

XX
14

> Gefährdungsabschätzung bei Deponien

Anhörungen - Exemplar 10-07-2014

Stellenwert dieser Publikation

Diese Publikation ist eine Vollzugshilfe des BAFU als Aufsichtsbehörde und richtet sich primär an die Vollzugsbehörden. Sie konkretisiert unbestimmte Rechtsbegriffe von Gesetzen und Verordnungen und soll eine einheitliche Vollzugspraxis fördern. Berücksichtigen die Vollzugsbehörden diese Vollzugshilfen, so können sie davon ausgehen, dass sie das Bundesrecht rechtskonform vollziehen; andere Lösungen sind aber auch zulässig, sofern sie rechtskonform sind. Das BAFU veröffentlicht solche Vollzugshilfen (bisher oft auch als Richtlinien, Wegleitungen, Empfehlungen, Handbücher, Praxishilfen u.ä. bezeichnet) in seiner Reihe «Umwelt-Vollzug».

Impressum

Herausgeber

Bundesamt für Umwelt (BAFU)
Das BAFU ist ein Amt des Eidg.
Departements für Umwelt, Verkehr, Energie
und Kommunikation (UVEK).

*Basierend auf dem Konzept Einheitliche
Gefährdungsabschätzung bei Deponien
(2013) des Projektteams:*

C. Niederer / C. Munz, BMG Engineering AG
C. Poggendorf, Prof. Burmeier Ingenieur-
gesellschaft mbH,
J. Zenger, CSD Ingenieure AG

Begleitung

A. Laube, Abteilung Abfall und Rohstoffe BAFU
R. Philipp, magma AG

Zitierung

BAFU (Hrsg.) 2014: Nachsorge und
Gefährdungsabschätzung bei Deponien.
Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-
Vollzug Nr. ?: x S.

Gestaltung

xxx

Titelbild

...

PDF-Download

www.umwelt-schweiz.ch/uv-??-d

(eine gedruckte Fassung liegt nicht vor)

Diese Publikation ist auch in
französischer Sprache verfügbar.

© BAFU 2014

Inhaltsverzeichnis

1.	RECHTLICHE GRUNDLAGEN	4
1.1	Betriebsbewilligung	4
1.2	Überwachung der Deponie	4
1.3	Einleitung von gefasstem Deponiesickerwasser	4
1.4	Nachsorge	5
2.	GRUNDSÄTZLICHES ZUR GEFÄHRDUNGSABSCHÄTZUNG	6
2.1	Einordnung	6
2.2	Ziele	7
2.3	Betrachtungsrahmen	8
2.4	Ablauf	9
3.	STUFEN DER GEFÄHRDUNGSABSCHÄTZUNG	11
3.1	Erforderliche Ausgangsinformationen	11
3.2	Vorprüfung	12
3.3	Grobprüfung	13
3.4	Detailprüfung	16
4.	ÜBERWACHUNG VON SICKER- UND GRUNDWASSER	19
4.1	Messungen	20
4.2	Probenahme, Analytik	20
4.3	Auswertung von Messresultaten	21
4.4	Hinweise zu einzelnen Parametern	22
5.	QUALITÄTSSICHERUNG	24
6.	GRUNDLAGEN	25

ANHÄNGE:

Anhang 1	Vorprüfung, Basisdaten
Anhang 2	Deponiemonitoring: Analysenparameter
Anhang 3	Grobprüfung, Ausschlusskriterien
Anhang 4	Grobprüfung, Kriterien
Anhang 5	Grobprüfung, numerische Kriterien
Anhang 6	Detailprüfung – Erläuterungen
Anhang 7	Ausgangsinformationen für die Gefährdungsabschätzung

Glossar

Gefährdung

Eine nach Art, Richtung und Zeit bestimmte Gefahr.

Gefährdungsabschätzung

Beurteilung der Gefahrenlage bei einem einzelnen belasteten Standort hinsichtlich des vorliegenden Schadstoff- und Freisetzungspotenzials sowie der möglichen Einwirkungen auf die Schutzgüter aufgrund vorliegender Untersuchungsergebnisse

Nachsorge

Die Nachsorge bei Deponien umfasst die Kontrolle der Anlagen, des Grundwassers, des Abwassers und der Deponiegase so lange, bis schädliche oder lästige Einwirkungen auf die Umwelt unwahrscheinlich erscheinen. Weiter umfasst die Nachsorge die Überwachung der Bodenfruchtbarkeit der rekultivierten Deckschicht (Art. 44 TVA rev.).

Zusammenfassung

Die Nachsorgedauer bei Deponien muss auf eine überschaubare Zeit beschränkt sein. Nach spätestens 50 Jahren sollen keine aktiven Massnahmen wie Sickerwasser- oder Abluftreinigung zum Schutz der Umwelt mehr notwendig sein. Bezogen auf den wichtigsten Emissionspfad – das Wasser – bedeutet dies, dass von einer abgeschlossenen Deponie dauerhaft keine konkrete Gefahr einer Verunreinigung von nutzbarem oder genutztem Grundwasser oder von Oberflächengewässern ausgehen darf.

Die Vollzugshilfe zeigt auf, wie eine Überprüfung bestehender Deponien hinsichtlich genannter Ziele vorzunehmen ist. Damit soll eine schweizweit einheitliche Methodik zur Anwendung kommen. Sich daraus ergebende Massnahmen werden sich somit auf vergleichbare Grundlagen abstützen.

Bestehende, auf die alte Technische Verordnung vom 10. Dezember 1990 über Abfälle beruhende Deponien, die weiterbetrieben werden sollen, benötigen gemäss Art. 53 TVA rev. eine neue Betriebsbewilligung der kantonalen Behörde. Diese überprüfen dabei, ob die Deponie oder die Kompartimente aktuell oder innerhalb von 50 Jahren nach deren Abschluss die Umwelt gefährden können. Ein Weiterbetrieb ist nur zulässig, wenn eine bestehende Gefährdung durch eine Sanierung beseitigt und absehbare Gefährdungen mit geeigneten Massnahmen verhindert werden.

Das **dreistufige Vorgehen** für die Gefährdungsabschätzung und die Abschätzung der Nachsorgedauer bezweckt, den Aufwand in Grenzen zu halten, ohne jedoch Einbussen in der Qualität der Beurteilungsgrundlagen in Kauf nehmen zu müssen. Die Vorprüfung hat u.a. zum Ziel unkritische Fälle auszuschliessen, um eine aufwändige Detailprüfung und Modellierungen zu vermeiden. In dieser ersten Prüfstufe werden keine Emissionsprognosen im Sinne einer Risikobewertung durchgeführt. In der Grobprüfung hingegen werden zumindest qualitative Überlegungen zu künftigen Emissionen sowie zu deren Einwirkung auf Schutzgüter angestellt. Erst in der Detailprüfung werden dann Emissionsmodellierungen durchgeführt. Die Untersuchungen der jeweiligen Prüfstufe bauen immer auf den Ergebnissen der vorhergehenden Stufe und auf zusätzlichen Abklärungen auf.

1. Rechtliche Grundlagen

1.1 Betriebsbewilligung

Wer eine Deponie betreiben will, braucht dafür gemäss Art. 30e Abs. 2 des Umweltschutzgesetzes vom 7. Oktober 1983 (USG, SR 814.01) eine Bewilligung der kantonalen Behörde. Die Betriebsbewilligung einer Deponie wird von der kantonalen Behörde auf 5 Jahre befristet. Vor der Erneuerung der Betriebsbewilligung überprüft die Behörde, ob die Deponie immer noch alle Bewilligungsvoraussetzungen einhält.

Deponien, die beim Inkrafttreten der revidierten TVA bereits bestehen, benötigen gemäss Art. 53 TVA rev. bis spätestens 5 Jahre nach Inkrafttreten der neuen Regelungen eine neue Betriebsbewilligung. In diesem Rahmen ist der Behörde ein Bericht zur Gefährdungsabschätzung einzureichen. Der Bericht muss darüber Auskunft geben, ob die Deponie oder Kompartimente zu schädlichen oder lästigen Einwirkungen auf die Umwelt führen oder eine konkrete Gefahr solcher Einwirkungen besteht. Ist dies der Fall darf die Betriebsbewilligung nicht erteilt werden, solange die Deponie nicht im Sinne des Altlastenrechts saniert ist. Bestehen heute keine solchen Einwirkungen, aber die Ergebnisse der Gefährdungsabschätzung zeigen, dass es innerhalb von 50 Jahren nach Abschluss der Deponie zu Einwirkungen durch die Deponie auf die Umwelt kommen kann, sind entsprechende Massnahmen zur Verhinderung dieser Einwirkungen umzusetzen. Diese Massnahmen müssen spätestens im Abschlussprojekt vorgesehen werden.

Art. 53 TVA rev.

1.2 Überwachung der Deponie

Mit einer regelmässigen Überwachung des Grundwassers und des gefassten Sickerwassers einer Deponie kann festgestellt werden, ob von der Deponie schädliche Einwirkungen auf die Umwelt ausgehen. Für dieses Monitoring ist der Inhaber der Deponie verantwortlich. Art. 42 Abs. 1 TVA rev. sieht mindestens zweimal im Jahr Probenahmen und Analysen von Grundwasser und Sickerwasser vor, damit aussagefähige Zeitreihen mit Analyseresultaten möglich sind. Mindestens drei Messstellen für Grundwasser müssen im Abstrombereich der Deponie liegen, eine Messstelle im Oberstrombereich (Art. 42 Abs. 2 TVA rev.). Umfang und Beurteilungshinweise zum Monitoring werden in der vorliegenden Vollzugshilfe präzisiert. Auch Entgasungsanlagen bei Deponien müssen regelmässig kontrolliert werden. Zudem sind Deponiegase mindestens zweimal jährlich zu analysieren (Art. 53 Abs. 5 TVA rev.).

Art. 42 TVA rev.

1.3 Einleitung von gefasstem Deponiesickerwasser

Gemäss Anhang 3.3 Ziffer 1 und Ziffer 25 der Gewässerschutzverordnung vom 28. Oktober 1998 (GSchV, SR 814.201) legt die zuständige Behörde die Anforderungen an die Einleitung von gefasstem Deponiesickerwasser in ein Gewässer oder in eine öffentliche Kanalisation aufgrund der Eigenschaften des Abwassers, des Standes der Technik

Anh. 3.3 Ziff. 25 GSchV

und des Zustands des Gewässers im Einzelfall fest und berücksichtigt dabei internationale oder nationale Normen, vom BAFU veröffentlichte Richtlinien oder von der Branche in Zusammenarbeit mit dem BAFU erarbeitete Normen. Das gefasste Sickerwasser muss dabei mindestens die in Anhang 3.3 Ziffer 25 GSchV genannten Anforderungen einhalten.

1.4 Nachsorge

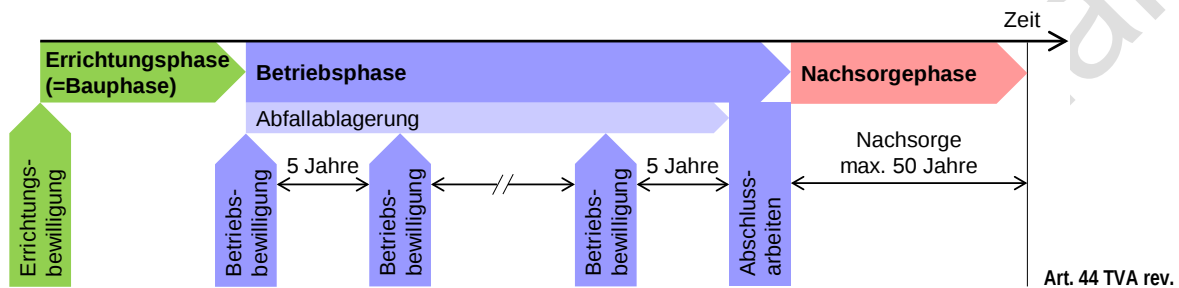


Abb. 1: Deponiephasen, [9].

Auf die **Errichtungsphase** (=Bauphase) und die Betriebsphase mit der Ablagerung der Abfälle und dem Abschluss des Deponiebauwerks folgt die **Nachsorgephase**. Die Abschlussarbeiten sind somit Teil der Betriebsphase.

Die Nachsorge bedeutet Langzeitunterhalt der Anlagen, welche bei einer gesetzeskonformen Deponie zwecks Verhinderung unkontrollierter Emissionen erforderlich sind, sowie Langzeitüberwachung der Deponie und von deren Umfeld. Während der Nachsorgephase müssen die Inhaber der Deponie gemäss Artikel 44 Absatz 3 TVA rev. dafür sorgen, dass die Anlagen die gesetzlichen Anforderungen weiterhin einhalten, kontrolliert sowie gewartet werden und dass das Grundwasser, das gefasste Sickerwasser und die Deponiegase überwacht werden.

Spätestens nach rund zwei Generationen sollte die Deponie sich selbst überlassen werden können. Die Nachsorgephase dauert deshalb **maximal 50 Jahre** (Art. 44 Abs. 1 TVA rev.). Bis dahin müssen die technischen Systeme unterhalten werden und funktionstüchtig bleiben. Die kantonalen Behörden können die Nachsorgephase für eine Deponie verkürzen, wenn die Gefährdungsabschätzung und Überwachungsergebnisse nachvollziehbar aufzeigen, dass keine schädlichen oder lästigen Einwirkungen mehr zu erwarten sind (Art. 44 Abs. 2 TVA rev.). Es gilt aber eine Mindestnachsorgedauer von 5 Jahren für Deponien des Typs B und von 15 Jahren für die Deponien der Typen C, D und E.

Mindestnachsorgedauer

Für alle Deponien, also auch für die des Typs A, für welche die oben genannten Nachsorgemassnahmen nicht erforderlich sind, muss der Inhaber der Deponie oder des Kompartiments während 5 Jahren für eine Überwachung der Bodenfruchtbarkeit der Oberfläche sorgen. Bei Mängeln müssen entsprechende Massnahmen zur Behebung eingeleitet werden.

Gemäss Art. 32b USG müssen bei Deponien die Kosten für Abschluss, Nachsorge und Sanierung durch Rückstellungen, Versicherung oder in anderer Form sichergestellt werden. Ein entsprechender Nachweis ist Voraussetzung für die Erteilung einer Betriebsbewilligung (Art. 41 Abs. 1 Bst. c TVA rev.)

2. Grundsätzliches zur Gefährdungsabschätzung

2.1 Einordnung

Die Anforderungen der TVA an zur Ablagerung zugelassene Abfälle, an kontrollierte Emissionen und an den Standort bezwecken eine von Deponien ausgehende Umweltgefährdung möglichst zu verhindern. Die Überprüfung der Gefährdungssituation bei allen in Betrieb stehenden Deponien soll aufzeigen, wo dieses Ziel noch nicht erreicht ist. Diese Überprüfung mittels einheitlicher Methode wird gekoppelt mit der Erneuerung der Betriebsbewilligung.

Aufgrund der Ergebnisse der Gefährdungsabschätzung wird die kantonale Behörde über eine neue Betriebsbewilligung bei bestehenden Deponien zu entscheiden haben. Insofern muss die Gefährdungsabschätzung schlüssige Resultate liefern. Es soll beurteilt werden, ob aktuell, innert und nach Ende der Nachsorgephase die Gefahr von schädlichen oder lästigen Einwirkungen bedingt durch die Deponie ausgeschlossen werden kann.

In diesem Zusammenhang sind sowohl Kenntnisse über den Zustand und die voraussichtliche Entwicklung des Deponiebauwerks wie auch über die von der Deponie ausgehenden Emissionen relevant. Die Gefährdungsabschätzung als eine differenzierte Bewertung der Umweltgefährdung fokussiert auf die Hauptkriterien Schadstoffpotenzial, Freisetzungspotenzial sowie Bedeutung und Exposition des Schutzguts. Entsprechende Untersuchungen sind zu Beginn jeder Stufe der Gefährdungsabschätzung in unterschiedlicher Abklärungstiefe (Vor-, Grob- respektive Detailprüfung) vorzunehmen. Im Anschluss daran folgt die Beurteilung der Untersuchungsergebnisse einerseits in Bezug auf den Gefährdungsgrad und -zeitraum andererseits hinsichtlich der Realisierbarkeit einer überschaubaren Nachsorgedauer.

Untersuchung und Beurteilung

Die Emissionen, welche von Deponien ausgehen können, sind zu überwachen, sodass eine Umweltgefährdung möglichst verhindert werden kann. In Bezug auf belastetes Sickerwasser bedeutet dies, dass es gesammelt, kontrolliert – gegebenenfalls behandelt – und abgeleitet wird.

Kontrollierte Emissionen

Aufgrund der baulichen und betrieblichen Sicherungsmassnahmen bei einer Deponie sollte eine Beeinträchtigung von Grundwasser und Oberflächengewässer ausgeschlossen sein. Das bedeutet, es besteht kein Sanierungsbedarf gemäss AltIV.

Die technischen Sicherungsmassnahmen müssen auch nach der Betriebsphase funktionsstüchtig sowie reparierbar bleiben und unterhalten werden. Dies ist bis Ende der Nachsorgedauer zu gewährleisten.

Nach der Nachsorgephase soll der Unterhalt von baulichen Anlagen nicht mehr erforderlich sein, schädliche Einwirkungen auf die Umwelt bleiben trotzdem ausgeschlossen. Es wird nämlich davon ausgegangen, dass die abgelagerten Abfälle bis Ende der Nachsorgephase durch natürliche Vorgänge (chemische Reaktionen, mikrobieller Abbau, Elution, usw.) oder gegebenenfalls durch aktive Massnahmen (Sickerwasserrückführung, Aerobisierung, Dekontamination usw.) in eine Form überführt sind, so dass auch nach der Degradation oder dem Ausfall der technischen Sicherungsmassnahmen schädliche oder lästige Einwirkungen ausgeschlossen werden können.

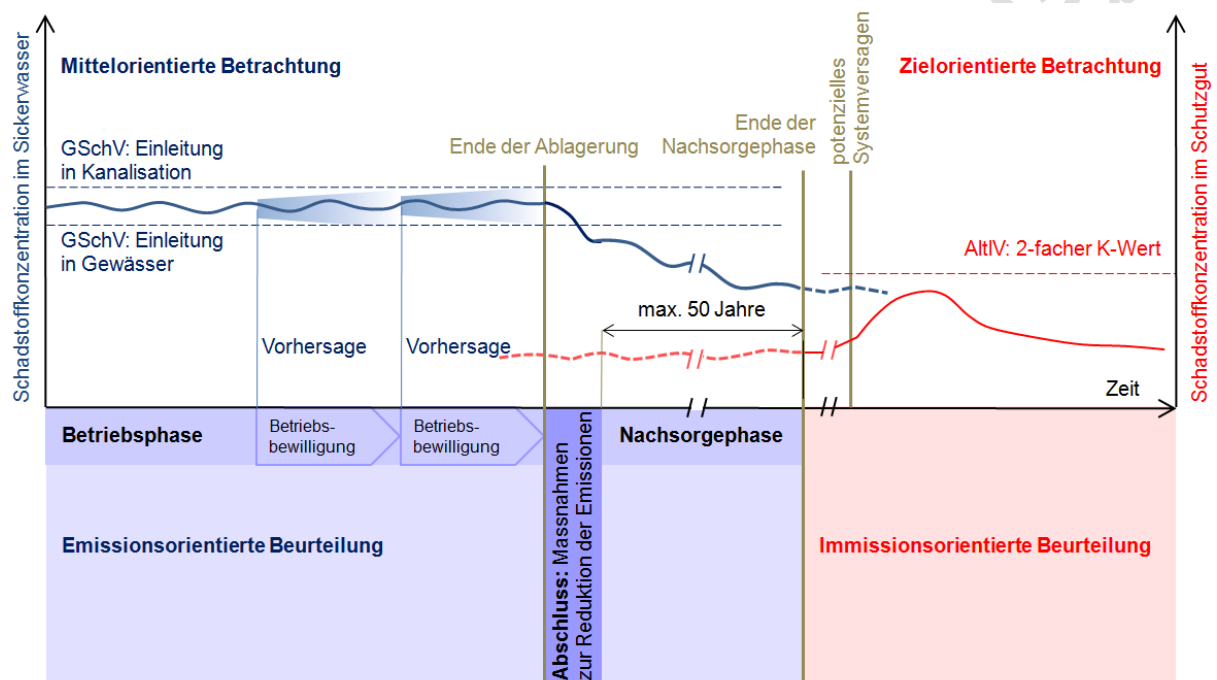


Abb. 2: Deponie mit **Einleitung des Sickerwassers in die Kanalisation:** Aktuell und künftig - kein Sanierungsbedarf gemäss AltIV. Betriebsphase - kontrollierte Emission belasteten Sickerwassers. Nachsorgephase - Weiterführung kontrollierter Emission bis nachweislich tolerierbare Emissionen. Systemversagen - keine schädlichen oder lästigen Einwirkungen.

2.2 Ziele

Mit der Gefährdungsabschätzung muss der Behörde eine Beurteilungsgrundlage vorliegen um zu überprüfen, ob die Deponie oder Kompartimente aktuell oder innerhalb von 50 Jahren nach deren Abschluss die Umwelt gefährden können: Es muss eine Beurteilung des Ist-Zustands und eine nachvollziehbare Prognose vorliegen, welche der Behörde

- eine Vorhersage über den Zustand der technischen Systeme bis zum Ende der Betriebszeit und danach bis zum Ende der Nachsorgephase,
- eine Vorhersage über die Entwicklung der Emissionen der Deponie (Ort ihres Auftretens, Menge und Beschaffenheit) und

- eine Beurteilung der Einwirkungen der Emissionen auf die Umwelt (Transformation der schädigenden Stoffe ausserhalb der Deponie, Empfindlichkeit des Deponieumfelds hinsichtlich der Emissionen) ermöglicht.

2.3 Betrachtungsrahmen

Der Betrachtungsrahmen der Gefährdungsabschätzung basiert auf einem Strukturmodell der wesentlichen Bauteile einer Deponie sowie der damit korrespondierenden Medien, welche die Deponie durchströmen oder verlassen, insbesondere über den Wasser- und den Gaspfad.

Strukturmodell Deponie

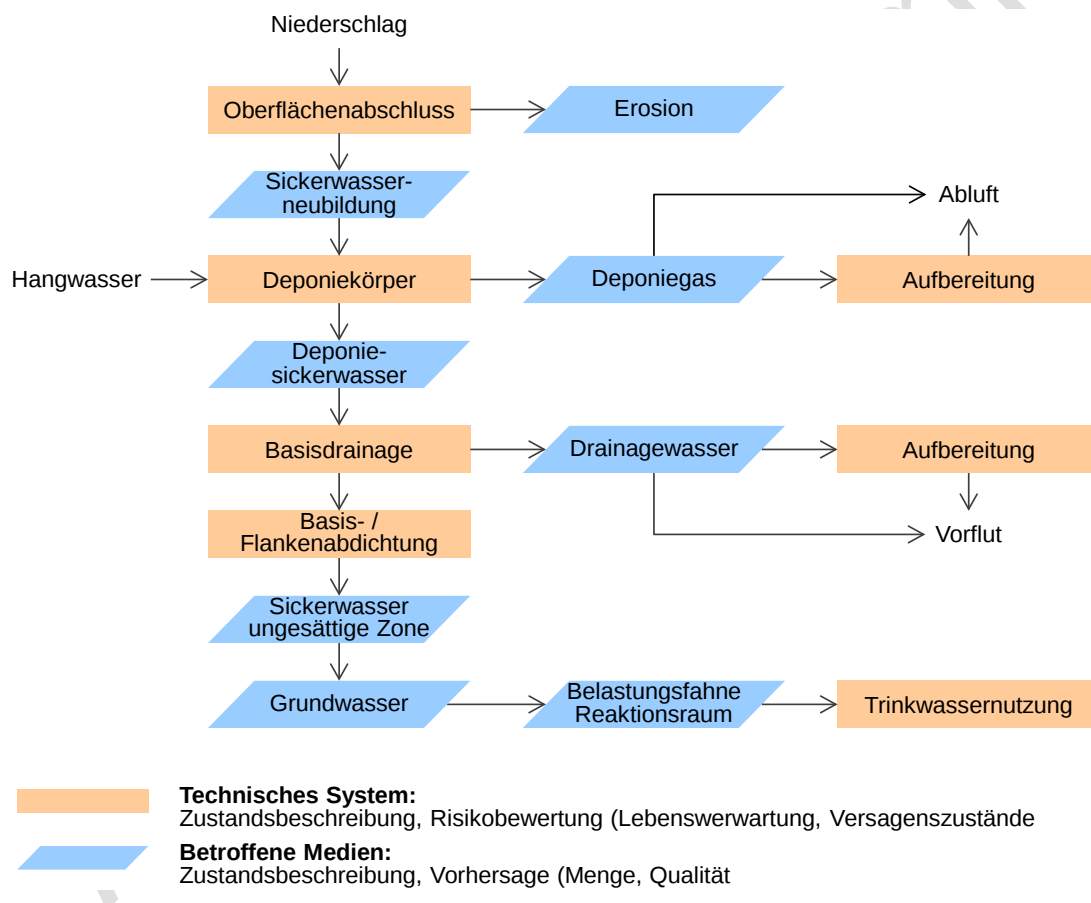


Abb. 3: Strukturmodell einer Deponie

Die Untersuchungen im Rahmen der Gefährdungsabschätzung beinhalten das Erfassen des Zustandes der einzelnen Systemteile (z.B. bauliche und betriebliche Eigenschaften der Deponie) und der Medien des Betrachtungsrahmens einschliesslich der bereits vor-

handenen Überwachungsergebnisse (z.B. Resultate von Sickerwassermessungen und Grundwasserbeprobungen).

Im Weiteren soll eine Vorhersage zur Entwicklung des Deponiesystems und den damit verbundenen Emissionen vorgenommen werden. Das bedeutet auch, dass auf ein solides Monitoring, welches auch Anhaltspunkte für Prognosen liefert, nicht verzichtet werden kann. Zum Umfang eines solchen Monitorings wird im Kapitel 4 eingegangen.

Vorhersage Entwicklung

Die Bewertung der resultierenden Untersuchungsergebnisse stellt dann den abschließenden Teil der Gefährdungsabschätzung dar.

2.4 Ablauf

Die Gefährdungsabschätzung gliedert sich in drei Stufen, welche sich hinsichtlich Abklärungstiefe unterscheiden und welche nicht zwangsläufig alle durchlaufen werden müssen. Mit diesem Vorgehen kann der Aufwand für die Gefährdungsabschätzung in Grenzen gehalten werden, ohne jedoch Einbussen in der Qualität der Beurteilung in Kauf nehmen zu müssen. Die Untersuchungen der jeweiligen Stufe bauen immer auf den Ergebnissen der vorhergehenden Stufe und auf zusätzlichen Abklärungen auf.

1. Bei der Vorprüfung steht die Erfassung des Zustands der Deponie im Zentrum der Abklärungen, um den Standort der Deponie, das Abfallinventar, das technische System und die Emissionen beschreiben und bewerten zu können.

Vorprüfung

Ziel: Identifizierung von nachweislich unkritischen Deponien.

2. Zur Grobprüfung sind detailliertere Informationen zum Abfallinventar, zum Standort, zum Aufbau und Zustand der technischen Systeme, zum Wasserhaushalt, zum Umfeld der Deponie und zu den vorhandenen Überwachungsergebnissen auszuwerten. Für die abschließende Beurteilung ist eine Deponiebegehung unerlässlich.

Grobprüfung

Ziel: Identifizierung der kritischen Elemente, die möglicherweise am Ende der Nachsorgephase einen umweltverträglichen Zustand in Frage stellen (qualitative und semiquantitative Prüfung).

3. Die Detailprüfung ist eine gutachterliche Arbeit mit vertiefter Erkundung und Prognosen, welche auf semiquantitativen Modellierungen beruhen.

Detailprüfung

Ziel: Detaillierte, quantitative Bewertung der kritischen Elemente inklusive Prognosen für den Zeitraum nach Ende der Nachsorgephase.

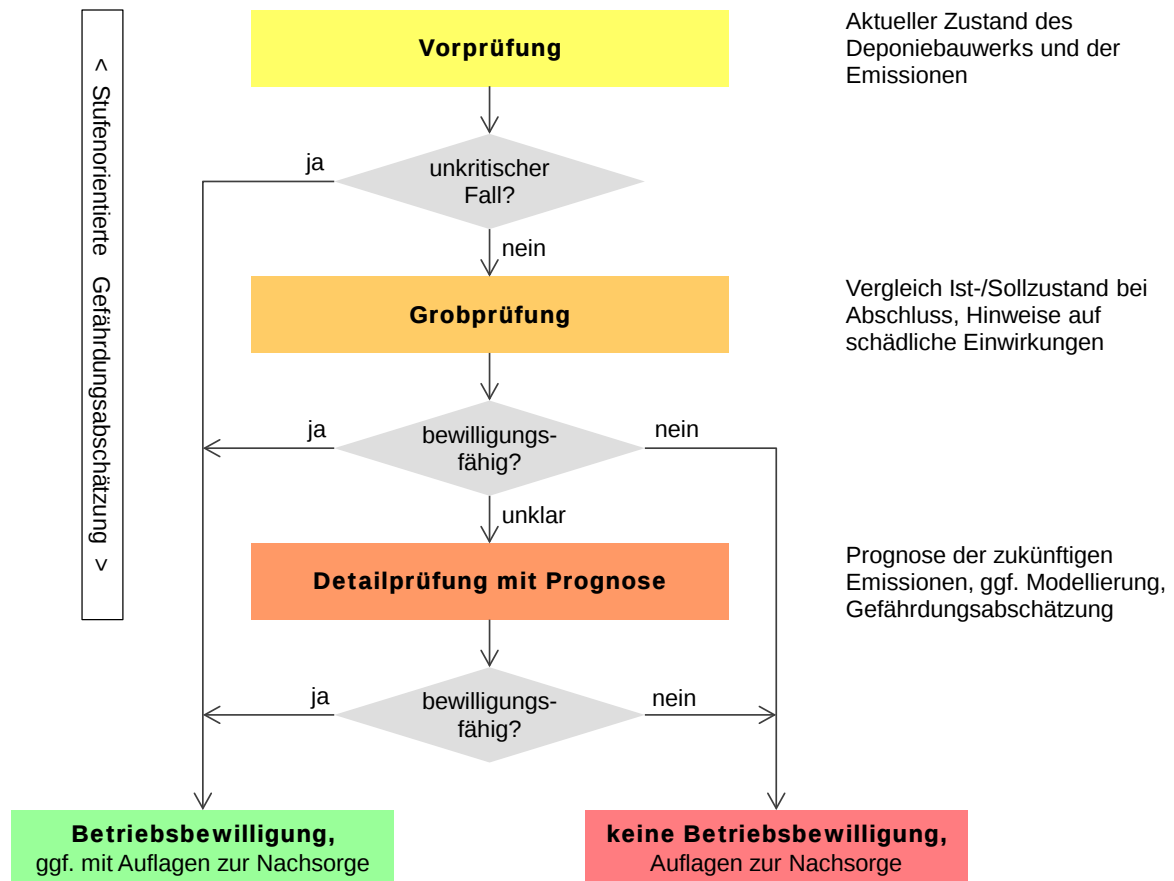


Abb. 4: Dreistufiges Vorgehen für die Gefährdungsabschätzung bei in Betrieb stehenden Deponien, Prüfstufen (Untersuchung und Bewertung).

Die Vorprüfung und die Grobprüfung beinhalten einen Katalog mit Ausschluss-Kriterien. Kann eines dieser Kriterien nicht positiv beurteilt werden, ist die Deponie direkt im Rahmen einer Detailprüfung zu beurteilen.

Abschliessend wird eine stufenorientierte Gesamtbewertung der Deponie hinsichtlich der möglichen Umweltgefährdung und der Nachsorgephase erstellt.

Gesamtbewertung

Für jedes Element des Strukturmodells (Abb. 3) ist auf der Basis von einfachen, standardisierten Beschreibungen eine Bewertung vorzunehmen. Die technischen Einzelsysteme werden dabei hinsichtlich ihrer Versagenswahrscheinlichkeit sowie hinsichtlich der Auswirkungen dieses Versagens bewertet, die Medien hinsichtlich der zu erwartenden Entwicklung ihrer Menge und ihrer Eigenschaften (Schadstoffbelastung, usw.).

3. Stufen der Gefährdungsabschätzung

3.1 Erforderliche Ausgangsinformationen

Für die Bearbeitung der drei Prüfstufen sind jeweils unterschiedliche Informationen erforderlich, wobei Umfang und Detaillierungsgrad der Informationsgrundlage mit den einzelnen Prüfschritten erheblich zunehmen.

In Anhang 7 werden Anforderungen an eine einheitliche Erstellung der Ausgangsinformationen für die Gefährdungsabschätzung zusammengestellt. Diese sollen die Vergleichbarkeit der Beurteilungsgrundlagen verschiedener Deponien unterstützen.

Eine zentrale Grundlage für die Durchführung der Prüfungen ist eine Beschreibung der Deponie mit ihren räumlichen Randbedingungen (Standort, Klima, (Hydro-)Geologie, Nutzungen im Umfeld usw.) sowie den deponietechnischen Einrichtungen und der Organisation des Deponiebetriebs. Hinsichtlich der technischen Gestaltung der Deponie nach Abschluss des Ablagerungsbetriebs ist eine Planung vorzulegen.

Beschreibung der Deponie

Die Beschreibung der Deponie erfolgt anhand der Checkliste Basisdaten Deponie (Anhang 1).

Wesentlich sind weiter die bisherigen Ergebnisse der Untersuchungen des Sickerwassers (Anhang 2), des Deponiegases sowie der Emissionen im Umfeld der Deponie.

Untersuchungsergebnisse

Mit den Vorgaben für Überwachungsprogramme gemäss Anhang 2 soll sichergestellt werden, dass für die unterschiedlichen Deponietypen einheitliche und vergleichbare Datengrundlagen verfügbar sind. Bis zur Einreichung eines Bewilligungsgesuchs sind mindestens für zwei Jahre darauf aufbauende Untersuchungen/Messungen durchzuführen und mit den übrigen Gesuchunterlagen vorzulegen.

Es ist davon auszugehen, dass trotz dieser Vorgaben für die Dokumentation zur Bewertung der Deponien unterschiedlich detaillierte oder unvollständige Informationen vorliegen werden. Unterschiedliche Informationsqualitäten sind bei der Bewertung der Datengrundlagen zu berücksichtigen:

Qualität der Datengrundlagen

*Vollständige Datengrundlagen: grosse Aussagesicherheit,
Lückenhafte Datengrundlagen: mittlere Aussagesicherheit,
Unvollständige Datengrundlagen: geringe Aussagesicherheit.*

3.2 Vorprüfung

Anlagebeschreibung:

Abfallinventar,
Standort,
Technische Systeme.

Prüfungsschritte:

Anforderungen der TVA weitgehend
eingehalten?
⇒ Befragung, Bewertungen

Liegt ein unkritischer Fall vor?
⇒ Befragung, Bewertungen

Prüfungsergebnisse:

Deponie bewilligungsfähig, da Anforderungen der TVA weitgehend eingehalten und unkritisch.

Weitere Prüfung erforderlich
⇒ Grobprüfung

Eine Deponie (respektive Kompartiment) hält u.a. dann die Anforderungen der TVA an Standort und Deponie mindestens weitgehend ein:
wenn sie erst nach dem 1. Feb 1996 errichtet wurde,
wenn weitgehend gleiche, vorbehandelte Abfälle abgelagert wurden.

Unkritisch sind Deponien bzw. Kompartimente, welche mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit heute und innerhalb von 50 Jahren nach deren Abschluss keine schädlichen oder lästigen Einwirkungen auf die Umwelt haben.

Unkritischer Fall

Folgende Kriterien können für das Vorliegen eines unkritischen Falls sprechen:

- . *Der Deponieinhalt ist und bleibt chemisch / biologisch stabil*
- . *Im Deponieperimeter sowie im unmittelbaren und weiteren Abstrombereich bis 2'000 m befinden sich keine zusammenhängende Grundwasservorkommen.*
- . *Die Belastung des Sickerwassers erfüllt bereits während Deponiebetrieb die Einleitbedingungen gemäss GSchV.*
- . *Die Deponie erzeugt keine gasförmigen Emissionen.*

Bei folgenden Kriterien ist ein unkritischer Fall grundsätzlich auszuschliessen und eine Grobprüfung durchzuführen:

Kritischer Fall

- . *Die Deponie bzw. das Kompartiment enthält Abfälle, welche vor 1990 eingelagert worden sind.*
- . *Die Deponie bzw. das Kompartiment enthält brennbare bzw. abbaubare Abfälle.*
- . *Es handelt sich um ein Reaktor- oder Schlackenkompartiment (gemäss TVA 2010), welches keine Basis- oder Flankenabdichtung, kein oder nur ein rudimentäres Entwässerungssystem aufweist.*
- . *Die Deponie befindet sich in einem Naturgefarenggebiet (Murgänge, Steinschlag, Hochwasser).*
- . *Der Grundwasserhöchststand erreicht oder übersteigt die Deponiesohle.*
- . *Die Deponie befindet sich im Karst oder im stark geklüfteten Fels.*

3.3 Grobprüfung

Anlagebeschreibung:
ggf. kompartimentsweise

Abfallinventar,
Standort,
Technische Systeme,
Meteorologische Bedingungen,
Deponieumfeld (Grundwasser, Vorfluter, Nutzungen)
Überwachungsergebnisse Sickerwasser,
Grundwasser, Deponiegas.

Prüfungsschritte:

Bewertung ausgehend vom Strukturmodell (Abb. 3),
Befragung, Zusammenstellung der verfügbaren Daten.
⇒ Bewertungen von Ist-Zustand, Soll-Zustand (nach Ende Deponiebetrieb), End-Zustand (nach Ende Nachsorgephase).
⇒ Bewertungen in 2 Schritten:
1. Ausschlusskriterien (Anhang 3)
2. Vollständige Grobprüfung (Anhang 4).

Prüfungsergebnisse:

Deponie bewilligungsfähig, da keine Hinweise auf heutige und spätere schädliche oder lästige Umwelteinwirkungen vorliegen.

Deponie nicht oder eventuell nur mit Auflagen bewilligungsfähig, da konkrete Hinweise auf heutige oder spätere schädliche oder lästige Umwelteinwirkungen vorliegen.

⇒ Detailprüfung

Deponie nicht bewilligungsfähig, da umfangreiche Hinweise auf heutige oder spätere schädliche oder lästige Umwelteinwirkungen vorliegen.

⇒ Kann mit Detailprüfung konsolidiert werden.

Die Grobprüfung wird in zwei Schritten durchgeführt:

1. In einem ersten Schritt wird mit wenigen Ausschlusskriterien festgestellt, ob grundsätzlich eine Betriebsbewilligung möglich ist. Falls ein Ausschlusskriterium gemäss Anhang 3 mit „nein“ beantwortet werden muss, wird die Grobprüfung ab-

Ausschlusskriterien

gebrochen. Da bereits Hinweise auf Umwelteinwirkungen vorliegen, wird die Beurteilung der Deponie in der Detailprüfung fortgesetzt.

2. In der vollständigen Grobprüfung werden weitere Aspekte der Deponie, des Sickerwassers und der Einwirkungen auf die Umwelt beurteilt. Falls sich bei der Beurteilung der Kriterien gemäss Anhang 4 Hinweise auf Umwelteinwirkungen ergeben, ergibt sich eine Bewertung „gelb“ (zu diskutieren), andernfalls ist die Bewertung „grün“ (positiv).

Vollständige Grobprüfung

Aus einem mit „gelb“ beurteilten Kriterium muss nicht zwingend eine Gefährdung von Schutzgütern resultieren. Jedes Kriterium mit einer Bewertung „gelb“ kann in Kombination mit „grün“ bewerteten Kriterien diskutiert werden. Erst wenn eine Beurteilung „gelb“ nicht plausibel durch andere Kriterien entschärft werden kann bzw. eine Gefährdung nicht ausgeschlossen werden kann, ist eine Detailprüfung durchzuführen (s. dazu Erläuterungen in Anhang 6).

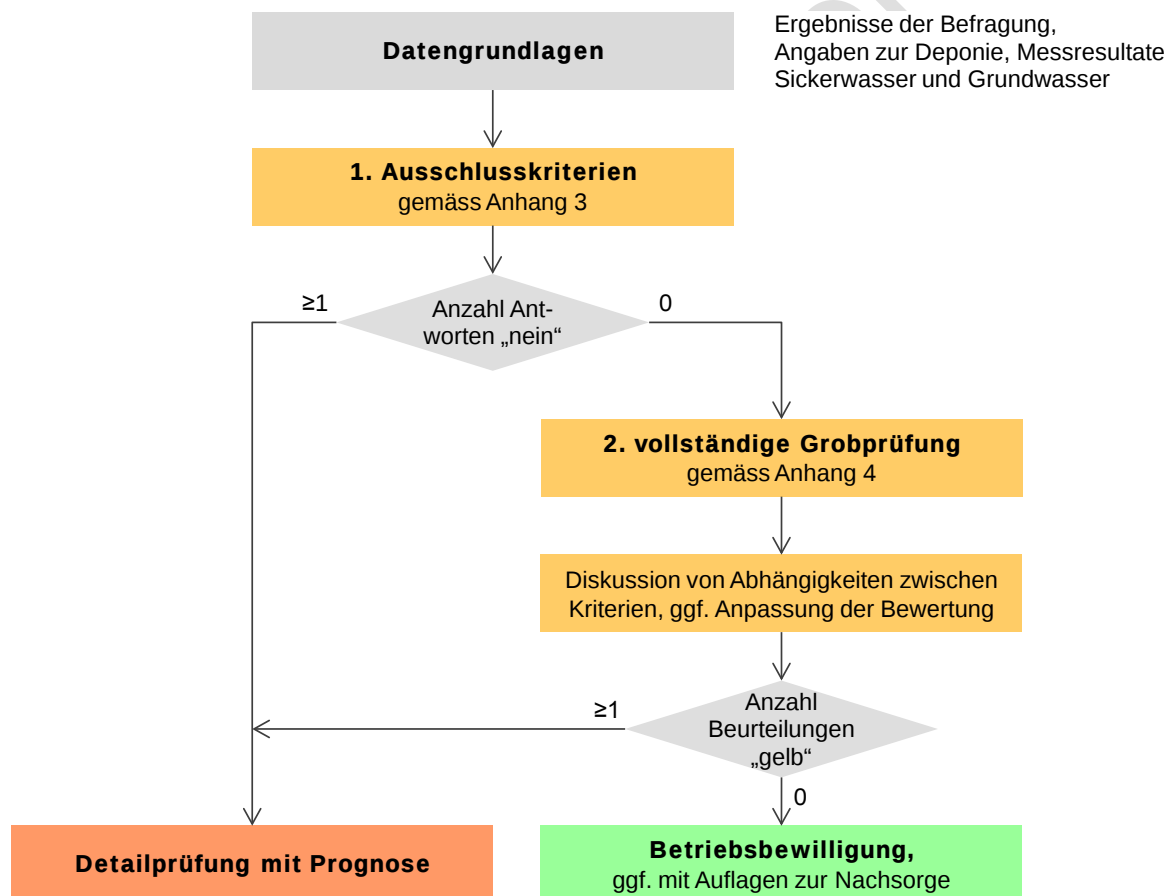


Abb. 5: Bewertungsschritte der Grobprüfung

Wichtige Kriterien der Grobprüfung betreffen die Schadstoffkonzentrationen im Sickerwasser der Deponie und im Grundwasserabstrom der Deponie. Die Schadstoffkon-

Numerische Kriterien

zentrationen werden mit repräsentativen Probenahmen und mit chemischen Analysen von Sickerwasser- und Grundwasserproben festgestellt. Die Analyseresultate werden im Rahmen der Grobprüfung anhand der numerischen Kriterien beurteilt, welche in Anhang 5 zusammengestellt sind. Die Qualitätskriterien sind risikobasiert hergeleitet und im Rahmen eines Praxistests vom BAFU überprüft worden.

Wenn die vollständige Grobprüfung bei allen Kriterien eine Bewertung „grün“ ergibt – allenfalls unter plausibler Entschärfung von „gelben“ Kriterien durch abhängige „grüne“ Kriterien – kann die kantonale Fachstelle die Betriebsbewilligung grundsätzlich erteilen. Unter Umständen legt sie Auflagen zur Nachsorge fest, welche sich auf allfällige „gelbe“ Bewertungen der Grobbeurteilung beziehen können.

Falls aus der Grobprüfung eines oder mehrere Kriterien mit einer Bewertung „gelb“ verbleiben, können von der Deponie ausgehende Umwelteinwirkungen zum heutigen oder zu einem späteren Zeitpunkt nicht ausgeschlossen werden. Die Deponie ist in diesem Fall nicht oder nur mit Auflagen bewilligungsfähig. Die weitere Beurteilung erfolgt im Rahmen der Detailprüfung.

3.4 Detailprüfung

Anlagebeschreibung: ggf. kompartimentsweise

Abfallinventar,
Standort,
Technische Systeme,
Meteorologische Bedingungen,
Deponieumfeld (Grundwasser, Vorfluter, Nutzungen)
Überwachungsergebnisse Sickerwasser,
Grundwasser, Deponiegas.

Prüfungsschritte:

Bewertung ausgehend vom Strukturmodell (Abb. 3),
⇒ Prognose der Entwicklung der Emissionen durch Modellierungen.
⇒ Bewertungen von Ist-Zustand, Soll-Zustand (nach Ende Deponiebetrieb), End-Zustand (nach Ende Nachsorgephase).
⇒ Detaillierte, gutachterliche Bewertung der zukünftigen Gefährdung von Schutzgütern:

Prüfungsergebnisse:

Deponie bewilligungsfähig, da keine Hinweise auf heutige und spätere schädliche oder lästige Umwelteinwirkungen vorliegen.

Deponie mit Auflagen bewilligungsfähig, da konkrete Hinweise auf spätere schädliche oder lästige Umwelteinwirkungen vorliegen.

⇒ Herleitung und Begründung von Massnahmen.

Deponie nicht bewilligungsfähig, da konkrete Hinweise auf spätere schädliche oder lästige Umwelteinwirkungen vorliegen.

3.4.1 Ziel der Gefährdungsabschätzung – Stufe Detailprüfung

Das Ziel der Gefährdungsabschätzung auf Stufe der Detailprüfung ist eine Prognose der Entwicklung der Emissionen der Deponie (Qualität, Quantität, Ort des Auftretens, zeitlich Aspekte) im Zeitraum der Nachsorge und über diesen Zeitraum hinaus.

Deponiesysteme sind komplexe Systeme, welche grösstenteils ein sehr heterogenes Abfallinventar aufweisen. Je nach Beschaffenheit der Abfälle ist mit präferenziellen Fließspfad des Sickerwassers zu rechnen. Aus diesem Grund ist es kaum möglich, präzise Prognosen über die Schadstoff-Entwicklung durchzuführen. Vielmehr geht es um eine Abschätzung, ob es unter bestimmten Entwicklungen des Gesamtsystems Deponie realistisch ist, dass nach der Nachsorgephase keine schädlichen und lästigen Einwirkungen mehr zu erwarten sind.

3.4.2 Aufbau der Gefährdungsabschätzung – Stufe Detailprüfung

Abb. 6 zeigt ein mögliches Vorgehen bei einer Gefährdungsabschätzung einer Deponie auf. Es sei jedoch darauf hingewiesen, dass jede Deponie als Einzelfall zu betrachten ist. Der Gutachter stellt ein sinnvolles Conceptual Site Model auf, identifiziert die relevanten Prozesse und schätzt mit sinnvollen Annahmen und Szenarien das Gefährdungspotential innerhalb der Nachsorgedauer und nach Ende der Nachsorge ab. Es sind auch Fälle möglich, bei welchen Emissionen in Schutzgüter eine untergeordnete Rolle spielen, Fragen zur langfristigen Stabilität des Deponiekörpers jedoch zentral sind.

Die Gefährdungsabschätzung basiert auf den folgenden Schritten, wobei die Systemparameter zumindest teilweise bereits in der Grobprüfung betrachtet werden.

Schadstoffpotenzial und Leitparameter

In diesem Schritt sind das Schadstoffpotential und die emissions-relevanten Eigenschaften des Deponiekörpers zu beurteilen:

- . Erstellen des Abfallinventars nach Kompartimenten, basierend auf vorhandenen Informationen,
- . Auswahl der Leitparameter basierend auf den vorhandenen Sickerwasseranalysen oder falls nicht vorhanden aus dem Abfallinventar,
- . Abschätzung eines f_{OC} -Werts für den Abfall basierend auf dem Abfallinventar (z.B. als Klassen wie $2\% < f_{OC} < 5\%$ bei Reaktorstoffen), insbesondere wenn Emissionen von organischen Verbindungen relevant sind.
- . Abschätzung des Restanteils an biologisch abbaubaren Organika (vgl. Grobprüfung: Ausschlusskriterium C12).

Technische Beurteilung der Systemkomponenten

Die Systemkomponenten werden bereits in der Vorprüfung (Anhang 1) und in der Grobprüfung (Anhang 3, Anhang 4) in die Bewertung integriert. In der Detailprüfung werden zusätzlich die Versagenswahrscheinlichkeiten der Komponenten quantifiziert. Daraus werden mögliche Szenarien für den quantitativen und zeitlichen Anfall von Sickerwasser entwickelt.

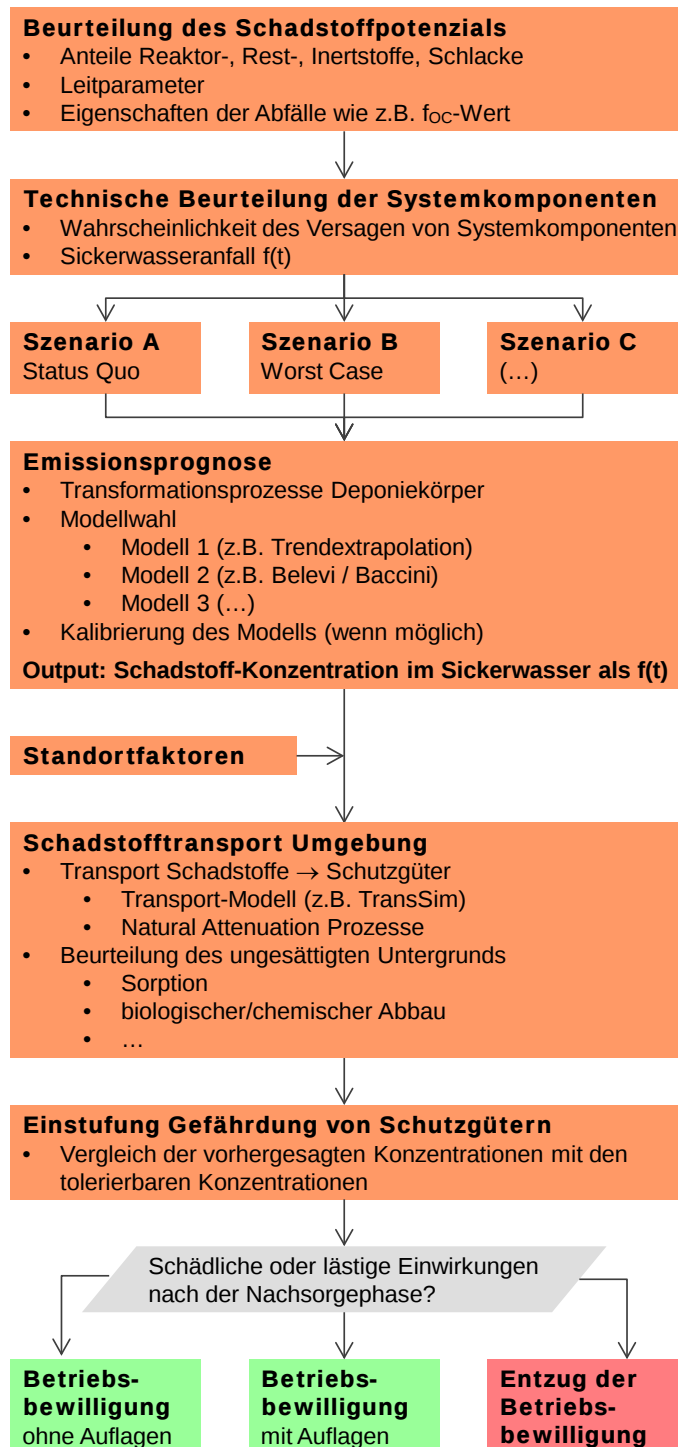


Abb. 6: Vorgehen Gefährdungsabschätzung auf Stufe Detailprüfung.

Emissionsprognose

In diesem Arbeitsschritt wird die zeitliche Entwicklung der Sickerwasser-Konzentrationen der Leitparameter unter den definierten Szenarien prognostiziert. Dabei sind unter gleich bleibenden Systembedingungen (Menge Sickerwasser, pH, etc.) Trendextrapolationen basierend auf den vorliegenden Sickerwasser-Daten möglich. Bei variablen Systembedingungen oder Mangel an Daten muss auf andere Modellansätze zurückgegriffen werden.

Die Sickerwasser- und Grundwasseranalysen liefern weitere Hinweise auf relevante Schadstoffe und deren Freisetzungspotential.

Schadstoff-Transport

Der Transportprozess von Sickerwasser in Schutzgüter hängt stark von der (hydro-)geologischen Situation vor Ort bzw. im Falle einer Einleitung in einen Vorfluter von dessen Beschaffenheit ab (Verdünnungseffekte). Bis zum Erreichen des Schutzgutes sind Natural Attenuation Prozesse möglich (z.B. Sorption/Abbau in der ungesättigten Zone), welche die Schadstoff-Emissionen ins Schutzgut reduzieren.

Einstufung der Gefährdung

Die berechneten Schadstoff-Konzentrationen (als Funktion der Zeit) in den Schutzgütern werden mit tolerierbaren Umweltkonzentrationen verglichen.

Gesamtbewertung

Die Gefährdungsabschätzung zeigt auf, ob innerhalb oder nach der Nachsorgephase mit schädlichen und lästigen Einwirkungen auf die Umwelt zu rechnen ist oder nicht. Ausgehend von der Gefährdungsabschätzung wird über die Betriebsbewilligung entschieden. Basierend auf den identifizierten Problembereichen der Deponie und der Resultate der Emissionsprognosen können Auflagen sowie Massnahmen zur Reduktion respektive Vermeidung von Emissionen vorgeschlagen werden.

Weitergehende Erläuterungen sind in Anhang 6 Detailprüfung zu finden.

4. Überwachung von Sicker- und Grundwasser

Die Ergebnisse der Gefährdungsabschätzung entscheiden über den Weiterbetrieb der Deponie. Es ist daher – auch im Sinne des Deponiebetreibers – sicherzustellen, dass für diese Untersuchungen ein Monitoring mit repräsentativen Daten über einen ausreichend langen Zeitraum zur Verfügung steht.

Die kantonale Fachstelle legt die Zielsetzungen des Monitorings fest. Ein allfälliges bestehendes Monitoring ist auf diese Vorgaben anzupassen.

Der Gutachter legt der kantonalen Fachstelle *vor Beginn einer Überwachungsperiode* ein Monitoringprogramm vor. Er schlägt darin die Lage und den Ausbau der Messstellen, die Dauer der Überwachung, die Anzahl Beprobungen sowie die zu analysierenden Parameter vor.

4.1 Messungen

Messstellen

Es ist festzustellen, ob das Sickerwasser der zu beprobenden Messstellen jeweils ein Kompartiment repräsentiert oder ob es einem Mischwasser verschiedener Kompartimente entspricht.

Piezometer-Messstellen zur Beprobung des Grundwassers müssen sich im „unmittelbaren Abstrom“ der Deponie gemäss Wegleitung [11] befinden. Der zu beprobende Aquifer soll nach Möglichkeit nicht mächtiger als 5 m sein.

Messdauer

Die massgebenden Parameter gemäss Anhang 2 sind in der Regel im Sickerwasser und – falls vorhanden – im Grundwasser des Deponieabstroms während 3 bis 4 Jahren mindestens zweimal pro Jahr zu messen.

Für Parameter, für welche keine lange Zeitreihe verlangt wird (PCB, PAK, etc.) genügen 2 bis 3 Messungen im Abstand von je einem Jahr.

Anzustreben sind Messungen bei unterschiedlichem Sickerwasser-Anfall, z.B. nach Niederschlagsereignissen und nach längeren Trockenperioden. Die meteorologischen Bedingungen zum Zeitpunkt der Probenahme sind im Probenahmeprotokoll festzuhalten. Die Grundwasserprobenahmen sollen die saisonal unterschiedlichen Grundwasser-Verhältnisse abbilden. Mit diesen Vorgaben dauert ein Deponiemonitoring für eine Gefährdungsabschätzung in der Regel 3 bis 4 Jahre.

4.2 Probenahme, Analytik

Bei der Probenahme von Sicker- und Grundwasserproben gelten grundsätzlich die Anforderungen der Vollzugshilfe [11] für die Probenahme von Grundwasserproben bei belasteten Standorten. Die Probenahmebehälter für Wasserproben dürfen die zu untersuchenden Stoffe nicht beeinflussen. Sie müssen stets vollständig gefüllt werden (kein Gasraum). Während der Probenahme sind die Feldparameter Temperatur, elektrische Leitfähigkeit, pH-Wert und Sauerstoffgehalt mit kalibrierten Instrumenten zu messen.

Feldparameter

Bei trüben Wasserproben darf durch die Filtration kein Schadstoffverlust auftreten. Bei trüben Proben (Trübung > 5 FNU) ist daher *zusätzlich* zu den nach den Vorgaben der Wegleitung [7] filtrierten Wasserproben der Gesamtgehalt einer unfiltrierten Probe zu bestimmen.

Filtration

Die Konservierung der Wasserproben erfolgt nach den Vorgaben der Wegleitung [7] zu den Analysenmethoden. Durch die Konservierung wird eine Veränderung der Probe nach der Entnahme verhindert. Der Transport der Wasserproben ins Labor soll so schnell wie möglich erfolgen. Die Wasserproben sind nach der Entnahme vor Licht zu schützen und bis zur Analyse kühl zu lagern.

Konservierung, Transport

4.3 Auswertung von Messresultaten

Bei der Beurteilung ist der Median-Wert über die Beobachtungsdauer (im Minimum aus 5 Messwerten) und ein gleichbleibender, zu- oder abnehmender Trend zu ermitteln. Bei Analysen von Sickerwasser wird der aus den Messwerten der Monitoringperiode ermittelte Medianwert mit den Anforderungen an die Einleitung von Deponiesickerwasser gemäss GSchV und Wegleitung [5] verglichen.

Bei Grundwasseranalysen aus dem unmittelbaren Abstrom der Deponie wird der aus den Messwerten der Monitoringperiode ermittelte Medianwert mit den Qualitätsanforderungen gemäss Anhang 2 Ziffer 22 GSchV verglichen.

Bei Schadstoffverläufen (Trends) über die Monitoringperiode werden folgende Fälle unterschieden ([4]):

- **Verlauf A:** Die Schadstoffkonzentrationen überschreiten das Qualitätskriterium signifikant.
- **Verlauf B:** Die Konzentrationen steigen relativ zum Überwachungsbeginn signifikant an. Es ist damit zu rechnen, dass das Qualitätskriterium in Zukunft überschritten wird.
- **Verlauf C:** Die Konzentrationen nehmen relativ zum Überwachungsbeginn signifikant ab. Es ist nicht damit zu rechnen, dass das Qualitätskriterium überschritten wird.
- **Verlauf D:** Die Schadstoffkonzentrationen ändern sich nicht signifikant und liegen auf einem niedrigen Niveau.

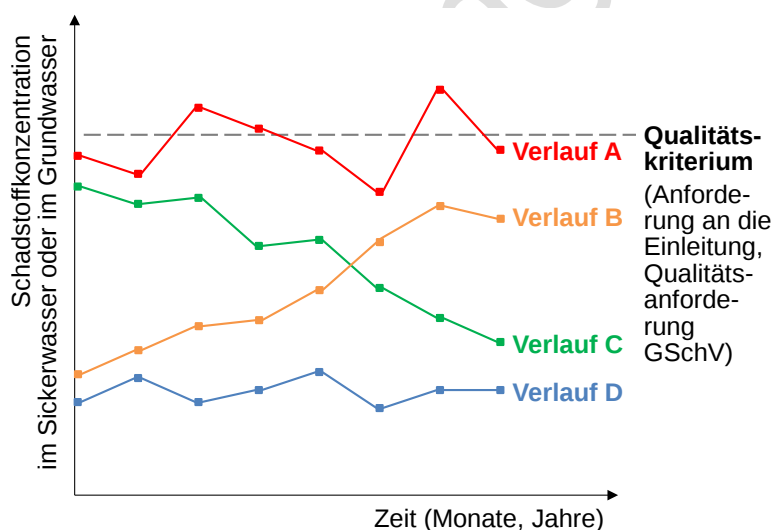


Abb. 7: Mögliche Schadstoffverläufe im Sickerwasser oder im Grundwasser des unmittelbaren Abstroms.

Die Zunahme einer Schadstoffkonzentration zwischen dem Grundwasserzustrom einer Deponie und dem Abstrom der Deponie (Δ Abstrom – Oberstrom) soll nicht mehr als 50% des Indikatorwertes Grundwasser gemäss [12] betragen.

Grobprüfung: Anhang 4, Kriterium D125

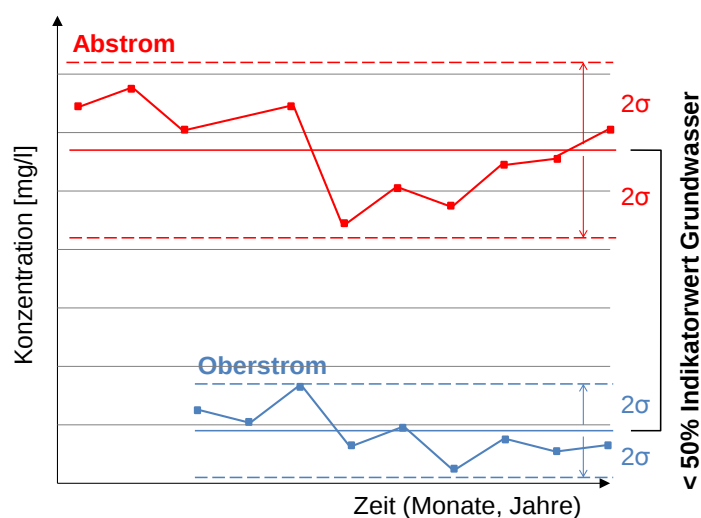


Abb. 8:
Vergleich des Deponie-Abstroms mit dem Oberstrom, schematisch

Für die Prüfung Δ Abstrom – Oberstrom wird die Differenz zwischen dem Median des Oberstroms und dem Median des Abstroms gebildet (Abb. 8). Der Median umfasst die gesamte Überwachungsperiode von mindestens 3 bis 4 Jahren umfassen.

Die Messwerte, welche zur Medianbildung herangezogen werden, können substantielle Schwankungen aufweisen (Abb. 8). Deshalb muss vorgängig abgeklärt werden, ob sich die Mediane statisch signifikant unterscheiden (z.B. mit dem Wilcoxon-Test). In den meisten Fällen unterscheiden sich die Mediane jedoch sehr deutlich, so dass keine kein Test notwendig ist.

4.4 Hinweise zu einzelnen Parametern

Ammonium, Nitrit

Hohe Ammonium- und Nitritkonzentrationen weisen in der Regel auf Sauerstoffzehrung und auf die Anwesenheit von abbaubaren Abfällen hin. Ammonium und Nitrit sind daher bei den Ausschlusskriterien der Grobprüfung (Anhang 3, Kriterium C101) nicht zwingend zu berücksichtigen.

Eine vertiefte Diskussion erfolgt bei der anschliessende Grobprüfung (Anhang 4, Kriterien D35 und D125). Dabei sind Aspekte wie Einleitung in einen Vorfluter (Abfluss, pH) und Abbauprozesse am Standort zu beachten.

Sulfat, Chlorid

Wenig toxische Stoffe wie Sulfat oder Chlorid müssen bei den Ausschlusskriterien der Grobprüfung (Anhang 3, Kriterium C101) ebenfalls nicht zwingend berücksichtigt werden.

Eine vertiefte Diskussion erfolgt auch hier bei der anschliessenden Grobprüfung (Anhang 4, Kriterien D35 und D125).

Anhörungs-Exemplar

5. Qualitätssicherung

Die Gefährdungsabschätzungen im Rahmen der Vor-, Grob- und Detailprüfung erfordern einerseits eine objektive und unabhängige Sicht auf den baulichen Zustand und auf die tatsächlichen und prognostizierten Umwelteinwirkungen. Andererseits bedeuten langjährige Auftragsverhältnisse zwischen Deponiebetreiber und Gutachter, dass der Gutachter über wertvolle Detailkenntnisse zu den örtlichen Verhältnissen und einen wichtigen Zugang zu den Datengrundlagen der Deponie verfügt.

Mit Qualitätssicherungsmassnahmen stellen die zuständigen kantonalen Fachstellen sicher, dass

*die gutachterliche Gefährdungsabschätzung **den fachlichen und formellen Anforderungen genügt.***

*die Beurteilungen **objektiv, nachvollziehbar und plausibel** sind.*

*die Grundlagen für die Nachsorgeplanung der verschiedenen Deponien untereinander **vergleichbar** sind.*

Die Inhaber von Deponien, welche eine bestehende Betriebsbewilligung erneuern wollen oder von der kantonalen Fachstelle dazu aufgefordert werden, teilen der kantonalen Fachstelle *vor Beginn der Arbeiten* mit, welchen Gutachter sie mit der Nachweisführung beauftragen wollen.

In Anhang 7 sind die Anforderungen an eine einheitliche Erstellung der Ausgangsinformationen für die Gefährdungsabschätzung zusammengestellt. Diese sollen die Vergleichbarkeit der Beurteilungsgrundlagen verschiedener Deponien unterstützen.

6. Grundlagen

- [1] BAFU, CSD Ingenieure AG, Prof. Burmeier Ingenieurgesellschaft mbH, BMG Engineering AG (2013): Nachsorge und Gefährdungsabschätzung. - Kurzbericht zum Anwendungstest. – Kurzbericht des Projektteams vom 12.8.2013 (unveröffentlicht).
- [2] BAFU (2007): Sicherung von Deponie-Altlasten. Stand der Technik, Grenzen und Möglichkeiten. – Umwelt-Vollzug, UV-0720-D.
- [3] BAFU (2010): Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fließgewässer. Chemisch-physikalische Erhebungen, Nährstoffe. – Umwelt-Vollzug , UV-1005-D.
- [4] BAFU (2011): VASA-Modul Überwachung von belasteten Standorten (Entwurf, Stand 26.8.2011). – Umwelt-Vollzug, Altlasten.
- [5] BAFU (2012): Anforderungen an die Einleitung von Deponiesickerwasser. Empfehlungen für die Beurteilung, Behandlung und Einleitung von Deponiesickerwasser. – Vollzug Umwelt, UV-1223-D.
- [6] BAFU (2012): TransSim Version 2.0 (2012): Mathematisches Simulationsmodell zur Abschätzung des Schadstofftransportes in der ungesättigten Zone bis zum Eintritt in das Grundwasser. Hilfsmittel für Altlastenfachleute. – <http://www.bafu.admin.ch/altlasten>.
- [7] BAFU (2013): Analysenmethoden im Abfall- und Altlastenbereich (Stand 2013). – Vollzug Umwelt, UV-1334-D.
- [8] BAFU (2013): Herleitung von Konzentrationswerten und Feststoff-Grenzwerten. Vollzugshilfe zur Altlasten-Verordnung und zur Technischen Verordnung über Abfälle. – Umwelt-Vollzug, UV-1333-D.
- [9] BAFU (2014): Erläuterungen zur Totalrevision der Technischen Verordnung über Abfälle TVA. – Ref. N093-1290, 5.3.2014.
- [10] BUWAL (2003): Grundwasser-Probenahme. – Vollzug Umwelt, VU-2506-D.
- [11] BUWAL (2003): Probenahme von Grundwasser bei belasteten Standorten. – Vollzug Umwelt, VU-3413-D.
- [12] BUWAL (2004): Wegleitung Grundwasserschutz. – Vollzug Umwelt, VU-2508-D.
- [13] CSD Ingenieure AG, Prof. Burmeier Ingenieurgesellschaft mbH, BMG Engineering AG (2013): Konzept Einheitliche Gefährdungsabschätzung bei Deponien. Unveröffentlichter Projektreport zu Händen des BAFU.
- [14] Hirschmann, G., Förstner, U. (2000): Langzeitverhalten von Schlackedeponien. – TU Hamburg-Harburg, Deponietechnik 2000, Verlag Abfall Aktuell, Stuttgart.
- [15] Krümpelbeck, I. (2000): Untersuchungen zum langfristigen Verhalten von Siedlungsabfalldeponien. – Bergische Universität, 2000.

-
- [16] Laner, D., Fellner, J., Brunner, P.H. (2010): Beurteilung von Deponieemissionen in Anbetracht der Nachsorgedauer. – TU Wien. DepoTech 2010.
- [17] Laner, D., Fellner, J., Brunner, P.H. (2011): Standortbezogene Kriterien zur Beurteilung der Umweltverträglichkeit von Deponieemissionen unter dem Aspekt der Nachsorgedauer. – Tech. Universität Wien, Projekt Skudena, Schlussbericht.
- [18] sia (1997): Deponiebau. – Norm sia 203, SN 531203, 1.4.1997.

Anhang 1: Vorprüfung, Basisdaten

Fragebogen zu Deponie, Deponiebetrieb und Standort

	Antwort, Dokumentation, Referenz	offene Fragen, fehlende Unterlagen
A Standortinformationen: Übersicht		
A1 Abfallinventar Art und Menge der abgelagerten Abfälle		
A2 Betriebszeit Beginn und Ende des Ablagerungszeitraums		
A3 Landwirtschaftliche Nutzung in der Umgebung Art der Nutzung, Abstand zur Deponie		
A4 Status der Deponie in Betrieb, Kompartimente (teilweise) abgeschlossen, Betriebszeit der Kompartimente (von, bis)		
A5 Geometrie Geometrie des Deponiekörpers (oder von Kompartimenten), Mächtigkeit der Abfälle → Mehr Informationen zum Deponiekörper vgl. B4		
A6 Organisation des Betriebs Verantwortlichkeiten, Ansprechpersonen, etc.		
A7 Betriebsbewilligung spezifische Auflagen		
A8 Klima Niederschlagsmenge, Windexposition		
A9 Geologie Geologie und Geotechnik am Standort, Charakterisierung der ungesättigten Zone		
A10 Grundwasser Grundwasser und Quellen, Nähe zu Trinkwasserfassungen		
A11 Oberflächengewässer Art der Oberflächengewässer, Nähe zu Oberflächengewässern, Einleitung in Oberflächengewässer		
A12 Umfeld Lageplan der Deponie mit Umfeldnutzung, weitere belastete Standorte im Zu- oder Abstrom		
A13 Weitere Informationen vorhandene Untersuchungsberichte (historische und technische Untersuchungen, Überwachungsergebnisse, usw.)		
B Fragebogen zu Deponie und Deponiebetrieb		
B1 Abfallinventar		
B11 Informationsstand Abfallinventar		
- Informationen zu den in der Deponie abgelagerten Abfällen (Qualität, Quantität, Herkunft, Alter). - Siedlungsabfall: Ist der Anteil an Siedlungsabfällen oder ähnlicher Abfälle, welche einen signifikanten Anteil an organischem Material aufweisen, bekannt? - Wurden in der Deponie Abfälle aus regionalen Industrie- und Gewerbebetrieben abgelagert? Sind Sonderabfälle gemäss VeVA dabei? Wenn ja welche Qualität und welche Mengen?		
B12 Schlacke Wurde Schlacke für die Metallentfrachtung aufbereitet? Ab wann? Wie?		

Antwort, Dokumenta-
tion, Referenz offene Fragen,
fehlende Unterlagen

B2 Wasserbilanz

B21 Status Wasserbilanz

Ist eine Wasserbilanz für die Deponie vorhanden? Wurden sämtliche Wasser-Zutrittsprozesse bzw. Austrittsprozesse (wie Meteorwasser, Hangsickerwasser, eintretendes Grundwasser; Emissionen via Sickerwasser, Transpiration etc.) berücksichtigt?

B3 Sickerwasser (Rohsickerwasser, unbehandelt) und andere gesammelte Wässer

B31 Datenlage

Sind über eine längere Zeitspanne regelmässig Analysen in sämtlichen Kompartimenten durchgeführt worden? Intervalle?

B32 Mengenmessung Sickerwässer

Werden die Mengen aller Sickerwässer aus den Kompartimenten regelmässig einzeln gemessen? → *Mengenangaben bereitstellen!*

B33 Erfasste Parameter im Rohsickerwasser

Welche Parameter werden in welchem Rhythmus erfasst?

B34 Qualität der Probenahmen und Analysen

Qualitätsbeurteilung Sickerwasser-Messungen und Probenahme: Informationen bezüglich Probenahme-Techniken, Messmethoden und Bestimmungsgrenzen

B35 Konzentrationen im Rohsickerwasser

Konzentrationen im Rohsickerwasser: Rohdaten und Auswertungen, Trends; Frachtberechnungen.

B36 Behandlung

Wird das Sickerwasser behandelt? Einleitung in ARA oder falls eigene Anlage: Verfahrensschritte, Belastungen vor- und nach der Behandlung; Behandlungseffizienz.

B37 Andere gesammelte Wässer

Andere gesammelte Wässer wie Sauber- und Hangwasser: Menge, Qualität, Herkunft. Abklären eines möglichen Einflusses der Deponie auf die Qualität dieser Wässer.

B4 Deponiekörper

B41 Temperatur Deponiekörper

Sind aus der Abfallzusammensetzung chemische Reaktionen und/oder höhere Temperaturen im Deponiekörper zu erwarten / beobachtbar?

B42 Setzungen / Sackungen

Wahrscheinlichkeit von Setzungen / Sackungen: Homogenität der Ablagerung sowie Verdichtungsgrad.

B43 Setzungsmessungen

Werden Setzungsmessungen durchgeführt, Resultate ausgewertet? → *Resultate bereitstellen!*

B44 Standsicherheitsberechnungen

Standsicherheitsberechnungen vorhanden und nachgeführt, Hangwasserzutritt berücksichtigt?

B45 Böschungsneigungen

B46 Wasserstauhorizonte

Wurden / werden Wasserstauhorizonte beobachtet? Ist ein Potential vorhanden?

B47 Stabilität Deponiekörper

Verschiebung des Deponiekörpers: Geodätische oder Inklinometermessungen durchgeführt? → *Resultate bereitstellen!*

B5 Kompartiment-Trennung

B51 Kompartiment-Trennung

Ist eine Kompartiment-Trennung vorhanden? Wurde die Trennung vertikal, horizontal oder schief realisiert?

B52 Horizontale Trennung: Qualität der Abfallschichten

Qualität der oberen und der unteren Abfallschicht.

Antwort, Dokumenta-
tion, Referenz offene Fragen,
fehlende Unterlagen

B53 Schiefe / horizontale Trennung: Setzungsverhalten

Setzungsverhalten, insbesondere auch im Falle von übereinander geschichteten Kompartimenten (gleiches Setzungsverhalten?)

B54 Trennschichten

Aufbau und Qualität der Trennschichten

B6 Basisdrainage

B61 Basis- und Flankenentwässerung, Aufbau

konstruktiver Aufbau der Basis- und Flankenentwässerung inkl. Material und Rohrdurchmesser

B62 Leitungen

Sammelleitungen spül- und einsehbar? Auf der gesamten Länge? Intervall des Leitungsunterhalts

B7 Schachtbauwerke

B71 Begehbare Schrägschächte und Stollen, unterirdische Kammern

Schutzmassnahmen vor Kontakt mit Sickerwasser; Qualitätskontrollen Baustoffe, Zustandskontrolle; Qualität Zuleitungen Sickerwasser, Siphonierung der Zuleitungen

B72 Begehbare Vertikalschächte

Würdigung der Problematik des Durchstanzens der Abdichtung; Schutzmassnahmen vor Kontakt mit Sickerwasser; Qualitätskontrollen Baustoffe, Zustandskontrollen

B8 Basis- und Flankenabdichtung

B81 Konstruktiver Aufbau

Technische Kriterien nach Anforderungen TVA und Norm sia 203 [18]

B82 Kontrollen

Kontrolle des Einbaus und der Wirksamkeit

B83 Durchdringung Abdichtung

Durchdringung der Abdichtung von Bauwerken wie Schächten, Gasbrunnen und Leitungen

B84 Kompartimentsübergänge

Konstruktive Berücksichtigung von Kompartimentsübergängen von weichem auf steifen Untergrund

B9 Deponiegas

B91 Deponiegasproduktion

Wird Deponiegas produziert? Falls ja: Mengen, Zusammensetzung. Ist ein Potential für Deponiegasbildung vorhanden?

B92 Aktive Entgasung

Ist aktive Entgasung notwendig? Wenn ja Zusammensetzung, Konzentration, Fracht, Trends und Prognosen, Behandlung.

B93 Gasaustritte

Werden Gasaustritte beobachtet? Erfolgt Monitoring (Zusammensetzung, Konzentration, Fracht, Trends, Situationspläne Austritte)?

B94 Explosionsschutz

Zoneneinteilung; Massnahmenplan.

B10 Oberflächenabschluss

B101 Rekultivierung

Vorgesehene Mächtigkeit der Rekultivierungsschicht (falls eine Oberflächenabdichtung nötig ist)

B102 Bewuchs

Wird Erosionsrisiko durch Bewuchs der Oberfläche und entsprechender Neigung eliminiert?

B103 Entwässerung Oberflächenabdeckung, Hangneigung

Neigungswinkel der Abdichtung; Aufbau und Neigung der Oberflächenentwässerung so, dass Wasser gefasst und/oder Austrocknung der Dichtungsschicht verhindert wird; Einbau von Drainagerohren, Zustand der Rohre.

B104 Oberflächenabdichtung (in der Regel nicht für Deponien des Typs B)

- Konvektionsdichte Oberflächenabdichtung, sofern wegen Abfallsammensetzung, Sickerwasser- oder Standorteigenschaften notwendig.
- Geotechnische Tondichtungsbahn (GTD): Anzahl Lagen, Auflast.
- Mineralische Abdichtung: Aufbau, Durchlässigkeit, Mächtigkeit, Anzahl Lagen.
- Mächtigkeit und Durchlässigkeit der Infiltrationsbremse.
- Wasserhaushaltsschicht

B105 Übergänge

Sind die Übergänge von einem Kompartiment zum anderen sowie auf das gewachsene Terrain konstruktiv berücksichtigt?

B11 Untergrund: ungesättigte Zone
B111 Mächtigkeit der ungesättigten Zone

Mächtigkeit des ungesättigten Bereichs, Abstand Deponiesohle zum langjährigen maximalen GW-Spiegel.

B112 Lithologie der ungesättigten Zone

geologische Klassierung und Permeabilität (k-Wert); Anforderungen an natürliche geologische Barriere gemäss Anhang 5 Ziff. 12 TVA rev.

B113 Setzungsempfindlichkeit des Untergrunds
B12 Schutzgut Grundwasser, Trinkwasser-Fassungen
B121 Nutzbares Grundwasser

Ist nutzbares Grundwasser am Standort vorhanden? Falls ja: Abständen von der Deponiesohle zu den nutzbaren Grundwasservorkommen. Entfernungen zu weiteren nutzbaren Grundwasservorkommen lateral und im Abstrom des Standorts.

B122 Grundwasser-Überwachung

Falls nutzbare Grundwasservorkommen vorhanden sind: Überwachungspegel im Zu- und Abstrom des Standortes vorhanden? Information zu Anzahl Pegeln, Zustand der Pegel, Filterstrecken (überwachte Schicht im Aquifer), Unterhalt.

B123 Erfasste Parameter

Welche Parameter (anorganische und organische Schadstoffe, Feldparameter, geochemische Parameter) werden regelmässig oder unregelmässig erfasst?

B124 Qualität der Probenahmen und Analysen

Qualitätsbeurteilung der Grundwasser-Probenahme: Informationen bezüglich Probenahme-Techniken, Messmethoden und Bestimmungsgrenzen; Vorgehen gemäss BAFU-Vollzugshilfen Analysenmethoden [7] Grundwasser-Probenahme [10]

B125 Resultate der Grundwasserüberwachung

→ Rohdaten und ausgewertete Daten bereitstellen!

B126 Trinkwasser-Fassungen

Sind in der Umgebung des Standortes Trinkwasserfassungen vorhanden? Entfernung vom Standort?

B13 Schutzgut Oberflächengewässer
B131 Schutz von Oberflächengewässern allgemein

Abstand zu Oberflächengewässern; Gefährdung durch diffuse Einleitung von Sickerwasser; Gefährdung durch erodierten Abfall (Oberflächenabfluss, Hangrutsch, Winderosion).

B132 Schutz von Fliessgewässern

Abstand der Deponie zu Fliessgewässern; Im Falle von Sickerwasser-Einleitungen in ein Oberflächengewässer: Abflussmenge des Fliessgewässers, Q347 des Fliessgewässers; Hintergrundbelastung und allgemeiner Zustand des Fliessgewässers.

	Antwort, Dokumentation, Referenz	offene Fragen, fehlende Unterlagen
--	----------------------------------	------------------------------------

B133 Schutz von stehenden Gewässern

Abstand zu stehenden Gewässern; Volumen und Aufenthaltszeit des Wassers in stehenden Gewässern (Austauschrate); Hintergrundbelastung und allgemeiner Zustand des Oberflächengewässers.

B14 Schutzgut Boden
B141 Landwirtschaftliche Nutzflächen: Rekultivierung

Aktuelle oder zukünftige Beeinträchtigung der Rekultivierung der Deponieabdeckung; heutiger Zustand Vegetation (z.B. Vegetationsschäden durch Gasaustritte, Nässe, Trockenheit o.ä.)

B142 Landwirtschaftliche Nutzflächen: Umgebung Deponie

Aktuelle und zukünftige Beeinträchtigung von landwirtschaftlichen Flächen in der Umgebung der Deponie (z.B. Beeinträchtigung durch Störung des Wasserhaushaltes durch Oberflächenabfluss, Windverwehungen o.ä.)

Anhang 2: Deponiemonitoring: Analysenparameter

Sickerwasser	Grundwasser
Feldparameter	
pH	pH
Leitfähigkeit	Leitfähigkeit
Redox-Potenzial	Redox-Potenzial
Sauerstoff	Sauerstoff
Sickerwassermenge	Grundwasserspiegel
Trübung	Trübung*)
Temperatur	Temperatur
Summenparameter	
DOC (gelöster organischer Kohlenstoff)	DOC (gelöster organischer Kohlenstoff)
BSB5 (biologischer Sauerstoffbedarf)	
CSB (chemischer Sauerstoffbedarf)	
Anorganische Schadstoffe	
Ammonium	Ammonium
Bor	Bor
Nitrit	Nitrit
Nitrat	Nitrat
Chlorid	Chlorid
Sulfat	Sulfat
Fe ^{II} / Fe ^{III}	Fe ^{II} / Fe ^{III}
Mn ^{II}	Mn ^{II}
Metalle	Metalle
Cr ^{VI} gelöst / gesamt	Cr ^{VI} gelöst / gesamt
Cyanid (frei)	Cyanid (frei) **)
Phosphat ***)	
Organische Schadstoffe	
LCKW	LCKW **)
BTEX	BTEX **)
KW C ₅ -C ₁₀	KW C ₅ -C ₁₀ **)
KW C ₁₀ -C ₄₀	PAK **)
PAK	PCB **)
PCB	Phenole **)
Phenole ****)	
Weitere mögliche Parameter im Sinne des Gewässerschutzes	
ökotoxikologische Effekte	ökotoxikologische Effekte
PFOS, Bisphenol A, Phtalate	PFOS, Bisphenol A, Phtalate
Alkylphenole (z.B. Nonylphenol)	Alkylphenole (z.B. Nonylphenol)

*) Bei trüben Wasserproben darf durch die Filtration kein Schadstoffverlust auftreten. Bei trüben Proben (Trübung > 5 FNU) ist daher zusätzlich der Gesamtgehalt einer unfiltrierten Probe zu bestimmen.

**) Anfangsbeprobung sowie Stichproben, eine regelmässige Beprobung ist nur nötig, falls der Parameter im Sickerwasser nachgewiesen wird

***) Nur bei Einleitungen in stehende Gewässer

****) Phenole: Die Konzentration von Alkylphenol ist zu bestimmen

Anhang 3: Grobprüfung, Ausschlusskriterien

	Antwort	Bemerkungen, Referenz
C Ausschlusskriterien		
C1 Abfallinventar		
C11 Dokumentation der Abfallqualität: Ist die Qualität und Quantität der eingelagerten Abfälle lückenlos dokumentiert, d.h. sind für mehr als 80% der eingelagerten Volumina fundierte Informationen vorhanden?	☐ ja ☐ nein	
C12 Brennbare und/oder abbaubare Abfälle: Wurden weniger als 5% brennbare und/oder abbaubare Abfälle eingelagert?	☐ ja ☐ nein	
C13 Industrie-/Gewerbeabfälle, Sonderabfälle, andere kontrollpflichtige Abfälle: Sind weder - Abfälle aus regionalen Industrien / Gewerbe, deren Qualität unbekannt ist, noch - Sonderabfälle oder kontrollpflichtige Abfälle (Klassierung "S" und "ak") gemäss VeVA / LVA abgelagert worden? Wenn nein, welche?	☐ ja ☐ nein	
C2 Standsicherheit der Böschung:		
C21 Ist die Standsicherheit der Böschung geotechnisch nachgewiesen und kann das Abrutschen von Abfällen mit Sicherheit ausgeschlossen werden?	☐ ja ☐ nein	
C3 Wasserhaushalt		
C31 Eindringen von Hangwasser: ↓ Kann das Eindringen von Hangwasser in den Deponiekörper ausgeschlossen werden?	☐ ja ☐ nein	
C32 Überschwemmungen: ↓ Kann eine Überschwemmung der Deponie durch Oberflächengewässer ausgeschlossen werden?	☐ ja ☐ nein	
C33 Stauhorizonte oder Einstau im Deponiekörper: ↓ Stauhorizonte oder Einstau im Deponiekörper sind nicht beobachtet worden und sind auch nicht zu erwarten.	☐ ja ☐ nein	
nein ↓ ? Sind verschiedene Kompartimente vorhanden?		
ja ↓ C4 Entwässerung von Kompartimenten: Werden die Kompartimente separat entwässert und können diese separat beprobt werden?	☐ ja ☐ nein	
↓ C5 Gewässerschutz:		
C51 Liegt die Deponie ausserhalb eines Gewässerschutzbereichs A _U und/oder Zuströmbereichs Z _U ?	☐ ja ☐ nein	
C52 Die Deponie tangiert keinen Gewässerschutzbereich A _O .	☐ ja ☐ nein	
C53 Liegt die Deponie ausserhalb eines Karstgebiets sowie nicht über stark geklüftetem Fels?	☐ ja ☐ nein	
C6 Grundwassernutzungen:		
C61 Falls nutzbare Grundwasser-Vorkommen im Abstrom vorhanden sind: Wird Grundwasser im Abstrom überwacht?	☐ ja ☐ nein	
C62 Sind weder Grundwasser noch Quellen durch Schadstoffe beeinflusst, welche von der Deponie stammen (vgl. Erläuterungen in [12])?	☐ ja ☐ nein	
Zwischenresultat: Anzahl Antworten „nein“ C11 bis C62:		

Antwort Bemerkungen,
Referenz

nein ☐ ? Zwischenresultat ≥ 1 ?

ja ☐

C7 Basis- und Flankenabdichtung

C71 Ist eine nach den Qualitätsstandards der TVA und der Norm sia 203 [18] konstruiert Basis- und Flankenabdichtung vorhanden? ☐ ja ☐ nein

ja ☐ ? Handelt es sich um eine Deponie des Typs B (=Inertstoffdeponie)?

nein ☐

C8 Abfallinventar

C81 Abfallablagerung nach 1990:
Wurden Abfälle ausschliesslich nach 1990 eingelagert? ☐ ja ☐ nein

C82 Vermischte Ablagerung:
Kann ausgeschlossen werden, dass in Monokompartimenten unterschiedliche Reaktorstoffe abgelagert wurden? ☐ ja ☐ nein

nein ☐ ? Sind verschiedene Kompartimente vorhanden?

ja ☐

C9 Trennung der Kompartimente:
Sind die Kompartimente mit Abfällen unterschiedlicher Qualität getrennt und sind diese Kompartimente auch hydraulisch getrennt? ☐ ja ☐ nein

C10 Entwässerung:

C101 Sickerwasserbelastung:
Erfüllen die Konzentrationen der relevanten Verbindungen im Sickerwasser die definierten Qualitätsanforderungen gemäss Vollzugshilfe [5]? *) ☐ ja ☐ nein

C102 Basisdrainage:
Ist eine Basisdrainage vorhanden? ☐ ja ☐ nein

C103 Aufbau der Basisdrainage:
Existiert eine durchlässige Entwässerungsschicht an Basis und Flanken, Mächtigkeit an der Basis ≥ 30 cm; Mächtigkeit innen ≥ 20 cm, HDPE? ☐ ja ☐ nein

C104 Entwässerung im freien Gefälle:
Erfolgt die Ableitung des Sickerwasser im freien Gefälle bis zur Vorflut/ARA? Weisen Entwässerungsschicht und Entwässerungsleitungen langfristig ein Gefälle $\geq 2\%$ auf? ☐ ja ☐ nein

Schlussresultat: Anzahl Antworten „nein“ C11 bis C104:

Auswertung (vgl. Abschnitt 3.3, Seite 133):

Schlussresultat = 0	→ weiter zu den Kriterien der Grobprüfung in Anhang 4.
Schlussresultat ≥ 1	- Deponie eventuell nicht oder nur mit Auflagen bewilligungsfähig, da konkrete Hinweise auf heutige oder spätere schädliche oder lästige Umwelteinwirkungen vorliegen → Detailprüfung
oder	- Deponie nicht bewilligungsfähig, da umfangreiche Hinweise auf heutige oder spätere schädliche oder lästige Umwelteinwirkungen vorliegen → kann in der Detailprüfung weiter geprüft werden

*) Ammonium, Nitrit und die wenig toxischen Stoffe Chlorid und Sulfat müssen bei den Ausschlusskriterien (Kriterium C101) nicht zwingend berücksichtigt werden. Eine vertiefte Diskussion erfolgt in der anschliessenden Grobprüfung (Anhang 4, Kriterien D35 und D125) (vgl. Abschnitt 4.4, Seite 2222).

Anhang 4: Grobprüfung, Kriterien

Erläuterung - Abhängigkeiten zwischen Kriterien

Die nachfolgenden Kriterien für die vollständige Grobprüfung können jeweils „grün“ oder „gelb“ bewertet werden. aus einem mit „gelb“ beurteilten Kriterium muss nicht zwingend eine Gefährdung von Schutzgütern nach Abschluss der Nachsorge resultieren, eine Detailprüfung ist nicht zwingend notwendig.

Jedes Kriterium mit einer Bewertung „gelb“ kann in Kombination mit „grün“ bewerteten Kriterien diskutiert werden. Kann eine Beurteilung „gelb“ nicht plausibel durch andere Kriterien entschärft werden bzw. kann eine Gefährdung nach Abschluss der Nachsorge nicht ausgeschlossen werden, ist eine Detailprüfung durchzuführen.

Die folgende Abbildung zeigt schematisch Abhängigkeiten von Kriterien auf:

	Kriterium 1	Kriterium 2	Kriterium 3	Kriterium 4	Kriterium 5	Kriterium 6	Kriterium 7	Kriterium ...	Kriterium n
Kriterium 1									
Kriterium 2				A					
Kriterium 3							B		
Kriterium 4		A							
Kriterium 5									
Kriterium 6							C		
Kriterium 7			B			C			
Kriterium ...									
Kriterium n									

Lesebeispiel: Zwischen den Kriterien 2 und 4 besteht die Abhängigkeit / Verknüpfung A. Die Bewertung „gelb“ des Kriteriums 4 kann durch die Bewertung „grün“ des Kriteriums 2 entschärft werden.

Im Anhang 4 wird darauf verzichtet, sämtliche Abhängigkeiten aufzuzeigen. Mögliche Abhängigkeiten sind durch den Gutachter für die als „gelb“ beurteilten Kriterien aufzuzeigen.

Nachfolgend werden einige Beispiele für abhängige Kriterien gezeigt:

- **Beispiel 1:** Eine nicht nach TVA bzw. Norm sia 203 [18] erstellte Basisabdichtung wird als problematisch beurteilt (Kriterium D81, Beurteilung „gelb“). Im unmittelbaren wie auch im weiteren Abstrom des Standortes ist kein nutzbares Grundwasser vorhanden (Kriterium D121, Beurteilung „grün“) → Gesamtbeurteilung „grün“.
- **Beispiel 2:** Das Sickerwasser wird nur jedes zweite Jahr und nicht wie verlangt mindestens einmal pro Jahr beprobt (Kriterium D31 : Beurteilung „gelb“). Die Belastungen des Sickerwassers liegen jedoch deutlich unterhalb der definierten Qualitätsanforderungen (Kriterium D35, Bewertung „grün“). → Gesamtbeurteilung „grün“.
- **Beispiel 3:** Die Böschungsneigungen der Deponie sind relativ steil (Kriterium D45 : Bewertung „gelb“). Die Deponie wird durch einen stabilen Abschluss-Damm gestützt und Inklinometer-Messungen zeigen keinerlei Änderungen in den Neigungswinkeln (Kriterium D47, „grün“) → Gesamtbeurteilung „grün“.

	Beurteilung „grün“	Beurteilung „gelb“
D Kriterien Grobprüfung		
D1 Abfallinventar		
D11 Informationsstand Inventar: Informationsstand bezüglich der in der Deponie abgelagerten Abfälle: Qualität, Quantität, Herkunft (vgl. Ausschlusskriterium C11)	Lückenlose Dokumentation	Qualität der Abfälle zu <20% nicht bekannt
D12 Schlacke: Wurde Schlacke für die Metallentfrachtung aufbereitet? (vgl. Vorprüfung, B12)	Ja	nein
D2 Wasserbilanz		
D21 Status Wasserbilanz: Ist eine Wasserbilanz für die Deponie vorhanden? (vgl. Vorprüfung, B21)	- Wasserbilanz vorhanden und - Wasserbilanz deckt sämtliche relevanten Prozesse ab und - Wasserbilanz ist plausibel.	- keine Wasserbilanz vorhanden oder - Wasserbilanz deckt nicht alle relevanten Prozesse ab oder - Wasserbilanz ist nicht plausibel.
D3 Sickerwasser (Rohsickerwasser, nicht behandelt)	<i>bei Deponien des Typs B, falls vorhanden</i>	
D31 Datenlage: Sind über eine längere Zeitspanne regelmässig Analysen in sämtlichen Kompartimenten durchgeführt worden?	- Zeitreihe vollständig und regelmässig, - Resultate verwertbar (≥ 1 Kampagne pro Jahr über die gesamte Betriebsdauer).	- Daten vorhanden, jedoch unvollständig (<1 Kampagne pro Jahr) oder - in unregelmässigen Zeitabständen.
D32 Mengenmessung Sickerwässer: Werden die Mengen aller Sickerwässer aus den Kompartimenten und die Gesamtmenge des Sickerwasseranfalls regelmässig gemessen?	Regelmässige Mengenmessungen	Unregelmässige oder keine Mengenmessungen
D33 Erfasste Parameter im Rohsickerwasser: Werden alle relevanten Parameter gemäss Anhang 2 erfasst?	ja	nein
D34 Qualität der Probenahme und Analysen: Werden die Anforderungen an die Probenahme und die Analytik gemäss Vollzugshilfe [7] erfüllt?	ja	nein
D35 Konzentrationen im Rohsickerwasser	Konzentrationen aller Parameter sind $\leq$ Qualitätsanforderungen [5]	Konzentration eines oder mehrerer Parameter $\geq$ Qualitätsanforderungen [5]
D36 Behandlung: Wird das Sickerwasser behandelt?	- Das Sickerwasser wird in die ARA eingeleitet und - die Einleitgrenzwerte der ARA in Oberflächengewässer bzw. die Einleitgrenzwerte des Sickerwassers in die öffentliche Kanalisation (GSchV) werden sicher eingehalten.	- Das Sickerwasser wird nicht behandelt oder - die ARA entspricht nicht dem Stand der Technik oder umfasst nur wenige Behandlungsschritte oder - die Einleitgrenzwerte der ARA in Oberflächengewässer bzw. die Einleitgrenzwerte des Sickerwassers in die öffentliche Kanalisation (GSchV) werden nicht sicher eingehalten.

	Beurteilung „grün“	Beurteilung „gelb“
D37 Andere gesammelte Wässer Sind in weiteren gesammelten Wässern wie Sauber- oder Hangwässern Deponieeinflüsse bemerkbar? Erfüllen diese Wässer die Einleitbedingungen der GSchV?	- Die Wässer zeigen keinen Deponieeinfluss und - die Einleitbedingungen der GSchV sind erfüllt.	- In den Wässern ist ein Deponieeinfluss bemerkbar (→ Abklärungsbedarf) oder - die Wässer erfüllen die Einleitbedingungen der GSchV nicht.
D4 Deponiekörper		
D41 Temperatur des Deponiekörpers: Sind aus der Abfallzusammensetzung chemische Reaktionen und/oder höhere Temperaturen im Deponiekörper zu erwarten / zu beobachten?	$T \leq 20^{\circ}\text{C}$	$T > 20^{\circ}\text{C}$
D42 Setzungen / Sackungen: Wie gross ist die Wahrscheinlichkeit von Setzungen / Sackungen?	Der Deponiekörper ist homogen und gut verdichtet: kein Gasbildungspotential.	Der Deponiekörper ist inhomogen und/oder ungenügend verdichtet: Gasbildungspotential.
D43 Setzungsmessungen: Werden Setzungsmessungen durchgeführt und die Resultate ausgewertet?	- Regelmässige Setzungsmessungen und Auswertungen und - gute, langjährige Datenlage.	- Keine verwertbaren Setzungsmessungen oder - Daten sind vorhanden, jedoch unvollständig oder in unregelmässigen Zeitabständen.
D44 Standsicherheitsberechnungen: Sind Standsicherheitsberechnungen vorhanden und nachgeführt? Ist Hangwasserzutritt berücksichtigt?	Standsicherheitsberechnungen sind vorhanden, langfristig ausgelegt und nachgeführt.	- Keine Standsicherheitsberechnungen vorhanden oder - Standsicherheitsberechnungen sind vorhanden, langfristig ausgelegt, jedoch nicht nachgeführt.
D45 Böschungen: Böschungsneigungen	$\leq 1:2.5 (\leq 22^{\circ})$	$> 1:2.5 (> 22^{\circ})$
D46 Wasserstauhorizonte: Sind Wasserstauhorizonte oder ein Einstau des Abfallkörpers beobachtbar oder zu erwarten?	Keine Stauhorizonte oder Einstau im Deponiekörper zu erwarten.	Stauhorizonte oder Einstau im Deponiekörper können nicht ausgeschlossen werden.
D47 Stabilität des Deponiekörpers, Verschiebung des Deponiekörpers: Sind geodätische oder Inklinometer-Messungen durchgeführt worden?	- Regelmässige Verschiebungsmessungen und Auswertungen und - gute langjährige Datenlage.	- Keine verwertbaren Verschiebungsmessungen oder - Daten sind vorhanden, jedoch unvollständig oder in unregelmässigen Zeitabständen.
D5 Kompartiment-Trennung	<i>nur bei Deponien mit verschiedenen Kompartimenten</i>	
D51 Vertikale Trennung der Kompartimente: Sind die Kompartimente mit Abfällen unterschiedlicher Qualität vertikal getrennt?	Ja	nein, horizontale oder schiefe Trennung
D52 Horizontale Trennung: Schichtqualität Qualität der oberen Abfallschicht	Das obere Kompartiment enthält nur Inertstoffe oder sauberen Aushub, (keine Schlacke, Reaktorstoffe o.ä.).	Das obere Kompartiment enthält nicht nur Inertstoffe und sauberen Aushub (auch Schlacke, Reaktorstoffe o.ä.).
D53 Schiefe / horizontale Trennung: Setzungsverhalten	Das obere und das untere Kompartiment weisen ein ähnliches Setzungsverhalten auf.	Das obere und das untere Kompartiment weisen ein unterschiedliches Setzungsverhalten auf.
D54 Trennschicht: Qualität und Aufbau der Trennschicht	Dichte mineralische Trennschicht.	- Dichte Trennschicht, jedoch nicht mineralisch oder - mineralische Trennschicht mit begrenzter Dichtigkeit.
D6 Basisdrainage	<i>bei Deponien des Typs B, falls vorhanden</i>	

	Beurteilung „grün“	Beurteilung „gelb“
D61 Basis- und Flankenentwässerung, Aufbau: Konstruktiver Aufbau der Basis- und Flankenentwässerung	• Durchlässige Entwässerungsschicht an der Basis und an den Flanken, • Mächtigkeit ≥ 30 cm an Basis, • Leitungen: $\varnothing$ innen ≥ 200 mm, • HDPE.	• Leitungen: $\varnothing$ innen < 200 mm, • PE, • Leitungsumhüllung mit Drainmaterial, • Aufstau langfristig möglich.
D62 Leitungen: Sammelleitungen spül- und einsehbar?	• Auf der gesamten Länge spülbar und • auf der gesamten Länge mit Kanalfernsehen einsehbar.	• Nicht auf der gesamten Länge spülbar oder • nicht auf der gesamten Länge mit Kanalfernsehen einsehbar.
Intervall für den Unterhalt der Leitungen	• Zeitreihe vollständig und regelmässig, • Resultate verwertbar (≥ 1 Kampagne pro Jahr über die gesamte Betriebsdauer).	• Keine verwertbaren Angaben zum Leitungsunterhalt oder • Daten vorhanden, jedoch unvollständig (< 1 Kampagne pro Jahr) oder • Leitungsunterhalt in unregelmässigen Zeitabständen.
D7 Schachtbauwerke	gilt nicht für Deponien des Typs B	
D71 Begehbare Schrägschächte und Stollen, unterirdische Kammern Allgemeiner Zustand	Die Konstruktion weist keine oder sehr geringe Mängel auf (keine Sickerwasserzutritte, Risse oder Abplatzungen).	Die Konstruktion weist erhebliche Mängel auf (Sickerwasserzutritte, Risse oder Abplatzungen).
Schutz vor Kontakt mit Sickerwasser	Oberflächenschutz Beton durch Anstriche, Beschichtungen, Kunststoffdichtungsbahn oder mineralischer Deckschichten vollumfänglich vorhanden.	Oberflächenschutz Beton nur teilweise oder gar nicht vorhanden.
Zustandskontrollen: Kontrolle der Baustoffe und der Ausführung	• Zustandskontrollen in regelmässigen Intervallen und • lückenlose Dokumentation während der gesamten Betriebsdauer.	• keine Zustandskontrollen oder • Zustandskontrollen werden sehr unregelmässig ausgeführt oder • Angaben zu Zustandskontrollen fehlen oder • Angaben zu Zustandskontrollen sind vorhanden, jedoch unvollständig.
Zuleitungen Sickerwasser siphoniert?	• Alle Zuleitungen sind siphoniert.	• Nicht alle Zuleitungen sind siphoniert oder • ungenügende Siphonlängen.
D72 Begehbare Vertikalschächte: Allgemeiner Zustand	Die Konstruktion weist keine oder sehr geringe Mängel auf (keine Sickerwasserzutritte, Risse oder Abplatzungen).	Die Konstruktion weist erhebliche Mängel auf (Sickerwasserzutritte, Risse oder Abplatzungen).
Schutz vor Kontakt mit Sickerwasser	• Oberflächenschutz Beton vollumfänglich vorhanden, oder • Ausführung in HDPE, GFK etc.	• Oberflächenschutz Beton nur teilweise oder gar nicht vorhanden.
Durchstanzen der Basisabdichtung	Durchstanzen wird konstruktiv verhindert über eine Fundation oder über eine Verstärkung der Basisabdichtung.	Durchstanzen kann nicht ausgeschlossen werden.

	Beurteilung „grün“	Beurteilung „gelb“
Zustandskontrollen	• Zustandskontrollen in regelmässigen Intervallen und • lückenlose Dokumentation während der gesamten Betriebsdauer.	• keine Zustandskontrollen oder • Zustandskontrollen werden sehr unregelmässig ausgeführt oder • Angaben zu Zustandskontrollen fehlen oder • Angaben zu Zustandskontrollen sind vorhanden, jedoch unvollständig.
D8 Basis- und Flankenabdichtung		
<i>bei Deponien des Typs B nur, falls vorhanden</i>		
D81 Konstruktiver Aufbau: Erfüllt die Konstruktion die technischen Anforderungen nach TVA und Norm sia 203 [18]?	Die Basisabdichtung ist technisch objektiv nach TVA und Norm sia 203 [18] erstellt worden.	Die Basisabdichtung entspricht nicht den Anforderung von TVA und Norm sia 203 [18]: • Foliendicke geringer oder • Mächtigkeit der mineralischen Abdichtung geringer oder • Durchlässigkeit grösser.
D82 Kontrollen: Wurde Wirksamkeit und Einbau kontrolliert und dokumentiert?	• Die Angaben zu Anforderungs- und Qualitätskontrollen sind vollständig vorhanden und • die Resultate zur Qualität sind verwertbar.	• Es wurden keine Anforderungs- und Qualitätskontrollen durchgeführt oder • die Angaben zu Anforderungs- und Qualitätskontrollen sind vorhanden, jedoch unvollständig oder • die Resultate zur Qualität sind nicht verwertbar.
D83 Durchdringungen der Abdichtung: Durchdringen Bauwerke (Schächte, Gasbrunnen, Leitungen etc.) die Abdichtung ?	• Keine vertikale Durchdringungen der Abdichtung vorhanden und • horizontale Durchdringungen sind speziell gesichert oder weisen ein Kontrollsystem auf.	• Vertikale Durchdringungen der Abdichtung sind vorhanden oder • Können langfristig nicht ausgeschlossen werden oder • horizontale Durchdringungen sind nicht speziell gesichert oder ohne Kontrollsystem.
D84 Kompartiments-Übergänge: Sind die Übergänge von einem Kompartiment zum andern bzw. von weichem auf steifen Untergrund konstruktiv berücksichtigt (Abscherdichtungen)?	• Übergänge weisen überlappende Kompartiment-Abdichtungen auf, sind verstärkt und kontinuierlich ausgebildet und • Randbereiche sind verstärkt und • Übergänge weich/steif sind kontinuierlich ausgebildet.	• Übergänge sind nur teilweise mit besonderer Sorgfalt konstruiert und ausgeführt worden.
D9 Deponiegas		
D91 Deponiegasproduktion: Wird Deponiegas produziert (Mehrphasenstadium)? Ist ein Potential für Deponiegasbildung vorhanden?	Nein, es wurden nur Inertstoffe abgelagert.	Ein Gasbildungspotential ist möglicherweise vorhanden.
D92 Aktive Entgasung: Ist aktive Entgasung notwendig?	$< 0.001 \text{ m}^3 \text{ CH}_4 / \text{m}^2 \text{ h}$	$> 0.001 \text{ m}^3 \text{ CH}_4 / \text{m}^2 \text{ h}$
D93 Gasaustritte: Werden Gasaustritte beobachtet? Erfolgt ein Monitoring?	Jährliche FID- Messungen an der Deponieoberfläche sind dokumentiert und ausgewertet (Gasbilanz).	FID-Messungen wurden unregelmässig durchgeführt oder werden nicht ausgewertet.
D94 Explosionsschutz: Zoneneinteilung, Massnahmenplan	Nachgeführter Zonen- und Massnahmenplan	Nicht nachgeführte Pläne oder unvollständige Pläne

	Beurteilung „grün“	Beurteilung „gelb“
D10 Oberflächenabschluss		
D101 Bewuchs: Wird Erosionsrisiko durch Bewuchs der Oberfläche und der Böschungen eliminiert? Sind Erosionen feststellbar?	• Ja und • keine Erosionen feststellbar.	• Nein oder • Erosionen feststellbar.
D102 Entwässerung der Oberflächenabdeckung zur Fassung des Oberflächenwassers und/oder zur Verhinderung der Austrocknung der Dichtungsschicht: Aufbau der Entwässerungsschicht Neigung der Entwässerungsschicht	• Entwässerungsschicht aus gut abgestuftem Kiessand oder Sand und • Drainagerohre eingelegt. Neigung $\geq 4\%$	• Ungeeignete Entwässerungsschicht oder • fehlende Drainagerohre. $2\% \leq \text{Neigung} < 4\%$
D103 Oberflächenabdichtung (gilt in der Regel nicht für Deponien des Typs B): Konvektionsdichte Oberflächenabdichtung (sofern wegen Abfallzusammensetzung, Sickerwasser- und Standorteigenschaften notwendig) Geotechnische Tondichtungsbahn (GTD) Mineralische Abdichtung Infiltrationsbremse Wasserhaushaltsschicht	Aus zwei Komponenten, z.B.: • KDB und 50 cm mineralische Abdichtung oder • KDB und Leckageortungssystem. Im flachen Bereich 2-lagig und Auflast über GTD $\geq 25 \text{ KN/m}^2$. • $\geq 50 \text{ cm}$, in 2 Lagen eingebaut und • $\text{max. } k \leq 10^{-9} \text{ m/s}$ und • Qualitätsanforderungen und Qualitätskontrolle nachgewiesen. $\geq 40 \text{ cm}$ mineralische Schicht in 2 Lagen eingebaut und $\text{max. } k \leq 10^{-7} \text{ m/s}$ und Qualitätsanforderungen und Qualitätskontrolle nachgewiesen. Wenn das Kompartiment nicht vor 1990 betrieben worden ist oder wenn Zusatzmassnahmen zur Reduktion der Schadstoffmenge vorgesehen / im Gange sind, kann eine Infiltrationsbremse ausreichend sein. • Gesamtdicke bei einer Nutzung als Kulturland $\geq 1.50 \text{ m}$ (optimal 2.0 m), bei einer Nutzung als Wald $\geq 2.0 \text{ m}$ (optimal 2.50 m) und • Feldkapazität bezogen auf die Gesamtdicke $\geq 220 \text{ mm}$. Falls an Stelle einer Komponente einer notwendigen Abdichtung eingesetzt, muss der Nachweis einer gleichwertigen Durchlässigkeit erbracht werden.	andere (s.u.) Im flachen Bereich 1-lagig oder Auflast über GTD $< 25 \text{ KN/m}^2$. • $\geq 40 \text{ cm}$, in 2 Lagen eingebaut oder • $\text{max. } k > 10^{-9} \text{ m/s}$ oder • Qualitätsanforderungen und Qualitätskontrolle lückenhaft. $\leq 35 \text{ cm}$ mineralische Schicht, in 2 Lagen eingebaut oder $\text{max. } k > 10^{-9} \text{ m/s}$ oder Qualitätsanforderungen und Qualitätskontrolle lückenhaft. Wenn das Kompartiment vor 1990 betrieben worden ist oder wenn keine Zusatzmassnahmen zur Reduktion der Schadstoffmenge vorgesehen sind, ist eine Infiltrationsbremse <i>nicht</i> ausreichend. • Die Mindestdicke wird unterschritten oder • der Nachweis der Gesamtdurchlässigkeit fehlt.
D104 Übergänge: Sind die Übergänge von einem Kompartiment zum andern sowie auf das gewachsene Terrain konstruktiv berücksichtigt?	ja	teilweise
D11 Untergrund (ungesättigte Zone)		

	Beurteilung „grün“	Beurteilung „gelb“
D111 Mächtigkeit der ungesättigten Zone: Mächtigkeit von der Deponiesohle bis zum langjährigen maximalen Grundwasserspiegel	Flurabstand ≥ 2 m	Flurabstand < 2 m
D112 Lithologie der ungesättigten Zone: Beurteilung der Lithologie der ungesättigten Zone nach den Anforderungen der TVA an eine natürliche geologische Barriere	Die Anforderung gemäss Anhang 5 Ziff. 12 TVA rev. werden erfüllt.	Die Anforderung gemäss Anhang 5 Ziff. 12 TVA rev. werden nicht erfüllt.
D113 Setzungsempfindlichkeit des Untergrunds: Beurteilung der Setzungsempfindlichkeit des natürlichen Untergrunds	Untergrund ist • Fels, • vorbelastete Moräne mit sehr geringer Setzungsneigung, • kein Karst.	Untergrund ist • unverfestigtes Lockergestein, • postglaziale Verlandungssedimente o.ä. mit relevanter Setzungsneigung oder • Karst.
D12 Schutzgut Grundwasser und Trinkwasserfassungen		
D121 Nutzbares Grundwasser (gilt nicht für Deponien des Typs B): Ist nutzbares Grundwasser am Standort vorhanden?	• kein nutzbares Grundwasser am Standort: Standort ausserhalb A_U, • falls die Deponie im Zustrom eines nutzbaren Grundwassers liegt: Mindestabstand zu A_U: ≥ 200 m, • falls die Deponie lateral zu einem nutzbaren Grundwasser liegt: Mindestabstand zu A_U: ≥ 50 m.	• Deponie liegt im Randbereich eines Gewässerschutzbereichs A_U, • falls die Deponie im Zustrom eines nutzbaren Grundwassers liegt: Mindestabstand zu A_U: < 200 m, • falls die Deponie lateral zu einem nutzbaren Grundwasser liegt: Mindestabstand zu A_U: < 50 m.
D122 Grundwasser-Überwachung: (falls nutzbares Grundwasser vorhanden ist): Sind Überwachungspiezometer im Zu- und im Abstrom des Standortes vorhanden? Erlaubt der Ausbau und der Zustand der Piezometer eine repräsentative Probenahme?	• mindestens 1 Piezometer im Zustrom, 3 Piezometer im Abstrom und • regelmässig Beprobung (≥ 1 Kampagne pro Jahr) und • repräsentative Probenahme gewährleistet.	• keine Grundwasser-Überwachung oder • ≤ 2 Piezometer im Abstrom oder • unregelmässige Beprobung (< 1 Kampagne pro Jahr) oder • repräsentative Probenahme nicht gewährleistet.
D123 Erfasste Parameter der Grundwasser-Überwachung: Werden alle relevanten Parameter gemäss Anhang 2 erfasst?	ja	nein
D124 Qualität der Probenahme und Analysen: Werden die Anforderungen an die Probenahme und die Analytik gemäss den Vollzugshilfen [7] und [10] erfüllt?	ja	nein
D125 Resultate der Grundwasser-Überwachung: Ist das Grundwasser durch den Betrieb der Deponie unzulässig belastet?	Die Qualitätsanforderungen gemäss Anhang 2 Ziff. 22 GSchV bzw. gemäss [12] werden im unmittelbaren Abstrom der Deponie eingehalten. Zunahme von Schadstoffkonzentrationen im Abstrom der Deponie (Δ Abstrom - Zustrom) 50% des Indikatorwertes Grundwasser gemäss [12]	Die Qualitätsanforderungen gemäss Anhang 2 Ziff. 22 GSchV bzw. gemäss [12] werden im unmittelbaren Abstrom der Deponie nicht eingehalten. Zunahme von Schadstoffkonzentrationen im Abstrom der Deponie (Δ Abstrom - Zustrom) 50% des Indikatorwertes Grundwasser gemäss [12]
D126 Trinkwasser-Fassungen: Sind im Abstrom des Standorts Trinkwasserfassungen vorhanden?	• Nein oder • Abstand zur Trinkwasserfassung im Abstrom $\geq 2'000$ m.	• Ja und • Abstand zur Trinkwasserfassung im Abstrom $< 2'000$ m.
D13 Schutzgut Oberflächengewässer		
D131 Oberflächengewässer: Abstand zu Oberflächengewässern	≥ 50 m	< 50 m

	Beurteilung „grün“	Beurteilung „gelb“
Gefährdung durch diffuse Einleitung von Sickerwässern und/oder durch erodierten Abfall (Erosion durch Oberflächenabfluss, Hangrutsch oder Wind)	Eine Gefährdung durch diffuse Einträge von Sickerwasser und durch erodierten Abfall kann ausgeschlossen werden.	Eine Gefährdung durch diffuse Einträge von Sickerwasser oder durch erodierten Abfall kann nicht ausgeschlossen werden.
D132 Einleitung in Fließgewässer: Sind nach einer Verdünnung des Sickerwassers mit dem Fließgewässer die Qualitätsanforderungen gemäss GSchV und [5] – unter Berücksichtigung der Hintergrundbelastung und ohne vorgängige Behandlung – bei der Abflussmenge Q_{347} erfüllt?	ja	nein
D133 Einleitung in stehende Oberflächengewässer: Sind die Qualitätsanforderungen gemäss GSchV und [5] – unter Berücksichtigung der Hintergrundbelastung, unter Berücksichtigung der Wasser-Austauschrate sowie ohne vorgängige Behandlung – erfüllt?	ja	nein
D14 Schutzgut Boden		
D141 Rekultivierung mit landwirtschaftlichen Nutzflächen: Wird die Rekultivierungsschicht durch die Deponie (Gasaustritte, mangelhafter Wasserhaushalt, etc.) beeinträchtigt oder ist eine solche zukünftig zu erwarten?	• Aktuell ist keine Beeinträchtigung zu beobachten und • zukünftig ist keine Beeinträchtigung zu erwarten.	• Eine Beeinträchtigung kann aktuell beobachtet werden oder • zukünftig ist eine Beeinträchtigung zu erwarten.
D142 Landwirtschaftliche Nutzflächen in der nahen Umgebung der Deponie: Werden landwirtschaftliche Nutzflächen in der nahen Umgebung der Deponie durch die Deponie negativ beeinflusst (z.B. Störung des Wasserhaushalt durch Oberflächenabfluss, Windverfrachtungen, etc.)?	• Aktuell ist keine Beeinträchtigung zu beobachten und • zukünftig ist keine Beeinträchtigung zu erwarten.	• Eine Beeinträchtigung kann aktuell beobachtet werden oder • zukünftig ist eine Beeinträchtigung zu erwarten.

Anhang 5: Grobprüfung, numerische Kriterien

Numerische Kriterien zu Anhang 3 (Ausschlusskriterien) und Anhang 4 (Kriterien Grobprüfung)

Parameter	Einheit	Sickerwasser		Grundwasser		Bemerkungen
		Ausschluss-kriterium (Anhang 3)	Kriterium Grobprüfung (Anhang 4)	Ausschluss-kriterium (Anhang 3) a)	Kriterium Grobprüfung (Anhang 4) a)	
Feldparameter						
pH	-	–	6.5 bis 9.0	–	b)	qualitative Beurteilung der Emissionen der Deponie Kontroll-Parameter Probenahme Kontroll-Parameter Probenahme
Leitfähigkeit	µS/cm	–	–	–	–	
Sickerwassermenge	l/s	–	–			
Grundwasserspiegel	m ü.M.			–	–	
ungelöste Stoffe, Trübung	FNU	c)	20 c)	c)	c)	
Temperatur	°C	–	≤ 30	–	–	
Sauerstoff-Zehrung						
DOC	mg C/l	–	45	–	1	BSB5 ≈ DOC × 0.65 zu bewerten bei der Einleitung in Oberflächengewässer d)
BSB5 (biologischer Sauerstoffbedarf)	mg O ₂ /l	–	30			
Redox-Parameter						
CSB (chemischer Sauerstoffbedarf)	mg O ₂ /l	–	–	–	–	Beurteilung der Sauerstoffzehrung und der Redox-Verhältn. Beurteilung der Redox-Verhältnisse bzw. deren Änderung Beurteilung der Redox-Verhältnisse bzw. deren Änderung
Redox-Potential	mV	–	–	–	–	
Fe ^{II} / Fe ^{III} , Mn ^{II}	mg/l	–	–	–	–	
Anionen und Kationen						
Ammonium e)	mg NH ₄ ⁺ /l	–	5	0.1	–	zu bewerten bei einer Einleitung in stehende Gewässer
Bor	mg B/l	10	0.5	0.1	–	
Nitrit e)	mg NO ₂ ⁻ /l	–	1	0.05	–	
Nitrat e)	mg NO ₃ ⁻ /l	–	250	–	13	
Chlorid	mg Cl ⁻ /l	–	2'500	–	20	
Sulfat e)	mg SO ₄ ²⁻ /l	–	2'500	–	20	
Phosphat	mg P/l	–	–	–	–	

Parameter	Einheit	Sickerwasser		Grundwasser		Bemerkungen
		Ausschluss- kriterium (Anhang 3)	Kriterium Grobprüfung (Anhang 4)	Ausschluss- kriterium (Anhang 3) a)	Kriterium Grobprüfung (Anhang 4) a)	
Cyanid (frei)	mg CN/l	0.5	0.1	0.005	–	
weitere Anionen / Kationen	mg/l	–	f)	–	g)	
Metalle						
Antimon	mg Sb/l	0.1	–	0.001	–	
Arsen	mg As/l	0.5	0.1	0.005	–	
Blei	mg Pb/l	0.5	–	0.005	–	
Cadmium	mg Cd/l	0.05	– l)	0.0005	–	
Chrom ^{III}	mg Cr/l	50	0.1	5	–	
Chrom ^{VI}	mg Cr ^{VI} /l	0.2	2	0.002	–	
Kobalt	mg Co/l	20	0.5	0.2	–	
Kupfer	mg Cu/l	15	0.5	0.15	–	
Nickel	mg Ni/l	7	2	0.07	–	
Quecksilber	mg Hg/l	0.01	0.002 m)	0.0001	–	
Zink	mg Zn/l	50	2	0.5	–	
Zinn	mg Sn/l	200	–	2	–	
Organische Schadstoffe						
LCKW	mg/l	h)	n)	i)	–	
BTEX	mg/l	h)	–	i)	–	
KW C ₅ -C ₁₀ j)	mg/l	20	o)	i)	–	
KW C ₁₀ -C ₄₀ j)	mg/l	–	o)			
PAK	mg/l	h)	–	i)	–	
PCB k)	mg/l	0.001	–	0.00001	–	
Phenole	mg/l	h)	–	i)	–	

- Kein numerisches Kriterium definiert
- a) Die Anforderungen beziehen sich auf die Zunahme der Konzentration im Grundwasser zwischen Zustrom und Abstrom der Deponie.
- b) Abweichung von 0.5 zum natürlichen Zustand.
- c) Bei trüben Wasserproben darf durch die Filtration kein Schadstoffverlust auftreten. Bei trüben Proben (Trübung > 5 FNU) ist daher zusätzlich der Gesamtgehalt einer unfiltrierten Probe zu bestimmen.
- d) Bei direkter Einleitung von Sickerwasser in Seen bzw. bei Einleitung in Seen via ARA sind P-Frachten unter Berücksichtigung des Wasseraustauschs des Sees sowie der Hintergrund-Belastung zu evaluieren.
- e) Ammonium, Nitrit, Nitrat und Sulfat (und Sulfide) sind Parameter der Redox-Reihe Nitrat ↔ Ammonium und Sulfat ↔ Sulfid. Die Verteilung dieser Parameter ist abhängig von den Redox-Bedingungen.
- f) zehnfacher Indikatorwert Grundwasserqualität gemäss [12].
- g) 50% Indikatorwert Grundwasserqualität gemäss [12].
- h) zehnfacher Konzentrationswert gemäss Anhang 1 AltV, gilt für jeden Einzelstoff.
- i) 10% Konzentrationswert gemäss Anhang 1 AltV, gilt für jeden Einzelstoff.
- j) Wasserlöslichkeit von Alkanen: Pentan C₅H₁₂: 40 mg/l, Hexan C₆H₁₂: 12 mg/l, Dekan C₁₀H₂₂: 0.05 mg/l.
- k) Σ Isomere 28, 52, 101, 138, 153, 180 multipliziert mit dem Faktor 4.3.
- l) Der Einleit-Grenzwert gemäss GSchV für Cd ist weniger streng als der zehnfache Konzentrationswert gemäss Anhang 1 AltV. Deshalb wurde kein Kriterium Grobprüfung festgelegt.
- m) Hergeleitet in Anlehnung an Anhang 2 Ziff. 12 GSchV und Verdünnungsfaktoren angewendet in Anhang 3.3 Ziff. 25 GSchV.
- n) Σ LCKW: 0.1 mg Cl/l.
- o) Σ C₅-C₄₀: 10 mg/l.

Grundlagen

Anforderungen an die Qualität von Grundwasser:

- . Konzentrationswerte gemäss Altlasten-Verordnung (Anhang 1 AltV)
- . Indikatorwerte Grundwasser gemäss Wegleitung Grundwasserschutz [12]
- . Anforderungen an Grundwasser, das als Trinkwasser genutzt wird oder dafür vorgesehen ist (Anhang 2 Ziff. 22 GSchV)
- . Fremd- und Inhaltsstoff-Verordnung (FIV)

Einleitbedingungen in ein Oberflächengewässer:

- . Anforderungen an die Einleitung in ein Gewässer (Anhang 3.3 Ziff. 25 GSchV)
- . Anforderungen an die Einleitung von Deponiesickerwasser gemäss Vollzugshilfe [5]
- . Einleitbedingungen von in Anhang 3.3 Ziff. 25 GSchV und in [5] nicht erwähnten Verbindungen: 10-facher Konzentrationswert Wert gemäss Anhang 1 AltV (in Anlehnung an die AltV bzw. risikobasiert via Verdünnung im Gewässer)

Anforderungen an die Qualität von Oberflächengewässern:

- . Anforderungen an die Wasserqualität von Fließgewässern (Anhang 2 Ziff. 12 GSchV)
- . Modulstufenkonzept gemäss [3]
- . PNEC (Predicted No Effect Concentration)

Anhang 6: Detailprüfung – Erläuterungen

Abfall-Inventar

Für die Durchführung einer Emissionsprognose sind Informationen zu Qualität und Quantität der abgelagerten Abfälle notwendig (Schadstoffpotential). Bei Lücken müssen Annahmen getroffen werden. Aus Sickerwasser-Konzentrationen lassen sich u.U. sinnvolle Extrapolationen auf eine Feststoff-Konzentration durchführen.

Sind die Materialkategorien gemäss TVA (Inertstoffe, Rest- und Reaktorstoffe) getrennt abgelagert worden, können sich aufgrund der unterschiedlichen Zusammensetzung der Abfälle unterschiedliche Milieubedingungen (z.B. pH-Wert, Redox-Potential) in den entsprechenden Deponieteilen ausbilden. In diesem Fall können die Grenzwerte der TVA als Maximalkonzentrationen beigezogen werden.

Je nach Alter einer Deponie kann jedoch nicht von der in der TVA vorgesehenen Trennung der Abfälle ausgegangen werden. Es muss damit gerechnet werden, dass auch nicht-TVA-konform abgelagert wurde. In alten Deponien dürfte ein sehr heterogenes Abfallinventar anzutreffen sein.

Leitparameter

Die für die Detailprüfung massgebenden Leitparameter von Deponiesickerwässern sind in Anhang 2 zusammengestellt.

Bei Verdacht auf (ehemaliger) Gewerbe- und Industriebetriebe in der Umgebung der Deponie ist eine Erweiterung der Sickerwasser-Analytik im Rahmen der Detailprüfung zu prüfen.

Bei Siedlungs- wie auch bei Schlackedeponien sind Chlorid, Ammonium, AOX und TOC am prominentesten im Sickerwasser vertreten.

Technische Beurteilung der Systemkomponenten

Die technische Beurteilung der Systemkomponenten Oberflächenabdichtung, Basisabdichtung und Drainageleitungen liefert dem Gutachter Versagenswahrscheinlichkeiten. Ergänzende Messungen (z.B. Setzungsmessungen) oder Abklärungen (z.B. geotechnische Gutachten) können notwendig sein. Die folgenden Fälle sind möglich:

- . *Versagen der Oberflächenabdichtung → Erhöhung der Sickerwasser-Mengen,*
- . *Versagen der Basisabdichtung → Emissionen in den Untergrund und ggf. ins Grundwasser,*
- . *Versagen von Drainageleitungen → Emissionen in den Untergrund und ggf. ins Grundwasser*

Das für die Gefährdungsabschätzung wichtige Ergebnis aus der technischen Beurteilung der Systemkomponenten sind qualitative bzw. semi-quantitative Szenarien bezüglich der Sickerwasserbildung. Beispiele:

- . *der Sickerwasser-Anfall bleibt auf dem heutigem Niveau → Status Quo,*
- . *vollständiges Versagen der Systemkomponenten → Worst Case,*
- . *der Sickerwasser-Anfall erhöht sich um einen Faktor x gegenüber heute,*
- . *etc.*

Diese Szenarien werden in die Emissionsabschätzung übernommen. Die Anzahl der Szenarien soll beschränkt werden, um den Bewertungsaufwand im Rahmen zu halten.

Emissionsprognose

Modellierung der zukünftigen Entwicklung der Schadstoff-Frachten

Deponieinhalte können zum Teil noch nicht vollständig stabilisiert sein. Eine Infiltration von Meteorwasser in Bereiche, welche bis heute wenig Kontakt mit Meteorwasser hatten, kann Transformationsprozesse wie biologischen Abbau (pH Änderung) oder chemische Prozesse (Erschöpfung der Pufferkapazität durch Infiltration von saurem Regen, Auflösung von Sekundärphasen) beschleunigen. Ferner können Schadstoffe zukünftig emittiert werden, welche heute im Sickerwasser noch nicht festgestellt werden.

Das Ergebnis der Emissionsprognose ist eine Abschätzung der Entwicklung der Sickerwasserbelastung als Funktion der Zeit.

Zur Abschätzung der Konzentrationsentwicklung von Schadstoffen in Deponiesickerwässern können verschiedene Modelle angewendet werden. Falls längere Zeitreihen von Sickerwasser-Daten vorliegen, sollen die Modelle kalibriert werden.

Nicht alle verfügbaren Methoden sind für alle Schadstoffe bzw. in allen Situationen geeignet. Im Folgenden werden mögliche Situationen aufgezeigt, welche einer differenzierten Modellwahl bedürfen.

Sorptionsverhalten von Schadstoffen

Schadstoffe können sich stark in ihrem Sorptionsverhalten (und somit ihrem Eluatverhalten) unterscheiden, was die Wahl eines geeigneten Vorhersagetools beeinflusst:

- . *Nicht-sorbierende Verbindungen wie Chlorid oder Sulfat sorbieren kaum an das Abfallmaterial → relativ einfach modellierbar,*
- . *Organische Verbindungen sorbieren an das organische Material des Abfalls → modellierbar mit einem Tool wie TransSim*
- . *Metalle können abhängig vom pH ebenfalls an organisches Material wie auch an mineralische Oberflächen sorbieren → Die Modellierung ist anspruchsvoll; geochemisches Fachwissen ist erforderlich.*

Fixe/variable Systembedingungen

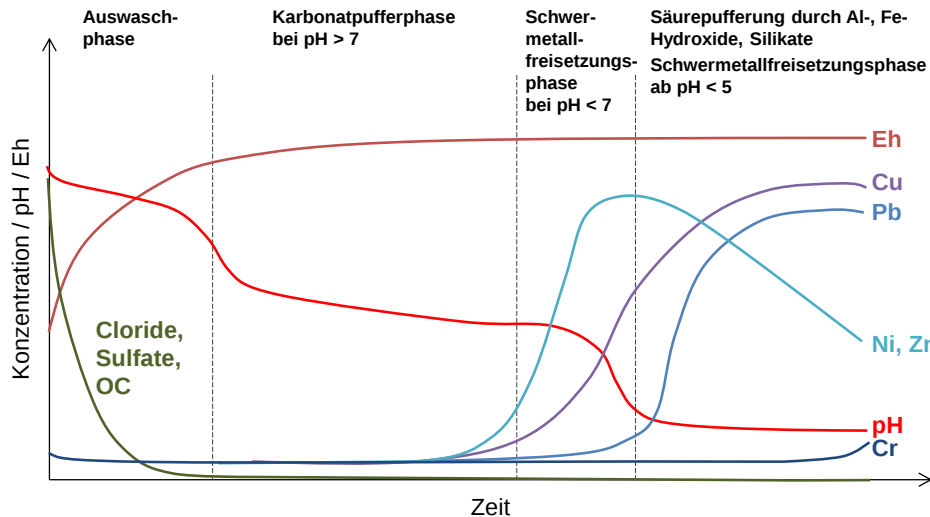
Im Fall von fixen Systembedingungen kann mit Trendextrapolationen gearbeitet werden (vgl. unten). Sind die Systembedingungen jedoch variabel, z.B. bei veränderten Freisetzungsmechanismen (Änderung des Sickerwasser-Anfalls, Wechsel zu aeroben Bedingungen, stark sinkender pH-Wert), sind alternative Modelle notwendig.

Trendextrapolationen

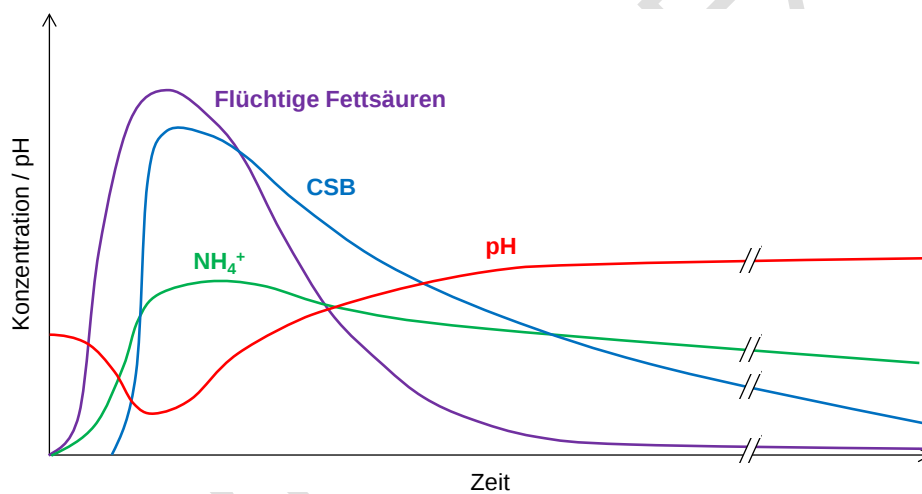
- . *Langzeitdatenreihe von Sickerwasseranalysen vorhanden:*
Falls Langzeitdaten der Sickerwasser-Überwachung vorhanden sind, können publizierte Fitmodelle für die Vorhersage der Qualität von Deponiesickerwässern angewendet werden. Solche Modelle sind für nicht-sorbierende Verbindungen anwendbar, für Schwermetalle jedoch nur bedingt. Die Anwendung wird schwierig, wenn sich der Sickerwasser-Anfall im Verlaufe der Zeit ändert.
- . *Kurzdatenreihe von Sickerwasseranalysen vorhanden:*
Die Sickerwasser-Konzentration entspricht in diesem Fall einem In-Situ Eluat der vom Sickerwasser durchströmten Abfälle. Mit einem virtuellen Eluattests lässt sich das Restschadstoffpotential grob abschätzen. Daraus kann mit geeigneten Modellen (z.B. TransSim) die zukünftige Entwicklung der Schadstoff-Belastung im Sickerwasser modelliert werden.
- . *Keine Sickerwasseranalysen vorhanden:*
In diesem Fall ist das Schadstoffpotential im Deponiekörper basierend auf dem Abfallinventar grob abzuschätzen (z.B. Schadstoff-Belastung = maximal nach TVA erlaubte

Feststoffkonzentration). Grundsätzlich ist jedoch auch eine ergänzende Messkampagne zu prüfen.

Die nachfolgenden Abbildungen zeigen schematisch die Entwicklung der Schadstoff-Belastung im Sickerwasser von Deponien des Typs D (Schlackendeponien) und E (Reaktordeponien).



Zeitliche Schadstoff-Entwicklung im Sickerwasser von Deponien des Typs D (=Schlackedeponien), nach [14].



Zeitliche Schadstoff-Entwicklung im Sickerwasser von Deponien des Typs E (=Reaktordeponien), nach [15].

Präferenzielle Fließwege

In Deponiekörpern bilden sich ausgeprägte präferenzielle Fließwege aus. Beim Versagen einer Abdeckung können daher Zonen im Deponiekörper, welche bisher wenig durchströmt wurden, stärker erreicht werden, was eine Erhöhung der Schadstoff-Mobilisierung zur Folge haben kann. Dieser Aspekt ist in der Emissionsmodellierung zu berücksichtigen.

Havarieszenarien

Falls die Deponie in einem Überschwemmungsgebiet liegt, sind diesbezüglich Havarieszenarien zu betrachten.

In seltenen Fällen kann die Deponiesohle bei Grundwasserhochstand eingestaut werden. Auch in diesem Fall sind entsprechende Havarieszenarien zu betrachten (vgl. Grobprüfung, Kriterium D111).

Definition der Schutzgüter bezüglich Schadstofftransport

Oberflächengewässer und Grundwasser stellen in der Regel bezüglich Deponie-Emissionen die relevanten Schutzgüter dar. Staubemissionen und gasförmige Emissionen können v.a. im Bereich von Siedlungen relevant sein. Nach [17] ist die Luft als Schutzgut weniger relevant, da nach einer Nachsorgezeit von 50 Jahren nur noch mit untergeordneten Gasemissionen zu rechnen ist. Boden ist bei Havarien sowie Rutschungen des Deponiekörpers als Schutzgut relevant. Staubemissionen sind speziell zu betrachten.

Die betroffenen Schutzgüter sind in diesem Schritt genauer zu charakterisieren.

Modellierung des Schadstofftransports zum Schutzgut

Schadstoffe können durch verschiedene Prozesse ins Schutzgut gelangen. Dazu sind vom Gutachter verschiedene Szenarien zu erstellen:

- . *Infiltration von Sickerwasser ins Grundwasser direkt am Standort,*
- . *Infiltration von Sickerwasser bei Ausfall (Undichtigkeit) der Leitungen zum Vorfluter oder die Kläranlage,*
- . *Einleitung von Sickerwasser in ein Vorfluter (Annahme: nach Abschluss der Nachsorge ohne Klärung),*
- . *Überschwemmung des Deponiekörpers,*
- . *Abrutschen des Deponiekörpers in ein Oberflächengewässer,*
- . *etc.*

Die Emission von Schadstoffen via Sickerwasser ins Grundwasser dürfte in vielen Fällen der relevanteste Prozess sein. Mit dem für die Sickerwasserprognose entwickelten Simulationsmodell TransSim [6] kann der Transport von Schadstoffen durch die ungesättigte Zone wie auch der Transport im Grundwasser modelliert werden. Für Schwermetalle ist TransSim jedoch nur beschränkt geeignet.

Der Transport von Sickerwasser zum Schutzgut wird durch Sorptions-, Abbau- und Verdünnungsprozesse beeinflusst: Die Schadstoff-Konzentrationen werden beim Transport zu den Schutzgütern durch Natural Attenuation Prozesse wie Sorption oder biologischen Abbau reduziert. Wie stark diese Prozesse die Schadstoff-Belastung verringern, hängt entscheidend von den Standort-Faktoren ab. Mitunter kann der ungesättigte Bereich direkt unterhalb der Deponie eine Pufferkapazität bezüglich Schadstoffen aufweisen und es kann sich ein effizienter biologischer Abbau im ungesättigten wie im gesättigten Bereich etablieren. Die Sorption kann durch geeignete Modelle quantifiziert werden; die biologische Abbaukapazität kann lediglich basierend auf Messdaten vom Standort approximiert werden.

Einstufung der Gefährdung

In der Einstufung der Gefährdung werden die prognostizierten Konzentrationen in den Schutzgütern mit den tolerierbaren Konzentrationen verglichen. Denkbar ist auch, dass von den tolerierbaren Konzentrationen in den Schutzgütern auf maximal mögliche Konzentrationen im Sickerwasser rückgerechnet wird.

In den Gewässern gelten die Anforderungen insbesondere der GSchV. Für Schadstoffe ohne Grenzwerte sind vom Gutachter solche Werte herzuleiten ([8]).

Anhang 7: Ausgangsinformationen für die Gefährdungsabschätzung

Vorprüfung

- Standortinformationen und Angaben zur Deponie und zum Deponiebetrieb gemäss Checkliste Anhang 1 in Tabellenform, Hinweis auf offene Fragen und / oder fehlende Unterlagen,
- Kurzbeurteilung des Prüfungsergebnisses durch den Gutachter: Vorliegen eines unkritischen Falls gemäss den Kriterien in Abschnitt 3.2,
- Empfehlung des Gutachters an die kantonale Fachstelle zum weiteren Vorgehen.

Grobprüfung

- Standortinformationen und Angaben zur Deponie und zum Deponiebetrieb gemäss Checkliste Anhang 1 in Tabellenform, Hinweis auf offene Fragen und / oder fehlende Unterlagen,
- Angaben zu den Ausschlusskriterien gemäss Checkliste Anhang 3 in Tabellenform,
- Angaben zu den Kriterien der vollständigen Grobprüfung gemäss Checkliste Anhang 4 in Tabellenform,
- ggf. Diskussion von Abhängigkeiten von Kriterien der vollständigen Grobprüfung gemäss Erläuterung zu Anhang 4,
- Kurzbeurteilung des Prüfungsergebnisses durch den Gutachter: Bewilligungsfähigkeit der Deponie gemäss den Kriterien in Abschnitt 3.3 und Anhang 4,
- Empfehlung des Gutachters an die kantonale Fachstelle zum weiteren Vorgehen.

Detailprüfung

Der Gutachter erstellt einen **umfassenden Bericht zur Gefährdungsabschätzung** im Rahmen der Detailprüfung gemäss Abschnitt 3.4. Der Bericht orientiert sich am nachfolgenden Standard-Inhaltsverzeichnis, welches entsprechend den Besonderheiten des Einzelfalls ergänzt werden kann.

E Standard-Inhaltsverzeichnis Detailprüfung	
E1 Einleitung	
E11 Auftrag, Zielsetzung	
E12 Standortinformationen, Angaben zur Deponie	Zusammenfassung der Angaben gemäss Checkliste Anhang 1 in Tabellenform
E2 Schadstoffpotenzial	
E21 Abfallinventar	Informationsstand Inventar, abgelagerte Abfälle
E22 Beurteilung des Schadstoffpotenzials	aktueller Stand, weitere Entwicklung
E3 Technische Beurteilung der Systemkomponenten	
E31 Deponiekörper	Temperatur des Deponiekörpers, Setzungsmessungen, geodätische Messungen, Inklinometer-Messungen, Standsicherheitsberechnungen, Setzungsempfindlichkeit des Untergrunds
E32 Beurteilung der Stabilität des Deponiekörpers	Beurteilung der Wahrscheinlichkeit von weiteren Setzungen / Sackungen / Veränderungen des Deponiekörpers
E33 Basisdrainage (bei Deponien des Typs B: falls vorhanden)	Basis- und Flankenentwässerung, Leitungen: Beurteilung der Versagenswahrscheinlichkeiten

E34 Basis- und Flankenabdichtung (bei Deponien des Typs B: falls vorhanden)	Konstruktiver Aufbau, Kontrollen, Durchdringungen der Abdichtung, Kompartiments-Übergänge: Beurteilung der Versagenswahrscheinlichkeiten
E35 Deponiegas	Deponiegasproduktion, Gasaustritte, ggf. aktive Entgasung: Prognose der weiteren Entwicklung
E36 Oberflächenabschluss	Bewuchs, Entwässerung der Oberflächenabdichtung, Übergänge: Beurteilung der Versagenswahrscheinlichkeiten
ggf. Darstellung der Versagenswahrscheinlichkeiten / Prognosen der Abschnitte E31 bis E36 in verschiedenen Szenarien (Status Quo, Worst Case, Best Case, ...)	
E4 Emissionsprognose Sickerwasser	
E41 Datengrundlagen	Zusammenstellung der bisherigen Sickerwasseranalysen, Beurteilung der Datenqualität
E42 Modellierung	Modellwahl, Kalibrierung des Modells, Modellierung der Schadstoffentwicklung im Sickerwasser, Trendextrapolation
E43 Prognose der weiteren Entwicklung der Schadstoffkonzentrationen im Sickerwasser	Diskussion der Resultate der Modellierung
E5 Schadstofftransport Umgebung	
E51 Datengrundlagen	Zusammenstellung der bisherigen Grundwasser- und Oberflächenwasseranalysen, Beurteilung der Datenqualität
E52 Modellierung	Transport-Modell, Natural Attenuation Prozesse: Modellwahl, Kalibrierung des Modells, Modellierung der Schadstoffentwicklung im Grundwasser oder im Oberflächenwasser, Trendextrapolation,
E53 Prognose der weiteren Entwicklung der Schadstoffkonzentrationen im Grundwasser oder Oberflächengewässer	Diskussion der Resultate der Modellierung
E6 Gefährdungsabschätzung Schutzgüter	
E61 Schutzgut Grundwasser	Vergleich der aktuellen und der prognostizierten Schadstoffkonzentrationen mit den zulässigen / tolerierbaren Schadstoffkonzentrationen
E62 Schutzgut Oberflächengewässer	
E63 Schutzgut Boden	
E7 Beurteilung	
E71 Zusammenfassende Beurteilung	Zusammenfassende Beurteilung der weiteren Entwicklung der schädlichen oder lästigen Einwirkungen auf die betroffenen Schutzgüter
E72 Betriebsbewilligung, Auflagen	Beurteilung der Bewilligungsfähigkeit des weiteren Deponiebetriebs durch den Gutachter
E73 Weiteres Vorgehen	Empfehlung des Gutachters an die kantonale Fachstelle zum weiteren Vorgehen
Beilagen zum Bericht	
Grundlagenverzeichnis	
Plangrundlagen zum Standort der Deponie	
ggf. Plangrundlagen zu Systemkomponenten	
ggf. Setzungsmessungen, geodätische Messungen, Inklinometer-Messungen, Gasmessungen (Zusammenstellung in Tabellenform, Ganglinien)	
vorhandene Sickerwasseranalysen (Zusammenstellung in Tabellenform, Ganglinien)	
vorhandene Grundwasseranalysen (Zusammenstellung in Tabellenform, Ganglinien)	
ggf. vorhandene Oberflächenwasseranalysen (Zusammenstellung in Tabellenform, Ganglinien)	