



Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Abfall

LAGA Forum Abfalluntersuchung

Handlungshilfe zur Anwendung der LAGA Mitteilung 32 (LAGA PN 98)

Stand: Oktober 2024

Handlungshilfe zur Anwendung der LAGA Mitteilung 32 (LAGA PN 98)

An der fachlichen Erarbeitung beteiligte Personen/Institutionen in alphabetischer Reihenfolge:

Dr. Ulrich Bochert, Institut für Hygiene und Umwelt Hamburg

Dominik Bogner, Bayerisches Landesamt für Umwelt

Dr. Jürgen Diemer, Bayerisches Landesamt für Umwelt

Falk Fabian, Ministerium für Umwelt, Klima und Naturschutz Baden-Württemberg

Marion Grötzner, Landesamt für Umweltschutz Sachsen-Anhalt

Dr. Ina Gründer, Zentrale Unterstützungsstelle – Abfall, Gentechnik und Gerätesicherheit
beim Gewerbeaufsichtsamt Hildesheim

Eva Knoll, Bayerisches Landesamt für Umwelt

Tanja Mackiw, Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg

Ute Nowatzki, Senatsverwaltung für Mobilität, Verkehr, Klimaschutz und Umwelt

Manuela Rieneck, Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz

Florian Schaller, Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie

Bettina Streit, Ministerium für Umwelt, Klima und Naturschutz Baden-Württemberg

Dr. Janek Tomaschautzky, Landesbetrieb Hessisches Landeslabor

Dr. Regina Will, Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen

Vorbemerkungen und Zielsetzung

Die LAGA PN 98 ist seit 2001 als Standard im Bereich Untersuchung von Abfällen bekannt und wurde von der ACK den Ländern zur Anwendung empfohlen. Für die grundlegende Charakterisierung zu deponierender Abfälle wurde sie erstmals mit der Deponieverordnung 2009 verbindlich. Die LAGA PN 98 wurde im Jahr 2009 als Bestandteil der DepV bei der EU notifiziert und untersetzt die europäische DIN EN 14899 für den nationalen Vollzug. Mit dem Inkrafttreten der sogenannten „Mantelverordnung“ im August 2023 wurde die LAGA PN 98 für die Beprobung von Haufwerken im Anwendungsbereich der Ersatzbaustoffverordnung (Verwertung mineralischer Abfälle und Nebenprodukte in technischen Bauwerken) sowie der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung verbindlich. Für andere Entsorgungsfälle kann sie als Stand der Technik für die Probenahme analog angewandt werden. Die Anwendung ermöglicht ausreichend reproduzierbare, abfallcharakterisierende Untersuchungen.

Für eine ordnungsgemäße und schadlose Verwertung (§ 7 Abs. 3 KrWG) müssen Abfälle die jeweils geltenden Grenz- oder Beurteilungswerte einhalten. Hierfür ist es erforderlich, den Abfall mit Hilfe von Messwerten zu charakterisieren. Basis dieser Charakterisierung ist die LAGA PN 98. Falls notwendig, kann die Anwendung auf der Grundlage des § 51 Absatz 1 Satz 1 Nummer 2 KrWG in Verbindung mit § 10 Absatz 2 Nummer 2 und 3 sowie 5 bis 8 KrWG im Einzelfall behördlich angeordnet werden.

Im Gegensatz zu Produkten, bei denen von gleichbleibenden Eigenschaften auszugehen ist, können Abfälle unterschiedlich belastete Kompartimente enthalten, welche mit Hilfe der LAGA PN 98 erkannt, ggf. separiert und getrennt entsorgt werden können.

In den Jahren 2014 bis 2019 wurde die Normungsreihe DIN 19698 zur Untersuchung von Feststoffen veröffentlicht. Mittlerweile sind die Normen dieser Reihe neben der LAGA PN 98 in der Deponie- (DepV) und Ersatzbaustoffverordnung (ErsatzbaustoffV) sowie partiell (DIN 19698-1) in der Klärschlammverordnung mit aufgeführt.

Die DIN 19698-1 „Untersuchung von Feststoffen – Probenahme von festen und stichfesten Materialien – Teil 1: Anleitung für die segmentorientierte Entnahme von Proben aus Haufwerken“, Ausgabe Mai 2014, enthält weitgehend der LAGA PN 98 analoge Anforderungen an die segmentweise Beprobung von Haufwerken. Eine Entnahme von Sammelproben ist hierin nicht vorgesehen. Die Hot-Spot-Probenahme ist in den Teil 5 dieser Normenreihe ausgegliedert worden.

Die DIN 19698-2 „Untersuchung von Feststoffen – Probenahme von festen und stichfesten Materialien – Teil 2: Anleitung für die Entnahme von Proben zur integralen Charakterisierung von Haufwerken“, Ausgabe Dezember 2016, beschreibt die Probenahme aus Haufwerken, wenn die Kenntnis einer durchschnittlichen stofflichen Zusammensetzung für die Beurteilung ausreichend ist. Sie wird als integrale Charakterisierung bezeichnet und ist ausschließlich für Fragestellungen geeignet, bei denen die Durchschnittseigenschaft der Grundmenge, nicht aber die räumliche Verteilung eines Merkmals in der Grundmenge oder Spitzenwerte maßgebend sind. Dies setzt eine gewisse Gleichförmigkeit und Sortenreinheit der Abfälle voraus, die vorab festzustellen ist. Die Methode ist somit für Entsorgungsfragen heterogener Abfälle ungeeignet, jedoch zur stofflichen Charakterisierung von Produkten oder qualifiziert hergestellten, güteüberwachten Recycling (RC) - Materialien anwendbar. Dabei sind die in der DIN 19698-2 formulierten Grundlagen (Abschnitt 5) zu beachten. Hierfür sind Kenntnisse zu Probenahme- und Analysenstreuung unabdingbar.

Die DIN 19698-5 „Untersuchung von Feststoffen – Probenahme von festen und stichfesten Materialien – Teil 5: Anleitung für die Beprobung von Hot-Spots in Grundmengen“, Ausgabe Juni 2018, beschreibt ausschließlich die Vorgehensweise bei der Hot-Spot-Probenahme und ist zwingend im Zusammenhang mit der DIN 19698-1 anzuwenden. Sie gibt Hinweise zum Erkennen und Charakterisieren von Hot-

Spots, die eine Charakterisierung der Grundmenge behindern. Die Methode ist geeignet für die Einstufung anhand von Hot-Spots. Eine stoffliche Charakterisierung der Grundmenge ist hierbei nicht möglich.

Die DIN 19698-6 „Untersuchung von Feststoffen - Probenahme von festen und stichfesten Materialien – Teil 6: In situ Beprobung, mit CDROM“, Ausgabe Januar 2019, enthält eine Anleitung zur in situ Beprobung von linienartigen Grundmengen (z. B. Straßen, Gleisbettungen, Dämme, Trassen) sowie flächigen Grundmengen oder Bauwerken und Fundamenten, bei denen von einer homogenen Merkmalsverteilung auszugehen ist und keine Möglichkeit zu Ausbau und Zwischenlagerung besteht. Die stoffliche Charakterisierung der Grundmenge erfolgt dabei durch Einzel-, Misch- und Laborproben. Es ist keine Sammelprobenuntersuchung und Hot-Spot-Probenahme möglich. Die Methode ist ungeeignet zur Flächenprobenahme aufgrund der fehlenden Probenahmestrategie. Einer Haufwerksbildung und -beprobung nach LAGA PN 98 sollte in der Regel Vorzug gegeben werden.

Im Rahmen von Projekten des Länderfinanzierungsprogramms Abfall konnte aufgezeigt werden, dass bei bestimmten Abfällen durch Konkretisierung von Anforderungen der LAGA PN 98 die Ergebnisqualität erhöht werden kann. Die Erkenntnisse hieraus sind in diese Handlungshilfe eingeflossen.

So konnte z. B. gezeigt werden, dass die in der LAGA PN 98 geforderte Probenmenge und Probenanzahl in der Regel erforderlich ist, um Abfälle mit ausreichender Sicherheit zu charakterisieren. Der Aufwand, der bei schablonenhafter Anwendung der LAGA PN 98 entstehen kann, kann jedoch bei fachgerechter Interpretation in einigen Fällen reduziert werden. In anderen Fällen ist die Anzahl der Proben zu erhöhen. Für beide Konstellationen wurde die vorliegende Handlungshilfe erarbeitet. Sie soll Behörden und Gutachtern helfen, vorhandenes Vorwissen über den Abfall und seine Entstehung gezielt einzusetzen. Dieses zu dokumentierende Vorwissen kann in Kombination mit gutachtlicher Bewertung helfen, den analytischen Aufwand zu optimieren.

Die LAGA PN 98 gibt Hinweise, wie Abfälle zu beproben sind. Unabhängig hiervon ist vor kostenintensiven Untersuchungen die Frage zu klären, auf welche Parameter die Abfälle untersucht werden müssen. In Fällen, bei denen auf Grund von Vorkenntnissen (z. B. unbelasteter sortenreiner Bauschutt vor der Aufbereitung) und Erkenntnissen aus Voruntersuchungen (z. B. in situ) ausreichende Kenntnisse für eine Beurteilung des jeweiligen Abfalls vorhanden sind, kann der Untersuchungsaufwand deutlich verringert werden.

In dieser Handlungshilfe werden, auf Grundlage der häufigsten Fragen und Fehler, Lösungsansätze entsprechend den Gliederungspunkten der LAGA PN 98 dargestellt. Es ist Fachkunde erforderlich, um mit Hilfe der LAGA PN 98 und dieser Handlungshilfe aus dem formulierten Untersuchungsziel ein an den Einzelfall angepasstes Konzept für die Probenahmestrategie und die Probenahmeplanung zu erstellen.

Zu 3.1 Grundlagen

Anforderung an das Fachpersonal für die Probenahme

Die Probenahme ist in der Regel von Personen durchzuführen, die über die dafür erforderliche Fachkunde verfügen. Im Fall, dass eine sachkundige Person die Probenahme vor Ort ausführt, ist dies durch eine fachkundige Person zu überwachen und das Probenahmeprotokoll durch die fachkundige Person gegenzuzeichnen. Darüber hinaus sollte die Probenahme von einer unabhängigen Stelle erfolgen. Zum Nachweis des Vorliegens der fachlichen Voraussetzungen kann auf die Akkreditierung gemäß DIN EN ISO/IEC 17025 zurückgegriffen werden. Für wiederkehrende Kontrolluntersuchungen, wie z. B. Annahmekontrollen auf Deponien, kann die Sachkunde des Probenehmers ausreichend sein. Wenn die Probenahme von einem Sachkundigen durchgeführt wurde, muss ein Fachkundiger die ordnungsgemäße Probenahme bestätigen.

Sachkunde: Sachkunde bedeutet, dass für die jeweilige Aufgabe, hier die Durchführung der Probenahmen nach LAGA PN 98, die notwendigen Kenntnisse vorhanden sind. Nach Anhang 4 der DepV kann die Sachkunde durch eine erfolgreiche Teilnahme an einem Probenahmelehrgang nach LAGA PN 98 nachgewiesen werden. Zum Erhalt der Sachkunde sollte eine Wiederholung eines Probenahmelehrganges im Abstand von 5 Jahren erfolgen.

Fachkunde: Die Fachkunde kann durch qualifizierte Ausbildung (Studium etc.) oder eine langjährige praktische Erfahrung in der Anwendung der LAGA PN 98 jeweils in Verbindung mit einer erfolgreichen Teilnahme an einem Probenahmelehrgang zur LAGA PN 98 nachgewiesen werden. Zur Aufrechterhaltung der Fachkunde ist es erforderlich, regelmäßig, mindestens alle 5 Jahre erforderlich, Fortbildungen zu relevanten aktuellen abfallwirtschaftlichen Themen (z. B. bei Verwaltungsänderungen, neuen Schadstoffen) zu absolvieren, um über neue Entwicklungen informiert zu werden. Hierbei können neben spezifischen Auffrischkursen auch Probenahmelehrgänge nach LAGA PN 98 als Voraussetzung zur Sachkunde zur Anwendung kommen.

Im Oktober 2022 hat die LAGA auf ihrer Homepage das Grundlagenpapier „Anforderungen an Lehrgänge zum Erwerb der Sachkunde nach LAGA PN 98“ veröffentlicht.¹ In dem Papier werden die erforderlichen Inhalte von Probenahmelehrgängen nach LAGA PN 98 sowie die notwendigen Fachkompetenzen von Lehrgangspersonal und Fachkundigen konkretisiert.

Probenahmeprotokoll

Die Probenahme muss in jedem Fall in einem Probenahmeprotokoll dokumentiert werden, das alle wesentlichen Kenndaten enthält. Ohne aussagekräftiges Probenahmeprotokoll ist ein Messergebnis für eine Bewertung nicht zu gebrauchen. Das Probenahmeprotokoll muss mindestens die Vorgaben der LAGA PN 98 erfüllen. Ein Musterformular kann dem Anhang entnommen werden.

Zu 3.2 Repräsentativität der Probenahme

Abfälle können aufgrund ihrer schwankenden stofflichen Zusammensetzung in der Regel nicht repräsentativ beprobt werden. Für eine Verwertung von sortenreinen Abfällen (siehe Kapitel 6.1) ist es aber

¹ Das Grundlagenpapier kann unter folgendem Link abgerufen werden:
https://www.laga-online.de/documents/20230620-anforderungen-pn98_1688561737.pdf

ausreichend, eine qualitative Einschätzung des Stoffbestandes einschließlich der Schwankungsbreiten zu haben.

Das Ziel der Untersuchung ist eine treffende Charakterisierung des Abfalls in Hinblick auf seinen Schadstoffgehalt. Somit geht es nicht nur um die Ermittlung eines mittleren Schadstoffgehaltes, sondern ebenso um eine qualitative gutachterliche Bewertung, die auch Aussagen zum Grad der Heterogenität des Materials enthält. Die Untersuchung ist deshalb von einem Fachkundigen zu planen und zu dokumentieren. Abweichungen von den Vorgaben der LAGA PN 98 sind zu begründen.

Zu 4. Probenahmestrategie

Die Strategie ist immer Grundlage für den Probenahmeplan (siehe „Zu 5. Probenahmeplan“).

Neben den in der LAGA PN 98 beschriebenen Strategien der Hot-Spot-Beprobung und der Charakterisierung der Grundmenge können weitere Probenahmeansätze notwendig sein. Diese können z. B. das Erkennen unzulässiger Vermischungen, eine Vor-Ort-Schnellanalyse, schrittweise Untersuchungen mit Aufbereitungsschritten (z. B. Separierung unterschiedlicher Bestandteile des Ursprungshaufwerks) sein.

Die Probenahmestrategie ist abhängig von der Grundmenge, der Konsistenz sowie der Teilchen- und Stückgrößenverteilung.

Bei einer Kontrolluntersuchung muss beispielsweise „nur“ geprüft werden, ob ein Abfall in seinen Charakteristika einem bereits bekannten Abfall entspricht. Der Parameter- und Probenumfang kann dann reduziert werden (siehe Kap. „Zu 6.4 Anmerkung zu Tab. 2“).

Die Probenahmestrategie und der erforderliche Untersuchungsrahmen hängen wesentlich von den Vorkenntnissen ab. Ohne Vorkenntnisse ist ggf. ein Untersuchungsrahmen mit einem umfassenden Schadstoffspektrum und ggf. umfänglichen Screeningmaßnahmen erforderlich.

Bei der Probenahmestrategie sind immer folgende Punkte zu berücksichtigen:

Ziel einer Probenahme ist stets, dass die Probe möglichst alle Merkmale der beprobten Grundgesamtheit in dem richtigen Mengenverhältnis enthält. Dieses Ziel ist nur bei sehr homogenen Materialien erreichbar. In allen anderen Fällen handelt es sich um eine Annäherung. Folgende Kriterien können als Prüfpunkte für die Qualität der Probenahme herangezogen werden:

- Herkunft und Nutzungsgeschichte der Materialien sind bekannt.
- Die Wahl der Probenahmestrategie muss der Zielsetzung der Probenahme entsprechen (z. B. Kontrolluntersuchung vs. Beweissicherung).
- Die Entstehung des Haufwerkes konnte beobachtet werden. Es steht fest, dass sich an der Oberfläche die gleichen Merkmalsträger befinden, wie in seinem Inneren.
- Der Durchmesser der Probenahmewerkzeuge weist mindestens den dreifachen Durchmesser des „D95-Kornes“² auf.
- Hot-Spots sind bekannt und soweit möglich entfernt.
- Das Haufwerk ist möglichst gut durchmischt.
- Entmischungen sind erkennbar.

² Korngrößendurchmesser bei 95 % Siebdurchgang der Korngrößenverteilung

Handlungshilfe zur Anwendung der LAGA Mitteilung 32 (LAGA PN 98)

Die Untersuchung von Kleinmengen³ erfordert eine besondere Strategie, da bei Kleinmengen umfangreiche Untersuchungen wirtschaftlich nicht zumutbar sind. Beispiele für Kleinmengen:

- Abfälle aus Aktivitäten von Heimwerkern oder Gartenbesitzern im privaten Herkunftsbereich (häufig < 1 m³),
- Abfälle aus Kleinaufträgen von Handwerkern im Hoch-, Tief- oder Gartenbau und
- Abfälle aus Kleinbaustellen im gewerblichen Bereich (Baugewerbe, Garten- und Landschaftsbau).

Diese Abfälle werden häufig nicht einzeln beprobt und entsorgt, sondern zu größeren Haufwerken zusammengeführt. Die Zusammenführung von Kleinmengen, die nicht von einem Standort stammen, kann dann erfolgen, wenn:

- die Abfälle dem gleichen Abfallschlüssel zugeordnet werden können,
- es sich nach organoleptischer Ansprache und Plausibilitätsprüfung um nicht gefährliche Abfälle handelt,
- eine unzulässige Vermischung zum Zwecke der Verdünnung von Schadstoffgehalten ausgeschlossen ist und
- Abfälle unterschiedlicher Belastung getrennt voneinander gehalten werden.

Mengenvorgaben für die einzelnen Kleinmengen und eine Begrenzung der Einzelchargen sind entbehrlich. Zusammengefasste Einzelchargen sollten jedoch eine Gesamthaufwerkmenge von 200 m³ nicht überschreiten. Zur Begrenzung von Entsorgungsrisiken oder aus anderen Gründen können für eine gemeinsame Beprobung und Entsorgung auch deutlich kleinere Haufwerke gebildet werden. Die einzelnen Haufwerke sind jeweils als eine Grundgesamtheit anzusehen und entsprechend der volumenabhängigen Probenanzahl aus Tabelle 2 der LAGA PN 98 zu beproben. Aufgrund der unterschiedlichen Anfallstellen der Abfälle, die dieses Haufwerk bilden, ist eine Reduzierung der Probenanzahl nicht möglich.

Zu 4.1 Hot-Spots

Hot-Spots sind abgegrenzte Kontaminationsschwerpunkte abfallwirtschaftlich relevanter Schadstoffe, die die Grundgesamtheit hinsichtlich ihrer Umweltauswirkungen negativ beeinflussen können und soweit möglich gesondert zu entsorgen sind. Hot-Spots sind generell als Einzelprobe (Sonderprobe) zu entnehmen und zu analysieren. Auffällige Bestandteile oder Areale können durch organoleptische Ansprache und ggf. Vor-Ort-Analyse erkannt werden.

Sofern asbesthaltige technische Produkte im Haufwerk nicht grundsätzlich ausgeschlossen werden können, muss der Probenehmer über qualifizierte Kenntnisse im Hinblick auf die Beprobung asbestverdächtiger Materialien vorweisen, damit sichergestellt ist, dass diese identifiziert und als Sonderprobe berücksichtigt werden.

Wenn eine Separierung der Hot-Spots von der Grundmenge nicht möglich ist, ist im Regelfall die gesamte Abfallcharge nach der Belastung des Hot-Spots einzustufen.

Beispiel: Bodenhaufwerk (700 m³) mit Teerölkonglomeraten

³ In Anlehnung an § 8 Absatz 3 Satz 4 GewAbfV (analoger Bewertungsmaßstab in Verbindung mit § 8 Absatz 1 GewAbfV) bis 10 m³

Handlungshilfe zur Anwendung der LAGA Mitteilung 32 (LAGA PN 98)

Das Haufwerk enthält neben Bodenaushub Teerölkonglomerate (siehe Bild 1 und Bild 2). Die Teerbestandteile wurden, da von Boden umhüllt, bei der Erstbeprobung nicht erkannt.

Ein durchgeführter Schnelltest (siehe Bild 3) deutete auf relevante PAK-Gehalte hin.

Fazit: Die teerhaltigen Störstoffe sind nicht abtrennbar, da der Teer in den Boden eingesickert ist. Demzufolge ist das Haufwerk nach dem Messergebnis des Hot-Spots zu entsorgen. Für eine Verbrennung des Bodens wäre keine weitere Beprobung auf diesen Parameter notwendig.



Bild 1: Bodenhaufwerk mit Teerölkonglomeraten



Bild 2: Von Boden umhülltes Teerölkonglomerat mit austretender Flüssigphase



Bild 3: Positiver (gelb) und negativer (weiß) Lacktest

Probenahmestrategien für die Hot-Spot-Beprobung beschreibt auch die DIN 19698-5 „Untersuchung von Feststoffen – Probenahme von festen und stichfesten Materialien – Teil 5: Anleitung für die Beprobung von Hot-Spots in Grundmengen“, Ausgabe Mai 2018. Hinweise zur Bewertung der Hot-Spot-Belastungen in Bezug auf die zu untersuchende Grundmenge werden dort allerdings nicht gegeben.

Nicht als Hot-Spot sondern als so genannte Einzelfunde gelten organoleptisch auffällige Restanteile aus dem Baubereich, wenn

1. die Herkunft und Entstehung des Haufwerks bekannt ist,
2. im Zuge eines Rückbaus oder Aushubs die belasteten Anteile so weit wie möglich sortenrein nach dem Stand der Technik abgetrennt wurden (keine unsachgemäße Vermischung) und
3. ausgeschlossen werden kann, dass sich die belasteten Anteile auf die Schadlosigkeit der Entsorgung des Abfalls auswirken.

Als Beispiel hierfür kann ein Haufwerk aus Bodenmaterial mit nicht weiter abtrennbaren geringfügigen Anteilen von teerhaltigem Straßenaufbruch, die beim Rückbau zwangsläufig mit aufgenommen werden, gesehen werden.

Vereinzelte organoleptisch auffällige Bestandteile, die nicht auf eine Vermischung unterschiedlicher Abfallarten schließen lassen (z. B. einzelne Asbestzementscherben) können ebenso zu Einzelfunden zählen. Dabei muss ebenfalls ausgeschlossen werden, dass sich die Einzelfunde auf die Schadlosigkeit der Entsorgung des Abfalls auswirken.

Derartige Einzelfunde sind als solche im Probenahmeprotokoll zu vermerken. Die Abfalleinstufung richtet sich in diesen Fällen nicht zwingend nach den Schadstoffkonzentrationen der Einzelfunde. Diese sind jedoch bei der Wahl des Entsorgungsweges zu berücksichtigen.

Die Abgrenzung Hot-Spot/Einzelfunde ist vom Fachkundigen vor Ort festzustellen und als solche im Probenahmeprotokoll zu vermerken.

Zu 5. Probenahmeplan

Die LAGA PN 98 fordert einen Probenahmeplan. Der Probenahmeplan wird anhand der Probenahmestrategie (siehe “Zu 4. Probenahmestrategie“) erarbeitet und beschreibt die Vorgehensweise bei der Durchführung unter Einbeziehung der örtlichen Gegebenheiten. Dieser ist ein zentraler Punkt der

Handlungshilfe zur Anwendung der LAGA Mitteilung 32 (LAGA PN 98)

Probenahme und daher von einem Fachkundigen zu erstellen (zur Definition der Fachkunde siehe „Zu 3.1 Grundlagen“).

Dabei müssen für die Auswahl der Probenahmewerkzeuge (z. B. Radlader, Schaufel, Pulverisierer (Abbruchzange), Behälter) die örtlichen Gegebenheiten der Abfallablagerungsstelle (z. B. Lage und Zugänglichkeit, Haufwerkshöhe, Umlagerungsmöglichkeiten, Platz für Mischprobenbildung) bekannt sein.

Der Probenahmeplan hat Angaben zur Auswahl der Parameter, der Probengefäße, der Probenaufbereitungsschritte und der Anforderung an die Lagerung und den Transport der Proben ins Labor zu enthalten. Der Probenahmeplan ist ggf. mit dem Untersuchungslabor abzustimmen. Bei der Untersuchung auf leichtflüchtige Schadstoffe ist eine Abstimmung in der Regel erforderlich. Für einfache Probenahmen kann auf standardisierte Probenahmepläne zurückgegriffen werden. In allen anderen Fällen sind fallspezifische Probenahmepläne zu erstellen.

In Kapitel 5 der LAGA PN 98 wird gefordert, dass abgrenzbare Teilchargen, die z. B. Auffälligkeiten in Größe, Form, Stoffbestand, etc. zeigen, abzutrennen sind. Für jede Teilcharge sind separate Einzel-, Misch- bzw. Sammelproben zu entnehmen und getrennt zu untersuchen. Dies gilt nicht, wenn davon auszugehen ist, dass die Chargen die gleiche Schadstoffbelastung aufweisen.

Zu 6.1 Prüfung auf Homogenität / Inhomogenität / Heterogenität

Die Prüfung auf organoleptische Unterschiede (Heterogenität) dient dem Erkennen verschiedenartiger Materialtypen, die ggf. für sich beprobt, untersucht und ggf. nach Abtrennung unterschiedlichen Entsorgungswegen zugeführt werden müssen.

Sehr große Unterschiede in den Korngrößen innerhalb der Probe können den Verdacht begründen, dass die Fraktionen unterschiedliche Belastungen aufweisen und es notwendig machen, verschiedene Korngrößenfraktionen getrennt zu beproben und zu untersuchen.

Beispiel: Boden-Bauschutt-Mischhaufwerk

Das Haufwerk (siehe Bild 4) enthält unterschiedliche Fraktionen: Bauschutt grob, Bauschutt Feinanteil, Putz, Teerpappe. Eine den Abfall charakterisierende Beprobung ist sehr aufwändig. Ursächlich hierfür ist die beim Rückbau unterbliebene Separierung. Eine Sektoreneinteilung ist nicht zielführend, da keine repräsentativen Ergebnisse, sondern lediglich Zufallsbefunde ermittelt würden. Das Haufwerk ist zu trennen. Die Hot-Spots müssen separiert und das Haufwerk in Fraktionen aufgetrennt werden. Von den aufgetrennten Fraktionen sind ggf. nach Zerkleinerung anschließend je nach Volumenverteilung die entsprechende Anzahl an Proben nach LAGA PN 98 Tab. 2 zu entnehmen. Eine Überprüfung mit der Röntgenfluoreszenzanalyse (RFA) kann Hinweise auf weitere gefährliche Stoffe geben.

Das vorliegende Beispiel zeigt, dass bei solchen Mischhaufwerken einer abfallcharakterisierenden Probenahme mit verhältnismäßigen Mitteln Grenzen gesetzt sind.



Bild 4: Boden-Bauschutt-Mischhaufwerk

Zu 6.2 Volumen- / Massenbestimmung

Für die Umrechnung von Volumen in Massen können für Körnungen bis ca. 50 mm alternativ – und genauer – statt den allgemeinen Dichteangaben aus Tabelle 1 eigene Messergebnisse aus der Messung der Schüttdichte in 10 Liter-Eimern verwendet werden. Mehrfachmessungen erhöhen die Genauigkeit.

Zur Vereinfachung können bei der Abschätzung der Volumina von kegel- und kegelstumpfförmigen Schüttungen bei der hier notwendigen Genauigkeit die Faktoren $1/3$ und π entfallen. Volumen von kegelförmigen Haufwerken berechnen sich demnach mit:

$V = h \cdot r^2$, Kegelschäfte mit $V = h \cdot (r_1^2 + r_1 \cdot r_2 + r_2^2)$.

Zu 6.3 Ermittlung des Größtkorns

Sowohl zur Bestätigung der Bestimmung des Größtkorns als auch, um unterschiedliche Korngrößen und Materialien zuverlässig erkennen zu können, ist bei der Probenahme ein möglichst tiefer Aufschluss von Haufwerken – idealerweise mit schwerem Gerät – wesentlich.

Zu 6.4 Mindestanzahl an Proben

Die Tab. 2 der LAGA PN 98 sieht vor, dass z. B. bei einer Kubatur von 30 m^3 aus jeweils vier Einzelproben (EP) eine Mischprobe (MP) zu generieren ist, so dass insgesamt zwei MP erhalten werden. Diese werden stets zu zwei Laborproben (LP) und liefern nach durchgeführter Analyse zwei Analyseergebnisse, wodurch die Beurteilung der stofflichen Homogenität durch eine Min-Max.-Betrachtung ermöglicht wird. Dieses Grundprinzip bleibt für größere Kubaturen erhalten und stellt einen bedeutenden Informationsgewinn dar, da nur aus der Untersuchung von mindestens zwei LP eine inhomogene Stoffverteilung erkannt werden kann.

Nur 1 Probe zu analysieren ist nicht zulässig!

Eine Reduzierung der Anzahl von 4 Einzelproben je Mischprobe ist nicht zulässig!

Eine höhere Anzahl der Einzelproben je Mischprobe erhöht die Belastbarkeit der Analyseergebnisse. Beim Auftreten von Partikeln mit stark unterschiedlichen Schadstoffgehalten sind Probenzerkleinerung und Probenteilung zusätzlich anzupassen. Hinweise zu der Vorgehensweise und zu dem benötigten Probenvolumen finden sich in dem Länderfinanzierungsprogramm Wasser, Boden und Abfall LAGA L1.17 (z. B. Tabelle 4-5).

Falls im Einzelfall eine erhöhte Genauigkeit erforderlich ist, sollte zur weiteren Verbesserung der Charakterisierung des Stoffinventars neben der Erhöhung der EP-Anzahl primär eine Erhöhung der MP-Anzahl und LP-Anzahl vorgenommen werden. Dies ist mit einer Erhöhung des Grades der stofflichen Charakterisierung verbunden, da die Tab. 2 der LAGA PN 98 lediglich den Mindestprobenumfang für qualitätsgesicherte Feststoffuntersuchungen liefert.

Zu 6.4 Anmerkung zu Tab. 2

Eine Reduzierung der zu analysierenden Proben bei der Haufwerksbeprobung ist nur möglich, wenn eine gleichbleibende Abfallqualität und eine gleichmäßige Schadstoffverteilung vorliegen. Diese müssen im Probenahmeprotokoll dokumentiert und begründet werden und durch nachfolgende Punkte belegt sein:

- Kenntnis der Zusammensetzung⁴ in Bezug auf Herkunft und Entstehung,
- analytische Vorerkundung in situ/im Bestand und
- gutachterliche Begleitung des Abbruchs/Aushubs.

Dementsprechend müssen beispielsweise:

- Bauschutthaufwerke aus dem selektiven Rückbau stammen oder
- Haufwerke von Bodenmaterial mit jeweils möglichst ähnlicher Schadstoffbelastung gebildet werden (durch Nutzung der Ergebnisse orientierender Untersuchungen und historischer Recherchen, durch Kenntnisse des Materials; analytisch muss eine gleichmäßige Schadstoffverteilung nachgewiesen werden) oder
- bei Abfällen mit kontinuierlichem Anfall die gleichbleibende Zusammensetzung aus vorhergehenden Untersuchungen ausreichend belegt sein.

Um zu gewährleisten, dass die getroffene Annahme einer gleichmäßigen Schadstoffverteilung im Haufwerk tatsächlich vorliegt, sind die folgenden Randbedingungen einzuhalten:

Es ist stets die vollständige Anzahl von Einzel-/Mischproben gemäß Tab. 2 der LAGA PN 98 zu entnehmen. Aus den Mischproben ist die nachstehend in Tabelle 1, letzte Spalte, angegebene Anzahl von Laborproben auszuwählen. Die Auswahl der Laborproben aus den Mischproben soll so erfolgen, dass ein möglichst großer Bereich des Haufwerks berücksichtigt wird. Daher sollen keine Mischproben von benachbarten Segmenten ausgewählt werden. Im Übrigen werden die Proben zufällig ausgewählt. Für die Bewertung ist der höchste Messwert maßgebend.

Der Rest der entnommenen Mischproben wird als Rückstellproben aufbewahrt. Sollte sich bei der analytischen Untersuchung der zufällig ausgewählten Laborproben die vorab angenommene Homogenität in der Schadstoffverteilung nicht bestätigen, müssen die Rückstellproben untersucht werden.

Eine ausreichend gleichmäßige Schadstoffverteilung kann angenommen werden, wenn für jeden Parameter zwischen dem niedrigsten und dem höchsten gemessenen Wert maximal ein Faktor 2 festgestellt wird. Eine höhere Abweichung ist nur zulässig, wenn der maximal gemessene parameterspezifische Wert weniger als 50 % des für die Beurteilung relevanten Zuordnungswertes beträgt.

Bei besonders homogenen Abfällen kann gemäß DIN 19698-2 untersucht werden. Daraus ergibt sich eine weitere Möglichkeit der Probenreduzierung. Diese ist allerdings ausschließlich für Fragestellungen geeignet, bei denen die Gleichförmigkeit und Sortenreinheit der Abfälle ähnlich der von Produkten ist.

Auch wenn alle genannten Voraussetzungen vorliegen, ist eine Reduzierung auf weniger als zwei Analysenproben nicht möglich, da die Untersuchung von lediglich einer Probe keine Rückschlüsse auf eventuell stark ungleichmäßige Schadstoffverteilungen erlaubt.

⁴ Sofern von dem zu beprobendem Material schon Analysenergebnisse vorliegen, können diese zur Reduzierung der Probenanzahl bewertet werden. Dies kann der Fall sein, wenn zwischen Analyse und Entsorgung zeitliche Verzögerungen auftreten. Ein Analysenergebnis verliert seine Gültigkeit nicht automatisch dadurch, dass es alt ist.

Handlungshilfe zur Anwendung der LAGA Mitteilung 32 (LAGA PN 98)

Wenn die oben genannten Voraussetzungen nicht vorliegen, sind alle nach Tab. 2 der LAGA PN 98 zu bildenden Laborproben zu analysieren.

Tabelle 1: Mindestanzahl der Proben bei Haufwerken mit gleichmäßiger Schadstoffverteilung

Volumen der Grundmenge m ³	Anzahl Einzelproben (EP)	Anzahl herzustellender Mischproben (MP) und Laborproben (LP)	Anzahl zu untersuchender Laborproben (LP) (Analysenproben) im begründeten Einzelfall
bis 30	8	2	2
bis 60	12	3	2
bis 100	16	4	2
bis 150	20	5	2
bis 200	24	6	2
bis 300	28	7	2
bis 400	32	8	2
bis 500	36	9	2
bis 600	40	10	3
bis 700	44	11	3
bis 800	48	12	3
bis 900	52	13	4

Bei einem Volumen > 500 m³ ist bei gleichbleibender stofflicher Zusammensetzung je angefangene 300 m³ mindestens 1 LP zusätzlich zu untersuchen. Das Gesamthaufwerk wird hier dennoch der Mischprobenanzahl entsprechend in gleich große Sektoren eingeteilt (z. B. bei 800 m³ wird das Haufwerk in 12 Sektoren eingeteilt und die entsprechende Anzahl Mischproben entnommen).

Zum Sammelprobenkonzept nach Tab. 2 der LAGA PN 98:

Bei Haufwerken ist es zweckmäßiger, das gesamte Haufwerk in so viele Sektoren gleichmäßig zu unterteilen, wie durch die Anzahl der Laborproben vorgegeben wird. Bei einem Haufwerksvolumen von beispielsweise 1.200 m³ werden 12 Laborproben aus 12 volumengleichen Sektoren genommen, um so immer noch den Bezug der Messwerte zu einem Los/Sektor zu erhalten. Die Anzahl der Einzelproben je Sektor ergibt sich aus der Mindestanzahl der Einzelproben nach LAGA PN 98 Tab. 2 Spalte 2 dividiert durch die Sektoranzahl. Das Ergebnis ist ganzzahlig aufzurunden.

Zu 6.5 Mindestgröße der Einzelproben

Bei der Entnahme der Einzelproben wird durch Verwendung standardisierter Behälter für die notwendigen Einzelprobenvolumina nach Tabelle 3 der LAGA PN 98 (0,5 bis 5 l) in Abhängigkeit der Korngröße erreicht, dass auch größere Stücke in die Probe gelangen können und gleiche Volumen je Einzelprobe entnommen werden. Nach Erstellung der Mischprobe sind die Behälter vor dem erneuten Einsatz zu reinigen, um Querkontaminationen zu vermeiden.

Weiterführende Hinweise zur Beprobung der Fraktion > 120 mm enthält Kapitel 5.5 der DIN 19698-1.

Zu 7. Vorbereitung der Misch- / Sammelprobe zur Laborprobe

Bei der Entnahme der Mindestvolumina für Einzelproben nach Tabelle 3 der LAGA PN 98 entsteht lediglich das Doppelte des für die Laborproben notwendigen Volumens. Bis zur Korngröße von 50 mm (Einzelprobenvolumen 2 l) ist deshalb bei gut mischbaren Materialien keine aufwändige Probenteilung notwendig. Ein intensives Homogenisieren und anschließendes Abfüllen der Laborprobe ist in diesen Fällen ausreichend.

Zu 7.1 Mindestvolumen der Einzel- und Laborproben

Die Mindestvolumina sind wesentlich, um den Abfall charakterisierende Untersuchungsergebnisse zu erhalten. Wichtig ist es, dass der hohe Aufwand bei der charakterisierenden Probenahme nicht durch fehlerhafte Probenvorbereitung im Labor konterkariert wird. Dies ist vor allem dann der Fall, wenn aus der angelieferten Probe lediglich die für die Untersuchung notwendige Menge oberflächennah aus dem Probengefäß entnommen wird, ohne die Probe im Labor nochmals zu homogenisieren und fachgerecht so lange zu teilen, bis das notwendige Aliquot erhalten wird. Nur bei fachgerechter Homogenisierung und Teilung der Gesamtprobe gemäß DIN 19747 werden repräsentative und wiederholbare Ergebnisse erzielt.

Zu 9.1.1 Beprobung von Haufwerken, Unterpunkt b) Probenahme mittels Bohrstockbeprobung, Probenstecher, Probenahmespeer, Schneckenbohrer

Der Vollständigkeit halber sei hier erwähnt, dass Probenentnahmen in begründeten Ausnahmefällen mittels Rammkernsondierungen möglich sind. Dabei ist der Einsatz elektrisch betriebener Geräte zu bevorzugen. Bei in der Regel maximalen Sondendurchmessern von 80 mm beschränkt sich die Einsatzmöglichkeit auf Materialien mit einem durchschnittlichen Größtkorn von 26 mm.

Zu 9.1.2 Beprobung nach Ausbreitung der Haufwerke / Mieten

Untersuchungen im Rahmen des Länderfinanzierungsprogrammes Wasser, Boden und Abfall LAGA L1.12 haben gezeigt, dass die Anlage eines Probenahmeteppichs mit Hilfe von Großgeräten die Aussagekraft der Ergebnisse erhöhen kann. Diese Methode ist ideal, wenn die zur Verfügung stehenden Flächen ein Ausbreiten des Materials ermöglichen.

Zu 9.1.3 Entnahme von Einzelproben direkt von Baggerschaufel, Greifer, Radlader

Die Entnahme von Proben mit Hilfe von Großgeräten stellt eine gute Möglichkeit dar, um auch große Haufwerke vollständig zu untersuchen. Im Rahmen der Probenahmeplanung ist darzustellen, wie eine gleichmäßige Verteilung der Einzelproben über das Haufwerk erreicht werden kann und wie aus den großen zur Verfügung stehenden Probenvolumina charakterisierende Laborproben gewonnen werden

können. Eine adäquate Probenzerkleinerung und Probenteilung ermöglicht qualitativ hochwertige Untersuchungen.

Die Entnahme der Proben und die Aufsichtung des Haufwerks sollten dabei so vorgenommen werden, dass eine spätere Zuordnung der Mischproben zu einzelnen Sektoren des Haufwerks möglich ist.

Beispiel für die Bestimmung der Entnahmefrequenz für Einzelproben:

Vorgabe: Im Rahmen des Aushubs oder der Umlagerung sollen Haufwerke bis maximal 500 m³ erstellt werden. Die Entnahme der Einzelproben erfolgt direkt von der Baggerschaufel. Die Ergebnisse der Laboranalysen sollen Sektoren zuordenbar sein. Das Entnahmevolumen der Baggerschaufel beträgt 1 m³.

Vorgehen:

- Bestimmung der Mindestanzahl der notwendigen Misch- bzw. Laborproben gemäß Tab. 2 der LAGA PN 98: 9 Mischproben
- Bestimmung der Mindestanzahl der notwendigen Einzelproben gemäß Tab. 2 der LAGA PN 98: 36 Einzelproben
- Es ist alle 500 m³ geteilt durch 36 Einzelproben eine Einzelprobe zu entnehmen.
- Somit ist von jeder 14. Baggerschaufel eine Einzelprobe zu entnehmen (bei $V_{\text{Baggerschaufel}} = 1 \text{ m}^3$).
- Je 4 Einzelproben sind zu einer Mischprobe zu vereinigen.

Eine Erhöhung der Anzahl der entnommenen Einzelproben erhöht die Genauigkeit (z. B. Entnahme einer Einzelprobe von jeder 7. Schaufel). Es sollte jedoch für jeden Sektor die gleiche Anzahl entnommen werden.

Allgemeines

Bewertung der Messergebnisse

Die LAGA PN 98 beschreibt die Planung und Durchführung der Probenahme im Gelände. An die Probenahme schließt sich die Probenaufbereitung an, die in der DIN 19747 beschrieben wird. Die Probe ist vor Entnahme der Analysenproben im Labor nochmal intensiv zu homogenisieren (siehe auch Hinweise „Zu 7.1 Mindestvolumen der Einzel- und Laborproben“). Um den im Labor ermittelten Messwert für Entscheidungen nutzen zu können, ist es erforderlich, den ganzen Prozess von der Aufgabenstellung bis zum Messergebnis zu bewerten. Hierfür hat sich die „Checkliste – Vollständigkeitsprüfung von Gutachten zur Abfalleinstufung“ der Methodensammlung Feststoffuntersuchung bewährt.

Für die Beurteilung streuender Analysenergebnisse ist in der Methodensammlung Feststoffuntersuchung eine Beurteilungsgrundlage hinterlegt, anhand derer man entscheiden kann, ob die Ergebnisse eine vorgegebene Grenze einhalten. Diese kann herangezogen werden, soweit die rechtlichen oder technischen Regelwerke keine Vorgabe zur Beurteilung der einzelnen Messwerte enthalten. Die Voraussetzungen der Methodensammlung Feststoffuntersuchung für eine solche Beurteilung sind zu beachten.

Sind die Voraussetzungen der Methodensammlung nicht gegeben (zum Beispiel bei einer integralen Charakterisierung), ist nach dem höchsten Analysenergebnis, gegebenenfalls nach Hot-Spot-Untersuchungsergebnissen, einzustufen.

Anhang

Beispiel für ein Probenahmeprotokoll

Probenahmeprotokoll

I. Projektdaten (für jedes Projekt einmal auszufüllen)

- 1 Auftraggeber:.....
- 2 Betreiber/Betrieb:
- 3 Ort/Landkreis:.....
- 4 Probenahmeort, Straße, Flurnummer:
-
- 5 Projekt:
- 6 Projektverantwortlicher (Name, Telefon, E-Mail):
-
- 7 Anlass/Grund der Probennahme:.....
 Beweissicherung Routine-/Fremdüberwachung Deklaration
 Sonstiges:
- 9 Topografische Karte als Anhang? Ja Nein
- 11 Aktuelle Flächennutzung: Lagerplatz
- 12 Oberflächenversiegelung/Untergrund: ohne Asphalt/Beton
- 13 Geologischer Untergrund/Boden:.....
.....
- 14 Bemerkungen:.....
.....
.....
.....

II Daten Haufwerk, Probentransport und Analytik (je Haufwerk einmal auszufüllen)

A Vor-Ort-Gegebenheiten

- 1 Probennehmer / Dienststelle:
- 2 Bezeichnung Haufwerk oder Probenahmestelle:
- 3 Art des Haufwerkes/des Abfallstoffes: Boden Bauschutt Sonstige.....
Bodenart:
- 4 Herkunft des Probenahmematerials / Abfalls:
- 5 Wetter/Temperatur: sonnig bedeckt Regen Starkregen Schneefall ca. °C
- 6 Vermutete Schadstoffe/Gefährdungen: Schwermetalle PAK PCB MKW Benzin
 BTEX CKW Asbest unbekannt Sonstige:
- 7 Lagerungsdauer:
- 8 Lagerungsart: Halde Container Big Bags Sonstige:
- Abdeckung: ohne Plane Deckel Sonstige:
- 9 Form der Lagerung: Kegel Trapez unregelmäßige Schüttung.....
 Sonstige:
- 10 Volumenbestimmung/Volumen (siehe auch Pkt. D)
 Volumen bekannt Messen Schrittmaß Schätzen Sonstige
Volumen: m³
- 11 „Durchschnittliches“ Größtkorn (95%-Perzentil):
 ≤ 2 mm > 2 mm - ≤ 20 mm > 20 mm - ≤ 50 mm 50 mm - ≤ 120 mm
 > 120 mm (Beschreibung):
.....
- 12 Rechtswert:.....Hochwert:..... Gauß/Krüger oder
- 13 Anwesende Personen:.....

B Allgemeine Daten

1 Probenhomogenisierung

Mischen in Edelstahlschüssel/Eimer Mischen durch Umsetzen Sonstige:

.....

2 Probenverjüngung:

direkte Abfüllung nach intensivem Vermischen Fraktionierendes Schaufeln Probenkreuz

Sonstige:

3 Probengefäß: Eimer Liter Braunglas Liter Headspace ml

Sonstige:

4 Vor-Ort-Untersuchungen: PAK-Sprühtest RFA Sonstige:

Ergebnisse:

.....

5 Vorbehandlung: Überschichtung mit Methanol Sonstige:

.....

6 Sonstige Bemerkungen/Beobachtungen (mit Sektorbezeichnung!):

.....

.....

.....

.....

7 Die Beprobung wurde vollständig gemäß LAGA PN 98 durchgeführt: ja nein

Bei Angabe „nein“ sind Abweichungen zu begründen. Dies gilt ebenfalls für erfolgte Probenreduzierungen (siehe Kapitel 6.4 Anmerkungen zu Tab. 2 der LAGA PN 98).

Abweichungen / Begründung:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

C Anzahl der entnommenen Proben

Volumen [m³]	Anzahl Einzelproben	Anzahl Mischproben	Anzahl Laborproben
≤ 30	<input type="checkbox"/> 8 <input type="checkbox"/> 12	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 2
- 60	<input type="checkbox"/> 12 <input type="checkbox"/> 18	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 3
- 100	<input type="checkbox"/> 16 <input type="checkbox"/> 24	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 4
- 150	<input type="checkbox"/> 20 <input type="checkbox"/> 30	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 5
- 200	<input type="checkbox"/> 24 <input type="checkbox"/> 36	<input type="checkbox"/> 6	<input type="checkbox"/> 6
- 300	<input type="checkbox"/> 28 <input type="checkbox"/> 42	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 7
- 400	<input type="checkbox"/> 32 <input type="checkbox"/> 48	<input type="checkbox"/> 8	<input type="checkbox"/> 8
- 500	<input type="checkbox"/> 36 <input type="checkbox"/> 54	<input type="checkbox"/> 9	<input type="checkbox"/> 9
- 600	<input type="checkbox"/> 40 <input type="checkbox"/> 60	<input type="checkbox"/> 10	<input type="checkbox"/> 10
	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Lage der Einzelproben

Trapez: i.d.R. 6 EP/Sektor

Kegel: i.d.R. 4 EP/Sektor

D Lage/Fotodokumentation des beprobten Abfalls

D.1 Lageskizze

Lage der Haufwerke und Sektoren, Bezeichnung der Probenahmestelle, Straßen, Gebäuden etc.

Nordpfeil

	○	Volumenermittlung Haufwerk/Teilbereich:
		Länge l: m
		Breite unten (= a): m
		Breite oben (= b): m
		Radius unten (=r oder r1): m
		Radius oben (= r2): m
		Höhe h: m
		Volumen V ca:.....m³
		Aufteilung in.....Sektoren
		$V_{Kegel} \approx h * r_{Grundfläch}^2$ $V_{Kegelstumpf} \approx h (r_1^2 + r_1 r_2 + r_2^2)$ $V_{TrapezförmigeMiete} = \frac{a+b}{2} * h * l$
	Maßstab 1 :	

Erläuterungen zur Lageskizze:.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

D.2 Foto

Die beprobte Abfallgrundmenge ist durch Farbfotos (mindestens zwei) mit Datumsangabe (Gesamthaufwerk, Detailansicht) zu dokumentieren (Nachweis für ermitteltes Volumen, Materialzusammensetzung, ggf. Hot-Spot/Einzelfunde).

E Probentransport, -lagerung, Analytik

1 Untersuchungsstelle/Labor:

2 Probenüberführung und Lagerung bis zur analytischen Untersuchung:
.....
.....
.....

Transportdauer mit Datum und Uhrzeit:

ungekühlt gekühlt Temperatur ca.... °C dunkel

3 Labornummer:

4 Hinweise an die Untersuchungsstelle:

5 Eingangsdatum Analysenlabor:

6 Vereinbarte Rückstelldauer Laborproben: Monate

Datum, Unterschrift Probenehmer⁵:

⁵ Sofern ein Sachkundiger die Probe genommen hat, ist die Unterschrift des Fachkundigen erforderlich.

III. Probandaten (für jede Mischprobe oder Hot-Spot-Probe auszufüllen)

A Proben- und Materialbeschreibung

1 Proben/Sektorenbezeichnung:

2 Probenahmedatum /Uhrzeit:.....

3 Material-/Bodenart:

Hauptbestandteile: Boden ca.Vol.-% ; Bauschutt ca.Vol.-%;

Sonstiges:ca.Vol.-%

Visuell homogen: ja nein Bodenart(en):.....

Konsistenz: fest schlammig sonstige:.....

Geruch: unauffällig auffällig nach:

Fremdbestandteile mineralisch:

Ziegel ca.Vol.-% Beton ca.Vol.-% Bauschutt gemischt ca.Vol.-%

Asphalt/Teer/Bitumen ca.Vol.-% Schlacke ca.Vol.-% ca.Vol.-%

.....

Fremdbestandteile nicht-mineralisch:

Metalle ca.Vol.-% Holz ca.Vol.-% Kunststoffe ca.Vol.-%

.....ca.Vol.-% ca.Vol.-% ca.Vol.-%

.....

B Probenahme

1 Volumen Einzelprobe [l]

0,5 (< 2 mm) 1 (< 20 mm) 2 (< 50 mm) 5 (<120 mm) Stück = Einzelprobe

2 Volumen Laborprobe [l]

1 (< 2 mm) 2 (< 20 mm) 4 (< 50 mm) 10 (<120 mm) Stück = Einzelprobe

3 Aufschlussverfahren:

Schurf durch Großgerät Schurfschlitz/-loch mit Schaufel Rammkernsondierung mm

Sonstige:Aufslusstiefe: ca. m

4 Probenahmegerät: Schaufel Bohrstock Hammer/Meißel Sonstige:.....

5 Sonder- / Einzelprobe(n) (Beschreibung), z.B. für LHKW, BTX:.....

.....
6 Beobachtungen (z. B. Hot-Spot, einstufigsrelevante Parameter, z. B. Asbest) :

.....
.....
.....
Datum, Unterschrift Probenehmer⁶:

⁶ Sofern ein Sachkundiger die Probe genommen hat, ist die Unterschrift des Fachkundigen erforderlich.