



**Kanton Zürich
Baudirektion
Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft**

Beurteilung des Schutz- gutes Luft gemäss Art. 11 Altlasten-Verordnung Vollzugshilfe für den Kanton Zürich

**Abfallwirtschaft und Betriebe
Altlasten
Oktober 2023**

Inhalt

1. Ausgangslage	3
2. Zweck	4
3. Beurteilung der Bedeutung des Schutzgutes Luft	4
4. Technische Untersuchung	7
5. Überwachung des Schutzgutes Luft	12
6. Sanierungsbedarf bezüglich Luft	13
7. Begriffe und Definitionen	16
8. Verwendete Unterlagen	17

1. Ausgangslage

Am 1. Mai 2017 trat die revidierte Altlasten-Verordnung (AltIV) in Kraft. Artikel 11 AltIV «Schutz vor Luftverunreinigungen» wurde um den Überwachungsbedarf erweitert:

«Art. 11 Schutz vor Luftverunreinigungen

¹ Ein belasteter Standort ist hinsichtlich des Schutzes von Personen vor Luftverunreinigungen überwachungsbedürftig, wenn seine Porenluft einen Konzentrationswert nach Anhang 2 überschreitet und die vom Standort ausgehenden Emissionen an Orte gelangen können, wo sich Personen regelmässig während längerer Zeit aufhalten können.

² Ein belasteter Standort ist hinsichtlich des Schutzes von Personen vor Luftverunreinigungen sanierungsbedürftig, wenn seine Porenluft einen Konzentrationswert nach Anhang 2 überschreitet und die vom Standort ausgehenden Emissionen an Orte gelangen, wo sich Personen regelmässig während längerer Zeit aufhalten können.»

Die beiden Absätze unterscheiden sich nur durch das Wort «können», das beim Überwachungsbedarf Verwendung findet, beim Sanierungsbedarf jedoch nicht. Beim Überwachungsbedarf wird nicht vorausgesetzt, dass die Immissionen bereits an Orten festgestellt wurden, wo sich Personen regelmässig während längerer Zeit aufhalten können. Es reicht bereits die Möglichkeit einer Gefährdung.

2. Zweck

Diese Vollzugshilfe beschreibt den Regelfall für das Vorgehen während der Voruntersuchung und Überwachung im Rahmen des Vollzugs der Altlasten-Verordnung im Kanton Zürich. Sie liefert auch Hinweise zu möglichen Sanierungsmassnahmen. Der Schwerpunkt liegt auf der Beurteilung von Ablagerungsstandorten (Deponien) und den daraus freigesetzten Gasen.

Die übergeordnete Vollzugshilfe «Probenahme und Analyse von Porenluft» des Bundesamtes für Umwelt BAFU, 2015 [4] ist in jedem Fall zu berücksichtigen.

3. Beurteilung der Bedeutung des Schutzgutes Luft

In der Voruntersuchung gemäss Art. 7 AltIV beurteilt die Gutachterin aufgrund der historischen Untersuchung und der Standorteigenschaften als Erstes, ob das Schutzgut Luft altlastenrechtlich von Bedeutung ist. Das Schutzgut Luft ist gemäss Art. 11 AltIV zu beachten, wenn beide nachfolgend aufgeführten Kriterien mit grosser Wahrscheinlichkeit zutreffen:

- Die Freisetzung (Emission) gasförmiger Stoffe vom Standort ist möglich (Kapitel 3.1)
- Die Ausbreitung (Migration) gasförmiger Stoffe an einen Immissionsort ist möglich (Kapitel 3.2)

3.1. Freisetzung (Emission) gasförmiger Stoffe vom belasteten Standort

Aus einem belasteten Standort können flüchtige Schadstoffe austreten oder durch chemische Zersetzung oder biogene Abbauprozesse Gase entstehen. Sie stellen möglicherweise eine Gefahr für die menschliche Gesundheit dar.

Ablagerungsstandorte (Deponien)

In Deponien mit einem grossen Anteil an organischem Material (z.B. Siedlungsabfälle, Bausperrgut, Grüngut, Klärschlamm, organische Betriebsabfälle) können hohe Konzentrationen von brennbaren und gesundheitsgefährdenden Deponiegasen entstehen. Diese sind abhängig von der Abbaubarkeit und Menge des organischen Materials sowie den herrschenden Bedingungen im Deponiekörper (z.B. Durchlüftung, Feuchte, Temperatur). Die Gasentwicklung verändert sich mit der Zeit und wird in typische Gasphasen unterteilt: In den Anfangsphasen (stabile Methanphase, Langzeitphase) wird viel Methan und Kohlendioxid produziert. Dies kann zu einem Gasüberdruck und zu einer erhöhten Gefahr durch die Deponiegase innerhalb und ausserhalb des Ablagerungsstandortes führen. Mit den Jahren wird weniger Deponiegas produziert und wegen der veränderten Abbaubedingungen ändert sich die Gaszusammensetzung. Die häufigsten Deponiegase sind: Kohlendioxid (CO₂), Methan (CH₄) und Schwefelwasserstoff (H₂S), Wasserstoff (H₂), Kohlenmonoxid (CO) und Ammoniak (NH₃). Diese sind als Standardparameter zu analysieren.

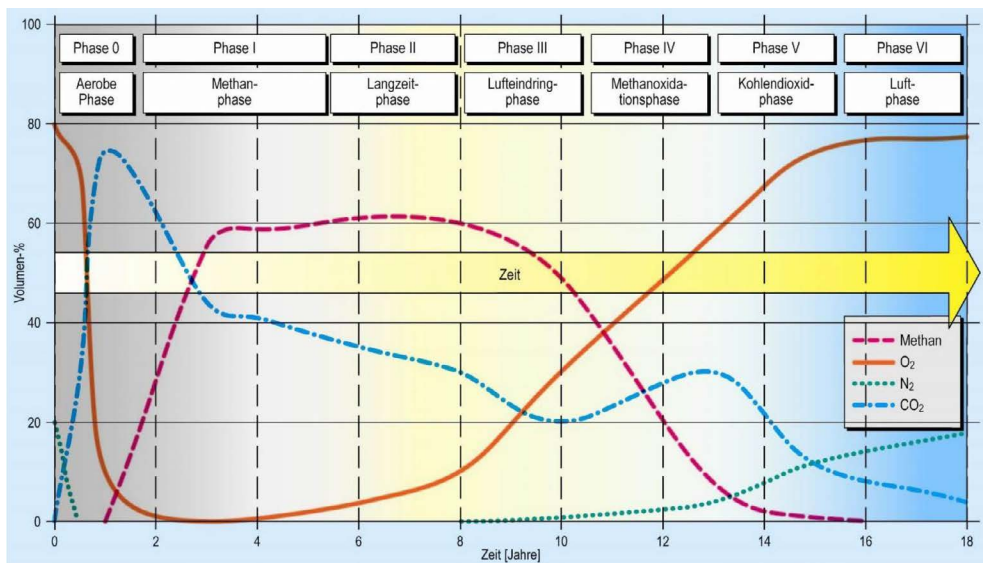


Abbildung 1: Zusammensetzung von Deponiegas in den einzelnen Phasen (Quelle: Vollzugshilfe «Sicherung von Deponie-Altlasten», BAFU, 2007 [1])

Betriebsstandorte

Gasemissionen können bei Verschmutzungen des Untergrundes mit leichtflüchtigen Stoffen wie aliphatischen, aromatischen oder chlorierten Kohlenwasserstoffen entstehen.

Unfallstandorte

Analog Betriebsstandorte.

Sonderfälle

Einige Schadstoffe können über den Wasserpfad durch Kellerwände transportiert werden. Beispielsweise kann Chromat nach Verdunstung des Transportmittels Wasser an der Wand als Ausblüfung zurückbleiben. Solche Ausblühungen können über den Staubpfad mobilisiert werden und zu Luftverunreinigungen führen.

3.2. Ausbreitung (Migration) gasförmiger Stoffe an einen Immissionsort

Immissionsort

Gemäss Art. 11 AltIV ist das Schutzgut Luft dann in Betracht zu ziehen, wenn «Orte, an denen sich Personen regelmässig während längerer Zeit aufhalten können» betroffen sind. Damit sind im Regelfall bewohnte, geschlossene Räume gemeint. Zu diesen zählen Räume wie Wohnungen, Arbeits- und Hobbyräume, Schulzimmer, Fitness-, Aufenthalts-, Luftschutzräume, Kindergärten und ständige Arbeitsplätze aber auch Kinderspielplätze in Geländemulden, wenn sich dort Gase ansammeln können. Im Einzelfall können aber auch weitere Orte, an denen sich genügend Gas ansammeln kann, um eine unmittelbare Gefahr zu bilden, betroffen sein (z.B. sehr hohe CO₂-Konzentrationen in Schächten, Senken oder Gruben). Grundsätzlich nicht dazu zählen Treppenhäuser, Abstellräume, Keller-, Lager- und Archivräume, Tiefgaragen und andere Nebenräume, die nicht für den längerfristigen Aufenthalt von Personen geeignet sind. Allerdings ist auch bei solchen Lokalisationen zuerst abzuklären, ob sich schwere, gesundheitsgefährdende und/oder entzündliche Gase dort ansammeln und so zu einer Gefährdung führen können. Dann wäre auch dort ein Sanierungsbedarf gegeben.

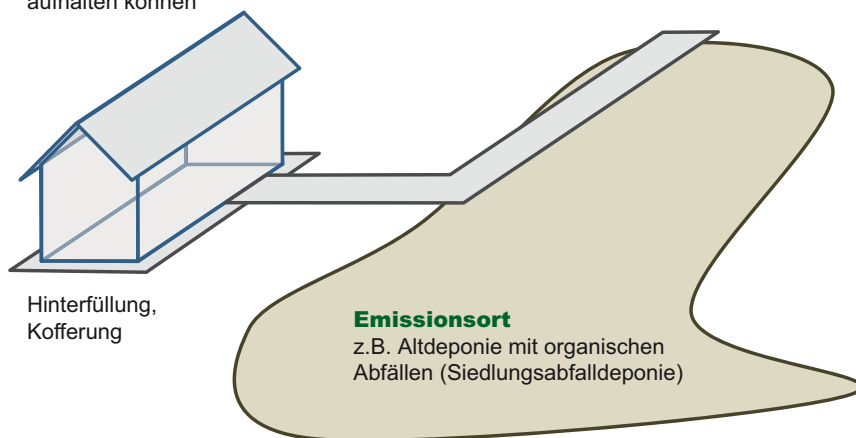
Immissionsort

z.B. Gebäude in dem sich Personen über längere Zeit aufhalten können

Ausbreitungspfad (Migration)

z.B. Abwasserleitung, Leitungsgraben mit durchlässigem Material verfüllt

Abbildung 2: Schematische Darstellung Quelle, Migrationspfad und Immissionsort (nach «Probenahme und Analyse von Porenluft», BAFU, 2015 [4])



Gasmigration

Es können auch Immissionsorte betroffen sein, die nicht direkt auf dem Standort liegen. Gasförmige Emissionen von belasteten Standorten können z.B. in gasgängigem Untergrund (Kies) oder entlang von Werkleitungen über weite Strecken migrieren. Die Distanz hängt von den chemisch-physikalischen Eigenschaften der Gase, dem Gasdruck und dem Luftdruck ab. Je höher die Gaskonzentration, der gemessene Gasdruck und je gasgängiger die Migrationswege sind, desto höher ist die Wahrscheinlichkeit, dass relevante Konzentrationen an einen Immissionsort gelangen. Optische Anhaltspunkte können beispielsweise Vegetationsschäden auf bewachsenen Flächen sein (gelbliche Verfärbungen, Ausfall von Bewuchs).

3.3. Pflichtenheft für die technische Untersuchung

Die Anforderungen an die historische Untersuchung und an das Pflichtenheft für die technische Untersuchung sind im Merkblatt «Voruntersuchungen an belasteten Standorten im Kanton Zürich, Anforderungen» des AWEL beschrieben [11]. Im Rahmen der historischen Untersuchung beschafft die Gutachterin alle Informationen über den belasteten Standort (z.B. Art und Menge des Deponiematerials, Alter und Mächtigkeit der Ablagerung, Betriebsprozesse und eingesetzte Stoffe, mögliche Migrationswege, Werkleitungen usw.). Sie hält die Ergebnisse dieser Abklärungen im Pflichtenheft für die technische Untersuchung fest. Siehe Anhang B Checkliste Schutzgut Luft für weitere Details und Anforderungen hierzu.

Basierend darauf plant sie die technische Untersuchung. Diese beinhaltet die Standortbeschreibung, Schutzgutbetrachtung und das Untersuchungsprogramm. In der Regel ist ein etappiertes Vorgehen zweckmässig. Die einzelnen Etappen müssen bereits im Pflichtenheft beschrieben sein. Die erste Etappe besteht aus Porenluftbeprobungen am Emissionsort und der Abklärung von potentiellen Ausbreitungspfaden (Kapitel 4.1). Wird in einer Probe ein Schadstoffgehalt über dem Konzentrationswert nach Anhang 2 AltIV festgestellt und bestehen potentielle Ausbreitungspfade, so sind in einer zweiten Etappe Raumluftbeprobungen am Immissionsort durchzuführen (Kapitel 4.2).

Bei Gasmessungen muss die Arbeitssicherheit gewährleistet sein. Für die Einhaltung der Sicherheitsstandards ist die Gutachterin verantwortlich. Sie reicht dem AWEL das Pflichtenheft für die technische Untersuchung zur Genehmigung ein.

4. Technische Untersuchung

4.1. Porenluftmessungen

Porenluftmessungen sind eine orientierende Messmethode, mit der Aussagen über Art und Konzentration der Gase am belasteten Standort gemacht werden. Sie sind für leicht- und mittelflüchtige Stoffe mit einem Siedepunkt von bis zu rund 200 °C einsetzbar.

Bei der Durchführung der Porenluftmessung ist gemäss BAFU-Vollzugshilfe von 2015 [4] vorzugehen. Die Vollzugshilfe beschreibt das vom Standorttyp abhängige Beprobungsraster, die Probenahmeverfahren und die Analytik bei untersuchungsbedürftigen belasteten Standorten und bei Bauvorhaben. Zur Probenahme haben sich aktive Verfahren (direkte und anreichernde Verfahren) durchgesetzt, bei denen entweder mittels Hohlsonde oder durch einen Packer Luft angesaugt wird. Siehe Anhang B Checkliste Schutzgut Luft für Details bei der Durchführung der Untersuchungen sowie das Ablaufschema.

Die Analyse leichtflüchtiger organischer Schadstoffe erfolgt in der Regel mittels Gaschromatographie GC-ECD/FID oder GC-MS. Die einzelnen Komponenten werden getrennt, identifiziert und quantifiziert. Nachweisgrenze, Selektivität sowie die Anzahl detektierbarer Stoffe werden von der verwendeten Technik bestimmt. Die Konzentrationen von CH₄, CO₂, Sauerstoff (O₂) und H₂S können häufig mit Gasmessgeräten während der Probenahme (online) bestimmt werden. Bei O₂-Konzentrationen über 20% besteht der dringende Verdacht, dass anstatt Porenluft Aussenluft angesogen wurde.

Bei Ablagerungsstandorten weisen CH₄-Konzentrationen von mehr als 40 Vol.-% auf ein hohes Emissionspotenzial hin. Bei Betriebsstandorten können mit Porenluftmessungen leichtflüchtige Lösungsmittel und/oder Betriebsstoffe (Benzin, Petrol, Diesel, Heizöl) meist direkt nachgewiesen werden.

Zu beachten ist, dass die in Anhang 2 AltIV definierten Konzentrationswerte weitgehend den heute gültigen MAK-Werten entsprechen. Wie in der BAFU-Vollzugshilfe von 2015 auf S. 31f [4] beschrieben, können in schlecht durchlüftetem Untergrund CO₂-Konzentrationen über 2 Vol% durchaus natürlichen Ursprungs sein. Dies ist vierfach höher als der für die Raumluft konzipierte MAK-Wert von 0.5 Vol.-%. Daher kann es sinnvoll sein, zur Bestimmung der natürlichen Hintergrundkonzentrationen eine Porenluftmessung ausserhalb des durch den Standort beeinflussten Bereichs durchzuführen.

Wenn die Konzentration von kritischen Gasen in der Porenluft die in Anhang 2 AltIV definierten Werte übertrifft und Migrationswege zu «Orten, an denen sich Personen regelmässig während längerer Zeit aufhalten können» nicht ausgeschlossen werden können, besteht bereits ein Überwachungsbedarf (gemäss BAFU, 2018, S. 14. [6]). Die folgenden Raumluftmessungen im Rahmen der Voruntersuchung klären den Sanierungsbedarf und fliessen in die Beurteilung der Überwachung ein.

4.2. Messung am Immissionsort (Raumluftmessungen)

Raumluftmessungen werden durchgeführt, wenn in der Porenluft mindestens ein Konzentrationswert gemäss Anhang 2 AltIV überschritten wurde. Die Messungen am Immissionsort beschreiben den Grad der Gefährdung von Personen durch Luftverunreinigungen, die vom belasteten Standort ausgehen. Siehe Anhang B Checkliste Schutzgut Luft für weitere Details und Übersicht zu den folgenden Punkten. Zunächst sind mindestens zwei Messungen im Ab-

stand von ungefähr sechs Monaten, eine innerhalb und eine ausserhalb der Heizperiode durchzuführen, wenn möglich bei unterschiedlichen Witterungsverhältnissen. Die Gaskonzentrationen müssen an folgenden Stellen gemessen werden:

- bei möglichen Eintrittspfaden für Immissionen (z.B. Werkleitungen, Risse, Fugen, Schächte),
- an möglichen Fremdquellen (z.B. neue Anstriche → Hinweise auf Quellen für Hintergrundbelastung).
- Zudem ist die durchschnittliche Raumlufbelastung zu bestimmen (in etwa 1.4 m Höhe und 2 m Abstand von Wänden).

Hinweise zur Raumlufmessungen gibt die BAFU-Vollzugshilfe von 2015 [4]. Sie verweist auf die Messmethoden und Normen des Bundesamtes für Gesundheit (BAG) bzw. der Suva.

Vorbereitung der Raumlufmessungen

Vor der Durchführung der Raumlufmessungen sind

- die relevanten Gase bzw. Schadstoffe zu identifizieren und zu beschreiben (quellenabhängige Zusammensetzung gemäss historischer Untersuchung und Porenluftmessung),
- die richtigen Messmethoden und Geräte zu bestimmen,
- die zu untersuchenden Immissionsorte festzulegen (Pläne),
- die Liegenschaftsinhaber zu informieren und die Zugänglichkeit aller Räume sicherzustellen,
- das Protokoll vorzubereiten,
- entfernbare Fremdquellen (z.B. Lager von Lösungsmitteln oder Treibstoffen, Putzmitteln usw.) so weit wie möglich zu entfernen und die Räume danach sehr gut zu lüften
- andere Fremdquellen im untersuchten Raum vor und während der Messung zu identifizieren und wenn möglich zu quantifizieren (z.B. Ölheizungen, Öltanks, Farben, Lösungsmittel im Teppichleim),
- Standardbedingungen [8] herzustellen, wobei die zu untersuchenden Räume unmittelbar vor der Immissionsmessung mindestens 15 Minuten zu lüften, aktive Lüftungen auszuschalten und anschliessend die Räume 8 Stunden unbelegt und geschlossen zu halten sind (Türen, Fenster und Öffnungen verschliessen).

Messbedingungen feststellen und dokumentieren:

- Grunddaten (Adresse des Messortes, Datum und Zeit der Messung, Name des Messtechnikers, Kalibrierung der Messgeräte),
- Meteorologische Bedingungen (Luftdruck: Messungen dürfen nur bei stabilem oder (leicht) fallendem Luftdruck durchgeführt werden, weil bei steigendem Luftdruck mögliche Ausgasungen stark verringert werden; Temperatur am Messort; Wetter; Wind: wo relevant, muss der Windeinfluss dokumentiert werden),
- Erfassung der örtlichen Gegebenheiten inkl. Fotodokumentation der Räume und möglicher/festgestellter Eintrittspfade (Art, Funktion und Grösse der geschlossenen Räume, Schächte usw.; Alter, Bauart und Zustand der Gebäude; Art des Kellerbodens; mögliche Schwachstellen wie Schächte, Werkleitungen, Risse, Fugen).

Durchführung der gastechnischen Messung

mögliche Eintrittspfade, Fremdquellen sowie Raumlufmessung:

- Orientierende Messungen im Gebäude an sämtlichen möglichen Eintrittspfaden im Bauwerk (Fugen, Verbindungsstellen, Risse, Schächte, Leitungseinführungen usw.) bzw. dort, wo erfahrungsgemäss mit den höchsten Gasgehalten zu rechnen ist sowie an möglichen Fremdquellen. Die Messungen an den Eintrittspfaden zeigen, ob Gase in den Raum gelangen. In der Regel werden Flammenionisationsdetektoren (FID) oder Photoionisationsdetek-

toren (PID) oder ähnliche Messgeräte und Glockensonden eingesetzt. Mit FID oder PID werden das Total der Kohlenwasserstoffe gemessen. Um Eintrittspfade besser von möglichen Hintergrundbelastungen zu isolieren, kann man zur Messung beispielsweise die Öffnung zusammen mit dem Messgerät unter einem luftdichten Plastik abkleben/verschliessen.

- Im Falle möglicher, wesentlicher Immissionen sind ergänzend dazu kontinuierliche Messungen über einen längeren Zeitraum angebracht, damit die Werte besser interpretiert und Spitzenwerte erfasst werden. Dazu können Mehrgasmessgeräte mit Infrarot- oder Elektrochemischen-Sensoren eingesetzt werden, um die Konzentration von CO₂, CH₄, H₂S oder O₂ zu bestimmen. Raumluftmessungen in etwa 1.4 m Höhe in der Mitte des Raumes geben Hinweise auf die durchschnittliche Exposition durch Luftverunreinigungen (durchschnittliche Raumluftwerte).
- Zu prüfen ist auch eine Gasprobeentnahme der Raumluft und Analyse der Proben im Labor. Möglich ist eine Bestimmung der Gaszusammensetzung mittels Gaschromatographie. Dieser Fingerprint kann mit der vom Standort belasteten Porenluft verglichen und so der Einfluss des Standorts auf die Raumluft abgeschätzt werden.
- Protokoll für jeden Messwert pro Raum/Schacht (inklusive Nullmessungen). Zwecks Vergleichbarkeit mit Anhang 2 AltIV sind sämtliche Messwerte in ml/m³ (ppm) anzugeben.
- Zur Durchführung «klassischer» Raumluftmessungen wird empfohlen, ein zertifiziertes Fachbüro beizuziehen, welches eine standardisierte Messung gemäss Stand der Technik gewährleisten kann (Liste der zertifizierten Büros für die Messung flüchtiger organischer Verbindungen [VOC] unter www.s-cert.ch → Leistungen → Innenraumluft → Probenahmestellen für Raumluft → Liste gültiger Zertifikate Probenahmestellen).

Bedeutung der Hintergrundbelastung

Immissionen vom belasteten Standort sind nicht immer einfach von der Hintergrundbelastung eines Raumes abzugrenzen.

- Aussenluft: Von den in Anhang 2 AltIV aufgeführten Schadstoffen kommen nur CO₂ mit etwa 410 ml/m³ und CH₄ mit etwa 2 ml/m³ als natürliche Bestandteile der Atmosphäre vor (Stand 2021 [9]). In Städten sind beide durchschnittlich erhöht, mit Methan bis etwa 3 ml/m³. NABEL sowie das deutsche Umweltbundesamt veröffentlichen regelmässig aktualisierte Daten.
- Innenluft: Der CO₂-Gehalt variiert je nach Lüftung und Anwesenheit von Menschen (Atmung) erheblich. Der Konzentrationswert gemäss Anhang 2 AltIV für CO₂ beträgt 5000 ml/m³ (ppm). Gemäss SECO [10] und UBA [12] sowie diversen Richtwerten [2][3] ist eine gute Raumluft dann gegeben, wenn die Gesamtkonzentration von 1000 ppm CO₂ über die Nutzungszeit nicht überschritten ist. Bei Konzentrationen über 2000 ppm CO₂ werden Massnahmen erforderlich. Der Hintergrundwert in Innenräumen schwankt jedoch stark und kann bei schlechter Lüftung und intensiver Nutzung 5000 ml/m³ erreichen.
- Für CO₂ kann häufig nicht einfach unterschieden werden, ob der Einfluss vom belasteten Standort stammt oder nicht. Daher ist es wichtig, dass die Immissionsmessungen unter Standardbedingungen (15 Minuten gelüftet, aktive Lüftung aus, 8 Stunden geschlossen) und identifizierten Fremdquellen durchgeführt werden. Laut Absprache mit dem Bundesamt für Gesundheit (BAG), Abt. Chemikalien, Fachstelle Wohngifte, sowie dem AWEL, Abt. Luft, Sektion Immissionskontrolle sollte sich unter diesen Bedingungen, die CO₂-Konzentration (ohne Fremdquellen) während der Messung unterhalb von 500 ml/m³ CO₂ befinden [10]. In begründeten Ausnahmefällen können zu 600 ml/m³ erreicht werden.
- Auch Gebäudeschadstoffe (z.B. flüchtige organische Verbindungen; VOC) und sonstige Fremdquellen (z.B. Reinigungsmittel, Teppichleim, Farbanstriche) sind oft Teil der Hintergrundbelastung. Hinweise auf eine durchschnittlich zu erwartende, normale Raumbelastung geben die Orientierungswerte der Arbeitsgemeinschaft Ökologischer Forschungsinstitute (AGÖF, www.agoef.de). Auch die Innenraumrichtwerte RW I – Vorsorgerichtwerte des deutschen UBA [12] können hinzugezogen werden.

- Methan entsteht durch Abbau organischer Substanzen unter anaeroben Bedingungen im Boden und in Gewässern. Auch in Innenräumen hat es viele Fremdquellen die möglicherweise Methan abgeben (Heizungen, Leitungen, Gasherde, Ausdünstungen). Laut Studien in China sind Methan-Werte in Innenräumen etwa 1–2 ml/m³ höher als der Aussenluftwert, bis maximal 6 ml/m³. Bei aktivem Kochen oder Heizen mit Gas bis über >10 ml/m³. Aufgrund des geringen gesundheitlichen Gefährdungspotentials von Methan in niedrigen Konzentrationen liegen in Europa derzeit keine gesetzlichen Richtwerte vor. Aus Erfahrungsberichten zu typischen Werten bei Raumluftmessungen des AWEL, Abt. Luft, sowie der Absprache mit dem BAG, Fachstelle Wohngifte, kann eine Konzentration von bis zu 5 ml/m³ CH₄ als in der Schweiz typische Hintergrundbelastung betrachtet werden.

Um die Hintergrundbelastung zu ermitteln, sind ergänzende Untersuchungen am belasteten Standort selbst und am Immissionsort sowie eine Betrachtung der Raumnutzung und des Gebäudes durchzuführen.

Können die Messwerte nicht sicher interpretiert werden, sind gegebenenfalls ergänzende technische Untersuchungen für die Ermittlung von Schadstoffen und Eintrittsstellen nötig. Für die gezielte Suche nach einzelnen Stoffen am Immissionsort können sensiblere Messmethoden verwendet werden. Hinweise dazu geben die Listen mit den maximalen Arbeitsplatzkonzentrationswerten für gesundheitsgefährdende Stoffe (MAK-Werte) der Suva [7]. Darin sind für die einzelnen Stoffe jeweils die geeigneten Messmethoden vorgeschlagen.

Es gibt sehr viele Messmethoden für die Gasdetektion. Einige davon haben sich für die Raumluftmessung an Immissionsorten etabliert und bewährt. Andere sind zu stark beeinflussbar durch andere Gase oder die Umgebung. Die Wahl der Messmethoden muss auf die Bedingungen und Zielsetzungen der Immissionsmessungen abgestimmt sein. Mögliche Messgeräte für die Immissionsmessungen sind in Anhang A zusammengestellt.

4.3. Auswertung der Messergebnisse und Standortbeurteilung

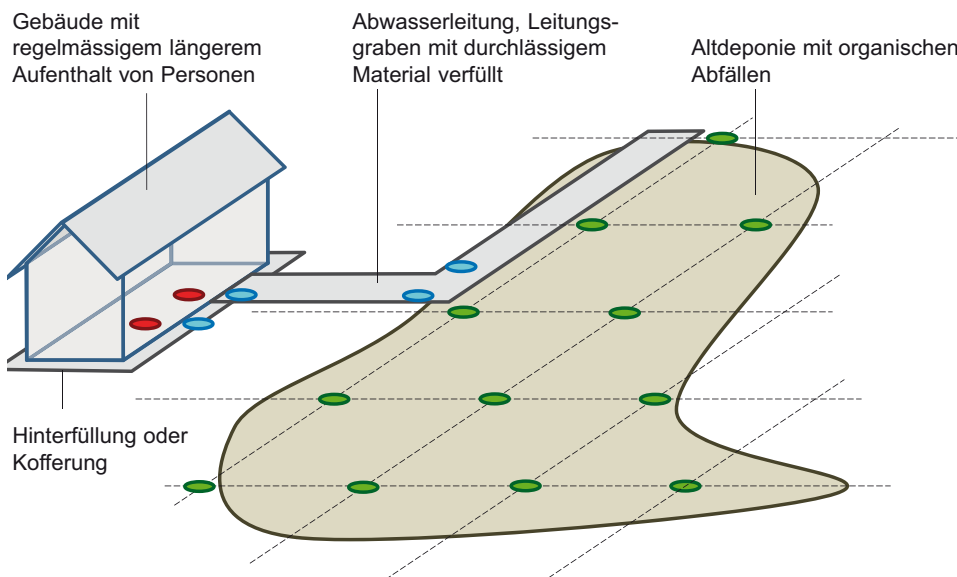


Abbildung 4: Schematische Darstellung Quelle, Migrationspfad und Immissionsort (Deponiestandort) mit Probenahmeraster (Quelle: «Probenahme und Analyse von Porenluft», BAFU, 2015 [4])

- Messpunkte in Räumen mit regelmäßigem längerem Aufenthalt von Personen
- Messpunkte zur Beurteilung von Ausbreitungspfaden in Räume mit regelmäßigem längerem Aufenthalt von Personen
- Messpunkte zur Eingrenzung der gasproduzierenden Bereiche

Überwachungsbedarf

Werden an den Messpunkten zur Eingrenzung der gasproduzierenden Bereiche (Porenluftmessungen, grün in Abbildung 4) Konzentrationswerte gemäss Anhang 2 AltIV überschritten und gibt es einen Ausbreitungspfad in Räume, in denen sich Personen regelmässig während längerer Zeit aufhalten können (grauer Pfad bzw. blau in Abbildung 4), dann besteht gemäss Art. 11 Abs. 1 AltIV ein Überwachungsbedarf.

Sanierungsbedarf

Ergeben die Raumluftmessungen (rot in Abbildung 4), dass Schadstoffe, die vom Standort stammen in Räume gelangen, in denen sich Personen regelmässig während längerer Zeit aufhalten können, so besteht gemäss Art. 11 Abs. 2 AltIV ein Sanierungsbedarf. Die Beurteilung erfolgt aufgrund der gemessenen Einzelwerte und nicht basierend auf durchschnittlichen Gaskonzentrationen. Das heisst: ein Standort ist bereits sanierungsbedürftig, wenn an einer einzigen Stelle die Immission von Gas vom belasteten Standort nachgewiesen wurde (vgl. hierzu die Vollzugshilfe des BAFU [6], Kapitel 2.7).

5. Überwachung des Schutzgutes Luft

Besteht ein Überwachungsbedarf, verlangt das AWEL ein Überwachungskonzept. Dieses basiert auf den Erkenntnissen der Voruntersuchung. Es enthält neben den eigentlichen Überwachungsmassnahmen auch Alarmierungs- und Interventionsmassnahmen.

5.1. Überwachungskonzept

Die Raumluftmessungen werden im Wesentlichen gleich vorbereitet und durchgeführt wie in der technischen Untersuchung. Die Gutachterin reicht dem AWEL das Überwachungskonzept zur Genehmigung ein.

Darin sind mindestens vier Messungen vorzusehen. Eine Messung sollte jeweils im Abstand von rund 9 Monaten durchgeführt werden. Die Messungen sollten bei unterschiedlichen Witterungsbedingungen erfolgen. Zwei der Messungen sollten während der Heizperiode erfolgen. In stark genutzten Räumen müssen CO₂-Messungen kontinuierlich durchgeführt werden, da mit grossen Schwankungen der Konzentration zu rechnen ist, die sich sonst nur ungenügend interpretieren lassen. In der Regel sollte mindestens ein bis zwei Wochen unter normalen Nutzungsbedingungen gemessen werden.

Das Überwachungskonzept muss auch beschreiben, welche Alarmierungs- und Interventionsmassnahmen zu ergreifen sind, wenn die Überwachung zeigt, dass unmittelbar eine konkrete Gefahr für Personen besteht. In speziellen Situationen können nämlich Sofortmassnahmen nötig sein. Das gilt insbesondere für Gase oder Gaskonzentrationen, die akut ein grosses Risiko darstellen, wie beispielsweise:

- O₂ < 14 Vol.-%: akute Erstickungsgefahr,
- CO₂ > 5 Vol.-%: akute Erstickungsgefahr,
- 4.6 Vol.-% < CH₄ < 16.5 Vol.-%: akute Explosionsgefahr,
- H₂S: akute Vergiftungsgefahr (Geruch fauler Eier).

5.2. Beurteilung der Überwachungsresultate

Ergibt die Überwachung, dass Emissionen, die vom belasteten Standort stammen, in Räume gelangt sind, in denen sich Personen regelmässig während längerer Zeit aufhalten können, so besteht gemäss Art. 11 Abs. 2 AltIV ein Sanierungsbedarf.

Gemäss Erläuterndem Bericht des BAFU vom 22. März 2017 [5] gilt: «Stellt sich bei einem überwachungsbedürftigen Standort nach mehrjähriger Überwachung heraus, dass aufgrund des Verlaufs der Schadstoffkonzentration und der Standorteigenschaften mit grosser Wahrscheinlichkeit keine vom Standort ausgehenden Emissionen an Orten zu erwarten sind, wo sich Personen regelmässig während längerer Zeit aufhalten können, kann die Überwachung beendet werden. Für diesen Entscheid sind neben den Messreihen auch die standortspezifischen Gegebenheiten mit zu berücksichtigen. Werden beispielsweise in einem Wohnhaus auf einer ehemaligen Deponie während einer mehrjährigen Überwachung nie Immissionen im Keller festgestellt, ist vor Beendigung der Überwachung sicherzustellen, dass keine Setzungen mehr zu erwarten sind, die zu Rissbildungen führen könnten. Der Standort kann anschliessend als weder überwachungs- noch sanierungsbedürftig klassiert werden.»

Das AWEL verlangt, dass im Rahmen der Voruntersuchung mindestens zwei und im Rahmen der Überwachung zunächst mindestens vier Raumlufmessungen durchgeführt werden. Danach ist eine Beurteilung durchzuführen und dem AWEL vorzulegen. Wurden nach diesen insgesamt sechs Messkampagnen niemals Immissionen festgestellt, die vom belasteten Standort stammen und ergibt die Gefährdungsabschätzung, dass die vom Standort ausgehenden Emissionen nicht an die Orte gelangen können, wo sich Personen regelmässig während längerer Zeit aufhalten können, so kann die Überwachung eingestellt werden. Das AWEL beurteilt den Standort dann bezüglich des Schutzgutes Luft gemäss Art. 8 Abs. 2 Bst. c AltIV als weder überwachungs- noch sanierungsbedürftig.

Falls jedoch im Einzelfall eine Veränderung der Gefährdungssituation zu erwarten ist oder eine instabile Situation besteht, muss die Überwachung fortgesetzt werden. Dies ist beispielsweise der Fall, wenn:

- der Ursprung der nachgewiesenen Gase ungenügend klar ist,
- die Gaskonzentration auf eine örtliche oder zeitliche Anreicherung durch aktive Gasentstehung hindeutet oder die Fracht zunimmt,
- die Gaszusammensetzung auf nicht abgeschlossene Gasentwicklung oder möglicherweise sogar zunehmende Konzentrationen hindeutet,
- Spurengase in unerwarteter Zusammensetzung nachgewiesen werden,
- Setzungen zu erwarten sind.

6. Sanierungsbedarf bezüglich Luft

Im Falle eines Sanierungsbedarfs ist gemäss Art. 13ff AltIV fortzufahren: Pflichtenheft für die Detailuntersuchung, Detailuntersuchung, Variantenstudium, Sanierungsprojekt, Ausführungskonzept, Sanierung, Erfolgskontrolle. Der Standort ist bis Abschluss der Erfolgskontrolle zu überwachen.

6.1. Ziele und Dringlichkeit der Sanierung

Das AWEL legt aufgrund der Detailuntersuchung gemäss Art. 14 AltIV die Ziele und Dringlichkeit der Sanierung fest (Art. 15 AltIV). Neben dem Immissionsort ist auch die Emissionsquelle zu berücksichtigen. Der volle Umfang des Schadstoffpotenzials, die Verteilung der Schadstoffe sowie das genaue Ausmass der Gefährdung sind vertieft abzuklären.

6.2. Sanierungsmassnahmen

Das Ziel der Sanierung ist gemäss Art. 15 Abs. 1 AltIV die Beseitigung der Einwirkungen oder der konkreten Gefahr solcher Einwirkungen, die zur Sanierungsbedürftigkeit gemäss Art. 11 Abs. 2 AltIV geführt haben.

Dazu können Massnahmen am Emissionsort und/oder am Immissionsort ergriffen werden. Nachfolgend sind Beispiele für Sanierungsmassnahmen zur Reduktion der Gefährdung durch Gasimmissionen von einem belasteten Standort aufgeführt. Die Liste erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

Sanierungsmassnahmen	Bemerkungen
Massnahmen am Emissionsort	
Aktive Entgasung mittels horizontaler Gasrigolen und Gebläse (blasend oder saugend)	
Gasfenster	
Gasfackel	
Massnahmen am Immissionsort	
Lüftung der Untergeschosse	Passive Sicherungs- / Sanierungsmassnahmen sind i.d.R. aktiven vorzuziehen, da diese sicherer, bzw. weniger «störungsanfällig» sind.
Passive Belüftung durch: Lüftungsschlitze in Türen und Fenstern, Abhobeln von Türen	
Aktive Belüftung / Entlüftung von Räumen	
Risse abdichten	
Warnhinweise: Beschriftung der Schächte	
Nutzungseinschränkungen	Allenfalls sind Nutzungseinschränkungen zu prüfen. Grundsätzlich sollten keine Hohlräume ohne Unterlüftung auf dem Gelände erstellt werden (Treibhäuser, Gartenhäuser, Container, usw.).

Bei Bauvorhaben auf belasteten Standorten muss sichergestellt werden, dass die Anforderungen gemäss Art. 3 AltIV eingehalten werden. Es muss folglich mit geeigneten Massnahmen

verhindert werden, dass Gase in das neue Gebäude eindringen können. Im Zusammenhang mit neuen Bauprojekten erforderliche Überwachungs- oder Schutzmassnahmen sind nicht als altlastenrechtliche Massnahmen zu klassieren. Diese sind rein baubedingt und die daraus entstehenden Kosten können nicht den ursprünglichen Verursachern der Belastung überbunden werden.

Beispiele sind:

Mögliche Massnahmen bei Neubauten/ Gebäudeschutzmassnahmen	Bemerkungen
Statische Nachweise für die Stabilität des Baugrundes, um Setzungen zu vermeiden.	
Foundation und Konstruktion der Bodenplatte mit minimalem Setzungsmass. Risse in der Bodenplatte sollten vermieden werden. Hohe Verdichtung des Planums mit wenig gasgängigem Material.	Hochwertiger Zement mit rissarmen Abbindecharakter («Weisse Wanne»).
Erstellung einer gasgängigen Schicht unter der Bodenplatte mit Entgasungsleitungen.	In den Grobporen direkt unterhalb der Bodenplatte kann sich Deponiegas ansammeln und bei allfälligen Rissen oder bei Durchdringungen in das Gebäude gelangen.
Einbau einer grobporenen Schicht direkt unter der Bodenplatte damit kein Gas sich direkt unter der Bodenplatte ansammeln kann.	
Einbau einer verschweissten PE Dichtungsbahn als verlorene Schalung unter der Bodenplatte.	
Leitungseinführungen gasdicht ausgestalten.	
Begleitende Massnahmen	Bemerkungen
Arbeitssicherheitsmassnahmen	<p>Bei einer Gasgefährdung ist zwingend ein Arbeitssicherheitsplan zu erstellen. Die wichtigsten Massnahmen beinhalten die gastechnische Überwachung der Baugrube und die persönliche Schutzausrüstung mit entsprechenden Gaswarngeräten.</p> <p>Keine Grabarbeiten durchführen / keine unterirdischen Leitungen verlegen in Gräben tiefer 1.5 m ohne vorgängige Prüfung der Grabenluft mit Gaswarngerät.</p> <p>Schächte und Vertiefungen dürfen nur nach vorgängiger Kontrolle der Schachtluft begangen werden.</p>
Beschriftungen	Beschriftung aller Schächte und Kanäle mit mehr als 1.5 m Tiefe mit Warnschildern.

6.3. Erfolgskontrolle

Dem AWEL ist nach der Sanierung nachzuweisen, dass die Sanierungsziele erreicht worden sind. Die Überwachung ist nach Abschluss der Sanierung so lange fortzuführen, bis die Sanierungsmassnahmen Wirkung zeigen und nicht mehr mit einer Veränderung der Situation zu rechnen ist. Dazu sind mindestens drei Messungen durchzuführen:

1. Messung direkt nach Abschluss der Massnahmen,
2. Messung etwa sechs Monate später,
3. Messung rund zwei Jahre später.

Wird nachgewiesen, dass die Sanierungsziele erreicht wurden, beurteilt das AWEL den Standort bezüglich des Schutzgutes Luft gemäss Art. 8 Abs. 2 Bst. c AltIV als weder überwachungs- noch sanierungsbedürftig.

7. Begriffe und Definitionen

Ausbreitungspfad: Bodenmatrix/Untergrund, Hohlräume und Leitungen, entlang derer sich Gase über Diffusion und Konvektion ausbreiten.

Emission: Freisetzung gasförmiger Stoffe aus belasteten Standorten.

Fremdquelle: Gebäudeschadstoffe, Luftverunreinigungen am Immissionsort, welche nicht vom belasteten Standort stammen.

Gasförmige Stoffe: Stoffe gemäss Anhang 2 AltIV (z.B. CO₂, H₂S, BTEX, LCKW, ...) sowie weitere Schadstoffe, welche aus belasteten Standorten ins Schutzgut Luft emittiert werden können (Umweltschutzgesetz Art. 7 Abs. 5).

Hintergrundbelastung: Luftverunreinigungen am Immissionsort, die nicht vom belasteten Standort stammen, sondern von anderen Quellen (Gebäudematerialien, Sedimente in Schächten, Belastungen der Gebäudesubstanz von betrieblichen Prozessen oder der Aussenluft.)

Standardbedingungen: Raumzustand im Kontrast zu Nutzungsbedingungen, wo Messwerte von unterschiedlichen Raumluftmessungen vergleichbarer sind. Hergestellt durch 15 Minuten Lüften, aktive Belüftung ausschalten und Raum anschliessend 8 Stunden unbelegt geschlossen halten.

Immission: Gasförmige Stoffe von einem belasteten Standort werden am Ort ihres Einwirkens als Immissionen bezeichnet.

Immissionsort: Örtliche Definition für Räume am Ende des Ausbreitungspfades, an dem sich Menschen aufhalten können.

Luftverunreinigungen: Luftverunreinigungen sind Veränderungen des natürlichen Zustandes der Luft, namentlich durch Rauch, Russ, Staub, Gase, Aerosole, Dämpfe, Gerüche oder Abwärme (Art. 7 Abs. 3 Umweltschutzgesetz).

Raumluft: Gesamter Gaskörper am Immissionsort.

8. Verwendete Unterlagen

- [1] Burmeier H., Poggendorf C., Rosenau D., Lemann M.F., Kästli B. 2007: Sicherung von Deponie-Altlasten. Stand der Technik, Grenzen und Möglichkeiten. 2. aktualisierte Ausgabe, Oktober 2016; Erstausgabe 2007. Umwelt-Vollzug Nr. 0720. Bundesamt für Umwelt, Bern. 63 S
- [2] UBA 2008: Gesundheitliche Bewertung von Kohlendioxid in der Innenraumluft. Deutsches Umweltbundesamt. Bundesgesundheitsbl. 51, 1358–1369. doi. org/10.1007/s00103-008-0707-2
- [3] SIA 2014: Norm 382/1 Lüftung- und Klimaanlageanlagen. Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein
- [4] BAFU (Hrsg.) 2015: Probenahme und Analyse von Porenluft. Ein Modul der Vollzugshilfe «Untersuchung von belasteten Standorten». Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Vollzug Nr. 1521: 42 S.
- [5] BAFU (Hrsg.) 2017: Erläuternder Bericht zur Revision der Verordnung über die Sanierung von belasteten Standorten (Altlasten-Verordnung, AltIV). Bundesamt für Umwelt, Bern. Verordnungspaket Umwelt Frühling 2017, Referenz P211-0006
- [6] BAFU (Hrsg.) 2018: Sanierungsbedarf sowie Ziele und Dringlichkeit einer Sanierung. Ein Modul der Vollzugshilfe «Untersuchung von belasteten Standorten». Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Vollzug Nr. 1828: 26 S.
- [7] SUVA 2021: Grenzwerte am Arbeitsplatz. Erläuterungen zu den Grenzwerten für chemische Substanzen. Schweizerische Unfallversicherungsanstalt
- [8] VDI 2021: VDI 4300 Blatt 1, Messen von Innenraumluftverunreinigungen - Allgemeine Aspekte der Messstrategie. Verein Deutscher Ingenieure
- [9] BAFU (Hrsg.) 2022: Luftqualität 2021. Messresultate des Nationalen Beobachtungsnetzes für Luftfremdstoffe (NABEL). Bundesamt für Umwelt, Bern, Umwelt-Zustand Nr. 2227: 29 S.
- [10] SECO 2022: Wegleitung zur Verordnung 3 zum Arbeitsgesetz Art 16. Staatssekretariat für Wirtschaft SECO, Bern. S 316-1
- [11] AWEL 2022: Merkblatt Voruntersuchungen an belasteten Standorten im Kanton Zürich, Anforderungen. Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft
- [12] UBA 2022: Ausschuss für Innenraumrichtwerte (AIR), Richtwerte für die Innenraumluft & Hygienische Leitwerte für die Innenraumluft. Deutsches Umweltbundesamt. URL: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/gesundheit/kommissionen-arbeits-gruppen/ausschuss-fuer-innenraumrichtwerte#ausschuss-fur-innenraumrichtwerte-air>, Besuch am 08.12.2022

Anhang A

Gerätetyp (Beispiel)	Einsatzbereich	Vorteile	Nachteile	
<p>FID Flammenionisationsdetektor</p>	<p>Gasleckdetektion, Überwachung der CH₄-Emission auf Deponien sowie Raumluftüberwachung auf Kohlenwasserstoffe (Detektion von «Gesamt»-kohlenwasserstoff).</p>	<p>Hochempfindlich, robust, zuverlässig.</p>	<p>Misst Gesamtkohlenwasserstoffe, nur bedingt selektiv. Für die Flamme ist H₂ als Brenngas notwendig. Für die Kalibration ist ein Prüfgas notwendig.</p>	
	<p>PID Photoionisationsdetektor</p>	<p>Gasleckdetektion, Überwachung von Arbeiten in Schächten und geschlossenen Räumen, Arbeitsplatzüberwachung, Messung bei Chemikalienunfällen. Wird zur Erkennung und Analyse von chemischen Verbindungen in der Umgebungsluft (aromatische Kohlenwasserstoffe, Lösungsmittel, organische Substanzen) eingesetzt (Detektion von «Gesamt»-kohlenwasserstoff, VOC).</p>	<p>Hochempfindlich, robust, Benutzerfreundlichkeit, mobile Anwendung (tragbare Geräte)</p>	<p>Keine selektive Messung, nur Summenparameter. Für die Kalibration ist ein Prüfgas notwendig.</p>
	<p>Drägerröhrchen Das Drägerröhrchen ist ein geschlossenes Glasröhrchen, welches beim Kontakt mit Gas oder Dampf durch Farbänderung reagiert. Es gibt Kurzzeit-Röhrchen und Langzeitmesssysteme.</p>	<p>Bestimmung der Schadstoffbelastung durch Gase, Dämpfe und Aerosole für mehr als 350 unterschiedliche Stoffe</p>	<p>Direktanzeigende Dräger-Kurzzeitröhrchen: Messergebnisse unmittelbar nach der Messung, keine Kalibrierung notwendig, einfaches Prinzip, geringe Gasmengen reichen.</p>	<p>Einzelmessungen oder geringe Messfrequenzen reichen, geringe Kosten, sehr leichte Bedienbarkeit. Hohe Anzahl messbarer Gase im Vergleich zu direktanzeigenden Messinstrumenten.</p> <p>Direktanzeigende Langzeitröhrchen: keine Pumpe zur Probenahme nötig, hoher Tragekomfort, werden für Messungen zwischen 0.5 bis 8 Stunden eingesetzt.</p>
				

Anhang A: Auflistung Messgeräte für direkte Beprobung in Raumluftuntersuchungen.

Anhang B: Checkliste Schutzgut Luft inklusive Ablaufschema

Allgemein

Die vorliegende Checkliste dient als Hilfestellung, ob die Luft als relevantes Schutzgut im Sinne von Art. 11 der Altlasten-Verordnung (AltIV) zu beurteilen ist. Sie dient zudem als Grundlage für Pflichtenhefte zu technischen Untersuchungen, für Voruntersuchungen sowie für Überwachungskonzepte und -berichte bei Ablagerungs- und Betriebsstandorten.

Die Checkliste basiert auf folgenden Grundlagen, die das Vorgehen im Detail beschreiben:

- [1] Merkblatt «Voruntersuchungen an belasteten Standorten im Kanton Zürich, Anforderungen» (AWEL, 2022)
 - [2] «Beurteilung des Schutzgutes Luft gemäss Art. 11 Altlasten-Verordnung, Vollzugshilfe für den Kanton Zürich» (AWEL, 2023)
 - [3] Vollzugshilfe-Modul «Probenahme und Analyse von Porenluft» (BAFU, 2015)
-

1. Historische Untersuchung S.1 [1]

Standortbeschreibung

Heutige Nutzung auf dem und angrenzend zum Standort

Zustand des Standortes und potenziell betroffener Liegenschaften (z.B. Versiegelung Aussenflächen, Gebäudealter, Unterkellerung vorhanden: Naturkeller oder versiegelt, Bauweise/Fundation (Flachfundation oder Pfählung), Setzungsprobleme/Risse usw.)

Geologische und hydrogeologische Verhältnisse am Standort (z.B. vorhandene Sondierungen/Baugrunduntersuchungen, geologische Karten/Profile, Aufschlüsse)

Standortgeschichte, Nutzungen, Prozesse und Stoffe

Informationen über belasteten Ablagerungsstandort (z.B. Zusammensetzung des Deponiematerials, Menge/Volumen, Zeitraum der Ablagerungen, Typ des Standortes z.B. Schüttung, wiederaufgefüllte Materialentnahmestelle (Kiesgrube, Lehmgrube), Deponie etc.)

Informationen über belasteten Betriebsstandort (z.B. Betriebsprozesse, eingesetzte Stoffe, Jahresumsatz der Stoffe, Betriebsdauer, Verdachtsmatrix mit Plan)

Mögliche/beim Standort relevante Gase (Aussagen gestützt auf z.B. historische Untersuchung, Zusammensetzung der Ablagerungen oder der Betriebsprozesse)

2. Schutzgutbetrachtung S.2 [1] Kap. 3.2 [2]

Migrationswege der Gase

Mögliche Ausbreitungswege (Migrationspfade) zu Räumen (Immissionsorten), wie z.B. Leitungsrinnen, Rohrdurchführung/Risse, durchlässiger Untergrund und Gebäudehinterfüllung

Distanz der Räume zu gasbildenden Bereichen

Wenn Schutzgut Luft als nicht relevant beurteilt wird, muss dies ausreichend begründet werden.

Achtung: Auch alle umliegenden Gebäude sind bezüglich Migrationspfade zu prüfen.

Raumnutzung/Immissionsort

Mögliche Immissionsstandorte auf Relevanz Schutzgut Luft ermitteln

- a) Relevant: Wohnungen, Arbeits- und Hobbyräume, Schulzimmer, Fitnessräume, Aufenthaltsräume, Luftschutzräume etc.
- b) Zu prüfen: Treppenhäuser, Abstellräume, Tiefgaragen, Keller-, Lager- und Archivräume.
Ist Ansammlung von schweren/entzündlichen/gesundheitsgefährdenden Gasen möglich? (z.B: CO₂, CH₄, H₂S, H₂, CO, CKW, etc.)
→ Falls ja: Auch diese Räume relevant
→ Falls nein: Beurteilung begründen

Immissionsorte in Räumen erfassen (z.B. Risse, Schächte, Rohrdurchführungen, Erdböden)

Aktuelle Raumnutzung ermitteln (Begehung durchführen, Dokumentation in Planbeilage, evtl. Fotodokumentation)

Potential für allfällige Umnutzung beschreiben (Ausbaustandard, Heizung, Raum kommt für eine Umnutzung in Frage)

Wenn Schutzgut Luft als nicht relevant beurteilt wird, muss dies ausreichend begründet werden.

3. Pflichtenheft Technische Untersuchung S.2 [1] Kap. 3.3 [2]

Etappe 1. Porenluftmessungen (Emissionsort + Migrationswege) Kap. 4.1 [2]

Untersuchungsstrategie beschreiben und begründen anhand lokaler Gegebenheiten (mindestens Migrationswege beproben, optional Flächenraster) (Kap. 4 BAFU [3])

Messungen des natürlichen Hintergrunds ausserhalb des durch den Standort beeinflussten Bereichs (wo möglich mit gleichen Untergrundzusammensetzung) BAFU 7.3 S.31f [3]

Sondier- und Probenahmethode beschreiben (Hohlsonde bzw. Lanze oder Rammkernsondierung mit Packer), Gerät, Entnahmetiefe, Plan mit Probenahmestellen, Messvolumen

Bereiche abschätzen/angeben, die mit den Messungen abgedeckt werden (abhängig von Untergrundmaterial)

Analysemethode und Nachweisgrenzen beschreiben

Auswahl der zu untersuchenden Stoffe nach Anhang 2 AltIV begründen

Etappe 2: Raumlufmessungen (Immissionsort) Kap. 4.2 [2]

Mindestens 1 Messung während und 1 Messung ausserhalb der Heizperiode (bei verschiedenen Witterungsverhältnissen)

Untersuchungsstrategie beschreiben und begründen (Plan mit Probenahmestellen)

Messmethode, Gerät und Vorgehen begründen

Analysemethode und Nachweisgrenzen beschreiben

Entfernbarere Fremdquellen erkennen (z.B. Lager von Lösungsmitteln oder Treibstoffen, Putzmitteln usw.), damit diese vor Messdurchführung entfernt werden können

Generelle Hinweise

Kostenschätzung pro Etappe/Variante erstellen

4. Technische Untersuchung S.11 [1]

Technische Untersuchung ausführen und dokumentieren

Massgebende Dokumente beachten [1] [2] [3]

Hinweise Etappe 1: Porenluftmessungen Kap 4.1 [2]

Natürliche Hintergrundwerte Porenluft beachten (Referenzmessung, HU+PH BAFU 7.3 S.31f [3])

Resultat und Entscheid für weiteres Vorgehen muss ausreichend begründet werden:

Achtung: Auch alle umliegenden Gebäude müssen auf Migrationspfade betrachtet werden

- Falls Konzentrationswerte gemäss Anhang 2 AltIV in der Porenluft nicht überschritten
→ Ende; keine schädlichen oder lästigen Einwirkungen auf das Schutzgut Luft vorhanden.
- Falls Konzentrationswerte gemäss Anhang 2 AltIV in der Porenluft überschritten + Migrationswege vorhanden sind
→ weiter mit Etappe 2.

AWEL über Resultate Etappe 1 und daraus resultierenden Entscheid zum weiteren Vorgehen informieren (E-Mail Meldung)

Hinweise Etappe 2: Raumluftrmessung (Abklärung Sanierungsbedürftigkeit) Kap 4.2 [2]

Fotodokumentation der Raumnutzung/Immissionsorte

Vor der Messung Fremdquellen wo möglich entfernen und Raum sehr gut lüften

Nicht entfernbare Fremdquellen quantifizieren (z.B. Ölheizungen, Öltanks, Farben, Lösungsmittel im Teppichleim, verschmutzte Rohre usw.)

Standardbedingungen herstellen: Vor Raumluftrmessung Raum 15 Minuten lüften, aktive Lüftung ausschalten und 8 Stunden unbelegt und geschlossen halten (Türen, Fenster und Öffnungen verschliessen)

Typische Hintergrundwerte in Innenräumen für CO₂ und CH₄ Kap.4.2 S.9 [2]

CO₂: Unter Standardbedingungen sollte CO₂ nicht über 500 ml/m³ sein.

CH₄: In Schweiz typische Hintergrundbelastung in Innenräumen bis zu 5 ml/m³

Möglich: Drägerröhrchen und Gaschromatographie zum Vergleich Gaszusammensetzungprofil (Fingerprint) der Innenraumprobe mit dem der belasteten Porenluft.

Ergebnisse plausibilisieren. Kann man zweifelsfrei den Eintritt von Emissionen vom Standort ausschliessen? Entspricht die Gaszusammensetzung der Probe dem des Standortes? Sind erhöhte Werte auf andere Quellen zurückzuführen?

5. Bericht zur Technischen Untersuchung Kap. 4.3 [2]

Abweichungen vom Pflichtenheft beschreiben und begründen

Resultate plausibilisieren (schlüssiges Bild, Übereinstimmung mit HU? Gibt es aufgrund der Porenluft-Untersuchungen Hinweise auf weitere relevante Schadstoffe?)

Gefährdungsabschätzung (Schadstoffpotential, Freisetzungspotential, Exposition/Bedeutung)

Wissenslücken/Unsicherheiten darstellen (z.B. Abschätzung Witterungsverhältnisse, Versiegelung der Oberfläche, Durchlässigkeit Speichergestein, Feuchtegehalt, organischen Kohlenstoffgehalt, Zustand Werkleitungen, unbekannte Fremdquellen BAFU S.30f &S.37f A2 [3])

Altlastenrechtliche Beurteilung des Standortes (alle Schutzgüter)

Weiteres Vorgehen beschreiben

6. Überwachungskonzept Kap. 5.1 [2]

Vorgehen gleich wie Abschnitt 3. Etappe 2: Raumlufmessungen (Immissionsort) Kap. 4.2 [2]

mindestens 4 Messungen mit Abstand 9 Monate bei unterschiedlichen meteorologischen Bedingungen. 2-mal während Heizperiode

Zusätzlicher Teil der Messkampagne: kontinuierliche Messung mittels Datenlogger bei CO₂ für 1–2 Wochen unter Nutzungsbedingungen.

Platzierung/Raumauswahl der Datenloggermessung begründen.

Im Falle möglicher Senkungen: Beobachtung der Bodenplatte und Umgebung, Rissprotokoll führen

Alarmierung/Sofortmassnahmen bei unmittelbarer konkreter Gefahr für Personen beschreiben:

- O₂ < 14 Vol.-%: akute Erstickungsgefahr,
 - CO₂ > 5 Vol.-%: akute Erstickungsgefahr,
 - 4.6 Vol.-% < CH₄ < 16.5 Vol.-%: akute Explosionsgefahr,
 - H₂S: akute Vergiftungsgefahr.
-

7. Überwachung Kap. 5.2 [2]

Vorgehen gleich wie Abschnitt 4. Technische Untersuchung

Standort überwachen und Überwachung dokumentieren

Abweichungen vom Überwachungskonzept beschreiben und begründen

Weiterführung der Überwachung, wenn:

- Ursprung von nachgewiesenen Gasen ist unklar
- Gaskonzentrationen steigen an, Fracht nimmt zu
- Gaszusammensetzung deutet auf nicht abgeschlossene Gasentwicklung hin
- Unerwartete Zusammensetzung der Spurengase
- Setzung sind zu erwarten, dadurch können neue Risse/Immissionswege entstehen

Diskussion der Resultate

Überwachungsergebnisse bewerten:

- Emissionen vom belasteten Standort gelangen in benutzte Räume → Sanierungsbedarf
- Eine Rückstufung ist möglich, wenn während der 2 Messungen im Rahmen der Voruntersuchung und in den 4 Messungen im Rahmen der Überwachung keine Immissionen vom Standort in benutzte Räume gemessen werden konnten

Weiteres Vorgehen beschreiben

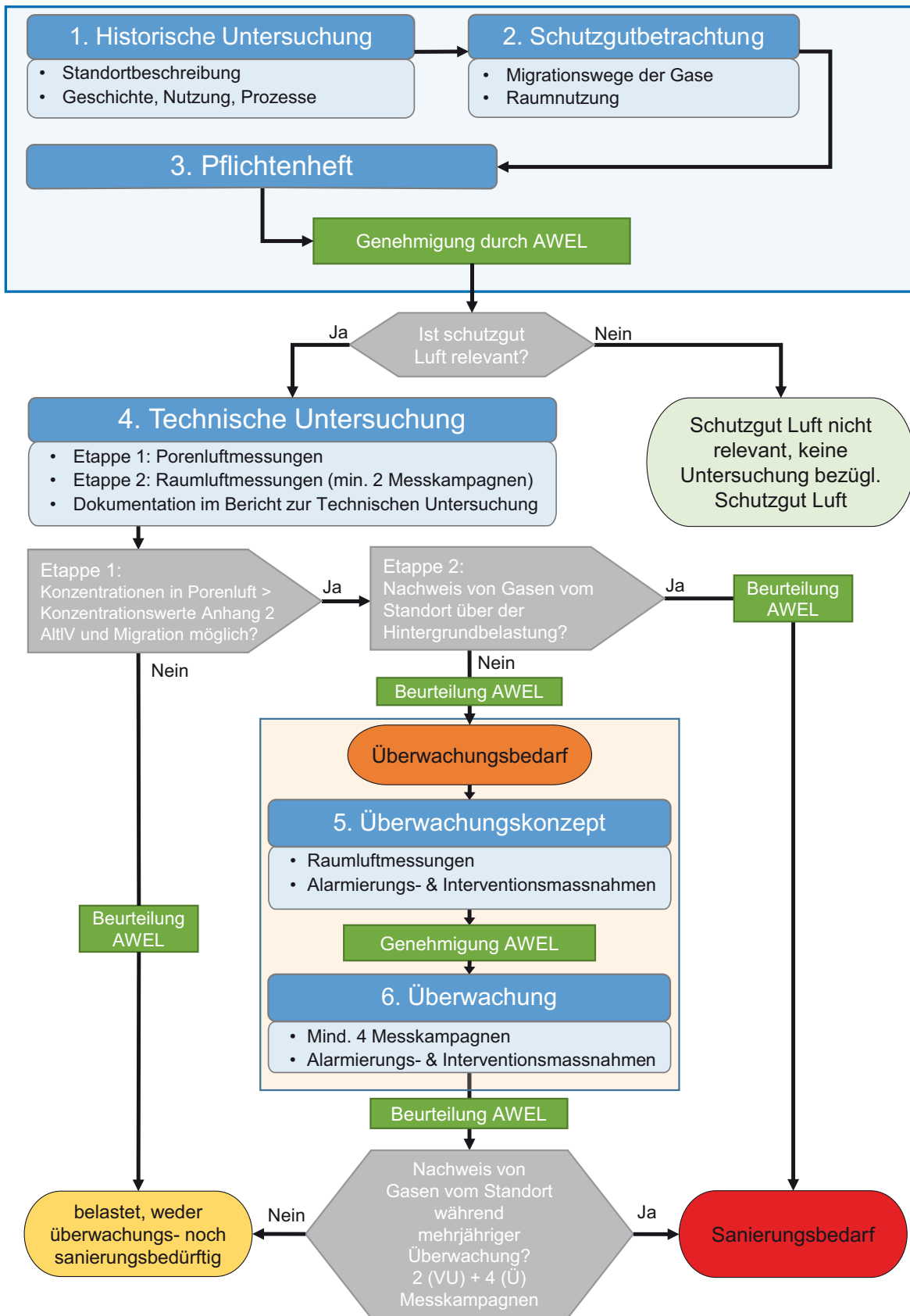


Abbildung 1: Ablaufschema zur Beurteilung des Schutzgutes Luft gemäss Art. 11 AltIV

