



Stand der Technik für die Verarbeitung von Strassen- sammlerschlämmen

Ermittlung und Beschreibung

26. März 2013



Diese Publikation dient Behörden und Gesuchstellern sowie Verfügungsadressaten bei der Beurteilung der technischen Anforderungen an die Verarbeitung von Strassensammlerschlämmen. Sie dokumentiert die Ermittlung des aktuellen Standes der Technik für die Verarbeitung von Strassensammlerschlämmen durch die zuständige Behörde im Zeitpunkt der Veröffentlichung dieses Papiers und beschreibt insbesondere die massgeblichen Leistungsindikatoren sowie die verschiedenen dem Umweltrecht entsprechenden aktuell verfügbaren Lösungen. Andere Lösungen sind zulässig, sofern sie den massgeblichen Leistungsindikatoren ebenfalls genügen.

Bei der Ermittlung und Beschreibung des bei Strassensammlerschlämmen anwendbaren Standes der Technik wurden die Vorgaben des vom AWEL im Jahr 2011 publizierten Grundlagenpapiers zur Feststellung und Anwendung des „Standes der Technik“ bei Prozessen der Abfallbehandlung befolgt.

Inhalt

1	Gegenstand der SdT-Feststellung, Betrachtungsperimeter (Scope)	4
2	Kriterien für die Beurteilung der angewendeten Technik	6
3	Repräsentative Übersicht über die existierenden Lösungen	7
4	Auswahl von Leistungsindikatoren für die Beurteilung der ökologischen Performance der verschiedenen Lösungen / Anlagen / Verfahren. Gewichtung verschiedener Indikatoren.....	10
5	Bewertung der existierenden Lösungen / Anlagen / Verfahren mit den Leistungsindikatoren.....	12
6	Beschreibung der Bandbreite der besten verfügbaren Lösungen / Anlagen / Verfahren => Festlegen des Standes der Technik	13
7	Erstellungs- und Änderungsprotokoll	15

Impressum

Herausgeber	Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft Abteilung Abfallwirtschaft und Betriebe Walcheter 8090 Zürich www.awel.zh.ch
Projektleitung	Silvia Högger
Grundlagen	Martina Hagenbuch (2010), Praktikumsbericht „Strassensammlerschlämme“ KVU-Ost. (2009). Information an Unternehmer, die Saugwagenfahrzeuge mit integrierter Abwasservorbehandlung einsetzen möchten
Mitarbeit	Martina Hagenbuch, Geopartner AG

Stand der Technik (SdT) für die Aufbereitung von Schlammsammlergut

1 Gegenstand der SdT-Feststellung, Betrachtungsperimeter (Scope)

Die vorliegende Beschreibung des Standes der Technik bezieht sich auf die Aufbereitung von Schlammsammlergut. Schlammsammlergut ist strassenbürtiges Material, das zusammen mit Regenwasser in die Strassenschächte gelangt ist und dort zu einem gewissen Anteil zurückgehalten wird. Neben Wasser, anorganischen (z.B. Kies, Splitt, Sand) und organischen Feststoffen (z.B. Laub, Holz) sowie Siedlungsabfällen (z.B. PET-Flaschen, Zigarettenstummel) sind diese Schlämme vor allem mit Schwermetallen (vor allem Blei, Kupfer und Zink) und gelösten organischen Kohlenwasserstoffen aus dem Strassenverkehr belastet.

Am Ende der Aufbereitung soll einerseits ein Abwasser von den Schadstoffen soweit abgereichert vorliegen, dass die Einleitgrenzwerte gemäss Gewässerschutzverordnung eingehalten sind und das Abwasser wieder in die Strassenschächte zurückgefüllt werden kann. Andererseits sollen die resultierenden Abfallfraktionen so vorliegen, dass bei der weiteren Aufbereitung mindestens die anorganischen Fraktionen Kies, Splitt und Sand sowie die organische Fraktion soweit aufbereitet werden können, damit sie gemäss Aushubrichtlinie bzw. VKS-Richtlinie wiederverwertet werden können.

Es liegt folgende Input-Output¹-Situation vor:

Tabelle 1: Graphische Darstellung des Inputs und der Outputs bei der vollständigen Aufbereitung von Schlammsammlergut.

Input	Outputs
Schlammsammlergut mit belasteter Feinfraktion	Abwasser
	Anorganische Fraktionen: - Kies - Splitt - Sand
	Organische Fraktion
	Belastete Feinfraktion

➔ Perimetergrenzen verfahrenstechnisch

Das Verfahren gilt für Schlammsammlergut aus Strassenschächten. Es gilt nicht für Schlämme aus Mineralöl- und Fettabscheidern.

¹ Der Output bezieht sich auf die vollständige Aufbereitung von Schlammsammlergut (inkl. weiterer Aufbereitung).

➔ Perimetergrenzen geografisch

Die Aufbereitung betrifft Schlammsammlergut unabhängig von seinem Standort.

➔ Was steht am Eingang des Betrachtungsperimeters (Input)

Abgesaugtes Schlammsammlergut aus Strassenschächten. Die Belastung mit den relevanten Schadstoffen kann folgende Werte erreichen:

- Schwermetalle: Pb = 4.7 mg/L, Cu = 12 mg/L, Zn = 43 mg/L
- Kohlenwasserstoffe: $KW_{\text{gesamt}} = 260 \text{ mg C/L}$

➔ Was steht am Ausgang des Betrachtungsperimeters (Outputs)

1. Aufbereitetes Abwasser
2. Anorganische Fraktionen: Kies, Splitt, Sand
3. Organische Fraktion
4. Belastete Feinfraktion

Mögliche Entsorgungswege der behandelten Materialien:

Abwasser	Einhaltung der Grenzwerte gemäss Gewässerschutzverordnung	Wiederverwertung möglich
Anorganische Fraktion (U-Material)	Pb ≤ 50 mg/kg Cu ≤ 40 mg/kg Zn ≤ 150 mg/kg	Wiederverwertung möglich
Anorganische Fraktion (T-Material)	Pb ≤ 250 mg/kg Cu ≤ 250 mg/kg Zn ≤ 500 mg/kg	Wiederverwertung möglich
Organische Fraktion	Pb ≤ 120 mg/kg Cu ≤ 100 mg/kg Zn ≤ 400 mg/kg	Wiederverwertung möglich
Belastete Feinfraktion	----	Teilweise Wiederverwertung möglich, Kehrichtverbrennungsanlage (KVA), Reaktordeponie

2 Kriterien für die Beurteilung der angewendeten Technik

Der Umweltnutzen der angewendeten Technik soll darin bestehen, dass das abgesaugte Schlammsammlergut einerseits nicht unbehandelt zurück in die Strassenschächte gepresst wird. Andererseits sollen die aus der weiteren Aufbereitung resultierenden Fraktionen soweit als möglich wiederverwertet anstatt deponiert werden können. Dadurch wird die Verschmutzung von Gewässern bzw. eine Überlastung der Abwasserreinigungsanlagen verhindert sowie Deponieraum eingespart.

Im Folgenden sind mögliche Kriterien zur Beurteilung der Qualität der Aufbereitung von Schlammsammlergut aufgelistet:

Tabelle 2: Mögliche Kriterien zur Beurteilung der Qualität der Aufbereitung von Schlammsammlergut.

Bezug	Kriterium	Parameter und Dimension
Abwasser	Gehalt an Schadstoffen (Einleitbarkeit)	Konzentrationsgrenzwerte [mg Schadstoff pro L Abwasser]
Anorganische Fraktion: Kies Splitt Sand	Sauberkeit, Gehalt an Schadstoffen (Wiederverwendbarkeit)	Schadstoffgehalte [mg Schadstoff pro kg Material]
Organische Fraktion	Sauberkeit, Gehalt an Schadstoffen (Wiederverwendbarkeit)	Schadstoffgehalte [mg Schadstoff pro kg Material]
Feinfraktion	Sauberkeit, Gehalt an Schadstoffen (Wiederverwendbarkeit)	Schadstoffgehalte [mg Schadstoff pro kg Material]
Ganzes Verfahren	Energieverbrauch	Stromverbrauch und evtl. Verbrauch an fossilen Brenn- /Treibstoffen pro kg behandeltes Material [kWh/kg]
Ganzes Verfahren	Verbrauch an Rohstoffen (Chemikalien)	Verbrauch an Chemikalien pro kg behandeltes Material [kg/kg]

3 Repräsentative Übersicht über die existierenden Lösungen

Bis anhin wurde hauptsächlich die Abpressmethode praktiziert, bei welcher die Strassensammlerschlämme über konventionelle Saugwagen abgesaugt und das Überstandswasser wieder in die Schächte zurückgepresst wird. Mit dem zurückgepressten Wasser gelangen viele Schadstoffe zurück in die Schächte. Neu können die abgesaugten Schlämme auch vor Ort in einer mobilen Anlage soweit aufbereitet werden, dass ein Abwasser zurück in die Schächte gefüllt werden kann, welches die Einleitbedingungen gemäss Gewässerschutzverordnung einhält. Die weitere Behandlung der übrigen Fraktionen findet in beiden Fällen in stationären Anlagen statt.

Grundsätzlich existieren die folgenden Schritte:

- | | |
|--|---|
| 1 – Absaugen | Absaugen der Schlämme mittels Saugrüssel in einen Tank. |
| 2 – Separation | Separation: Vorentwässerung (Trennung von Grob- und Feinfraktion) (Mobile Anlagen) |
| 3 – Aufbereitung des Abwassers | Abwasserbehandlung: Bemischung von Flockungsmittel zur abgetrennten Feinfraktion, Flockung (Mobile Anlagen) |
| 4 – Befüllung der Schächte | Befüllung der Schächte: Abpressen des Überstandswassers aus dem Tank in den Schacht mittels Druckpumpe (konventionelle Saugwagen), Separation von geflocktem Material und aufbereitetem Abwasser mittels Siebung (Mobile Anlagen) |
| 5 – Weiterleitung der Feststofffraktionen | Weiterleitung der Feststofffraktionen zur weiteren Aufbereitung. |

In *Abbildung 1* sind die 5 Schritte bei der Entsorgung von Schlammsammlergut schematisch dargestellt.

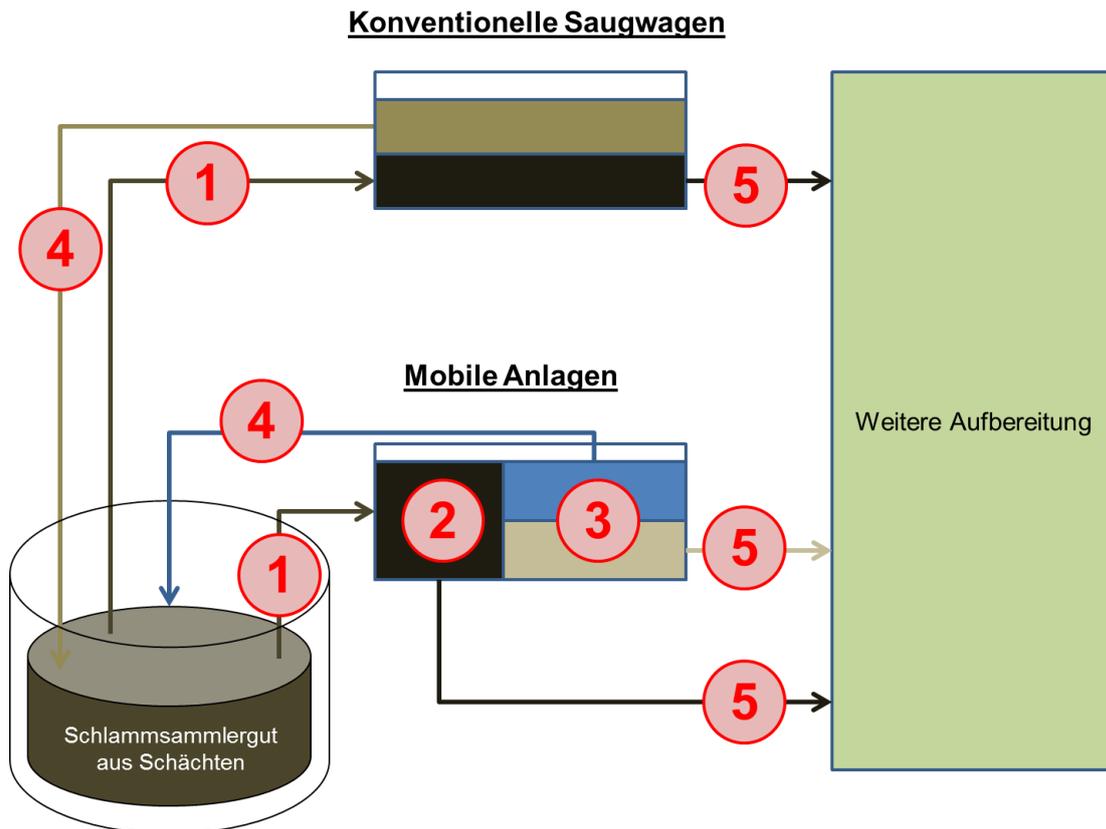


Abbildung 1: Schematische Darstellung der Entsorgung von Schlammabfall.

Für die Annahme von unbehandeltem Schlammabfall (VeVA-Code 20 03 06) gibt es im Kanton Zürich 14 Betriebe. Gemäss der Schweizerischen Sonderabfallstatistik² wurden 2009 rund 100'000 Tonnen Strassensammlerschlämme entsorgt. Abbildung 2 zeigt die Entsorgungswege der im Jahr 2009 entsorgten Strassensammlerschlämme mit den entsprechenden Tonnagen auf.

² Schweizerische Sonderabfallstatistik:

http://www.bafu.admin.ch/abfall/01517/01519/10457/index.html?lang=de&download=NHZLpZeg7t.lnp6lONTU042l2Z6ln1acy4Zn4Z2qZpnO2Yuq2Z6gpJCGeXt6gGym162epYbg2c_JjKbNoKSn6A--

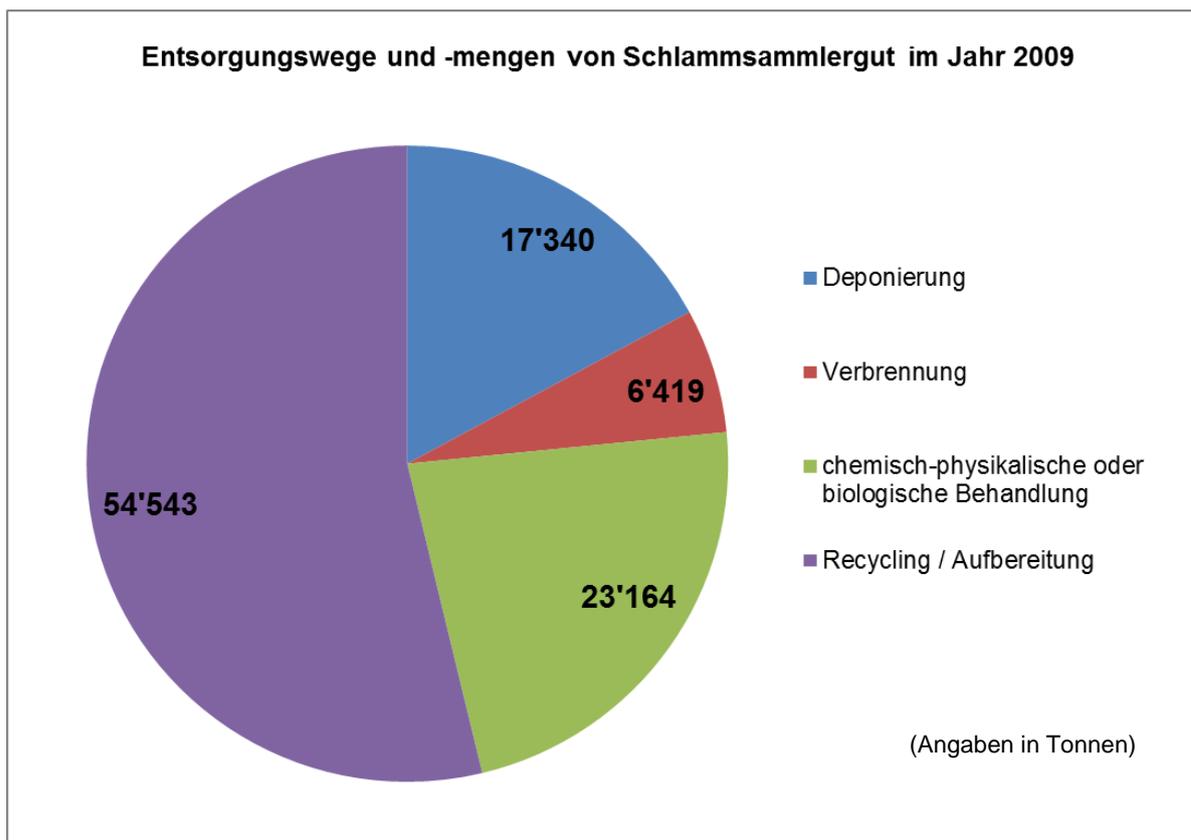


Abbildung 2: Entsorgungswege von Strassensammlerschlämmen, die im Jahr 2009 in der Schweiz entsorgt wurden. Total entsorgte Menge 2009: 101'466 Tonnen. (Quelle: Schweizerische Sonderabfallstatistik 2009).

Das Abwasser kann sowohl in stationären als auch in mobilen Anlagen soweit aufbereitet werden, dass die Einleitgrenzwerte gemäss Gewässerschutzverordnung³ eingehalten werden. Die stationären Anlagen können das kiesige und sandige Material auf einen Reinheitsgrad säubern, welcher der Einhaltung von Schadstoffkonzentrationen im Bereich der T- bis U-Werte der Aushubrichtlinie⁴ entspricht. Die organische Fraktion kann in den stationären Anlagen soweit aufbereitet werden, dass die Schadstoffwerte einen Einsatz als Kompostmaterial gemäss VKS-Richtlinie⁵ erlauben. Die maximal erreichbaren Werte hängen von der Struktur des Materials und vom betriebenen Aufwand ab. Die Schadstoffe werden in der Feinfraktion angereichert.

³ Gewässerschutzverordnung:
<http://www.admin.ch/ch/d/sr/8/814.201.de.pdf>

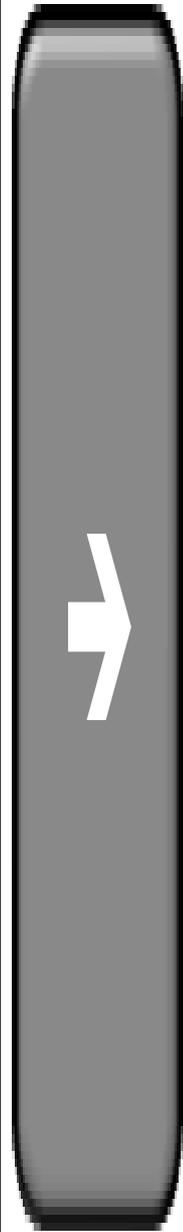
⁴ Aushubrichtlinie:
<http://www.bafu.admin.ch/publikationen/publikation/00446/index.html?lang=de&download=NHZLpZig7t,lnp6l0NTU042l2Z6ln1acy4Zn4Z2qZpnO2Yug2Z6gpJCGdn55fGym162dpYbUzd,Gpd6emK2Oz9aGodetmqaN19XI2ldvoaCVZ,s-.pdf>

⁵ VKS-Richtlinie:
<http://www.kompostverband.ch/LinkClick.aspx?fileticket=DB1MmpgHhcM%3d&tabid=982&language=de-CH>

4 Auswahl von Leistungsindikatoren für die Beurteilung der ökologischen Performance der verschiedenen Lösungen / Anlagen / Verfahren. Gewichtung verschiedener Indikatoren.

Es werden folgende Indikatoren zur Beurteilung der ökologischen Leistungsfähigkeit von mobilen und stationären Anlagen und damit zur Bemessung des Standes der Technik bei der Aufbereitung von Schlammsammlergut vorgeschlagen:

Tabelle 3: Darstellung der relevanten umweltbezogenen Leistungsindikatoren.

Input	Anlage(n)	Output	Kennzahl und Dimension	Wertebereich für „Stand der Technik“ (s.u.)
Schlamm sammler- gut		Abwasser	1 Schadstoffgehalt des aufbereiteten Abwassers [mg Schadstoff pro Liter Abwasser]	Die Einleitgrenzwerte der Gewässerschutzverordnung werden eingehalten, insbesondere: Einleitung in Gewässer: Pb: 0.5 mg/L Cu: 0.5 mg/L Zn: 2 mg/L KW _{gesamt} : 10 mg/L GUS: 20 mg/L Snellen: 30 cm Einleitung in die Kanalisation: Pb: 0.5 mg/L Cu: 1 mg/L Zn: 2 mg/L KW _{gesamt} : 20 mg/L GUS: --- Snellen: ---
		An-organische Fraktionen	2 Schadstoffgehalt der gewaschenen Kies-, Splitt- und Sandfraktion [mg Schadstoff pro kg Material]	Die T-Werte der Aushubrichtlinie werden eingehalten, insbesondere: Pb ≤ 250 mg/kg Cu ≤ 250 mg/kg Zn ≤ 500 mg/kg
		Organische Fraktion	3 Schadstoffgehalte [mg Schadstoff pro kg Material]	Die Grenzwerte gemäss VKS-Richtlinie werden eingehalten, insbesondere: Pb ≤ 120 mg/kg Cu ≤ 100 mg/kg Zn ≤ 400 mg/kg

Aus den anderen, im Kapitel 2 erwähnten Kriterien werden keine Leistungsindikatoren zur Beurteilung der ökologischen Performance hergeleitet. Dies aus folgenden Gründen:

- Belastete Feinfraktion: Die Qualität der Feinfraktion kann nicht als Leistungsindikator herangezogen werden, da sich die Schadstoffe in dieser Fraktion anreichern sollen (Schadstoffsinke). Wichtig ist die Abreicherung im Abwasser, in der anorganischen und der organischen Fraktion.
- Energie- und Chemikalienverbrauch sind nur ungenügend bekannt. Zudem variiert der Chemikalienverbrauch mit der Bedienung der Anlage und erlaubt keine Beurteilung über die Qualität der Abreicherung der Schadstoffe in den relevanten Fraktionen.

Die drei vorgeschlagenen Leistungsindikatoren müssen nicht nach ihrer Priorität gewichtet werden, da sie aus unterschiedlichen Arbeitsprozessen hervorgehen und das Erreichen des einen Kriteriums nicht im Zusammenhang steht mit der Erreichung der anderen Kriterien.

5 Bewertung der existierenden Lösungen / Anlagen / Verfahren mit den Leistungsindikatoren

Die existierenden Lösungen aus dem Kapitel 3 werden einer Bewertung mit den Kriterien (Leistungsindikatoren) unterzogen. Die nachstehende *Tabelle 4* zeigt das Resultat.

Tabelle 4: Bewertung der existierenden Lösungen.

A: Separation	B: Weiterverarbeitung	Indikator 1: Qualität Abwasser	Indikator 2: Qualität Kies, Splitt, Sand	Indikator 3: Qualität organische Fraktion
<u>Abpressmethode</u> Abpressen von Überstandswasser in die Schächte	Weiterverarbeitung anorganische und organische Fraktionen Flockung und Flotation der belasteten Feinfraktion	Nicht eingehalten	< T	Eingehalten
<u>Mobile Anlage</u> Vorentwässerung und Aufbereitung Abwasser	Weiterverarbeitung anorganische und organische Fraktionen Flockung und Flotation der belasteten Feinfraktion	Eingehalten	< T	Eingehalten

Die Farbe der Resultatfelder zeigt an, ob das Verfahren in den Leistungsindikatoren die im Kapitel 4 vorgeschlagenen Wertebereiche für „Stand der Technik“ erreicht. Grün bedeutet ‚ja‘, rot bedeutet ‚nein‘ und gelb bedeutet ‚unsicher‘.

6 Beschreibung der Bandbreite der besten verfügbaren Lösungen / Anlagen / Verfahren => Festlegen des Standes der Technik

Der Indikator 1 (Qualität des Abwassers) muss bei den dem Stand der Technik entsprechenden Lösungen mindestens die Vorgaben der Gewässerschutzverordnung einhalten. Anlagen, die diese Vorgaben durch ihre Behandlung nicht erreichen können, dürfen gar nicht betrieben werden. Wenn die Werte aber im gesetzeskonformen Bereich liegen, trägt ein saubereres Abwasser nicht mehr zu einer besseren Ökoperformance bei, da das nachgeschaltete Gewässer bzw. die nachgeschaltete Kläranlage die Abreinigung der Restverschmutzung übernimmt. Der Indikator 1 wird deshalb nicht für die Ausgestaltung der ‚Bandbreite‘ der besten Lösungen gebraucht. Er hat einen digitalen Charakter: Es kommen nur Lösungen in Betracht, die gesetzeskonform sind, unter diesen aber alle.

Abbildung 3 zeigt die (ungefähren) Positionen der möglichen Lösungen zur Entsorgung von Schlammammlergut an:

- Konventionelle Saugwagen (Abpressmethode) (A)
- Mobile Anlagen (M)

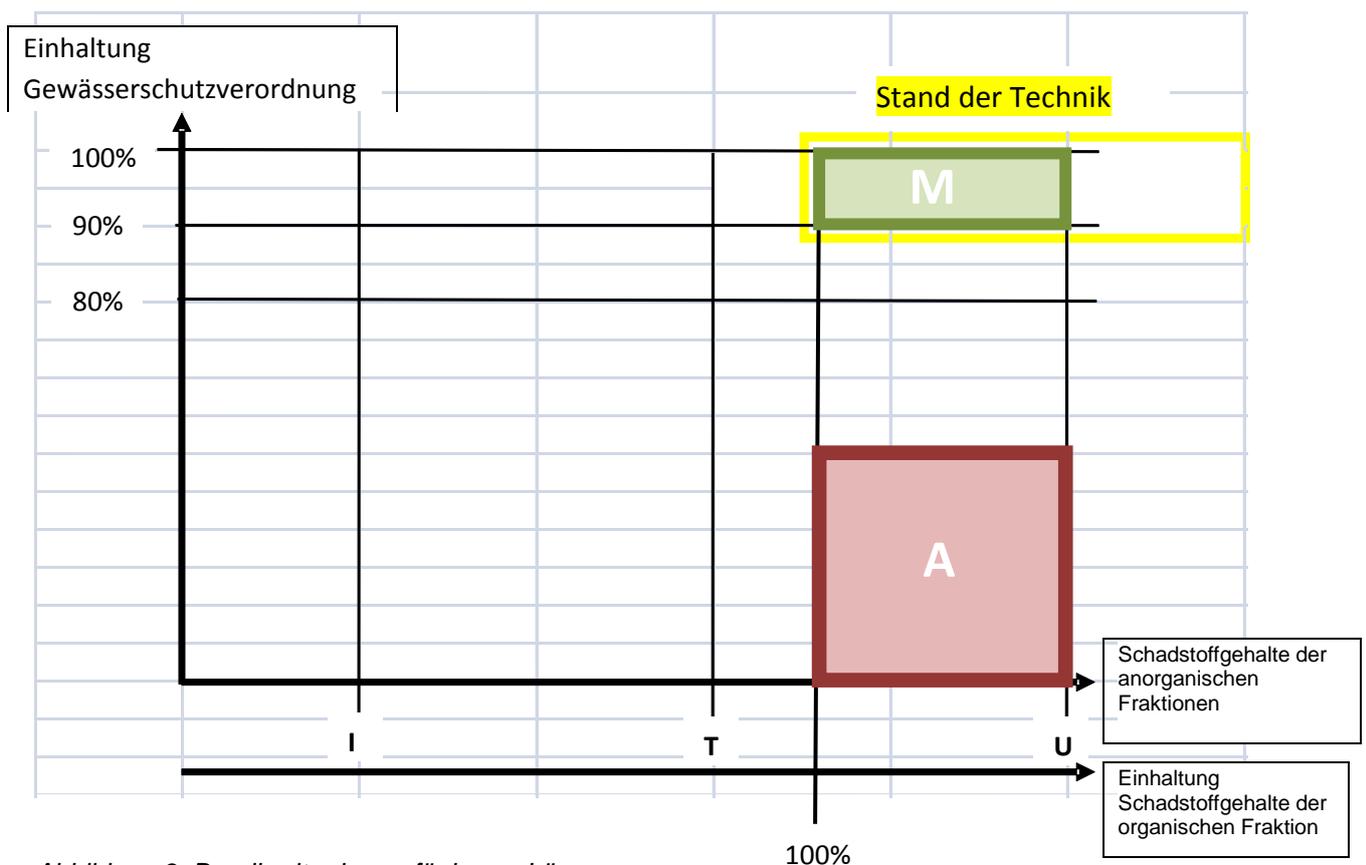


Abbildung 3: Bandbreite der verfügbaren Lösungen.

Vor diesem Hintergrund wird der Stand der Technik für die Aufbereitung von Schlammammlergut wie folgt festgehalten:

- 1 Stand der Technik heisst, Schlammsammlergut aus Schächten soweit aufzubereiten, dass ein Abwasser resultiert, welches die Einleitbedingungen gemäss Gewässerschutzverordnung einhält.**
- 2 Stand der Technik heisst, dass die resultierenden Abfälle soweit aufbereitet werden können, damit die anorganische (Kies-, Splitt- und Sand-Anteile) und organische Fraktion aufbereitet werden können. Dazu muss ein Reinheitsgrad dieser Fraktionen erreicht werden, welcher dem Einhalten der T-Werte der Aushubrichtlinie (anorganische Fraktion) bzw. der Grenzwerte gemäss VKS-Richtlinie (organische Fraktion) entspricht.**

7 Erstellungs- und Änderungsprotokoll

Aktuelle Version, Datum	V1.2; 25.3.2013
Erstversion	V1.0; 15.8.2011
Ersteller	GEO Partner AG, Martina Hagenbuch
Auf publiziert	www.awel.zh.ch 25. Oktober 2013