährstoffdünger mit 68-222 ppm höhere Werte zeigten.

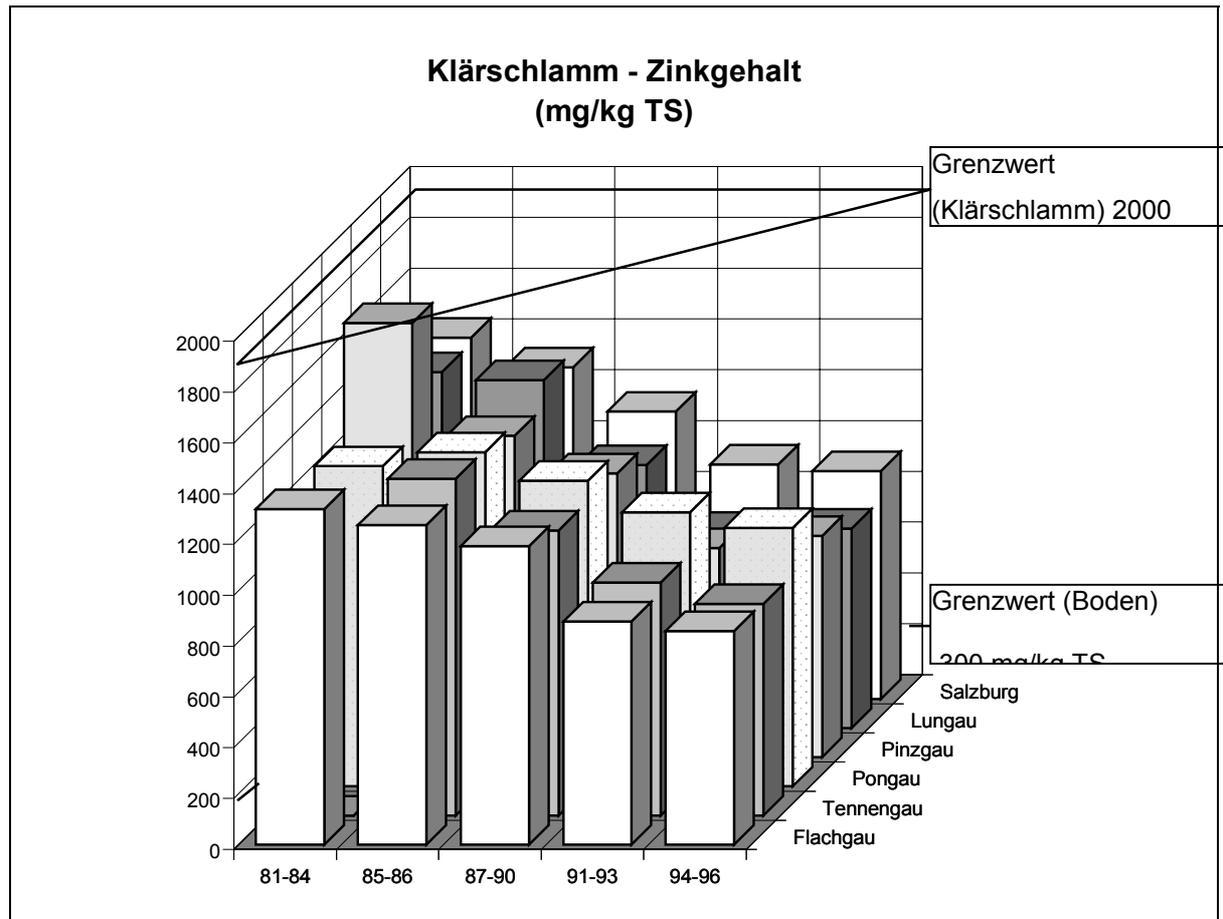


Abb. 1a. Zinkkonzentration Salzburger Klärschlämme in 5 Untersuchungsabschnitten.

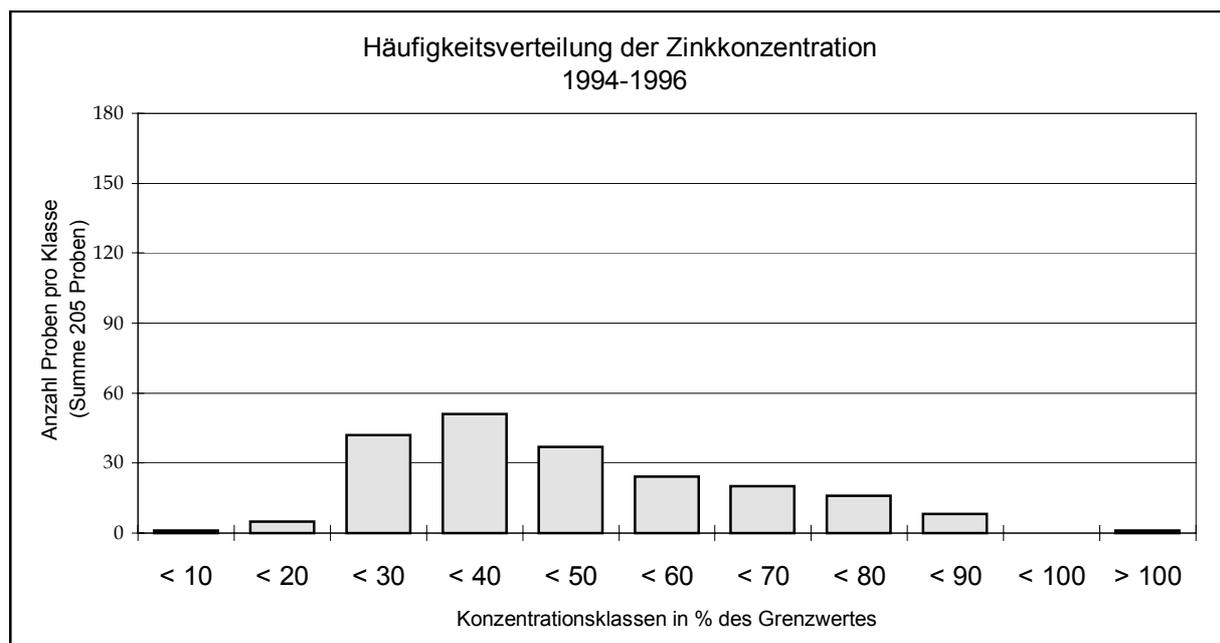


Abb. 1b. Häufigkeitsverteilung der Zinkkonzentration in Relation zum Grenzwert (1994 - 1996).

4.3.1.2 Cadmium (Abb. 2)

Cadmium ist mit 0,3 mg/kg am Aufbau der Erdkruste beteiligt und ist damit gemeinsam mit Quecksilber das seltenste hier behandelte Schwermetall. Es gehört wie dieses nicht zu den essentiellen Spurenelementen und ist etwas weniger toxisch. Die Cd-Konzentration im Abwasser liegt zwischen 0,2-1 µg/l (Mittel 0,4 µg/l), nach anderen Untersuchungen bei 1-5 µg/l. Der Mensch scheidet täglich etwa 0,67 µg Cadmium aus, wobei 10 Zigaretten pro Tag diese Menge um 0,7 µg erhöhen!

Cadmium zeigte nur im ersten Untersuchungsabschnitt 1981-1984 außergewöhnlich hohe Werte, nachher liegen sie konstant niedrig und sinken im Landesmittel weiter leicht ab bis auf das Niveau der letzten 6 Jahre (Abb. 2a). Dabei liegen 1994 - 1996 knapp 90 % der Werte (174 von 201) unter der 20%-Marke des Grenzwertes für Klärschlamm von 10 mg/kg TS und damit auch unter den derzeit gültigen Bodengrenzwerten (Abb. 2b). Auffallend sind die konstant hohen Cadmium-Werte an der ARA Ramingstein (vielleicht gibt's in Ramingstein besonders viele Raucher?).

In der Untersuchungsperiode 1994 - 1996 betrug der höchste gemessene Cadmium-Wert 9,5 mg/kg TS, der niedrigste Wert 0,4 mg/kg TS.

Rechnet man die oben angegebenen Werte um, so weisen Cd-Konzentrationen von mehr als 3 ppm im Klärschlamm auf jeden Fall auf außergewöhnliche Einleitungen hin (entweder außergewöhnliches Einzugsgebiet oder gewerbliche Einleiter).

Vergleichswerte aus der Literatur:

56 Klärschlammproben aus Schweden wiesen 1-61 (Mittel 16) ppm Cd auf, Proben aus 52 schwedischen Klärwerken im Mittel 6 ppm.

Proben aus 15 niederländischen Klärwerken enthielten 0-350 ppm Cadmium.

Klärschlämme aus Großbritannien wiesen Cd-Konzentrationen von 0,5-3,5 (Mittel 1,6) ppm auf.

Cadmium-Konzentrationen bayrischer Klärschlämme lagen im Mittel bei 13,4 (9-16) ppm.

Deutscher Stadtkompost (Müll- und Müllklärschlammkompost) zeigte Cd-Werte von 7-20 (Mittel 13) ppm, nach anderen Untersuchungen 1-10 (Mittel 6) ppm.

Der unbehandelte Rohboden einer Versuchsanstalt wies 1,2 ppm Cd auf.

Die oberösterreichischen Klärschlämme enthielten 1993 zwischen 0,1 und 7,2 (Mittel 1,5) ppm Cd.

Österreichischer Kompost enthielt 0,2 - 1,0 (Mittel 0,51) ppm Cd.

Im 10-jährigen Mittel enthielten die Klärschlämme aus den Bundesländern NÖ, OÖ, T, B, St und S 0,1 - 285 ppm Cd, wobei als häufigster Wert 3 ppm auftrat.

Düngemittel enthielten 0,5-52 ppm Cd, wobei wie auch bei allen anderen Parametern P- und Mehrnährstoffdünger die höchsten Werte aufwiesen.

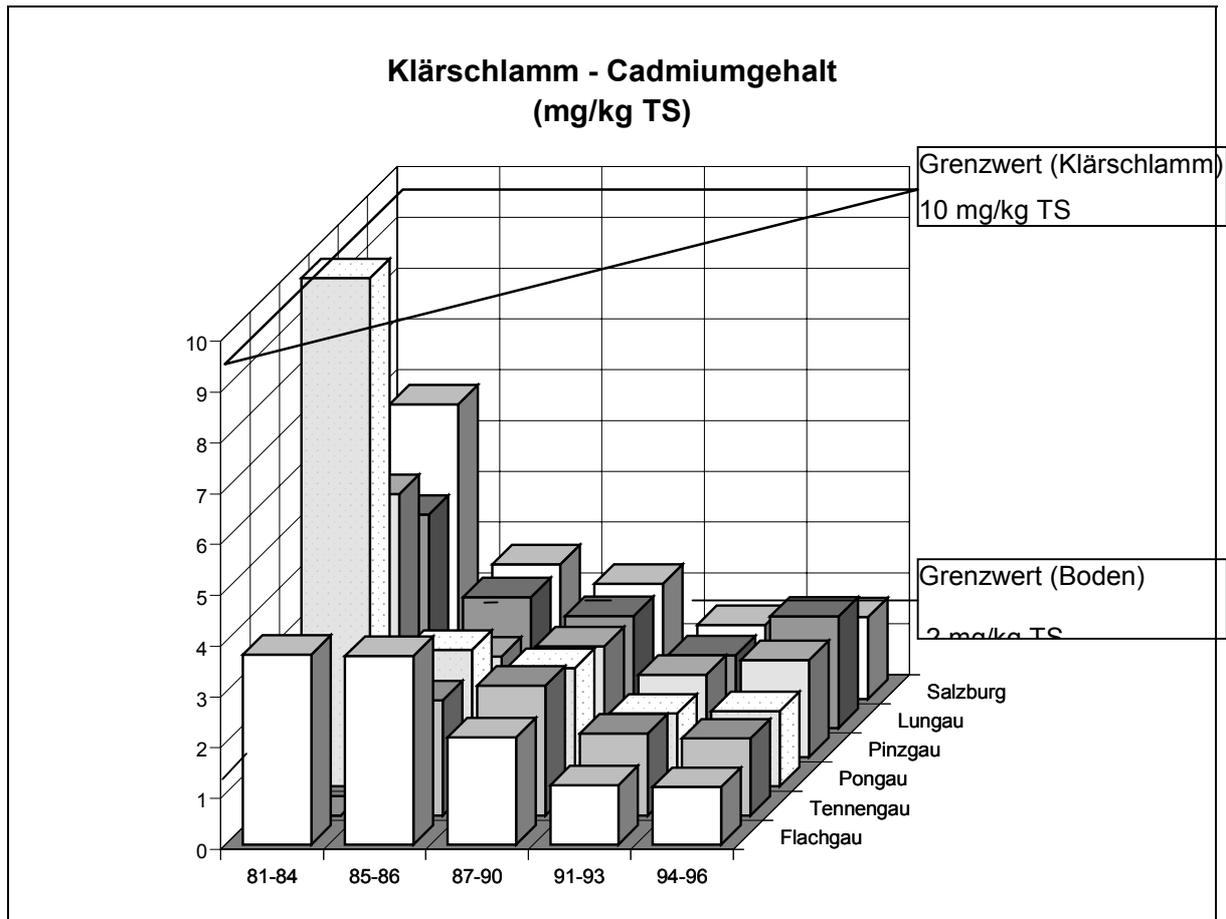


Abb. 2a. Cadmiumkonzentration Salzburger Klärschlämme in 5 Untersuchungsabschnitten.

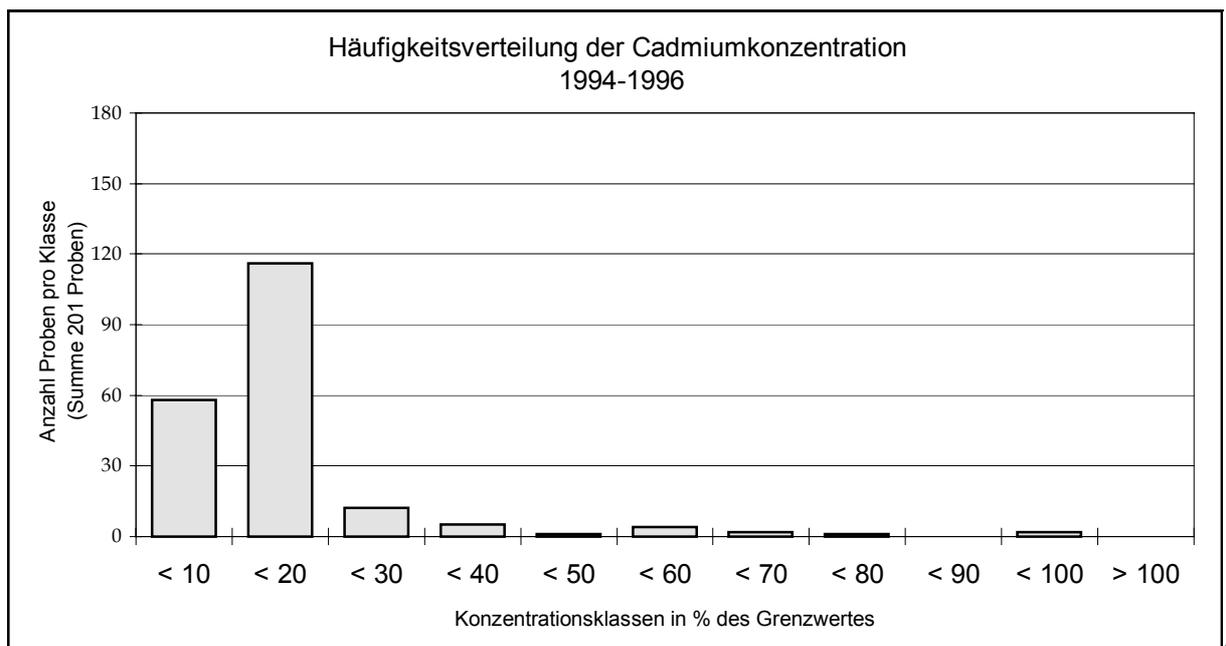


Abb.

2b. Häufigkeitsverteilung der Cadmiumkonzentration in Relation zum Grenzwert (1994 - 1996).

4.3.1.3 Nickel (Abb. 3)

Nickel ist mit 150 mg/kg am Aufbau der Erdkruste beteiligt und damit wie Chrom eines der häufigeren Schwermetalle, im Abwasser beträgt der Ni-Gehalt ca. 0,04 mg/l (nach anderen Untersuchungen 0,002-0,03 mg/l); als Einwohnerwert werden 0,4 mg/EW*d angegeben. Ni ist ein essentielles Spurenelement, das für den menschlichen Stoffwechsel unverzichtbar und daher auch in seinen Ausscheidungen enthalten ist. Nickel im Abwasser stammt aus dem Trinkwasser (5 µg/l), der Nahrung (0,02-0,8 mg/kg Frischgewicht) und dem Reinigungswasser (bis 140 µg/l).

Das Landesmittel des Nickelgehaltes in Klärschlämmen liegt im Untersuchungsabschnitt 1994 - 1996 nur geringfügig höher als in der vorangegangenen Untersuchungsperiode, allerdings läßt sich daraus nach wie vor kein allgemeiner Trend ablesen (Abb. 3a). Die Werte schwanken bezirksweise und in den Untersuchungszeiträumen relativ stark. Die Werte liegen jedoch fast zur Gänze unterhalb der 40-%-Marke des Klärschlamm-Grenzwertes von 100 mg/kg TS (184 von 205 Werten) und damit auch deutlich unterhalb des derzeit gültigen Bodengrenzwertes von 60 mg/kg TS. Die höchste gemessene Nickelkonzentration betrug 93 mg/kg TS, die niedrigste 5,1 mg/kg TS.

Nickel-Werte über 50 mg/kg TS im Klärschlamm sind auf gewerbliche Einleiter zurückzuführen. Als Quelle für hohe Ni-Konzentrationen sind in erster Linie Metall ver- und bearbeitende Betriebe zu nennen.

Vergleichswerte aus der Literatur:

Kulturböden in Deutschland enthalten 5 - 39 ppm Ni (im Mittel 20 ppm), in England und Wales 5 - 500 ppm, typisch sind 50 ppm.

Klärschlämme in Deutschland enthielten 50 - 1450 (im Mittel 300) ppm Nickel, in Großbritannien 20 - 5300 ppm.

Andere Untersuchungen belegen 26 - 140 ppm (Mittel 42 ppm) Nickel im Klärschlamm.

In Müll- und Müllklärschlammkomposten in Deutschland wurden Ni-Gehalte von 35 ppm gefunden.

Oberösterreichische Klärschlämme enthielten 7 - 90 ppm (177 Proben; Mittel 28 ppm) Nickel (1993).

Kompost (Müllkompost?) aus Österreich enthielt 1 - 62 ppm (47 Proben; Mittel 23 ppm) Nickel.

Im 10-jährigen Mittel enthielten die Klärschlämme aus den Bundesländern NÖ, OÖ, T, B, St und S 2 - 1840 ppm Nickel, wobei als häufigster Wert 37 ppm auftrat.

Düngemittel wiesen Ni-Konzentrationen von 0,8 - 44 ppm auf, wobei besonders Phosphordünger und Mehrnährstoffdünger höhere Konzentrationen zeigten (20 - 44 bzw. 9,5 - 15 ppm).

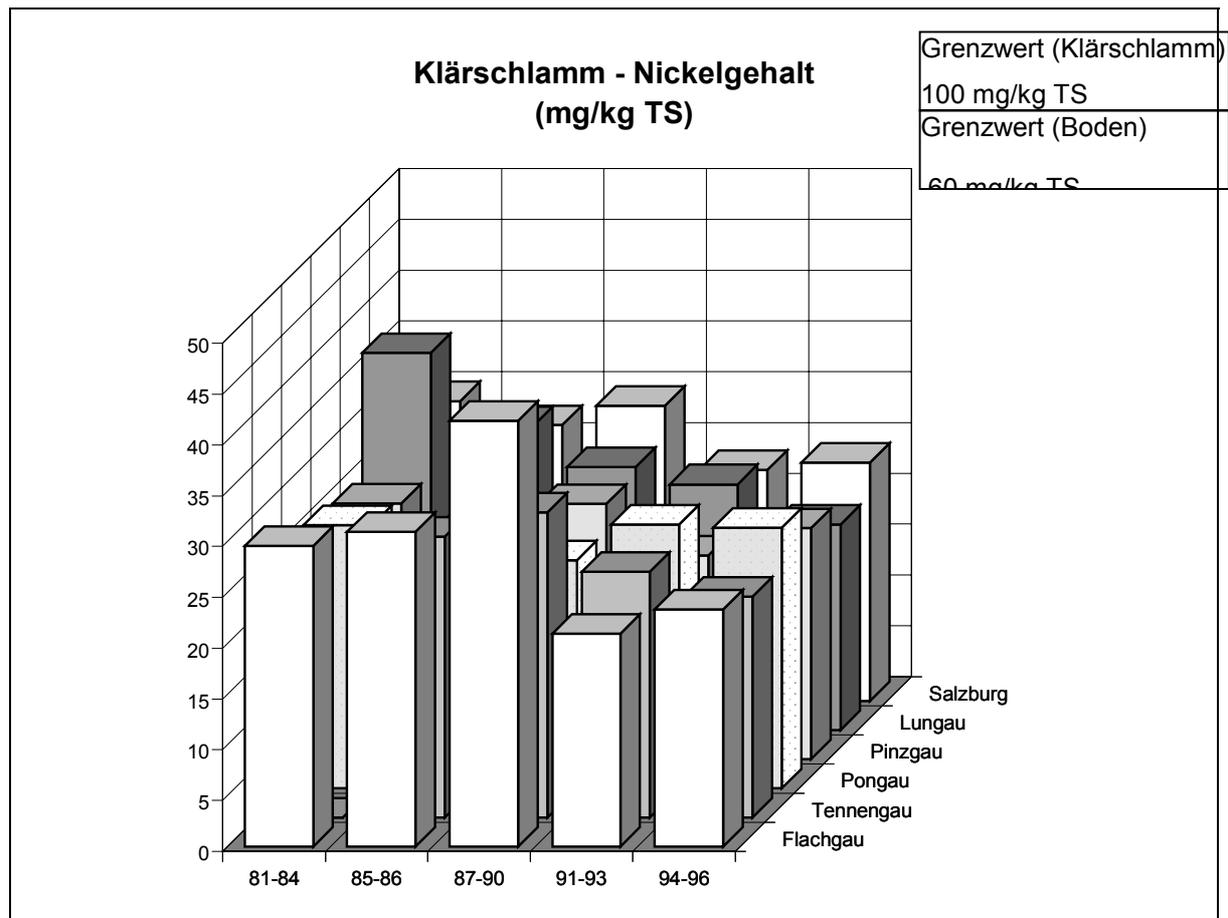


Abb. 3a. Nickelkonzentration Salzburger Klärschlämme in 5 Untersuchungsabschnitten.

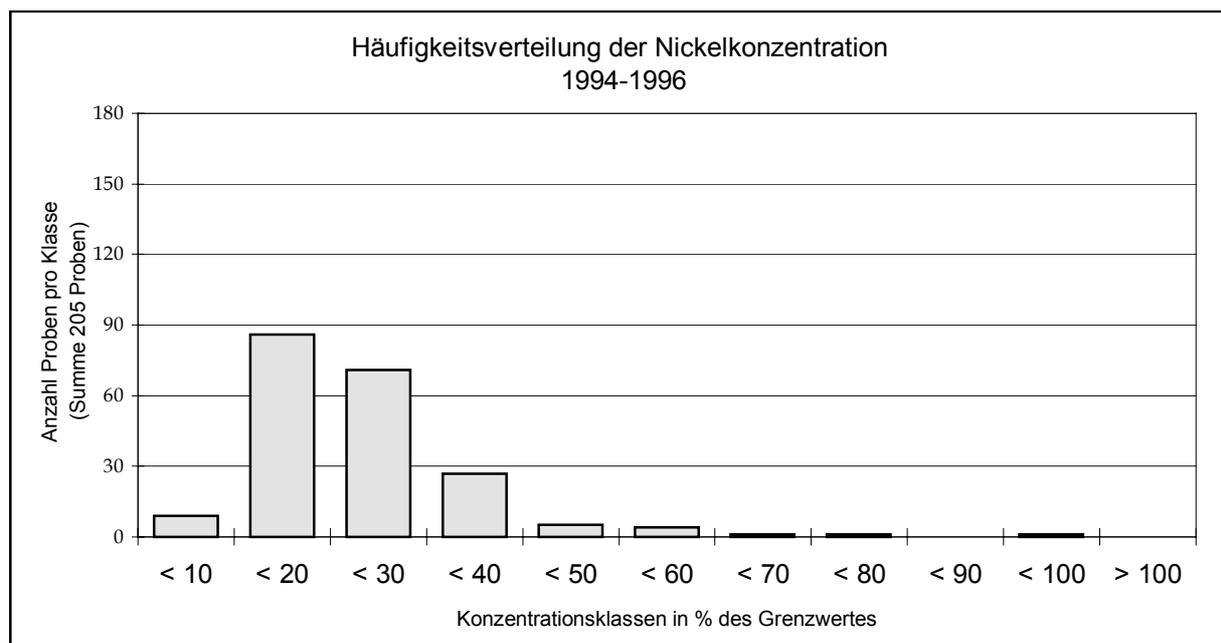


Abb. 3b. Häufigkeitsverteilung der Nickelkonzentration in Relation zum Grenzwert (1994 - 1996).

4.3.1.4 Quecksilber (Abb. 4)

Mit nur 0,05 mg/kg gehört Quecksilber zu den seltenen Schwermetallen in der Erdkruste, erfüllt keine Stoffwechselfunktion sondern ist ganz im Gegenteil hoch toxisch. Die Konzentration im Abwasser ist im allgemeinen sehr gering: 0,5 - 2 µg/l, nach anderen Untersuchungen immer unter 0,1 µg/l. Die Eliminationsrate in Kläranlagen ist sehr hoch (90 %).

Der stetige Anstieg des Quecksilbergehaltes in den vorhergehenden Untersuchungsabschnitten setzte sich 1991 - 1993 nicht fort, das Landesmittel ist gegenüber 1987 - 1990 deutlich zurückgegangen. Auch im jetzigen Abschnitt setzt sich die Reduktion der Hg-Gehalte fort (Abb. 4a). Die Werte lagen von Beginn an sehr niedrig, 1991 - 1993 erreichen 182 von 190 Analysenwerte (96 %) Konzentrationen unter 30 % des Klärschlamm-Grenzwertes, 1994 - 1996 übersteigt kein Wert die 40%-Marke, 99 % bleiben unter 30 % des Grenzwertes (Abb. 4b).

176 Werte liegen 1994 - 1996 sogar unter 2 mg/kg TS und damit unter dem derzeit gültigen Bodengrenzwert. Der höchste Quecksilbergehalt wurde mit 3,3 mg/kg TS gemessen, der niedrigste betrug 0,03 mg/kg TS.

Vergleichswerte aus der Literatur:

In 56 schwedischen Klärschlammproben wurden 0,2 - 39 (Mittel 9) ppm Hg gefunden; der Klärschlamm der Stadt Stockholm wies Hg-Gehalte von 20,7 - 39,3 ppm Hg auf.

Oberösterreichische Klärschlämme enthielten 0,03 - 15,5 ppm (177 Proben; Mittel 1,9 ppm) Quecksilber (1993).

Kompost (Müllkompost?) aus Österreich enthielt 0,05 - 5,4 ppm (47 Proben; Mittel 0,21 ppm) Quecksilber.

Im 10-jährigen Mittel enthielten die Klärschlämme aus den Bundesländern NÖ, OÖ, T, B, St und S 0,01 - 460 ppm Hg, wobei als häufigster Wert 1,8 ppm auftrat.

Düngemittel wiesen Hg-Konzentrationen von 0,01 - 0,04 ppm auf, wobei besonders Phosphordünger und organische Mehrnährstoffdünger höhere Konzentrationen zeigten.

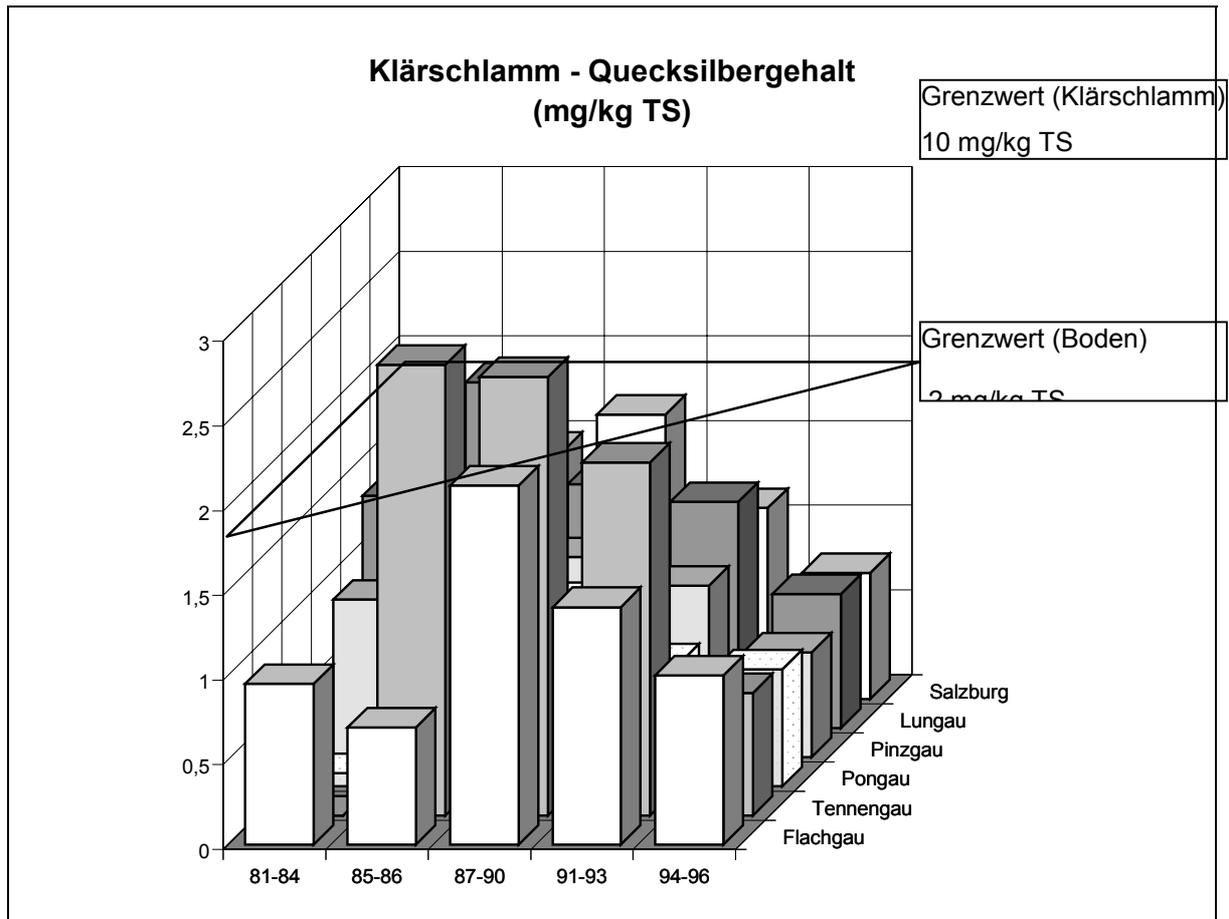


Abb. 4a. Quecksilberkonzentration Salzburger Klärschlämme in 5 Untersuchungsabschnitten.

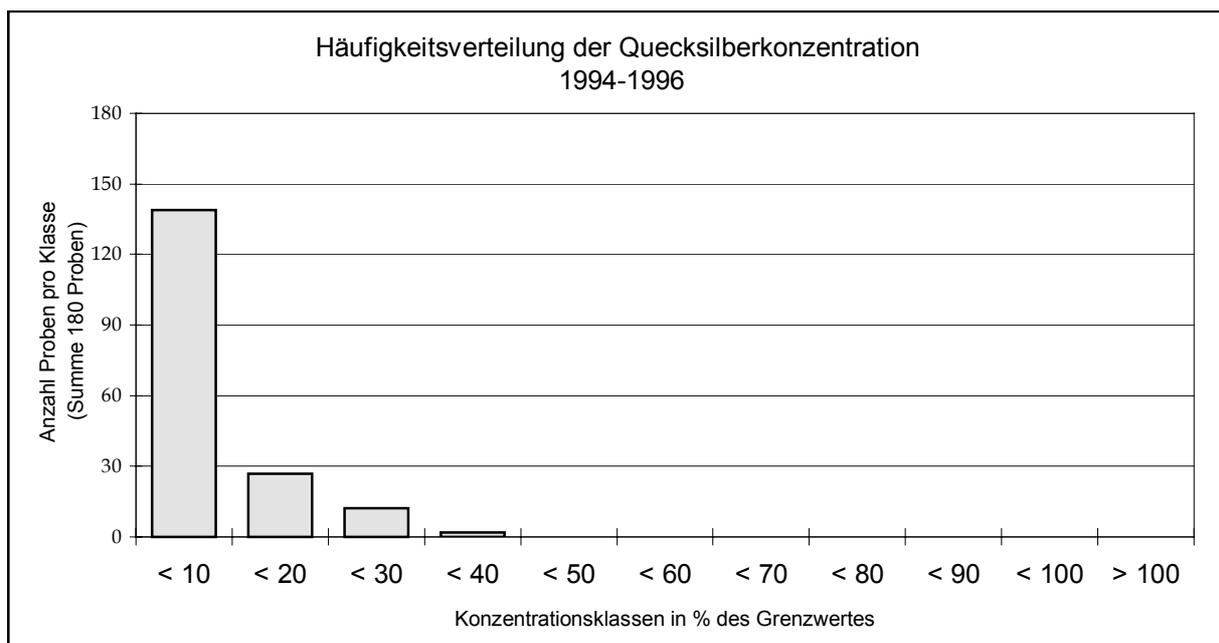


Abb. 4b. Häufigkeitsverteilung der Quecksilberkonzentration in Relation zum Grenzwert (1994-1996).

4.3.1.5 Kupfer (Abb. 5)

Kupfer ist mit 30 mg/kg am Aufbau der Erdkruste beteiligt und damit eines der häufigeren hier behandelten Schwermetalle. Kupfer ist ein essentielles Spurenelement, das für den menschlichen Stoffwechsel unverzichtbar ist, der Einwohnerwert wird mit 2,5 mg/EW*d angegeben. Ein Großteil des Kupfergehaltes im Abwasser (6,9 - 87 µg/l bzw. 150 µg/l nach anderen Messungen) stammt auch aus Kupferwasserleitungen und Dachrinnen (bei Mischkanalsystemen).

Die Kupfergehalte sind, abgesehen von einzelnen Ausreißern, über alle Bezirke und Untersuchungsabschnitte relativ konstant (Abb. 5a), wobei der überwiegende Teil der Analysen 50 % des Klärschlamm-Grenzwertes von 500 mg/kg TS nicht überschreitet (167 von 205; 81 %; Abb. 5b).

Die höchste Kupferkonzentration betrug 513 mg/kg TS, der niedrigste gemessene Wert lag bei 1,4 mg/kg TS. Eine Kupferkonzentration von mehr als 800 ppm im Klärschlamm weist auf gewerblich bedingte erhöhte Werte hin.

Vergleichswerte aus der Literatur:

Klärschlamm aus 42 Anlagen in Großbritannien wies Kupfer-Konzentrationen von 200 - 8000 (Mittel 980) ppm auf. Der Kupfergehalt normaler Böden schwankte laut der gleichen Untersuchung dort zwischen 2 und 100 ppm.

In 56 schwedischen Klärschlammproben wurden 28 - 4634 ppm Kupfer gefunden (Mittel 1053 ppm).

Andere schwedische Untersuchungen belegen für 18 Anlagen Werte zwischen 20 und 4900 ppm Kupfer.

In 15 Klärschlammproben aus den Niederlanden wurden 100 - 4350 ppm Kupfer gefunden.

Andere Untersuchungen belegen Werte von 140 - 920 ppm bei einem Mittel von 370 ppm.

Bayrische Klärschlämme wiesen Kupfergehalte von 78 - 3980 (Mittel 674) ppm auf (22 Proben).

Zahlreiche deutsche Klärschlamm-Untersuchungen ergaben folgende Kupfergehalte: 250 - 9000 (Mittel 1000) ppm, 30 - 3000, 1050 - 1224 ppm, 111 - 941 (Mittel 421) ppm, 125 - 5209 (1945) ppm.

Müllkompost aus deutschen Städten enthielt 93 - 860, aus der Schweiz 270 - 990, aus den Niederlanden 300 - 750 ppm Kupfer.

Klärschlämme aus Oberösterreich wiesen 1993 im Mittel 216 ppm Kupfer (11 - 1090 ppm).

Müllkompost (?) aus Österreich enthielt 10 - 310 (Mittel 55) ppm Kupfer.

Im 10-jährigen Mittel lagen die Kupfer-Konzentrationen von Klärschlämmen aus NÖ, OÖ, T, B, St und S bei 12 - 4310 (Mittel 190) ppm.

Düngemittel wiesen 3,7 - 45 ppm Kupfer auf, wobei P-Dünger mit 23 - 45 ppm und Mehrnährstoffdünger mit 10,5 - 22 ppm höhere Werte zeigten.

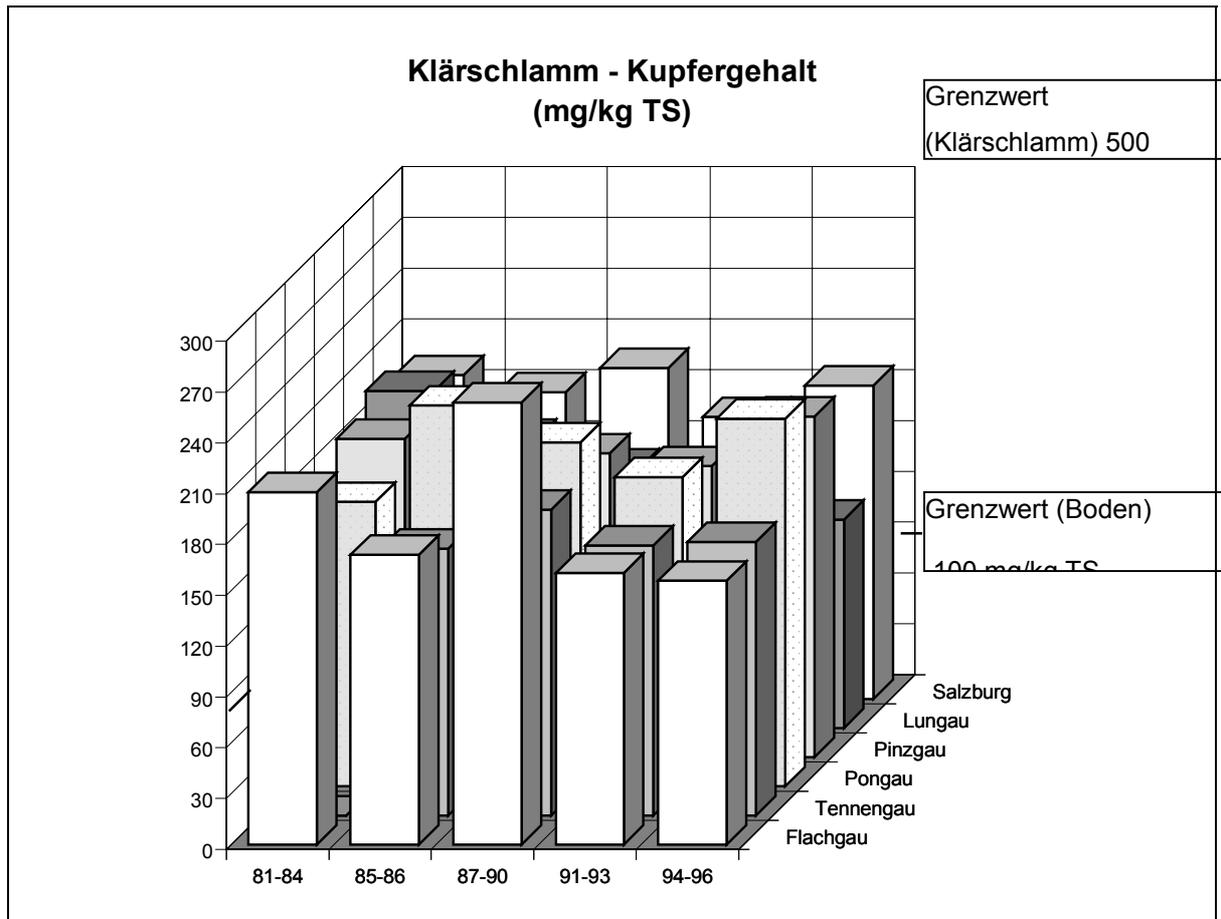


Abb. 5a. Kupferkonzentration Salzburger Klärschlämme in 5 Untersuchungsabschnitten.

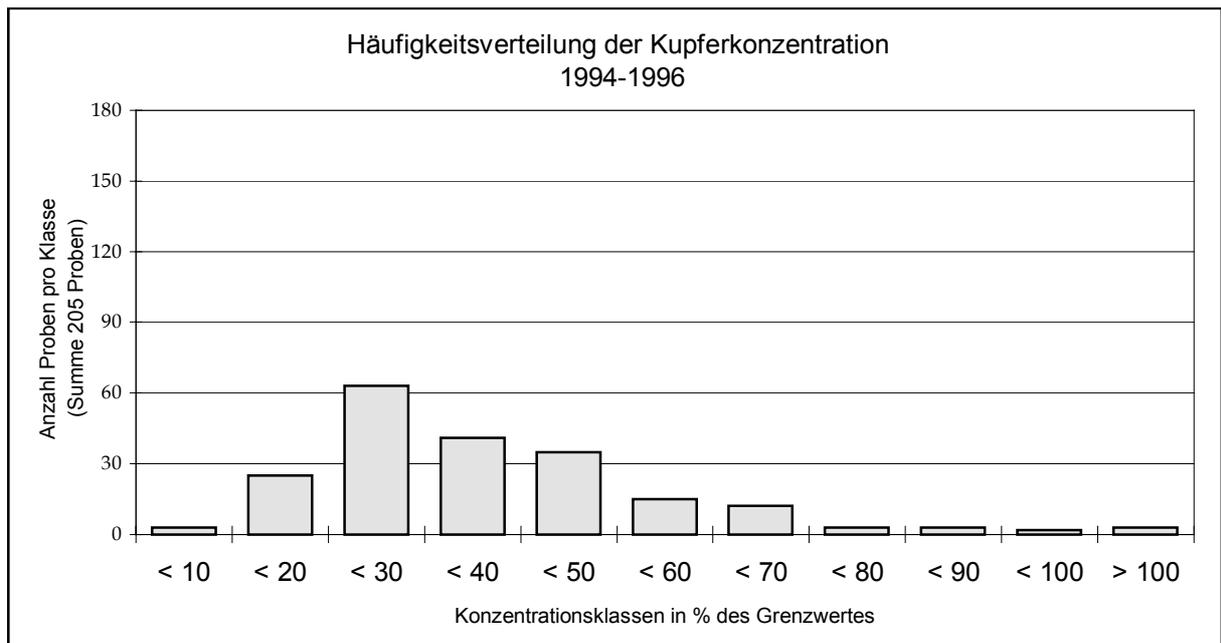


Abb. 5b. Häufigkeitsverteilung der Kupferkonzentration in Relation zum Grenzwert (1994-1996).

4.3.1.6 Blei (Abb. 6)

Blei ist mit 20 mg/kg am Aufbau der Erdkruste beteiligt und tritt damit ähnlich häufig wie Zink auf. Die Blei-Konzentrationen im Abwasser werden unterschiedlich mit 2,6 - 22 µg/l bzw. mit ca. 100 µg/l angegeben. Die Herkunftsbereiche sind vielfältig: Bleirohre, als Altlasten aus den Abgasen, Bleifarben, Keramikglasuren, Konservendosen, Aluminiumtöpfe, industrielle Suppenextrakte etc.

Mit einer Ausnahme sinkt der Bleigehalt in allen Bezirken und natürlich auch landesweit von Untersuchung zu Untersuchung deutlich ab (Abb. 6a). Liegen 1987-1990 nur 78 % der Werte unterhalb der 30%-Marke des Grenzwertes, so sind es 1991-1993 bereits 96 %, 1994 - 1996 sogar 98 %; alle Werte liegen nun unter der 40%-Marke (Abb. 6b). 177 von 205 Werten weisen im Untersuchungszeitraum 1994 - 1996 eine Konzentration unter 100 mg/kg TS (Bodengrenzwert) auf.

Der höchste Bleigehalt 1994 - 1996 betrug 200 mg/kg TS, der niedrigste Wert lag bei 1 mg/kg TS.

Der Rückgang der Bleikonzentrationen kann in erster Linie auf die Verwendung bleifreier Kraftstoffe und auf den Rückgang der Verwendung von Bleirohren für Wasserleitungen zurückgeführt werden.

Vergleichswerte aus der Literatur:

Klärschlamm aus 42 Anlagen in Großbritannien wies Blei-Konzentrationen von 120 - 3000 (Mittel 820) ppm auf.

In 56 schwedischen Klärschlammproben wurden 52 - 2062 ppm Blei gefunden (Mittel 324 ppm).

Klärschlamm aus Stockholm enthielt 135 - 500 (Mittel 270) ppm Blei.

In 15 Klärschlammproben aus den Niederlanden wurden 300 - 1050 ppm Blei gefunden.

Andere Untersuchungen belegen Werte von 120 - 3000 (Mittel 820) ppm bzw. 100 - 520 (240) ppm.

Bayrische Klärschlämme wiesen Bleigehalte von 2,7 - 300 (Mittel 120) ppm auf (22 Proben).

Klärschlamm aus Deutschland (24 Proben) wies 69 - 667 (Mittel 176) ppm Blei auf.

Müllkompost aus deutschen Städten enthielt 24 - 1230, aus der Schweiz 600 - 1900 ppm Blei.

Klärschlämme aus Oberösterreich wiesen 1993 im Mittel 84 ppm Blei (2 - 360 ppm) auf.

Müllkompost (?) aus Österreich enthielt 9 - 450 (Mittel 39) ppm Blei.

Im 10-jährigen Mittel lagen die Blei-Konzentrationen von Klärschlämmen aus NÖ, OÖ, T, B, St und S bei 5 - 19150 (Mittel 145) ppm.

Düngemittel wiesen 1,1 - 110 ppm Blei auf, wobei P-Dünger mit 3,5 - 110 ppm und Mehrnährstoffdünger mit 3,9 - 6,6 ppm höhere Werte zeigten.

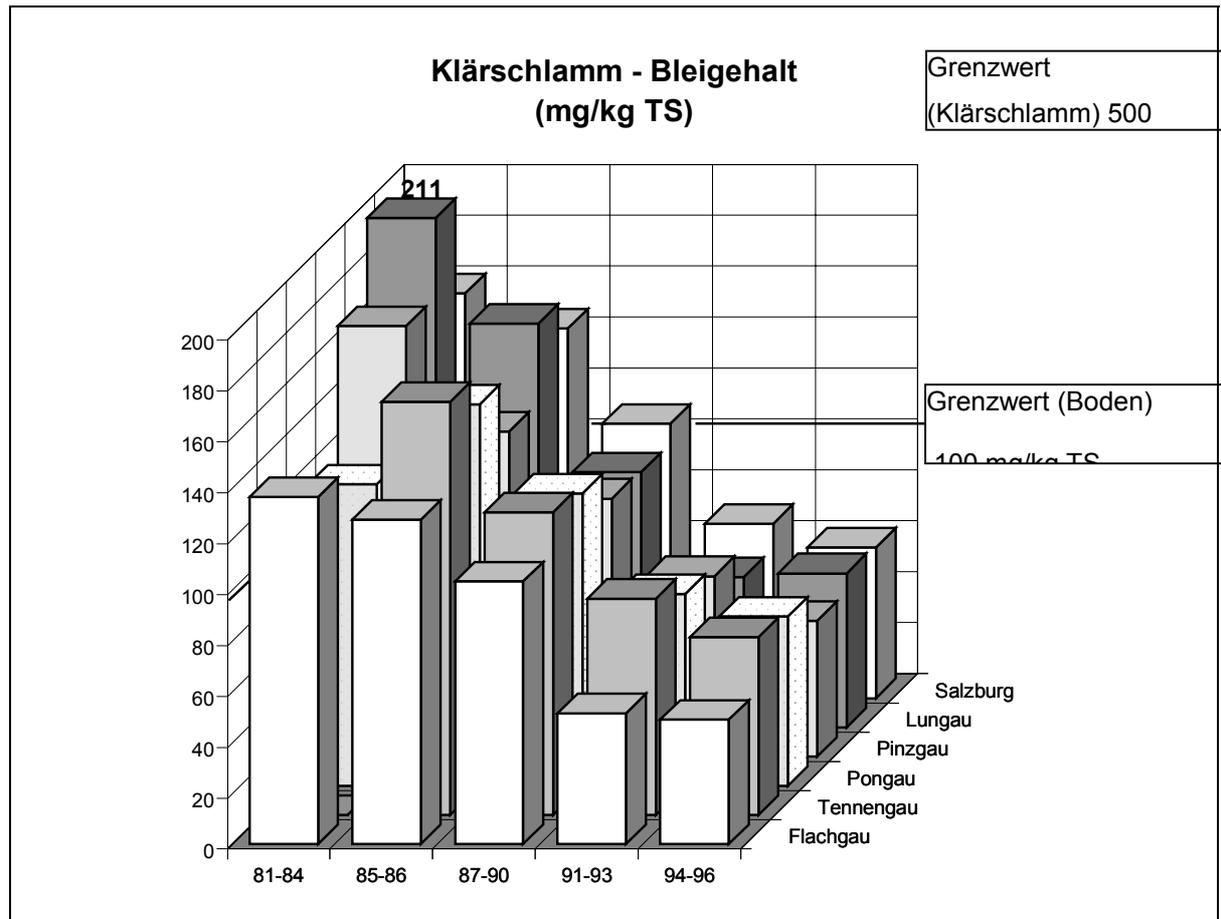


Abb. 6a. Bleikonzentration Salzburger Klärschlämme in 5 Untersuchungsabschnitten.

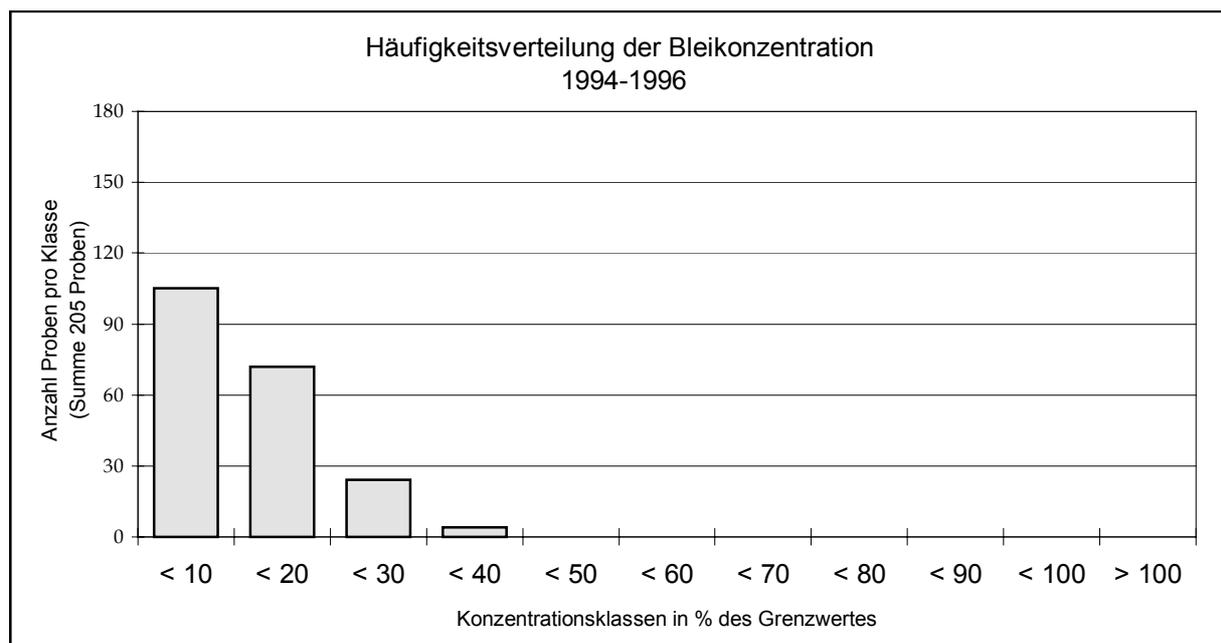


Abb. 6b. Häufigkeitsverteilung der Bleikonzentration in Relation zum Grenzwert (1994 - 1996).

4.3.1.7 Chrom (Abb. 7)

Chrom ist mit 200 mg/kg am Aufbau der Erdkruste beteiligt und damit eines der häufigsten Schwermetalle; im Abwasser liegt die Konzentration normalerweise bei etwa 0,03 mg/l (nach anderen Quellen bei 0,001-0,04 mg/l), als Einwohnerwert werden 0,3 mg/EW*d angegeben. Chrom ist ein essentielles Spurenelement, das für den menschlichen Stoffwechsel unverzichtbar und daher auch in seinen Ausscheidungen enthalten ist (tägliches Bedarf etwa 0,1 mg). Das Chrom im Abwasser stammt zu 98 % aus Reinigungswässern von verchromten Gegenständen u. ä.

Die Chromkonzentration zeigt in den einzelnen Bezirken stark unterschiedliche Entwicklungen. Sinken die Werte im Flachgau kontinuierlich und stark ab (bis 1991 - 1993), so steigen sie in fast dem gleichen Ausmaß im Pongau an (wofür in erster Linie die Kläranlagen Werfen und Tenneck verantwortlich sind). Insgesamt resultieren daraus im Landesmittel Schwankungen, die keine signifikante Tendenz ableiten lassen, die 1994 - 1996 gemessenen Werte ergeben aber den bislang niedrigsten Mittelwert (Abb. 7a). Insgesamt sind die Konzentrationen jedoch sehr niedrig, 193 von 202 Proben (94 %) weisen Werte unter 100 mg/kg TS (Bodengrenzwert) auf.

Der Höchstwert lag bei 325 mg/kg TS, der niedrigste Wert betrug 0,5 mg/kg TS.

Werte über 60 mg/kg TS im Klärschlamm sind mit großer Wahrscheinlichkeit auf gewerbliche Einleiter zurückzuführen. Als Quellen für erhöhte Chromemissionen können zum Beispiel metallverarbeitende Betriebe, Gerbereien oder graphische Betriebe angeführt werden.

Vergleichswerte aus der Literatur:

Deutsche Böden können bis zu 108 ppm (=mg/kg TS) Chrom enthalten.

Klärschlamm aus 42 untersuchten Anlagen in Großbritannien enthielt im Mittel 980 ppm Chrom (40 - 8800 ppm), normale Böden 100 ppm (5 - 1000 ppm).

Schwedische Untersuchungen zeigen für Klärschlämme von 18 Anlagen einen mittleren Chromgehalt von 380 ppm.

Andere Untersuchungen belegen 34-86 ppm (Mittel 60 ppm) Chrom im Klärschlamm.

Oberösterreichische Klärschlämme (117 Proben) enthielten 1993 zwischen 7 und 210 ppm Chrom (Mittelwert 47 ppm).

Kompost (Müllkompost?) aus Österreich enthielt 1 - 710 ppm Cr (47 Proben; Mittelwert 33 ppm).

Düngemittel enthielten 0 - 1953 ppm Chrom, wobei insbesondere Phosphordünger und Mehrnährstoffdünger höhere Konzentrationen aufwiesen (65 - 1953 bzw. 39 - 645 ppm).

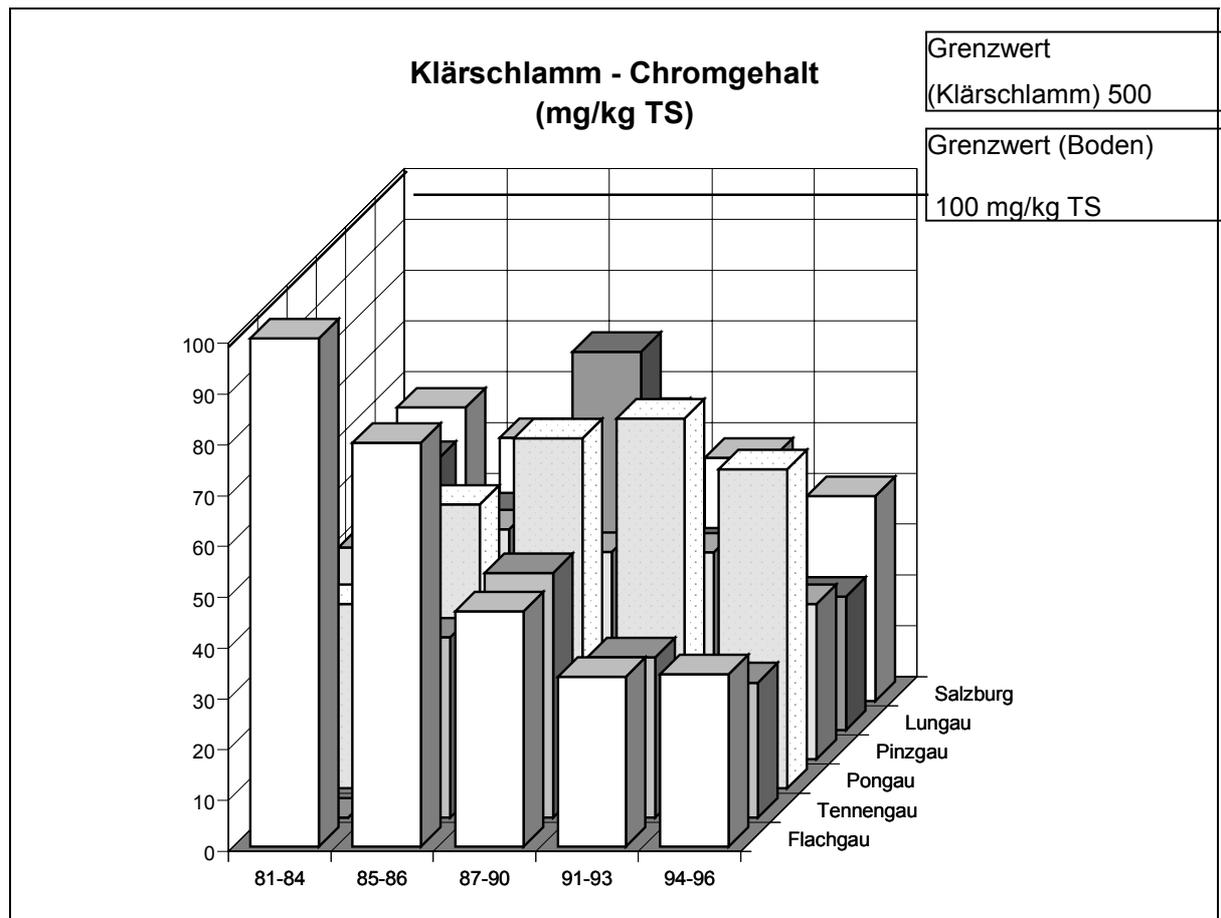


Abb. 7a. Chromkonzentration Salzburger Klärschlämme in 5 Untersuchungsabschnitten.

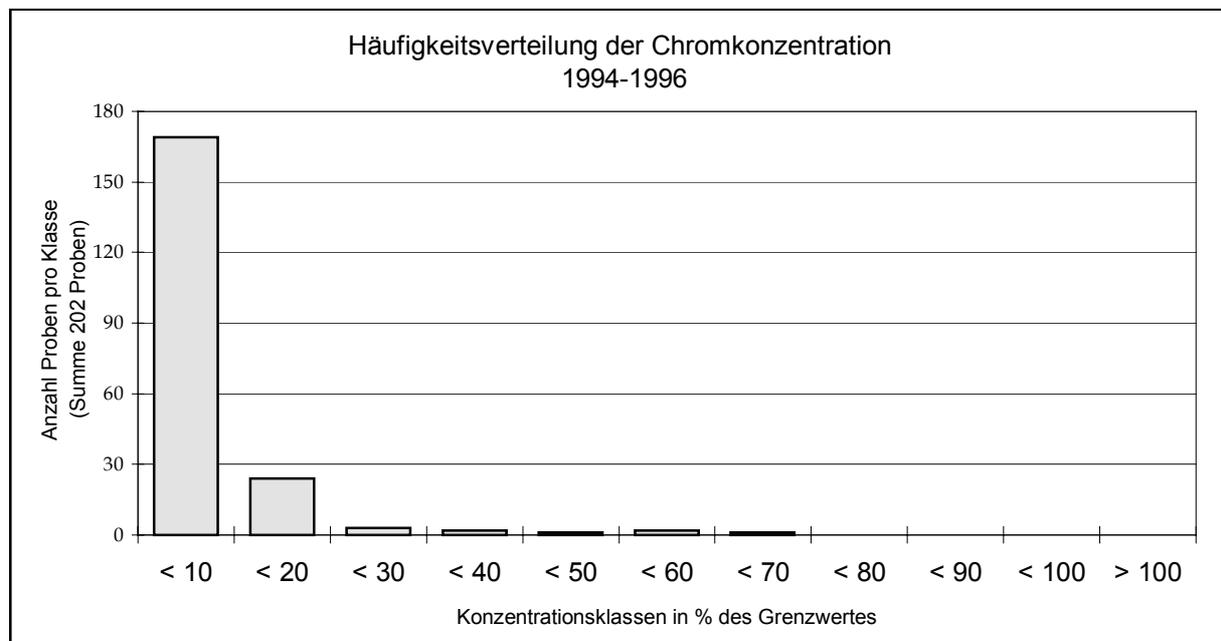


Abb. 7b. Häufigkeitsverteilung der Chromkonzentration in Relation zum Grenzwert (1994 - 1996).

Literatur:

AICHBERGER, K. (1990): Problembereich Klärschlamm. Verwendung in der Landwirtschaft, gesetzliche Regelungen und Zukunftsaspekte. Der Förderungsdienst, Heft 12/1990 - 38, 360-365.

AICHBERGER, K. & HOFER, G. (1994?): Projekt 2.34: Analytik von Siedlungsabfallstoffen. - In: Bundesanstalt für Agrarbiologie (Hrsg.?): Tätigkeitsbericht 1993. 80-81. Bundesanstalt für Agrarbiologie, Wieningerstraße 8, A-4025 Linz.

Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft; BUWAL (Hrsg., 1991): Schwermetalle und Fluor in Mineraldüngern. - Schriftenreihe Umwelt Nr. 162 Boden. 44 pp. Bezugsquelle: Dokumentationsdienst Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft; CH-3003 Bern.

KOPPE, P., STOZEK, A. (1993): Kommunales Abwasser. 3. Auflage. Vulkan Verlag Essen. ISBN 3-8027-2821-1.

NOWAK, O. (1995): Klärschlamm: Anfall und Zusammensetzung. - In: BIFFL, W. (Hrsg.): Konfliktfeld Landwirtschaft - Wasserwirtschaft. Wiener Mitteilungen - Wasser Abwasser Gewässer 126, 130-176. ISBN 3-85234-016-0.

ROHDE, G. (1973?): Schwermetalle in Lebewesen und Böden. - ANS-Mitteilungen. Sonderheft 2. 24 pp. Hrsg. ANS, Arbeitskreis für die Nutzbarmachung von Siedlungsabfällen e. V. Verlag: Nord-Süd-Werbung + Co. KG, Abteilung Verlag Bild + Druck, München.

5 Landwirtschaft und Naturschutz

(Arbeitspaket 5 sowie Arbeitspaket 6)

Autor: DI Georg Juritsch

5.1 Anwendung/Verwertung von Klärschlamm in der Landwirtschaft, Restriktionen und Förderungen

Im Bundesland Salzburg werden derzeit ca 16% des anfallenden Klärschlammes in der Landwirtschaft bzw durch die Aufbringung auf landwirtschaftlich genutzte Böden verwertet. Größere Mengen (über 100 t TS) werden von den Kläranlagen bzw Reinhaltverbänden Wallersee-Nord, Trumerseen, Oberndorf, Salzburger Ennstal und Oberpinzgau West an die Salzburger Landwirtschaft abgegeben.

Anreize für den Landwirt, Klärschlamm abzunehmen und auf seine Felder zu verteilen, liegen zunächst im Gehalt des Schlammes an Nährstoffen und Humusrohstoffen. Klärschlämme sind reich an Stickstoff und Phosphor, allerdings arm an Kalium. Sie haben in der Regel neutrale Reaktion. Der Kalk- und Magnesiumgehalt im Klärschlamm unterliegt starken Schwankungen. Der Nährstoffgehalt sinkt, bezogen auf die Trockenmasse, mit zunehmendem Entwässerungsgrad.

TABELLE 1: WERTBESTIMMENDE INHALTSSTOFFE IN % VON KLÄRSCHLAMM IM VERGLEICH ZU WIRTSCHAFTSDÜNGER¹

Parameter	Klärschlamm (☰ Ergebnisse Sbg 1994-96)	Rindergülle	Stallmist
Organische Substanz	40	73	71
Stickstoff gesamt (N)	3,2	4,8	2,5
Phosphor (P ₂ O ₅)	3,9	2,0	1,9
Kali (K ₂ O)	0,4	7,4	2,5
Kalk (CaO)	25	3,3	4,5
Magnesium (MgO)	1,6	0,9	0,8

¹ Aichberger, K. Bundesamt für Agrarbiologie; Wirtschaftsdüngeruntersuchung in Oberösterreich, 1995

Neben der Düngewirkung des Klärschlammes besteht für den Landwirt ein finanzieller Anreiz Klärschlamm abzunehmen. Der „Nährstoffwert“ (rd 1000,-- bis 1300,-- ÖS pro Tonne)² wird praktisch kostenlos von den Kläranlagen zur Verfügung gestellt und teilweise wird die Abnahme von Klärschlamm finanziell vergolten bzw die Kosten Klärschlammausbringung bezahlt.

Klärschlamm weist als potentieller Dünger nicht unerhebliche Nährstoff- und Humusrohstoffgehalte auf.

Klärschlamm wird von den Kläranlagen zumeist kostenlos zur Verfügung gestellt bzw es wird die Kosten für Aufbringung dem Landwirt vergolten.

Diesen für den Landwirt positiven Aspekten steht das Restrisiko bei der Klärschlammmanwendung auf ihren Feldern gegenüber. Die in den Klärschlämmen enthaltenen Schwermetalle können sich langfristig im Boden anreichern. Zu diesem, da durch laufende Untersuchungen überwacht, kalkulierbaren Restrisiko kommen andere nicht oder selten untersuchte Inhaltsstoffe wie Arzneimittel, Hormone, Organische Schadstoffe sowie die mögliche Metabolitenbildung beim Schadstoffabbau, das Zusammenwirken von Klärschlamm-inhaltsstoffen mit Boden-inhaltsstoffen, die Auswirkungen von Klärschlammgaben auf das Bodenleben und allfällige zukünftige Änderungen bei den „Grenzwerten“.

Die Abnahme von Klärschlamm ist für den Landwirt aufgrund der bekannten Schadstoffgehalte und der möglicherweise vorhandenen nicht untersuchten Schadstoffe mit einem Restrisiko behaftet.

² Klärschlammkonzept des Bund Naturschutz, Aschaffenburg

5.2 Salzburger Klärschlammrichtlinie

Die Verwertung von Klärschlamm in der Landwirtschaft ist mangels eigener bodenschutzrechtlicher Regelungsmaterie derzeit dann möglich, wenn die „**Richtlinie für die Verwertung von Klärschlamm in der Landwirtschaft**“³ eingehalten werden. Die in Zusammenarbeit vom Amt der Salzburger Landesregierung und Landeslandwirtschaftskammer erstellte Richtlinie weist folgende wesentliche Regelungsinhalte auf:

- Klärschlammuntersuchung
- Untersuchungsmethoden für die Klärschlammanalytik
- Zeiträume der Klärschlammuntersuchung bzw Nachuntersuchung
- Nachweis der seuchenhygienischen Unbedenklichkeit
- Übermittlung und Aufbewahrung des Klärschlammbeurteilungsblattes
- Führung eines Klärschlammabgabebuches
- Evidenz über die Verwendung von Klärschlamm in der Landwirtschaft
- Einschränkungen (Verbote) für die Verwendung in Gebieten, in denen dies durch Gesetz, Verordnung oder Bescheid untersagt ist (zB in Naturschutzgebieten);
 - in Wasserschutzgebieten (Schutzgebietsbescheid gem. § 34 (1) WRG 1959);
 - in Wasserschongebieten (Ausnahmen sind mit wasserrechtlicher Bewilligung möglich);
 - auf Mooren, Hecken und Streuflächen;
 - an Ufern von Oberflächengewässern (Abstände vom Gewässer Fließgewässer 5 m, stehende Gewässer 50 m);
 - auf Hanglagen mit Abschwemmungsgefahr;
 - in verkarsteten Gebieten;
 - im Bereich von Versickerungsschächten;
 - auf durchnässten, schneebedeckten oder gefrorenen Böden;
 - auf Gemüse- und Beerenobstkulturen;
 - in Güllegruben;
 - innerhalb und in unmittelbarer Nähe geschlossener Siedlungsgebiete;
 - auf Waldböden und Waldrändern.
- Aufbringungszeiten

³ Landwirtschaftskammer Salzburg: „Klärschlammverwertung in der Landwirtschaft – Eine Information der Kammer für Land- und Forstwirtschaft in Salzburg“. November 1987

- Bodeneignung und -untersuchung
- Grenzwerte für Klärschlamm und Böden

TABELLE 2: GRENZWERTE FÜR KLÄRSCHLAMM UND BODEN (SALZBURGER KLÄRSCHLAMMRICHTLINIE 1987)

Schwermetalle	mg/kg TS Klärschlamm	mg/kg TS Boden	
		Grünland	Acker
Molybdän	20	5	10
Kupfer	500	50	100
Zink	2000	150	300
Blei	500	50	100
Nickel	100	30	60
Chrom	500	50	100
Cadmium	10	1	2
Kobalt	100	25	50
Quecksilber	10	1	2
Arsen	20	10	20

- Merkblatt der LWK zur richtigen Verwertung von Klärschlamm in der Landwirtschaft

Bei einer kritischen Betrachtung der derzeitigen Klärschlammanwendung muss festgestellt werden, dass eine lückenlose Aufzeichnung über die Verwertung des Klärschlammes in der Landwirtschaft fehlt. Dh es lässt sich, wenn überhaupt, nur schwer nachvollziehen, welche Menge an Klärschlamm mit welcher Qualität auf welcher Fläche mit welcher Bodeneignung und in welchem Zeitraum aufgebracht wurde. Dies kann zum einen auf die bisher mangelhafte rechtliche Verankerung der Klärschlammverwertung und zum anderen auf ein unzureichendes Problembewusstsein und/oder Informationsstand der Kläranlagenbetreiber aber auch der Landwirte zurückzuführen sein.

Eine durchgängige Anwendung der Salzburger Klärschlammrichtlinie aus dem Jahre 1987 ist zur Zeit mehr als fraglich, lediglich die Untersuchung des Klärschlammes sowie dessen Qualitätsbeurteilung scheint gesichert.

5.3 Rechtliche/fachliche Vorgaben der Europäischen

Gemeinschaft

Mit dem Beitritt zur Europäischen Gemeinschaft hat Österreich auch die geltenden Rechtsnormen der Gemeinschaft übernommen. Für die Klärschlammanwendung in der Landwirtschaft ist die **Richtlinie des Rates 86/278/EWG über den Schutz der Umwelt und insbesondere der Böden bei der Verwendung von Klärschlamm in der Landwirtschaft vom 12. Juni 1986** (Richtlinie 86/278/EWG - ABI. Nr. L 181 vom 4. Juli 1986, S. 6 geändert durch RL 91/692/EWG - ABI. EG Nr. L 377 S. 48) maßgeblich.

Die wesentlichen Inhalte dieser Richtlinie sind:

- Diese Richtlinie bezweckt, die Verwendung von Klärschlamm in der Landwirtschaft so zu regeln, dass schädliche Auswirkungen auf Böden, Vegetation, Tiere und Menschen verhindert und zugleich eine ordnungsgemäße Verwendung von Klärschlamm gefördert werden.
- Ferner bezweckt diese Richtlinie, erste gemeinschaftliche Maßnahmen zum Schutz des Bodens festzulegen.
- Die Schlämme besitzen vielfach agronomisch nutzbringende Eigenschaften; die Förderung ihrer Verwertung in der Landwirtschaft ist deshalb gerechtfertigt, vorausgesetzt, dass sie ordnungsgemäß verwendet werden.
- Die Verwendung von Klärschlamm darf die Qualität der Böden und der landwirtschaftlichen Erzeugnisse nicht beeinträchtigen.
- Einige Schwermetalle können für Pflanzen und Mensch giftig sein, wenn sie im Erntegut vorkommen, und es sind daher zwingende Grenzwerte für diese Elemente im Boden festzulegen.
- Die Verwendung der Schlämme muss verboten werden, wenn die Konzentration der betreffenden Metalle in den Böden diese Grenzwerte überschreitet.
- Es ist ferner zu vermeiden, dass diese Grenzwerte infolge der Verwendung von Klärschlamm überschritten werden.
- Die Schlämme müssen vor ihrer Verwendung in der Landwirtschaft behandelt werden.
- Es muss eine bestimmte Frist zwischen der Verwendung der Schlämme und der Beweidung der Wiesen bzw. der Einbringung der Ernte bei Futteranbauflächen oder bestimmten Kulturen eingehalten werden.
- Gemäß den Richtlinien 75/440/EWG und 80/68/ EWG ist bei der Verwendung der Schlämme darauf zu achten, dass der Schutz des Bodens sowie des Oberflächen- und Grundwassers sichergestellt wird.

Zu diesem Zweck ist es erforderlich, die qualitativen Eigenschaften der Schlämme und der Böden, auf denen sie verwendet werden, zu kontrollieren; es sind daher Analysen der Schlämme und der Böden durchzuführen, von denen bestimmte Ergebnisse den Verwendern mitzuteilen sind.

- Eine Reihe wichtiger Informationen muss gespeichert werden, um eine bessere Kenntnis der Verwendung der Schlämme in der Landwirtschaft zu gewährleisten. Diese Informationen sind der Kommission in Form von regelmäßig zu erstellenden Berichten zu übermitteln. Die Kommission legt unter Berücksichtigung dieser Berichte nötigenfalls entsprechende Vorschläge zur Gewährleistung eines verstärkten Schutzes der Böden und der Umwelt vor.
- Schlämme, die aus kleineren Kläranlagen stammen, in denen im wesentlichen nur Brauchwasser aus Haushaltungen behandelt wird, stellen nur ein geringes Risiko für die Gesundheit von Mensch, Tier und Pflanzen und für die Umwelt dar. Für diese Schlämme sollte daher eine Befreiung von einigen in Bezug auf die Information und Analyse vorgesehenen Verpflichtungen zugelassen werden.

Die Richtlinie ist nach Artikeln gegliedert:

Art. 1

Zweck dieser Richtlinie ist es, die Verwendung von Klärschlamm in der Landwirtschaft so zu regeln, dass schädliche Auswirkungen auf Böden, Vegetation, Tier und Mensch verhindert und zugleich eine einwandfreie Verwendung von Klärschlamm gefördert werden.

Art. 2

Begriffsbestimmungen

Art. 4

Grenzwerte für Klärschlamm und Boden

Art. 5

Anwendungsbeschränkungen, Aufbringungsmengen und –frachten

Art. 6

Klärschlammbehandlung

Art. 7

Aufbringungsverbote und –beschränkungen

Art. 8

Regeln bei der Verwendung von Schlämmen

Art. 9

Klärschlamm- und Bodenuntersuchung

Art. 10

Aufzeichnungspflichten und Registerführung

Art. 11

Ausnahmen für kleine Abwasserbehandlungsanlagen (<300 kg BSB₅ pro Tag, entsprechend 5000 Einwohnergleichwerten)

Art. 12

Möglichkeit zur Erlassung strengerer Normen

Art. 17

Berichtspflichten an die Kommission

In den Anhängen sind die Grenzwerte für Boden und Klärschlamm sowie die Analysemethoden festgehalten.

Anhang I A

Grenzwerte für Konzentrationen von Schwermetallen in den Böden (mg/kg Trockensubstanz von einer repräsentativen Probe von Böden, deren pH-Wert 6 - 7 beträgt)

Parameter	Grenzwerte ¹⁾
Cadmium	1 – 3
Kupfer ²⁾	50 – 140
Nickel ²⁾	30 – 75
Blei	50 – 300
Zink ²⁾	150 – 300
Quecksilber	1 - 1,5
Chrom ³⁾	-

1) Die Mitgliedstaaten können eine Überschreitung der von ihnen festgesetzten Grenzwerte bei der Verwendung der Schlämme auf Böden gestatten, die zum Zeitpunkt der Bekanntgabe der Richtlinie für die Beseitigung von Schlämmen bestimmt sind, auf denen aber zum Zweck des Handels ausschließlich Futtermittel angebaut werden. Die Mitgliedstaaten teilen der Kommission Zahl und Art der betreffenden Böden mit. Sie tragen ferner dafür Sorge, dass sich daraus keine Gefährdung für Mensch und Umwelt ergibt.

2) Die Mitgliedstaaten können eine Überschreitung der von ihnen festgesetzten Grenzwerte bei diesen Parametern auf Böden gestatten, deren pH-Wert ständig höher ist als 7. Auf keinen Fall dürfen die zulässigen Höchstkonzentrationen an diesen Schwermetallen diese Werte um mehr als 50 % überschreiten. Die Mitgliedstaaten tragen ferner dafür Sorge, dass daraus keine Gefährdung für Mensch und Umwelt und insbesondere für das Grundwasser entsteht.

3) Gegenwärtig ist es nicht möglich, Grenzwerte für Chrom festzulegen. Der Rat wird diese Grenzwerte später auf der Grundlage von Vorschlägen festsetzen, die ihm die Kommission innerhalb eines Jahres nach Bekanntgabe dieser Richtlinie unterbreiten wird.

Anhang I B

Konzentrationsgrenzwerte für Schwermetalle in den für die Verwendung in der Landwirtschaft bestimmten Schlämmen (mg/kg Trockensubstanz)

Parameter	Grenzwerte
Cadmium	20 – 40
Kupfer	1000 – 1750
Nickel	300 – 400
Blei	750 – 1200
Zink	2500 – 4000
Quecksilber	16 – 25
Chrom	¹⁾

1) Gegenwärtig ist es nicht möglich, Grenzwerte für Chrom festzulegen. Der Rat wird diese Grenzwerte später auf der Grundlage von Vorschlägen festsetzen, die ihm die Kommission innerhalb eines Jahres nach Bekanntgabe dieser Richtlinie unterbreiten wird.

Anhang I C

Grenzwerte für Mengen von Schwermetallen, die auf landwirtschaftlich genutzten Böden auf der Grundlage eines Mittelwertes innerhalb eines Zeitraumes von zehn Jahren aufgebracht werden dürfen (kg/ha/Jahr)

Parameter	Grenzwerte ¹⁾
Cadmium	0,15
Kupfer	12
Nickel	3
Blei	15
Zink	30
Quecksilber	0,1
Chrom	²⁾

1) Die Mitgliedstaaten können eine Überschreitung der oben genannten Grenzwerte bei der Verwendung der Schlämme auf Böden gestatten, die zum Zeitpunkt der Bekanntgabe der Richtlinie für die Beseitigung von Schlämmen bestimmt sind, auf denen aber zum Zweck des Handels ausschließlich Futtermittel angebaut werden. Die Mitgliedstaaten teilen der Kommission Zahl und Art der betreffenden Böden mit. Sie tragen ferner dafür Sorge, dass sich daraus keine Gefährdung für Mensch und Umwelt ergibt.

2) Gegenwärtig ist es nicht möglich, Grenzwerte für Chrom festzulegen. Der Rat wird diese Grenzwerte später auf der Grundlage von Vorschlägen festsetzen, die ihm die Kommission innerhalb eines Jahres nach Bekanntgabe dieser Richtlinie unterbreiten wird.

Die EU-Klärschlammrichtlinie ist zur Zeit Gegenstand einer fachlichen Überarbeitung. Nach bisherigem Erkenntnisstand ist mit einer deutlichen Verschärfung bei den Grenzwerten als auch beim Umfang der Untersuchungsparameter (Aufnahme organischer Schadstoffe) zu rechnen. Insgesamt dürften die Anpassungen die Verwendung von Klärschlamm in der Landwirtschaft erschweren.

5.4 Umsetzung der EU-Klärschlammrichtlinie in Österreichisches/Salzburger Recht

Eine Umsetzung dieser EU Richtlinie in landesgesetzliche Bestimmungen ist bisher nicht erfolgt. Kurz bis mittelfristig sollte durch die Verabschiedung eines Salzburger Bodenschutzgesetzes und den nachgeordneten Klärschlammverordnungen die mangelnde Umsetzung bereinigt und die rechtliche Situation bei der Verwertung von Klärschlamm in der Landwirtschaft verbessert werden.

Der bisher vorliegende Entwurf des Bodenschutzgesetzes sieht eine Verordnungsermächtigung für die „Aufbringung von Material bzw von Klärschlamm auf Böden“ vor. In der Verordnung sollen die Vorgaben der EU Richtlinie vollinhaltlich umgesetzt und zusätzlich unter Berücksichtigung der besonderen Verhältnisse im Bundesland Salzburg strengere Bestimmungen erlassen werden. Dabei sollen auch die geplanten Änderungen der EU-Klärschlammrichtlinie, die derzeit in Überarbeitung ist, Eingang in die Verordnung finden.

Eine rechtliche Umsetzung der EU-Klärschlammrichtlinie ist bis dato im Bundesland Salzburg nicht erfolgt. Das im Entwurf vorliegende Bodenschutzgesetz soll in Zukunft die rechtliche Basis für die Verwertung von Klärschlamm in der Landwirtschaft schaffen.

Die Überarbeitung der EU-Klärschlammrichtlinie wird eine deutliche Verschärfung bei der Verwendung von Klärschlamm in der Landwirtschaft mit sich bringen.

5.5 Restriktionen aufgrund von landwirtschaftlichen Förderungen

Eine wesentliche Einschränkung für die Klärschlammverwertung in der Landwirtschaft stellt das Österreichische Programm zur Förderung einer umweltgerechten, extensiven und den natürlichen Lebensraum schützenden Landwirtschaft (ÖPUL) dar.

Dieses Förderungsprogramm der Landwirtschaft sieht bei sehr vielen Maßnahmen einen Verzicht der Anwendung von Klärschlamm und Klärschlammkompost vor.

Derzeit sind die Programme ÖPUL 95 und ÖPUL 98 mit je 5 jähriger Laufzeit in Kraft. Ab dem Jahre 2001 tritt das ÖPUL 2000 im Rahmen des Österreichischen Programms zur Entwicklung des ländlichen Raumes in und ÖPUL 95 außer Kraft, die Maßnahmen des ÖPUL 98 laufen noch bis Ende 2002 weiter.

Im folgenden sind jene Maßnahmen angeführt, für die Förderungen gewährt werden, und die einen Anwendungsverzicht von Klärschlamm bzw Klärschlammkompost vorsehen.

ÖPUL 95

Die Förderungsmöglichkeiten nach ÖPUL 95 laufen mit Ende des Jahres 2001 aus und es sind bereits die meisten Landwirte in den vergangenen Jahren auf das ÖPUL 98 umgestiegen. Für die zukünftige Klärschlammverwertung in der Landwirtschaft ist das Programm daher bedeutungslos.

- ✓ *Förderung von Betrieben mit biologischer Wirtschaftsweise*

- ✓ *Verzicht auf bestimmte ertragssteigernde Betriebsmittel*
- ✓ *Integrierter kontrollierter Obstbau*
- ✓ *Integrierter kontrollierter Weinbau*
- ✓ *Integrierte Produktion im Zierpflanzenbau*
- ✓ *Extensive Grünlandbewirtschaftung in traditionellen Gebieten*
- ✓ *Extensiver Getreideanbau für den Nahrungsmittelbereich*
- ✓ *Verzicht auf bestimmte ertragssteigernde Betriebsmittel auf ausgewählten Einzelflächen*
- ✓ *Verzicht auf leicht lösliche Handelsdünger und Wachstumsregulatoren*
- ✓ *Verzicht auf leicht lösliche Handelsdünger und chemisch-synthetische Pflanzenschutzmittel*
- ✓ *Integrierte Produktion im Gemüsebau*
- ✓ *Verzicht auf leicht lösliche Handelsdünger und flächendeckenden chemisch-synthetischen Pflanzenschutz*
- ✓ *Einhaltung von Schnittzeitauflagen*
- ✓ *Erosionsschutz im Obstbau*
- ✓ *Erosionsschutz im Weinbau*
- ✓ *Anbau seltener landwirtschaftlicher Kulturpflanzen*
- ✓ *Pflege von aufgegebenen forstwirtschaftlichen Flächen*
- ✓ *Landschaftselemente und Biotopentwicklungsflächen mit 20jähriger Stilllegung*
- ✓ *Bereitstellung von Flächen für ökologische Ziele*
- ✓ *Bereitstellung von Flächen für ökologische Ziele auf ausgewählten konjunkturellen Stilllegungsflächen*

ÖPUL 98

Dieses Programm wirkt auf die Klärschlammverwendung am stärksten einschränkend. Da die Basisförderung nur in Verbindung mit einer weiteren Maßnahme gewährt wird, sind praktisch alle Landwirte von einem Verbot der Ausbringung von Klärschlamm- und Klärschlammkompost betroffen.

- ✓ *Biologische Wirtschaftsweise*
- ✓ *Verzicht auf bestimmte ertragssteigernde Betriebsmittel - Ackerland, Grünland*
- ✓ *Integrierter kontrollierter Obstbau*
- ✓ *Integrierte Produktion im Zierpflanzenbau*
- ✓ *Extensiver Getreideanbau*
- ✓ *Verzicht auf leicht lösliche Handelsdünger und Wachstumsregulatoren auf Ackerflächen*

- ✓ *Verzicht auf leicht lösliche Handelsdünger und chemisch-synthetische Pflanzenschutzmittel auf Ackerflächen*
- ✓ *Integrierte Produktion im Gemüsebau*
- ✓ *Verzicht auf leicht lösliche Handelsdünger und flächendeckenden chemisch-synthetischen Pflanzenschutz im Grünland*
- ✓ *Extensive Grünlandbewirtschaftung in traditionellen Gebieten*
- ✓ *Einhaltung von Schnittzeitauflagen*
- ✓ *Erosionsschutz im Obstbau*
- ✓ *Erosionsschutz im Weinbau*
- ✓ *Anbau seltener landwirtschaftlicher Kulturpflanzen*
- ✓ *Pflege von aufgegebenen forstwirtschaftlichen Flächen*
- ✓ *Landschaftselemente und Biotopentwicklungsflächen mit 20jähriger Stilllegung*
- ✓ *Bereitstellung von Flächen für ökologische Ziele*
- ✓ *Bereitstellung von Flächen für ökologische Ziele auf ausgewählten Stilllegungsflächen gem. VO 1765/92*
- ✓ *Salzburger Regionalprogramm für Grundwasserschutz und Grünlanderhaltung*

ÖPUL 2000

Dieses Förderungsprogramm ist bis zum 31.12.2006 in Kraft und wird daher maßgeblich die Klärschlammverwertung in der Landwirtschaft beeinflussen. Folgende Maßnahmen sehen Verbote für die Ausbringung von Klärschlamm vor:

- ✓ *Biologische Wirtschaftsweise*
- ✓ *Verzicht auf ertragssteigernde Betriebsmittel auf Grünlandflächen*
- ✓ *Verzicht auf ertragssteigernde Betriebsmittel auf Ackerflächen*
- ✓ *Reduktion ertragssteigernder Betriebsmittel auf Grünlandflächen*
- ✓ *Reduktion ertragssteigernder Betriebsmittel auf Ackerflächen*
- ✓ *Integrierte Produktion Obst*
- ✓ *Integrierte Produktion Wein*
- ✓ *Integrierte Produktion im gärtnerischen Anbau von Gemüse sowie von Heil- und Gewürzpflanzen im Freiland*
- ✓ *Integrierte Produktion Zierpflanzen im Freiland*
- ✓ *Silageverzicht in bestimmten Gebieten*

- ✓ *Alpung und Behirtung*
- ✓ *Anbau seltener landwirtschaftlicher Kulturpflanzen (zT)*
- ✓ *Pflege ökologisch wertvoller Flächen*
- ✓ *Neuanlegung von Landschaftselementen*

Bei den 2 folgenden Maßnahmen ist die Ausbringung von Klärschlammkompost der Qualitätsklasse A gemäß Kompost-VO gestattet:

- ✓ *Reduktion ertragssteigernder Betriebsmittel auf Grünlandflächen*
- ✓ *Reduktion ertragssteigernder Betriebsmittel auf Ackerflächen*

Das Österreichische Programm zur Förderung einer umweltgerechten, extensiven und den natürlichen Lebensraum schützenden Landwirtschaft (ÖPUL) schränkt die Klärschlammverwertung in der Landwirtschaft durch ein Verbot bei sehr vielen Maßnahmen stark ein.

5.6 Durch ÖPUL-Maßnahmen gebundene Flächen

Im folgenden wird aufgrund der Förderstatistik 1998 eine Abschätzung der von den ÖPUL Förderprogrammen, die ein Verbot der Klärschlammverwertung vorsehen, betroffenen landwirtschaftlichen Fläche durchgeführt.

	Land Salzburg	Flachgau	Tennenga u	Pongau	Lungau	Pinzgau
Landw genutzte Fläche ohne Almen in ha	115.108	39.937	13.554	23.323	10.956	27.338
Flächen außerhalb der ÖPUL Förderprogramme in ha	8093	2101	874	1815	1251	2055
in %	7,0	5,3	6,4	7,8	11,4	7,5

Von den rd 115.000 ha landwirtschaftlich genutzten Böden im Land Salzburg (ausgenommen Almflächen) stehen derzeit rund 93% durch die Bedingungen der ÖPUL-Programme nicht für eine Klärschlammausbringung zur Verfügung. Die restlichen Flächen verteilen sich auf Kleinbetriebe, auf Intensivbetriebe sowie auf Betriebe die nicht an den Förderprogrammen interessiert sind. Diese Flächen scheiden daher erfahrungsgemäß ebenfalls zu einem großen Teil für eine Klärschlammausbringung aus.

De facto stehen derzeit aufgrund der ÖPUL-Förderung keine landwirtschaftlichen Flächen für eine Klärschlammausbringung im größeren Stile zur Verfügung.

Inwieweit die geringfügigen Erleichterungen für die Ausbringung von Klärschlammkompost der Qualitätsklasse A im ÖPUL 2000 auf diese Flächenbilanz Auswirkung zeigen, lässt sich derzeit nur schwer abschätzen. Die Vorgängermaßnahme wurde auf 8160 ha von 900 Betrieben angewendet. Da ein Großteil dieser Flächen aber im sogenannten „Silosperrgebiet“ liegen und dadurch eine Klärschlamm- bzw. Klärschlammkompostanwendung aufgrund anderer Fördermaßnahmen verboten sind, stehen lediglich rund 2500 ha als potentielle Ausbringungsflächen zur Verfügung.

5.7 Restriktionen durch sonstige landwirtschaftliche Förderungen

Für sämtliche Förderungen landwirtschaftlicher Betriebe die im Rahmen des Programms zur Entwicklung des ländlichen Raumes gewährt werden, sind Mindestanforderungen in Bezug auf Umwelt, Hygiene und Tierschutz einzuhalten. Diese unter dem Begriff „Gute landwirtschaftliche Praxis im üblichen Sinn“ sehen für Klärschlamm im Kapitel „Bereich Bodenschutz“ folgende Standards vor:

Die auf landes- und regionalspezifische Erfordernisse der Bundesländer abgestimmten gesetzlichen Bestimmungen zu Bodenschutz und Abfallverwertung sind einzuhalten. Sie verfolgen primär das Ziel, eine nachhaltige Fruchtbarkeit landwirtschaftlicher Böden durch den Schutz vor Schadstoffeinträgen und die Vermeidung von Bodenabtrag und Bodenverdichtung aufrechtzuerhalten und zu verbessern.

Aus der Vielzahl unterschiedlicher Vorschriften der Länder zur Bewirtschaftung und Untersuchung landwirtschaftlicher Böden werden exemplarisch einige Bestimmungen dargestellt.

5.7.1 Klärschlammmanwendungsbestimmungen

Klärschlamm darf in Entsprechung landesgesetzlicher Regelungen auf landwirtschaftlichen Böden zumeist nur dann aufgebracht werden, wenn

- die Aufbringung durch den Eigentümer oder durch den Nutzungsberechtigten oder eine vom Eigentümer bzw. Nutzungsberechtigten beauftragte Person erfolgt,
- das zu beaufschlagende Grundstück zur Aufbringung von Klärschlamm hinsichtlich Bodenbeschaffenheit und Schadstoffgehalt geeignet ist und die Eignung durch ein Gutachten nachgewiesen wird. Das von staatlich autorisierten Institutionen oder Personen zu erstellende Gutachten muss auch Aussagen darüber enthalten, ob und in welchem Maße der Boden den zur Düngung vorgesehenen Klärschlamm verträgt, welche Höchstmengen demnach aufgebracht werden dürfen und welche Aufbringungsintervalle eingehalten werden müssen. Eine Ausfertigung des Gutachtens ist der zuständigen Bezirksverwaltungsbehörde vorzulegen,
- der Klärschlamm zur Aufbringung auf landwirtschaftliche Böden in chemischer und hygienischer Hinsicht geeignet ist und die Eignung durch ein Unbedenklichkeitszeugnis nachgewiesen wird. Das Zeugnis ist bei der Abgabestelle zur Einsichtnahme aufzulegen. Es hat insbesondere Angaben über

die Werte und Anteile von Schadstoffen zu enthalten und auch darüber, ob die in Verordnungen festgelegten Grenzwerte eingehalten werden. Eine Ausfertigung der Unbedenklichkeitszeugnisse ist der Bezirksverwaltungsbehörde vorzulegen,

- die Bepflanzung oder Benützung des Aufbringungsgrundstückes die Aufbringung von Klärschlamm erlaubt,
- sich auf dem Aufbringungsgrundstück keine Gemüse-, Speisekartoffel-, Heilkräuter- oder Beerenobstkulturen befinden,
- die Aufbringung auf Wiesen oder Weiden oder im Feldfutterbau erst nach der jeweiligen Nutzung erfolgt,
- die Aufbringung nicht auf landwirtschaftlichen Böden in Hanglage mit Abschwemmungsgefahr oder auf durchnässten, schneebedeckten oder tiefgefrorenen Böden erfolgt.

Kläranlagenbetreiber, welche Klärschlamm für die Aufbringung auf landwirtschaftliche Böden abgeben, haben ein Abnehmerverzeichnis zu führen, in das jede Abgabe von Klärschlamm unter Angabe der Menge und des Abnehmers einzutragen ist. Über die Abgabe sind vom Betreiber und Abnehmer zu unterfertigende Lieferscheine auszustellen, wovon eine Ausfertigung an die Bezirksverwaltungsbehörde zu übermitteln ist.

Die Behörde kann die Untersuchung eines landwirtschaftlichen Bodens anordnen, wenn der Verdacht besteht, dass die Aufbringung von Klärschlamm nicht vorschriftsmäßig erfolgt ist, oder wenn der Verdacht besteht, dass ungeeignete Stoffe aufgebracht wurden oder dass die zulässige Menge überschritten worden ist.

Bei Nichteinhaltung der Bestimmungen sind Sanktionen vorgesehen.

Bereich	Kapitel der Verordnung Ländliche Entwicklung	EG-Norm	Umsetzungsnorm(en) (sofern keine länderspezifischen Angaben erfolgen, handelt es sich um Normen des Bundes)	Sanktionen (in der Regel Verwaltungsstrafe, gerichtliche Strafen werden gesondert erwähnt) in ATS
Umwelt				
Klärschlamm, Kompost	I und II	RL 86/278/EWG über den Schutz der Umwelt und insbesondere der Böden bei der Verwendung von Klärschlamm in der Landwirtschaft	Umgesetzt in den geltenden Gesetzen der Länder betreffend Bodenschutz bzw. Klärschlamm und den einschlägigen Verordnungen	- 200.000

Förderungen an landwirtschaftliche Betriebe werden nur im Falle der Einhaltung ökologischer Mindestkriterien (gute fachliche Praxis im üblichen Sinn) gewährt. Voraussetzung für den Landwirt ist daher ua die Einhaltung der Klärschlammbestimmungen (dzt Salzburger Klärschlammrichtlinie 1987)

5.8 Sonstige Einschränkungen der Klärschlammmanwendung

Neben den Einschränkungen aus Förderverpflichtungen wirken zusätzlich die ungünstigen Geländeverhältnisse im Land Salzburg (Steiflächen), die sonstigen Verbote (zB Wasserschutz- und Wasserschongebiete, Naturschutzgebiete, Biotope etc) sowie die chemisch- und physikalischen Eigenschaften der Salzburger Böden einschränkend auf eine Klärschlammverwertung in der Landwirtschaft.

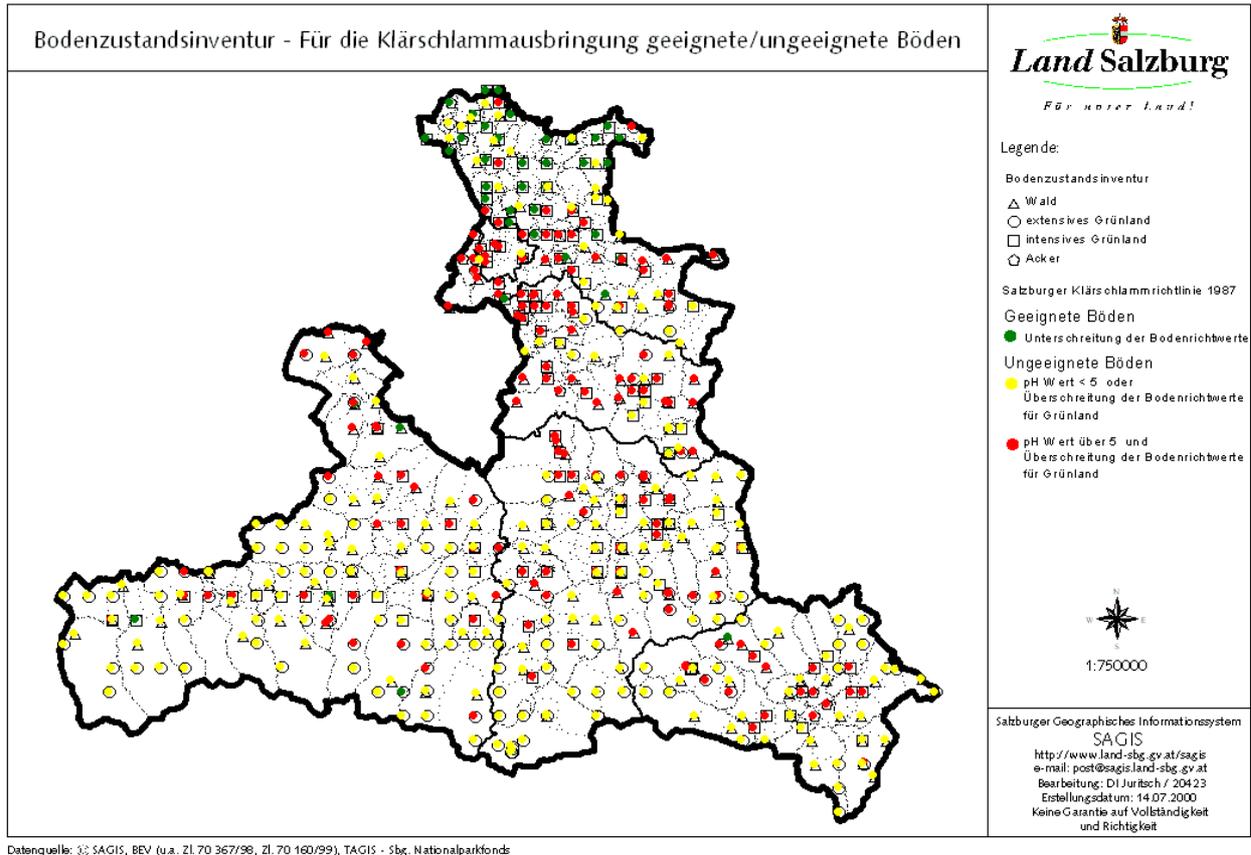
Böden, die für eine Klärschlammmanwendung in Frage kommen, müssen aufgrund des „Vorsorgegedankens“ einen sehr niedrigen Schadstoffgehalt im Unbedenklichkeitsbereich aufweisen. Zusätzlich sollen die Böden über ein entsprechendes Puffer- und Filtervermögen verfügen und die Mobilisierbarkeit von Schadstoffen durch entsprechend hohe pH-Werte beschränken.

Aufgrund vorliegender Untersuchungen der Salzburger Bodenzustandsinventur erfüllt ein Großteil der Salzburger Böden dieses Erfordernis nicht. Sie weisen oftmals zu niedrige pH-Werte auf oder überschreiten die strengen Bodenrichtwerte bei einem oder mehreren Schwermetallen. Von den 285 untersuchten Böden überschreiten je nach Richt- bzw Grenzwertliste zwischen 42% und 88% bei einem oder mehreren

Elementen die vorgeschlagenen Grenzwerte bzw sind aufgrund ihres pH-Wertes als nicht geeignet zu beurteilen.

Überschreitung der bestehenden Bodenrichtwerte der Salzburger Klärschlammrichtlinie für Acker	42%
Überschreitung der bestehenden Bodenrichtwerte der Salzburger Klärschlammrichtlinie für Grünland (50% Reduktion)	82%
Überschreitung Bodenrichtwerte der EU-Klärschlammrichtlinie (Spanne unterster Grenzwert – oberster Grenzwert)	90 – 75%
Überschreitung der vorgeschlagenen Bodenrichtwerte der EU-Klärschlammrichtlinie (Entwurf)	88%

Die folgende Karte bietet ein Überblick über sind jene Standorte der Bodenzustandsinventur die für eine Klärschlammausbringung aufgrund ihrer chemischen Verhältnisse geeignet bzw ungeeignet sind. Die grün dargestellt Punkte halten die Bestimmungen der Salzburger Klärschlammrichtlinie bezogen auf Grünland ein. Die gelben Punkte sind aufgrund ihres niedrigen pH-Wertes und die roten aufgrund der Überschreitung der zulässigen Bodengehalte als nicht geeignet einzustufen. Insbesondere in den Gebirgsgauen sind die möglichen Standorte für einen Klärschlammausbringung beschränkt vorhanden.



Ein Großteil der Salzburger Böden erfüllt die strengen Vorgaben der Klärschlammrichtlinie im Hinblick auf pH-Wert und Bodengrenzwerte nicht und sind daher für eine Ausbringung von Klärschlamm als nicht geeignet einzustufen.

5.9 Klärschlammverwertung in der Landwirtschaft – Ausblick

5.9.1 Rechtliche Situation

Die geplante Erlassung eines Salzburger Bodenschutzgesetzes sowie die zu erwartende Verlautbarung der Kompostverordnung schafft einen gesicherten rechtlichen Rahmen für die Klärschlammverwertung in der Landwirtschaft.

5.9.2 Restriktionen aus dem landwirtschaftlichen Förderungsprogramm

Diese stellen auch in Zukunft eine wesentliche Einschränkung für die Klärschlammverwertung in der Landwirtschaft dar. Der weitaus überwiegende Teil der Landwirte im Bundesland Salzburg wird durch Fördermaßnahmen berührt. Für die Gewährung von Fördermitteln ist die Einhaltung der gesetzlichen Bestimmungen bzw maßgeblichen Richtlinien ua für die Klärschlammverwertung zwingende Voraussetzung.

Darüber hinaus sehen viele Maßnahmen des Österreichischen Programms zur Förderung einer umweltgerechten, extensiven und den natürlichen Lebensraum schützenden Landwirtschaft (ÖPUL) den gänzlichen Verzicht der Anwendung von Klärschlamm und Klärschlammkompost vor. Dieses Programm wird im Bundesland Salzburg von sehr vielen Landwirten mitgetragen.

5.9.3 Restriktionen aufgrund der Nutzung und der Vorbelastung der Böden

Das Bundesland Salzburg ist geprägt durch eine ausgesprochene Grünlandnutzung. Lediglich rund 1,5% der landwirtschaftlichen Nutzfläche wird als Acker genutzt.

Für eine Klärschlammanwendung im Grünland, diese ist in vielen Ländern (zB Nieder- und Oberösterreich) generell verboten, ist daher ein besonders hoher Standard im Bezug auf die Qualität des Klärschlammes als auch im Bezug auf die Eigenschaften der Böden anzusetzen.

Die bestehenden Grenzwerte der Salzburger Klärschlammrichtlinie als auch die zu erwartenden niedrigen Grenzwerte der EU- Klärschlammrichtlinie im Bezug auf pH-Wert und Schadelemente werden in vielen Böden Salzburgs überschritten. Jeder zusätzliche und vermeidbare Schadstoffeintrag auf diese Böden sollte daher im Sinne des vorsorgenden Bodenschutzes verhindert werden.

5.9.4 Flächenbedarf bei einer Klärschlammverwertung in der Landwirtschaft

Bei einem jährlichen Klärschlammanfall von ca 11.000 t Trockensubstanz würden bei einer Verwertungsrate von 10 und 50% des Anfalles in der Landwirtschaft ca 880 bis 4400 ha benötigt werden. Wenn man davon ausgeht, dass eine jährliche Klärschlammanwendung auf denselben Feldern praktisch auszuschließen ist, so ist der tatsächliche Flächenbedarf 2 – 4 mal so hoch und beträgt daher realistisch zwischen 1700 und 17.600 ha.

Klärschlammverwertung in der Landwirtschaft	Flächenbedarf bei einer Anwendungsmenge Von 1,25 t TS pro Jahr	Realistischer Flächenbedarf
10%	880 ha	1700 – 3500 ha
30%	2640 ha	5300 – 10600 ha
50%	4400 ha	8800 – 17600 ha

Stellt man die benötigte Fläche den „freien Flächen“, bei denen keine Beschränkungen aufgrund der Bodeneignung, der ÖPUL-Förderung und der sonstigen Verbote, gegenüber, so zeigt sich klar, dass die

Verwertung von Klärschlamm in der Landwirtschaft in den nächsten Jahren allenfalls eine Nische darstellen kann. Ein wesentliche Beitrag bei der Entsorgung des Klärschlammes kann die Salzburger Landwirtschaft aufgrund der derzeitigen Rahmenbedingungen nicht liefern.

5.9.5 Zukünftige Anwendungsmöglichkeit von Klärschlamm in der Landwirtschaft

Die bisherige Verwendung in der Landwirtschaft erfolgte zu einem großen Teil im alpinen Bereich, insbesondere in der Schipistenbegrünung. Diese Flächen erfüllen bereits derzeit kaum die Voraussetzungen für eine Aufbringung aufgrund der bestehenden Richtlinien. In Zukunft ist durch die landwirtschaftlichen Förderprogramme (ÖPUL) und das zu erwartende Bodenschutzgesetz mit einer weiteren Verschärfung im Schipistenbereich zu rechnen, sodass diese Flächen für eine Klärschlammausbringung kaum in Frage kommen.

Für eine Klärschlammverwertung stehen daher allenfalls Flächen von landwirtschaftlichen Betrieben, die keine ÖPUL-Förderungen von Maßnahmen die ein Anwendungsverbot von Klärschlamm vorsehen erhalten, deren Böden geeignet sind (Schadstoffgehalt, pH-Wert, Hangneigung, Grundwasserabstand etc), die einen Düngerbedarf haben dh mäßig intensiv (< 2 – 3 GVE/ha) bzw viehlos wirtschaften und der Eigentümer zur Übernahme von Klärschlamm bereit ist, zur Verfügung.

5.9.6 Restrisiko für den Landwirt und die landwirtschaftliche Produktion

Das kaum kalkulierbare Restrisiko, das bei einer Klärschlammanwendung auf Böden für den Landwirt zB durch nicht untersuchte Schadstoffe und Grenzwertverschärfungen besteht, ist ein weiterer Hinderungsgrund für eine Abnahme von Klärschlamm.

Von Seiten der Landwirte besteht daher das berechtigte Interesse dieses Restrisiko durch eine Haftungsregelung (Versicherung, Klärschlammhaftungsfonds etc) auszuschließen. Damit könnten bei nachweislich durch die Klärschlammaufbringung entstandenen Schäden finanziell abgegolten werden. Es stellt sich darüber hinaus die Frage, inwiefern man die bisherige Marketingstrategie für landwirtschaftliche Produkte aus „naturnaher“ Produktion für den „Feinkostladen Salzburg“ aufs Spiel setzen sollte. Dieses grundsätzliche landwirtschaftliche, zweifellos sensible Thema muss unabhängig von dieser Arbeit im landwirtschaftlichen Interessensbereich im Zuge der Diskussion der zukünftigen Entwicklung in der Landwirtschaft geführt werden.

5.9.7 Verwendung von weiterverarbeiteten Klärschlamm in der Landwirtschaft

Die Weiterverarbeitung von Klärschlamm zu Kompost oder Erden stellt zumeist eine qualitative Verbesserung des Substrates für die Verwendung in der Landwirtschaft dar.

Aber auch hier ist die Anwendung durch die ÖPUL-Förderung stark eingeschränkt.

5.9.8 Verwendung von weiterverarbeiteten Klärschlamm im Landschaftsbau

In diesem Bereich dürfte in Zukunft am ehesten die Möglichkeit bestehen Klärschlamm bzw weiterverarbeiteten Klärschlamm (Kompost und Erden) in größeren Mengen unterzubringen.