

Sanierungsbedarf sowie Ziele und Dringlichkeit einer Sanierung

Ein Modul der Vollzugshilfe «Untersuchung von belasteten Standorten». Stand 2022



beurteilen



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bundesamt für Umwelt BAFU

Sanierungsbedarf sowie Ziele und Dringlichkeit einer Sanierung

Ein Modul der Vollzugshilfe «Untersuchung von belasteten Standorten». Stand 2022

Impressum

Rechtlicher Stellenwert

Diese Publikation ist ein Modul der Vollzugshilfe «Untersuchung von belasteten Standorten» des BAFU als Aufsichtsbehörde und richtet sich primär an die Vollzugsbehörden. Sie konkretisiert die bundesumweltrechtlichen Vorgaben (bzgl. unbestimmten Rechtsbegriffen und Umfang/Ausübung des Ermessens) und soll eine einheitliche Vollzugspraxis fördern. Berücksichtigen die Vollzugsbehörden diese Vollzugshilfe, so können sie davon ausgehen, dass sie das Bundesrecht rechtskonform vollziehen; andere Lösungen sind aber auch zulässig, sofern sie rechtskonform sind.

Herausgeber

Bundesamt für Umwelt (BAFU)

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

Autor

Rolf Kettler, Abteilung Boden und Biotechnologie

Begleitung BAFU

Christiane Wermeille, Reto Tietz, Monika Schwab, Christoph Reusser, Thomas Lepke (Sektion Altlasten), Satenig Chadoian (Abteilung Recht), Reto Muralt (Abteilung Wasser), Samuel Cornaz (Abteilung Wasser)

Begleitung Ergänzungen zur Verhältnismässigkeit

Christiane Wermeille (BAFU), Reto Tietz (BAFU), Bettina Flury (AWEL), Reto Philipp (magma AG)

Zitierung

BAFU (Hrsg.) 2022: Sanierungsbedarf sowie Ziele und Dringlichkeit einer Sanierung. 1. aktualisierte Auflage 2022. Erstausgabe 2018. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Vollzug Nr. 1828: 33 S.

Layout

Cavelti AG, Marken. Digital und gedruckt, Gossau

Titelbild

© shutterstock.com/R. Kettler, BAFU

PDF-Download

www.bafu.admin.ch/uv-1828-d

Eine gedruckte Fassung kann nicht bestellt werden.

Diese Publikation ist auch in französischer und italienischer Sprache verfügbar. Die Originalsprache ist Deutsch.

1. aktualisierte Auflage 2022. Erstausgabe 2018.

© BAFU 2022

Inhaltsverzeichnis

Abstracts	5
------------------	----------

Vorwort	6
----------------	----------

1 Einleitung	7
1.1 Ausgangslage	7
1.2 Ziel des Moduls	7
1.3 Rechtliche Grundlagen	8

2 Beurteilung des Sanierungsbedarfs	9
2.1 Der altlastenrechtliche Sanierungsbedarf nach USG	9
2.2 Der Sanierungsbedarf nach AltIV	9
2.3 Der Sanierungsbedarf beim Schutzgut «Grundwasser» (Art. 9 AltIV)	10
2.4 Der Sanierungsbedarf beim Schutzgut «oberirdisches Gewässer» (Art. 10 Abs. 2 AltIV)	13
2.5 Wechselwirkungen zwischen Grundwasser und oberirdischen Gewässern	14
2.6 Der Sanierungsbedarf beim Schutzgut «Luft» (Art. 11 AltIV)	14
2.7 Der Sanierungsbedarf beim Schutzgut «Boden» (Art. 12 AltIV)	15

3 Ziele und Dringlichkeit der Sanierung	16
--	-----------

4 Anpassen der Sanierungsziele	17
4.1 Weniger Umweltbelastung	18
4.2 Unverhältnismässige Kosten	18
4.3 Anpassung der Sanierungsziele bezüglich Grundwasser	20

5 Anpassen der Dringlichkeit der Sanierung	27
---	-----------

Anhang A1	28
------------------	-----------

Anhang A2	30
------------------	-----------

Abstracts

Sites polluted with waste must be remediated if they cause harmful or undesirable effects for groundwater, surface water, air or soil, or where there is a real danger that such effects may arise. When establishing remediation objectives, it should always be determined whether the measures necessary to achieve them improve the overall environmental situation and whether the costs are proportionate. This enforcement aid explains the criteria for assessing the need for remediation set out in the Contaminated Sites Ordinance and to what extent the remediation objectives and urgency of remediation may be adapted where necessary without breaching the provisions of waters protection legislation.

Mit Abfällen belastete Standorte sind zu sanieren, wenn sie zu schädlichen oder lästigen Einwirkungen auf die Schutzgüter Grundwasser, oberirdisches Gewässer, Luft oder Boden führen oder die konkrete Gefahr dazu besteht. Bei der Festlegung der Sanierungsziele ist immer zu prüfen, ob die zu deren Erreichung notwendigen Massnahmen insgesamt die Umweltsituation verbessern und ob die Kosten verhältnismässig sind. Die vorliegende Vollzugshilfe erläutert die in der Altlasten-Verordnung genannten Beurteilungskriterien für einen Sanierungsbedarf und zeigt auf, wie weit nötigenfalls die Sanierungsziele und die Sanierungsdringlichkeit angepasst werden können, ohne dass gewässerschutzrechtliche Vorgaben verletzt werden.

Les sites pollués par des déchets doivent être assainis lorsqu'ils engendrent des atteintes nuisibles ou incommodes pour les eaux souterraines, les eaux de surface, l'air ou le sol, ou qu'il existe un danger concret que de telles atteintes apparaissent. Lorsqu'on fixe les buts d'un assainissement, il convient de toujours vérifier si les mesures nécessaires pour les atteindre améliorent la situation environnementale dans son ensemble et si les coûts sont proportionnés. Le présent module d'aide à l'exécution explique les critères à appliquer pour évaluer si un site nécessite un assainissement en vertu de l'ordonnance sur les sites contaminés, et indique quelle est la marge de manœuvre pour adapter au besoin les buts et l'urgence d'un assainissement sans enfreindre les prescriptions de la législation sur la protection des eaux.

I siti inquinati da rifiuti devono essere risanati se sono all'origine di effetti nocivi o molesti per i beni da proteggere «acque sotterranee», «acque superficiali», «aria» e «suolo» o se esiste il pericolo concreto che tali effetti si producano. All'atto della definizione degli obiettivi di risanamento occorre sempre verificare se le misure necessarie a raggiungerli migliorano complessivamente la situazione dell'ambiente e se i costi sono proporzionali. Il presente aiuto all'esecuzione spiega i criteri di valutazione per una necessità di risanamento stabiliti nell'ordinanza sui siti contaminati e indica in quale misura è possibile adeguare, se necessario, gli obiettivi e l'urgenza del risanamento senza violare disposizioni della legislazione in materia di protezione della acque.

Keywords:

*Need for remediation,
remediation goal,
urgency of remediation,
site evaluation*

Stichwörter:

*Sanierungsbedarf,
Sanierungsziel,
Sanierungsdringlichkeit,
Standortbeurteilung*

Mots-clés :

*Besoin d'assainissement,
but d'assainissement,
urgence d'assainissement,
évaluation d'un site*

Parole chiave:

*Necessità di risanamento,
obiettivi di risanamento,
urgenza del risanamento,
valutazione del sito*

Vorwort

Das Umweltschutzgesetz schreibt vor, dass Deponien und andere durch Abfälle belastete Standorte zu sanieren sind, wenn sie zu schädlichen oder lästigen Einwirkungen führen oder die konkrete Gefahr besteht, dass solche Einwirkungen entstehen. Mit den dazu erforderlichen Sanierungsmassnahmen sollen die Schutzgüter Grundwasser, oberirdisches Gewässer, Luft und Boden vor Beeinträchtigungen geschützt werden.

Das vorliegende Modul erläutert die Kriterien, anhand derer gemäss Altlasten-Verordnung ein belasteter Standort als sanierungsbedürftig zu klassieren ist und zeigt auf, unter welchen Voraussetzungen die ursprünglichen Ziele und die Dringlichkeit der Sanierung gestützt auf die Evaluation der Sanierungsvarianten angepasst werden müssen. Es fokussiert auf die behördliche Beurteilung der Ergebnisse aus der Altlastenuntersuchung und enthält keine technischen Anleitungen zur Durchführung der Untersuchungsmassnahmen, denn dazu existieren bereits etliche andere Vollzugshilfen des BAFU.

Der Text orientiert sich im Aufbau weitgehend an der Struktur der Altlasten-Verordnung. Die Erläuterungen zu den einzelnen Bestimmungen widerspiegeln die Praxiserfahrungen aus den 20 Jahren Vollzugstätigkeit seit Inkrafttreten der Altlasten-Verordnung. Die Zusammenstellung dieses Wissens in kompakter Form soll den behördlichen Vollzug vereinheitlichen.

Franziska Schwarz
Vizedirektorin
Bundesamt für Umwelt (BAFU)

1 Einleitung

1.1 Ausgangslage

In den Katastern der belasteten Standorte sind 38 000 Ablagerungs-, Betriebs- und Unfallstandorte aufgeführt. Die Behörden teilen die Standorte in solche ein, bei denen keine schädlichen oder lästigen Einwirkungen zu erwarten sind, und solche, bei denen zu untersuchen ist, ob sie die Umwelt gefährden und saniert werden müssen. Bei Letzteren müssen mit historischen Recherchen die möglichen Ursachen für die Schadstoffbelastung des Standortes und mit technischen Untersuchungen die allfälligen Umwelteinwirkungen ermittelt werden. Nach dieser sogenannten Voruntersuchung muss der Standort einer der folgenden vier Kategorien zugeordnet werden können:

- Der Standort ist entgegen der Erwartung nicht mit umweltgefährdenden Stoffen belastet und kann aus dem Kataster gestrichen werden.
- Der Standort ist zwar belastet aber weder überwachungs- noch sanierungsbedürftig, da er selbst langfristig keine Umweltgefährdung darstellt. Er kann deshalb im Kataster ohne weitere Abklärungen belassen werden.
- Der Standort ist belastet und überwachungsbedürftig, weil noch nicht abschliessend klar ist, ob von ihm eine schädliche oder lästige Einwirkung auf die Umwelt ausgeht.
- Der Standort ist sanierungsbedürftig, da er zu schädlichen oder lästigen Einwirkungen führt oder die konkrete Gefahr dazu besteht (Altlast). Er muss saniert werden.

Die Verordnung über die Sanierung von belasteten Standorten vom 26. August 1998 (Altlasten-Verordnung; AltIV; SR 814.680) führt die Kriterien auf, anhand derer beurteilt wird, ob ein Sanierungsbedarf besteht. Für die vier Umweltschutzgüter Grundwasser, oberirdische Gewässer, Luft und Boden sind schadstoffspezifische Schwellenwerte definiert, bei deren Überschreitung Sanierungsmassnahmen erforderlich werden.

Erweist sich ein Standort nach der Voruntersuchung als sanierungsbedürftig, sind in der Detailuntersuchung Art, Lage, Menge und Konzentration der umweltgefährdenden Stoffe, deren mögliche Umwelteinwirkungen sowie Lage und Bedeutung der gefährdeten Umweltbereiche

detailliert abzuklären. Diese Kenntnisse sind erforderlich, damit die Behörde die Dringlichkeit der Sanierung sowie die allgemeinen Sanierungsziele festlegen kann.

Anschliessend muss der Sanierungspflichtige ein Sanierungsprojekt erarbeiten (lassen). Mit ihm sind die auf den Einzelfall ausgerichteten, optimalen Sanierungsmassnahmen zu erarbeiten – ökologisch sinnvoll, technisch realisierbar und finanziell tragbar. Die Behörde beurteilt im Anschluss das Sanierungsprojekt. Sie prüft dabei auch, ob die Verhältnismässigkeit der Sanierungsmassnahmen in Bezug auf die Schutzgüter Grundwasser und oberirdisches Gewässer gegeben ist. Falls dies nicht der Fall ist, müssen die ursprünglichen Sanierungsziele und eventuell auch die Sanierungsfristen angepasst werden.

1.2 Ziel des Moduls

Das vorliegende Modul «Sanierungsbedarf sowie Ziele und Dringlichkeit einer Sanierung» ist Bestandteil der Vollzugshilfe «Untersuchung von belasteten Standorten». Während die anderen Module dieser Vollzugshilfe das technische Vorgehen bei der Standortuntersuchung beschreiben, erläutert dieses Modul die Kriterien, anhand derer die Behörde die Untersuchungsergebnisse hinsichtlich ihrer altlastenrechtlichen Relevanz beurteilt. Das Modul soll bei zwei Bearbeitungsschritten Hilfestellung bieten:

- Beurteilung nach der Voruntersuchung: Das Modul soll für jedes der vier Umweltschutzgüter im Detail erläutern, wann ein Standort gestützt auf die Voruntersuchungsergebnisse als sanierungsbedürftig zu klassieren ist. Die generellen, der Beurteilung zugrundeliegenden Sanierungskriterien finden sich in den Artikeln 9 bis 12 der AltIV.
- Nachdem ein sanierungsbedürftiger Standort im Detail untersucht ist (Detailuntersuchung) und die optimale Sanierungsvariante zumindest in Form eines Grobkonzeptes vorliegt, muss die Behörde in Anwendung von Artikel 15 AltIV nochmals die Sanierungsziele hinsichtlich Grundwasser und oberirdisches Gewässer überprüfen und nötigenfalls anpassen.

1.3 Rechtliche Grundlagen

Die Untersuchung und Sanierung von belasteten Standorten erfolgt nach den Zielsetzungen und Vorgaben des Umweltschutzgesetzes vom 7. Oktober 1983 (USG; SR 814.01) und der AltIV. Die Behörde hat aufgrund einer Voruntersuchung nach Artikel 7 AltIV zu beurteilen, ob ein belasteter Standort nach den Artikeln 9 – 12 AltIV überwachungs- oder sanierungsbedürftig ist. Bei sanierungsbedürftigen Standorten hat der Sanierungspflichtige in der sogenannten Detailuntersuchung alle Angaben zu ermitteln, die für eine Gefährdungsabschätzung erforderlich sind. Darauf gestützt wird die Behörde die Ziele und die Dringlichkeit der Sanierung festlegen. Anschliessend ist ein Sanierungsprojekt auszuarbeiten. Die Behörde beurteilt dieses Sanierungsprojekt und berücksichtigt dabei insbesondere, ob die Voraussetzungen zum Abweichen vom Sanierungsziel nach Artikel 15 Absätze 2 und 3 AltIV erfüllt sind (Art. 18 Abs. 1 Bst. e AltIV). Anschliessend legt sie in der Sanierungsverfügung abschliessend die definitiven Ziele, die konkreten Sanierungsmassnahmen, die Erfolgskontrolle und die einzuhaltenden Fristen fest (Art. 18 Abs. 2 Bst. a und b AltIV).

Verunreinigungen oberirdischer Gewässer und des Grundwassers werden nach den Regelungen des Gewässerschutzgesetzes vom 24. Januar 1991 (GSchG; SR 814.20) und der Gewässerschutzverordnung vom 28. Oktober 1998 (GSchV, SR 814.201) beurteilt. Artikel 47 GSchV beschreibt das Vorgehen bei verunreinigten Gewässern und legt fest, dass nötigenfalls nach den entsprechenden Vorschriften (d. h. im Falle von belasteten Standorten nach der AltIV) die erforderlichen Massnahmen zu treffen sind.

2 Beurteilung des Sanierungsbedarfs

2.1 Der altlastenrechtliche Sanierungsbedarf nach USG

Nach Artikel 32c Absatz 1 USG sind belastete Standorte zu sanieren, wenn sie zu schädlichen oder lästigen Einwirkungen führen oder die konkrete Gefahr besteht, dass solche Einwirkungen entstehen. Vor negativen Einflüssen soll dabei nicht nur der Mensch bewahrt werden, sondern auch Tiere und Pflanzen, ihre Lebensgemeinschaften und Lebensräume. Dies ergibt sich aus dem allgemeinen Zweckartikel 1 des USG.

In der umweltrechtlichen Altlastenbearbeitung, die in erster Linie nachsorge- und nicht vorsorgeorientiert ist, steht indes der Schutz des Menschen im Zentrum. Daher erfolgt die toxikologische Beurteilung eines Schadstoffeintrags vorwiegend auf humantoxikologischer Basis. Ökotoxikologische Kriterien spielen in der Praxis nur beim Schutzgut «oberirdische Gewässer» direkt oder indirekt (über die Exfiltration von Grundwasser) eine Rolle, denn je nach Schadstoff reagieren Wasserorganismen wesentlich empfindlicher auf Schadstoffeinträge als der Mensch, der dieses Wasser trinkt.

Beim Schutzgut Boden wird nach USG die Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit angestrebt. Entsprechend sind die Schutzziele beim Nahrungs- und Futterpflanzenanbau in Bezug auf das Pflanzenwachstum, die Tiergesundheit oder den Verzehr der Produkte durch den Menschen (indirekter Schadstofftransfer via Pflanze oder Tier) festgelegt. Die auf belasteten Flächen produzierten Nahrungsmittel sollen die für Lebensmittel geltenden Grenzwerte im Normalfall einhalten. Bei Böden wo spielende Kleinkinder Bodenpartikel verschlucken könnten, z. B. auf Kinderspielflächen, orientieren sich die AltIV-Konzentrationswerte am Risiko, das für diese Kinder besteht (direkte Bodenaufnahme).

In Bezug auf die Luft sind die Schutzziele rein anthropozentrisch fixiert, denn das Schutzgut Luft ist nur betroffen, wenn die Schadstoffe in der Luft an Orte gelangen, an denen sich Menschen regelmässig während längerer Zeit aufhalten können. Den Beurteilungswerten liegen die so genannten MAK-Werte zugrunde (Maximale Arbeitsplatz-

konzentration nach der Schweizerischen Unfallversicherungsanstalt SUVA). Der MAK-Wert ist die höchstzulässige Durchschnittskonzentration eines Stoffes in der Luft, die während einer Arbeitszeit von 8 Stunden täglich und bis 42 Stunden pro Woche auch über längere Perioden bei der ganz stark überwiegenden Zahl der gesunden, am Arbeitsplatz Beschäftigten die Gesundheit nicht gefährdet.

Beim Schutzgut Grundwasser zielen sämtliche Beurteilungswerte darauf ab, das Grundwasser weiterhin als Trinkwasserressource nutzen zu können. Die Schutzziele für die Grundwasserbiozönose ergeben sich aus den relativ allgemeinen Vorgaben der Gewässerschutzgesetzgebung. Ökotoxikologische Überlegungen spielen beim Grundwasser allenfalls dann eine Rolle, wenn die Belastung im Grundwasser durch Exfiltration die aquatischen Lebewesen von oberirdischen Gewässern beeinträchtigt.

Das USG strebt bei der Sanierung ein dauerhaftes Unterschreiten der Schwelle zu schädlichen oder lästigen Einwirkungen an. Es definiert damit die Mindestbedingungen einer erfolgreichen und gesetzeskonformen Sanierung. Die komplette Wiederherstellung des natürlichen, unbelasteten Zustands wird hingegen nicht verlangt.

2.2 Der Sanierungsbedarf nach AltIV

Die Kriterien, ab wann ein altlastenrechtlicher Sanierungsbedarf besteht, finden sich in den Artikeln 9–12 und den Anhängen 1–3 AltIV. Dort sind für die häufigsten Schadstoffe und für jedes Schutzgut die maximal zulässigen Schwellenwerte definiert.

Grundsätzlich wird für die Beurteilung die höchste gemessene Schadstoffkonzentration herangezogen, und nicht der Durchschnittswert. Die Messwerte sind immer kritisch hinsichtlich ihrer Plausibilität zu hinterfragen, insbesondere im Hinblick auf allfällige Messfehler, Querverschmutzungen, Messunsicherheiten bezüglich der Präzision und Richtigkeit oder Repräsentativität der Probenahme. Im Zweifelsfall sollte die Probenahme bei vergleichbaren Bedingungen wiederholt werden.

Sind für einen bestimmten Stoff keine Konzentrationswerte in der AltIV festgelegt, hat die Behörde gestützt auf die aktuellen toxikologischen Grundlagen eigene Werte herzuleiten. Das konkrete Vorgehen zur Herleitung der gewässerrelevanten Konzentrationswerte ist in der BAUFU-Vollzugshilfe «Herleitung von Konzentrationswerten und Feststoff-Grenzwerten»¹ beschrieben.

Entscheidend für die Relevanz des Schutzgutes ist die heutige Nutzungsart bzw. der heutige Zustand, inklusive dessen «üblicher» Schwankungen (z. B. saisonal oder meteorologisch bedingt), unabhängig davon, ob die heutigen Milieubedingungen künstlich aufrechterhalten werden oder natürlich bedingt sind.

- Beispielsweise wird bei der Beurteilung einer Grundwassersituation die heute vorherrschende Grundwasserflussrichtung zugrunde gelegt und nicht allfällig veränderte Verhältnisse, die sich aus einer dauerhaften Leistungssteigerung in einem benachbarten Grundwasserpumpwerk ergeben würden. Solche Veränderungen müssten nach Artikel 3 Buchstabe a AltIV beurteilt werden: Führen die Änderungen an Anlagen zu einem Sanierungsbedarf auf dem belasteten Standort, muss derjenige, der die Änderung vornimmt, allfällige Schutzmassnahmen treffen und diese auch selbst finanzieren.
- Ebenso wäre es unerheblich, wenn ein aktuell landwirtschaftlich genutzter Boden in einigen Jahren mit Wohnungen überbaut werden soll und dann die (strengeren) Sanierungswerte für einen Sanierungsbedarf bei Haus- und Familiengärten angewendet würden. Auch in diesem Fall erfolgte die Beurteilung lediglich hinsichtlich der Schutzziele für landwirtschaftliche Böden und die bei der späteren Umnutzung erforderlichen Schutzmassnahmen gingen zulasten des Bauherrn.
- Desgleichen ist für die Beurteilung des Sanierungsbedarfs hinsichtlich Luft die aktuelle Situation massgebend, unabhängig davon, ob z. B. ein unterkellertes Gebäude auf dem Standort errichtet werden soll. Wenn erst in Zukunft Situationen entstehen, bei denen sich Personen regelmässig während längerer Zeit am Standort aufhalten, ist Artikel 3 AltIV massgebend.

2.3 Der Sanierungsbedarf beim Schutzgut «Grundwasser» (Art. 9 AltIV)

Definition «Grundwasser», gemäss BAUFU-Wegleitung Grundwasserschutz², S. 11: *Das Grundwasser füllt die natürlichen Hohlräume (Poren, Spalten, Klüfte) des Untergrundes zusammenhängend aus und bewegt sich entsprechend der Schwerkraft. Grundwasserleiter können aus Lockergesteinen (z. B. Kies, Sand) oder aus Festgesteinen (Karst- oder Kluff-Grundwasserleiter) bestehen.*

Die Kantone teilen ihr Gebiet in die «besonders gefährdeten» und die übrigen Bereiche ein. Die besonders gefährdeten Bereiche umfassen in Bezug auf das Grundwasser:

- die nutzbaren Grundwasservorkommen (Gewässerschutzbereiche A_U), sowie
- die Zuströmbereiche Z_U , die zum Schutz der Wasserqualität bei bestehenden und geplanten, im öffentlichen Interesse liegenden Grundwasserfassungen bezeichnet werden, wenn das Wasser durch Stoffe verunreinigt ist, die nicht genügend abgebaut oder zurückgehalten werden, oder wenn die konkrete Gefahr einer Verunreinigung durch solche Stoffe besteht.

Innerhalb der Gewässerschutzbereiche A_U werden zusätzlich die zum Schutz der bereits heute genutzten Grundwasservorkommen nötigen Grundwasserschutzzonen S1, S2, S3, S_h und S_m ausgeschieden, sowie die zum Schutz für zukünftige Nutzungen erforderlichen Grundwasserschutzareale. Je nach Gewässerschutzbereich und Grundwasserschutzzone gelten unterschiedlich strenge Schutzvorschriften (vgl. Anh. 4 GSchV).

Entsprechend sind auch die Kriterien zur Beurteilung eines Sanierungsbedarfs hinsichtlich des Schutzgutes Grundwasser in Abhängigkeit der Nutzbarkeit sowie der vorgesehenen oder effektiven Nutzung abgestuft. Beurteilungsbasis sind die Konzentrationswerte in Anhang 1 AltIV. Diese Werte sind nach dem Grundsatz festgelegt, dass derart belastetes Wasser gerade noch die Anforderungen an Trinkwasser erfüllt, wobei jedoch stoffspezifisch Ausnahmen vorkommen. In der Grössenordnung orientieren sich die Konzentrationswerte daher an den Höchstwerten, die gemäss Lebensmittelgesetzgebung

1 BAUFU 2013: Herleitung von Konzentrationswerten und Feststoff-Grenzwerten. UV-1333-D. www.bafu.admin.ch/uv-1333-d

2 BAUFU-Vollzugshilfe «Wegleitung Grundwasserschutz». VU-2508-D. <http://tinyurl.com/vu-2508-d>

für Trinkwasser gelten bzw. an internationalen Trinkwasserwerten (z. B. der WHO³ oder der EFSA⁴). Das Vorgehen ist in der BAFU-Vollzugshilfe «Herleitung von Konzentrationswerten und Feststoff-Grenzwerten» im Detail beschrieben.

2.3.1 Der Sanierungsbedarf in Grundwasserfassungen (Art. 9 Abs. 2 Bst. a AltIV)

Für Fassungen im öffentlichen Interesse müssen Grundwasserschutzzonen (S₁ – S₃, S_n und S_m) ausgeschieden und in den kantonalen Gewässerschutzkarten dargestellt werden. Der Eintrag in der Gewässerschutzkarte reicht indes als alleinige Begründung für das öffentliche Interesse an einer Grundwasserfassung nicht aus. Er ist lediglich ein starkes Indiz dafür. Es kann vorkommen, dass eine Fassung nicht mehr zur Trinkwassergewinnung genutzt wird bzw. gar nie dafür genutzt wurde, obwohl einmal Grundwasserschutzzonen ausgeschieden wurden. In einem solchen Fall liegt die Fassung nicht (mehr) im öffentlichen Interesse und die Schutzzone müssten aufgehoben werden.

Für einen Sanierungsbedarf nach Artikel 9 Absatz 2 Buchstabe a AltIV müssen grundsätzlich drei Bedingungen erfüllt sein:

1. Art der in der Fassung festgestellten Stoffe: Es muss sich primär um Substanzen handeln, die das Gewässer auch in geringen Konzentrationen so verunreinigen können, dass es die Anforderungen an Trinkwasser nicht mehr erfüllt (in der Regel sogenannte Mikroverunreinigungen). Andere Stoffe, die die Nutzbarkeit als Trinkwasser nur in vergleichsweise hohen Konzentrationen beeinträchtigen, wie z. B. Sulfat, Chlorid oder Bor, begründen nur dann einen Sanierungsbedarf, wenn im Einzelfall mit zusätzlichen Untersuchungen eine schädliche oder lästige Auswirkung auf die Trinkwassernutzung belegt wird.
2. Herkunft der Stoffe: Es müssen klare Belege dafür vorliegen, dass die Schadstoffe aus dem fraglichen Standort stammen. Ein zweifelsfreier Nachweis wird zwar oft nicht erbracht werden können, aber zumindest muss eine sehr hohe Wahrscheinlichkeit für deren Herkunft bestehen. Falls mehrere Schadstoffquellen im Zuflussbereich der Fassung die Belastung verursachen, muss

der standortspezifische Nachweis erbracht werden. Ältere Belastungen, die alleine aus der so genannten Abstromfahne herrühren, d. h. aus dem Bereich zwischen dem belasteten Standort und der Fassung, begründen keinen altlastenrechtlichen Sanierungsbedarf (Ob auch heute noch Schadstoffe aus dem belasteten Standort in die Fassung gelangen oder ob sie nur noch aus der Abstromfahne stammen, lässt sich meist erst im Rahmen einer Detailuntersuchung exakt ermitteln). Gelingt kein eindeutiger Nachweis, muss von einer diffusen Belastung in der Fassung ausgegangen werden, die gemäss den allgemeinen Regelungen der Gewässerschutzgesetzgebung zu beurteilen ist.

Einen Sonderfall stellen belastete Standorte in Karstgebieten dar. Wenn sich ein belasteter Standort im Einzugsgebiet einer genutzten Karstquelle befindet, kann erfahrungsgemäss davon ausgegangen werden, dass die beiden Punkte via die Hohlräume und Klüfte hydraulisch miteinander verbunden sind. Die Behörde kann deshalb in den meisten Fällen davon ausgehen, dass eine räumliche und angesichts der hohen Fliessgeschwindigkeiten auch zeitliche Verbindung besteht. Zu prüfen ist allerdings, ob nicht auch noch andere belastete Standorte im Einzugsgebiet der Fassung als Schadstoffquellen in Frage kommen. Weiterführende Erläuterungen finden sich im Vollzugshilfe-Modul «Beurteilung von belasteten Standorten über Karstgrundwasser».⁵

3. Konzentration der Stoffe: Die vom Standort stammenden Schadstoffe müssen in Konzentrationen über der Bestimmungsgrenze gemessen werden. Die Bestimmungsgrenze ist die kleinste Konzentration, die sich mit einer minimal geforderten Präzision und Richtigkeit quantitativ laboranalytisch ermitteln lässt. Bei der Definition der Bestimmungsgrenze müssen sämtliche Unsicherheiten des gesamten Probenahmeverfahrens (mechanische, chemische, physikalische und biologische Probenvorbereitung, Verdünnungen, Überführungen, Kalibration, Messung, Auswertung) berücksichtigt werden. Sie ist für alle in der AltIV aufgeführten Schadstoffe in der BAFU-Vollzugshilfe «Messmethoden im Abfall- und Altlastenbereich»⁶ aufgeführt. Werden im Einzelfall niedrigere Bestimmungsgrenzen als die in der Vollzugshilfe genannten

3 Weltgesundheitsorganisation (World Health Organization, WHO)

4 Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit (European Food Safety Authority, EFSA)

5 BAFU 2018: Beurteilung von belasteten Standorten über Karstgrundwasser. UV-1821-D. www.bafu.admin.ch/uv-1821-d

6 BAFU 2017: Messmethoden im Abfall- und Altlastenbereich. UV-1715-D. www.bafu.admin.ch/uv-1715-d

Werte zugrunde gelegt, ist zu belegen, dass diese die Anforderungen an die minimal geforderte Präzision und Richtigkeit ebenfalls erfüllen.

2.3.2 Der Sanierungsbedarf im Grundwasserabstrom (Art. 9 Abs. 2 Bst. b und c AltIV)

Massgebend für den Sanierungsbedarf ist die Konzentration der Schadstoffe im Abstrombereich unmittelbar beim Standort (zur Festlegung des Probenahmeortes vgl. die BAUFU-Vollzugshilfe «Probenahme von Grundwasser bei belasteten Standorten»⁷, für CKW-Standorte zusätzlich die BAUFU-Vollzugshilfe «Umgang mit CKW-Standorten»⁸) sowie dessen Gewässerschutzbereichs-Zugehörigkeit:

- Liegt der Abstrombereich unmittelbar beim Standort im Gewässerschutzbereich A_U ist der Standort sanierungsbedürftig, wenn ein oder mehrere Schadstoffe aus dem Standort dort in Gehalten über ihrem jeweiligen halben Konzentrationswert vorliegen (Bst. b).
- Liegt der Abstrombereich unmittelbar beim Standort ausserhalb des Gewässerschutzbereichs A_U besteht ein Sanierungsbedarf, wenn dort der doppelte Konzentrationswert überschritten ist (Bst. c).

Der für den Abstrombereich unmittelbar beim Standort geltende Gewässerschutzbereich ergibt sich aus der Bezeichnung in der kantonalen Gewässerschutzkarte.

Die zweidimensionalen Gewässerschutzkarten berücksichtigen nur bedingt, dass im Untergrund eines Standorts mehrere, voneinander getrennte Grundwasserstockwerke übereinanderliegen können. Vielfach erfüllt dann auch nur eines der Grundwasservorkommen die Kriterien für die Nutzbarkeit. In solchen Fällen ist die Sanierungsbedürftigkeit in Abhängigkeit der Nutzung und Bedeutung als nutzbares Grund- resp. Trinkwasservorkommen zu beurteilen. Die strengen AltIV-Kriterien zum Schutz des nutzbaren Grundwassers (Art. 9 Abs. 2 Bst. b AltIV) sind nur auf die Grundwasserstockwerke anzuwenden, die zurecht dem A_U zuzuordnen sind.

Beurteilungsrelevant ist immer nur die Belastung, die aus dem Standort selbst stammt. Natürlicherweise vorhan-

dene Grundbelastungen oder aus anderen Quellen dem Standort zuströmende Schadstoffgehalte sind von den abstromseitig gemessenen Gehalten in Abzug zu bringen.

2.3.3 Der Sanierungsbedarf bei konkreter Gefahr (Art. 9 Abs. 2 Bst. d AltIV)

Ein Sanierungsbedarf nach Artikel 9 Absatz 2 Buchstabe d AltIV ergibt sich, wenn zwei Bedingungen kumulativ erfüllt sind.

1. Im Eluat aus dem Standortmaterial ist ein Konzentrationswert nach Anhang 1 AltIV überschritten (Überwachungsbedürftigkeit). In der Vollzugshilfe «Messmethoden im Abfall- und Altlastenbereich» ist das Vorgehen zur Durchführung eines Eluattests nach AltIV im Detail erklärt. Die Beurteilung dieser ersten Bedingung bietet in der Praxis keine Probleme.
2. Die Interpretation der Formulierung «wegen eines ungenügenden Rückhalts oder Abbaus von Stoffen [...] eine konkrete Gefahr einer Verunreinigung des Grundwassers besteht» bereitet jedoch im Vollzug einige Schwierigkeiten. Als generelle Regel kann festgehalten werden: Ein Sanierungsbedarf besteht dann, wenn es nur eine Frage der Zeit ist,
 - bis Schadstoffe vom Standort in einer Fassung von öffentlichem Interesse festgestellt werden (Sanierungskriterium gemäss Artikel 9 Absatz 2 Buchstabe a AltIV); oder
 - bis der halbe (innerhalb A_U) bzw. der doppelte Konzentrationswert (ausserhalb A_U) gemäss Anhang 1 AltIV im direkten Abstrombereich des Standorts überschritten ist (Sanierungskriterium gemäss Artikel 9 Absatz 2 Buchstabe b bzw. Buchstabe c AltIV).

Die konkrete Gefahr ist dann gegeben, wenn das Erreichen des halben bzw. doppelten Konzentrationswerts sicher oder zumindest hoch wahrscheinlich ist. Bei Standorten mit Belastungen, deren Ursachen bereits mehrere Jahrzehnte zurückliegen und die aktuell diese Sanierungsschwelle nicht erreichen, wird die Schwelle zu einer konkreten Gefahr nur noch in Ausnahmefällen überschritten. Meist nehmen die Belastungen tendenziell über die Jahrzehnte eher ab als zu.

⁷ BAUFU 2003: Probenahme von Grundwasser bei belasteten Standorten. VU-3413-D, <http://tinyurl.com/vu-3413-d>

⁸ BAUFU 2018: Umgang mit CKW-Standorten, UV-1833-D, www.bafu.admin.ch/uv-1833-d

Ausführliche Erläuterungen zu den einzelnen Elementen von Artikel 9 Absatz 2 Buchstabe d AltIV finden sich im Anhang.

2.4 Der Sanierungsbedarf beim Schutzgut «oberirdisches Gewässer» (Art. 10 Abs. 2 AltIV)

Definition «oberirdisches Gewässer»: Gemäss Artikel 4 Buchstabe a GSchG zählt der Wasserkörper mit Sohle und Böschung sowie dessen tierische und pflanzliche Besiedlung zum oberirdischen Gewässer. Sedimente gehören somit auch dazu. Ebenfalls darin inbegriffen sind eingedolte Gewässerabschnitte und künstliche Gewässer, soweit sie im Gewässernetz eingebunden sind.

Oberirdische Gewässer umfassen stehende Gewässer wie Seen, Weiher und Teiche sowie Fliessgewässer wie Bäche, Flüsse, Flusstäue und Kanäle.

Beurteilungsbasis für den Sanierungsbedarf sind wie beim Grundwasser die Konzentrationswerte in Anhang 1 AltIV. Ein Sanierungsbedarf ergibt sich, wenn der Konzentrationswert im Wasser, das aufgrund von Abschwemmungen, über Sicker- und Drainageleitungen oder Exfiltration in das oberirdische Gewässer gelangt, zehnfach überschritten ist (Art. 10 Abs. 2 Bst. a AltIV). Massgebend ist hier also der Punkt, wo das Wasser aus dem belasteten Standort in ein Oberflächengewässer gelangt.

Die Anforderung bezweckt die langfristige Sicherung der Nutzung eines Gewässers als Trinkwasserressource. Auch bei oberirdischen Gewässern erfolgt somit die Gefährdungsabschätzung primär auf humantoxikologischer Basis. Aufgrund der im Allgemeinen grossen Verdünnungskapazität von solchen Gewässern können Wassereinträge aus belasteten Standorten mit Gehalten akzeptiert werden, die den Konzentrationswert bis zum Zehnfachen überschreiten. Dennoch muss aber nach Durchmischung im Gewässer die Wasserqualität immer noch so sein, dass das Wasser, nötigenfalls nach Anwendung einfacher Aufbereitungsverfahren, die Anforderungen der Lebensmittelgesetzgebung an Trinkwasser einhält.

Der zehnfache Konzentrationswert sagt indes wenig aus bezüglich der Gefährdung von aquatischen Organismen. Weil jedoch die AltIV den Schutz von Mensch *und* Umwelt vor schädlichen und lästigen Einwirkungen vorsieht, sind situativ, je nach Standort und Schadstoff auch ökotoxikologische Überlegungen anzustellen, um zu prüfen, ob ein Sanierungsziel unterhalb des zehnfachen Konzentrationswerts festgelegt werden muss.

Die qualitativ formulierten, ökotoxikologischen Beurteilungskriterien finden sich in Anhang 2 Ziffer 11 Absatz 1 Buchstabe f GSchV. Demnach dürfen die vom Standort stammenden Schadstoffe empfindliche Pflanzen, Tiere und Mikroorganismen nicht in ihrer Fortpflanzung, Entwicklung und Gesundheit beeinträchtigen.

Numerische Anforderungen definiert die GSchV in Anhang 2 Ziffer 11 Absatz 3 und Ziffer 12 Absatz 5 vor allem für anorganische Stoffe wie Schwermetalle oder anorganische Stickstoffverbindungen. Für organische Verbindungen wie chlorierte Lösungsmittel, die bei Altlasten oftmals eine Rolle spielen, sind bis dato keine Grenzwerte definiert. Eine Ausnahme bilden die organischen Pestizide, für welche die Anforderung von 0,1 µg/l pro Einzelstoff gilt. Dieser Wert wurde jedoch der Trinkwassergesetzgebung entnommen und ist demnach nicht ökotoxikologisch begründet. Ab Anfang 2020 wurden numerische Anforderungen für 19 organische Pestizide und 3 Arzneimittel in die GSchV aufgenommen.

Zu beachten ist hierbei, dass die GSchV die Qualität des oberirdischen Gewässers erst nach weitgehender Durchmischung beurteilt. Mit anderen Worten: Die Qualitäts-Vorgaben der GSchV gelten nicht am Punkt, wo das Wasser aus dem belasteten Standort in ein Oberflächengewässer gelangt, sondern beziehen sich auf die Situation nach der Durchmischung im Gewässer.

Hinsichtlich des in Artikel 10 Absatz 2 Buchstabe b AltIV erwähnten Sanierungsbedarfs bei einer «konkreten Gefahr einer Verunreinigung» kann auf die Ausführungen im vorangehenden Kapitel 2.3.3 und die weiterführenden Erläuterungen im Anhang verwiesen werden. Ein Sanierungsbedarf besteht dann, wenn ohne Einschreiten mit Sicherheit oder hoher Wahrscheinlichkeit vorzusehen ist, dass das Zehnfache eines Konzentrationswerts

gemäss Anhang 1 AltIV überschritten sein wird, d. h. das Sanierungskriterium nach Artikel 10 Absatz 2 Buchstabe a AltIV erfüllt sein wird.

Weiterführende Informationen zur Untersuchung, Beurteilung und Sanierung von oberirdischen Gewässern und insbesondere zu Sedimenten sind Bestandteil einer separaten Vollzugshilfe.⁹

2.5 Wechselwirkungen zwischen Grundwasser und oberirdischen Gewässern

In vielen Fällen steht das Grundwasser in Wechselwirkung mit dem oberirdischen Gewässer. Daher können Schadstoffe via Exfiltration oder Infiltration grundsätzlich von einem ins andere Schutzgut verschleppt werden. Diesem Umstand ist bei der Gefährdungsabschätzung Rechnung zu tragen. Die AltIV bezieht sich in Artikel 15 Absatz 2 Buchstabe c konkret auf diese Wechselwirkung (vgl. Kap. 4.3). In der Praxis dürfte jedoch höchst selten eine Konstellation auftreten, bei der ein hinsichtlich Grundwasser nicht sanierungsbedürftiger Standort wegen eines Schadstofftransfers ins Oberflächengewässer saniert werden muss.

2.6 Der Sanierungsbedarf beim Schutzgut «Luft» (Art. 11 AltIV)

Die altlastenrechtliche Beurteilung des Sanierungsbedarfs hinsichtlich des Schutzgutes Luft fokussiert auf die ganz spezifischen Situationen, bei denen Menschen solchen Ausgasungen unmittelbar ausgesetzt sein könnten. Beispielsweise ist es denkbar, dass bei ehemaligen Deponien Gase aus dem Untergrund in später erstellte (Keller-) Räumlichkeiten eindringen können oder sich solche Gase in Bodensenken ansammeln und so zu einer Schädigung von dort sich aufhaltenden Personen führen können.

Ein Sanierungsbedarf hinsichtlich des Schutzgutes Luft entsteht, wenn folgende zwei Bedingungen kumulativ erfüllt sind:

- Die Konzentration von kritischen Gasen in der Porenluft des Bodens übertrifft die in Anhang 2 AltIV definierten Werte. Diese entsprechen weitgehend den heute gültigen MAK-Werten (vgl. Kap. 2.1)
- Es wird messtechnisch nachgewiesen, dass diese Gase an Orte gelangen, wo sich Personen regelmässig während längerer Zeit aufhalten.

Mit der emissionsseitigen Begrenzung auf gesundheitlich zulässige Maximalwerte und der immissionsseitigen Nulltoleranz kann ausgeschlossen werden, dass Personen, die sich in gefährdeten Bereichen aufhalten, geschädigt werden können.

Die Probenahme und Analyse von Porenluft ist in der gleichlautenden BAFU-Vollzugshilfe¹⁰ im Detail beschrieben.

Zu den «Orten, wo sich Personen regelmässig während längerer Zeit aufhalten» zählen Räume wie Wohnungen, Schulzimmer, Kindergärten, Hobbyräume und ständige Arbeitsplätze aber auch Kinderspielplätze in Geländemulden, wenn sich dort Gase ansammeln können. 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 zumindest abzuklären, ob sich schwere und allenfalls entzündliche Gase dort ansammeln und so zu einer Gefährdung führen können. Dann wäre auch dort ein Sanierungsbedarf gegeben.

In Räumen bzw. an der Oberfläche erfolgt die Gasmessung mit Flammenionisationsdetektoren (FID), oder Photoionisationsdetektoren (PID)¹¹. Die Messung erfolgt entlang den potentiellen Schwachstellen im Bauwerk

¹⁰ BAFU 2015: Probenahme und Analyse von Porenluft. UV-1521-D. www.bafu.admin.ch/uv-1521-d

¹¹ Ein Flammenionisationsdetektor (FID) detektiert grundsätzlich organische Verbindungen, jedoch weisen einige organische Substanzen eine schlechtere Erfassbarkeit auf, da sie bereits vor der Messung thermisch zersetzt werden (z. B. Ameisensäure, die zu Kohlenstoffmonoxid und Wasser zerfällt). Auch folgende Substanzen sprechen im FID nur wenig oder gar nicht an: Edelgase, Wasserstoff (H₂), Stickstoff (N₂), Stickoxide (NO_x), Kohlenmonoxid (CO), Tetrachlormethan (CCl₄) oder andere halogenierte Verbindungen, Siliciumhalogenide, Kohlendioxid (CO₂), Wasser (H₂O), Kohlenstoffdisulfid (CS₂), Ammoniak (NH₃), Sauerstoff (O₂). Der Photoionisationsdetektor (PID) ist ein Gerät zur Erkennung und Analyse von chemischen Verbindungen in der Umgebungsluft. Beispielsweise sind aromatische Kohlenwasserstoffe, einige gängige Lösungsmittel und eine Vielzahl unterschiedlicher anorganischen, vor allem aber organischer Substanzen nachweisbar.

(Fugen, Verbindungsstellen, Risse etc.) bzw. dort, wo erfahrungsgemäss mit den höchsten Gasgehalten zu rechnen ist. Ein Sanierungsbedarf ergibt sich, sobald nachweislich Schadstoffe aus der Bodenluft eindringen, d. h. sobald das Messgerät Stoffe detektiert. Es wird also auf die Einzelwerte abgestellt und nicht auf eine durchschnittliche Gaskonzentration im Raum. Dies, weil es grundsätzlich keine sichere, akzeptable Untergrenze für Gasaustritte gibt.

Im Zweifelsfall, wenn die Messung keine Auffälligkeiten zeigt, die Schadstoffgehalte in der Porenluft jedoch hoch sind, empfiehlt sich eine Wiederholung der Messkampagne (mind. 3 × und bei unterschiedlichen meteorologischen Bedingungen). Zusätzlich sollte auch kritisch hinterfragt werden, ob nicht im weiteren Verlauf noch Setzungen im Untergrund auftreten könnten, die zu Rissbildungen im Mauerwerk führen könnten.

2.7 Der Sanierungsbedarf beim Schutzgut «Boden» (Art. 12 AltIV)

Als Boden gilt die oberste, unversiegelte Erdschicht, in der Pflanzen wachsen können (Art. 7 Abs. 4^{bis} 2. Satz USG).

Die altlastenrechtliche Sanierung von belasteten Böden will die Menschen, Tiere oder Pflanzen schützen, die mit diesem Boden in Wechselwirkung treten. In dieser Sichtweise wird der Boden in erster Linie als Quelle von Einwirkungen betrachtet. Das Schutzgut sind die «Nutzer» des Bodens, nicht der Boden an und für sich. Daher sind auch die Sanierungsziele nutzerspezifisch festgelegt. Die standortübliche Nutzung ergibt sich üblicherweise aus der raumplanerischen Festlegung. Im Einzelfall ist jedoch immer auch die tatsächliche Nutzungssituation zu prüfen, insbesondere wenn es um Standorte geht, auf denen kleine Kinder regelmässig spielen (Bsp.: Waldkindergarten).

Böden von belasteten Standorten nach AltIV sind zu sanieren, wenn ein in ihnen enthaltener Stoff einen Konzentrationswert nach Anhang 3 AltIV überschreitet (Art. 12 Abs. 1 AltIV). Mit den Sanierungsmassnahmen soll die Belastung wieder unter diese Schwelle gesenkt werden. Die Sanierung verfolgt somit nicht das Ziel der

kompletten Wiederherstellung aller Bodenfunktionen (keine Multifunktionalität) sondern strebt lediglich einen Zustand an, bei dem eine standortübliche Nutzung oder Bewirtschaftung wieder möglich ist.

Die Konzentrationswerte in Anhang 3 AltIV sind für zwei Nutzungsformen festgelegt: einerseits für Standorte mit landwirtschaftlicher oder gartenbaulicher Nutzung (Anh. 3 Ziff. 1 AltIV), andererseits für Standorte bei Haus- und Familiengärten, Kinderspielplätzen und Anlagen, auf denen Kinder regelmässig spielen (Anh. 3 Ziff. 2 AltIV). Raumplanerisch sind letztere meist als Wohnzone, Schulzone oder Sport- und Freizeitzone festgelegt.

Bei allen anderen Nutzungsformen wie beispielsweise Wald oder Industrieareale besteht nie ein Sanierungsbedarf hinsichtlich des Schutzgutes Boden. Vorbehalten bleiben kombinierte Nutzungen wie Waldkindergärten oder öffentlich zugängliche Waldflächen oder Industrieareale in direkter Nachbarschaft zu Spielplätzen.

Belastete Böden im Sinne der AltIV haben ihren Ursprung immer in der Ablagerung von Abfällen (Deponien, Rückstände aus Betrieben, Unfälle, verschossene Munition) und weisen eine beschränkte Ausdehnung auf. Bei Bodenbelastungen, die durch den Eintrag von Abfällen über den Luftpfad entstanden sind (z. B. aus einem Kamin) werden nur die angrenzenden Böden mit Sanierungswert-Überschreitungen in den AltIV-Kataster der belasteten Standorte eingetragen. Alle nicht sanierungsbedürftigen Böden und sämtliche aus diffusen Quellen belasteten Flächen sind nach der Verordnung vom 1. Juli 1998 über Belastungen des Bodens (VBBo, SR 814.12) zu beurteilen.

Ausführliche Informationen zur Untersuchung und Sanierung von Bodenbelastungen durch Schiessstätigkeit enthält die BAUFU-Mitteilung «VASA-Abgeltungen bei Schiessanlagen»¹².

¹² BAFU 2018: VASA-Abgeltungen bei Schiessanlagen, UV-0634-D.
www.bafu.admin.ch/uv-0634-d

3 Ziele und Dringlichkeit der Sanierung

Mit den relativ oberflächlichen und rasch durchzuführenden Abklärungen im Rahmen der historischen und technischen Voruntersuchung wird lediglich im Grundsatz festgestellt, ob ein Standort zu schädlichen oder lästigen Einwirkungen führt bzw. führen wird und deshalb sanierungsbedürftig ist. Allerdings sind der volle Umfang des Schadstoffpotentials, die Verteilung der Schadstoffe sowie das genaue Ausmass der Gefährdung meist noch zu wenig bekannt, um die Dringlichkeit von Sanierungsmassnahmen und die Ziele einer Sanierung detailliert festlegen zu können. Dazu bedarf es genauer Entscheidungsgrundlagen. Die notwendigen Kenntnisse über das Gefährdungspotential eines Standortes sind deshalb innert angemessener Frist im Rahmen der sogenannten Detailuntersuchung zu beschaffen (Art. 13 Abs. 2 Bst. a AltIV).

Der Umfang einer Detailuntersuchung ist einzelfallweise festzulegen und kann weit über die Voruntersuchungsmassnahmen hinausgehen. Gemäss Artikel 14 Absatz 1 AltIV sind in diesem Bearbeitungsschritt Art, Lage, Menge und Konzentration aller vorhandener Schadstoffe (Schadstoffpotential), die Art, die Fracht und der zeitliche Verlauf der tatsächlichen oder möglichen Einwirkungen auf die Umwelt (Freisetzungspotential) sowie die Empfindlichkeit, Lage und Bedeutung der betroffenen Umweltbereiche quantitativ im Detail zu erfassen. Dies geschieht in der Regel durch eine umfangreiche Beprobung und Analyse des Standortes und der davon betroffenen Schutzgüter und nötigenfalls durch eine mathematische Modellierung der zu erwartenden Einwirkungen des Standortes im Laufe der Zeit.

Anhand der umfassenden Gefährdungsabschätzung wird die Behörde die Sanierungsbedürftigkeit des Standortes nochmals hinterfragen und, falls diese weiterhin gegeben ist, die Ziele und die Dringlichkeit der Sanierung festlegen.

4 Anpassen der Sanierungsziele

Achtung, bitte beachten:

Die Kapitel 4 und 5 zeigen auf, unter welchen Bedingungen und bis wie weit die ursprünglichen Sanierungsziele nötigenfalls anzupassen sind. In den weitaus meisten Fällen werden diese Bedingungen nicht erfüllt sein, so dass die nach der Detailuntersuchung festgelegten Sanierungsziele weiterhin Bestand haben. Ein Anpassen der ursprünglichen Sanierungsziele ist in gewissen Sinne ein «Notausgang» und nur in den wenigen Fällen zulässig, wo sonst unverhältnismässige Kosten entstehen und eine Verschlechterung der Umweltsituation zu gewärtigen wäre. Dabei müssen die Anforderungen der Gewässerschutzgesetzgebung stets eingehalten werden. Das Abweichen setzt einen Wissenstand voraus, der erst nach dem Sanierungsvariantenstudium vorliegt.

Gestützt auf die behördlich festgelegten Ziele und die Dringlichkeit der Sanierung sind die möglichen Sanierungsvarianten zu evaluieren und ein Sanierungsprojekt zu formulieren (vgl. BAFU-Vollzugshilfe «Evaluation von Sanierungsvarianten»¹³). Das generelle Ziel der Sanierung ist die Beseitigung der Einwirkungen, die zum Sanierungsbedarf geführt haben, d. h. die in Artikel 9 – 12 AltIV vorgegebenen Sanierungs-Schwellenwerte müssen dauerhaft unterschritten sein.

Sobald das Sanierungsprojekt zumindest als Grobkonzept vorliegt (i. d. R. entsprechend einer Planungstiefe der SIA 103, Phase 31 (Vorprojekt) mit einer Kostengenauigkeit von $\pm 20\%$), beurteilt die Behörde bei den Schutzgütern Grundwasser und oberirdischen Gewässern nochmals das Sanierungsziel. Artikel 18 Absatz 1 Buchstabe e AltIV schreibt explizit vor, dass die Behörde im Rahmen der Beurteilung des Sanierungsprojekts auch zu prüfen hat, ob die Voraussetzungen zum Abweichen vom Sanierungsziel gemäss Artikel 15 Absätze 2 und 3 AltIV erfüllt sind.

Generelle Voraussetzung für eine Zielabweichung ist, dass alle drei Bedingungen von Artikel 15 Absatz 2 bzw. 3 (Bst. a, b und c) kumulativ erfüllt sind.

Ist auch nur eine der Bedingungen verletzt, kann nicht vom ursprünglichen Sanierungsziel abgewichen werden. Diese strenge Vorgabe stellt sicher, dass die Ziele zum Schutz der Umwelt nur in begründeten Ausnahmefällen gesenkt werden dürfen.

Die folgenden Kapiteln 4.1 bis 4.4 erläutern im Detail die drei Bedingungen der Buchstaben a, b und c.

Es darf bei den Schutzgütern Grundwasser und oberirdische Gewässer auch nur so weit von den ursprünglichen Zielen abgewichen werden, bis eine der drei Bedingungen nicht mehr zutrifft. Ein Sanierungszielwert darf beispielsweise nicht verzehnfacht werden, wenn bereits mit einem fünffach höheren Wert eine der drei Voraussetzungen verletzt ist.

Nur in ganz offensichtlichen Fällen lässt sich bereits vor der Evaluation der Sanierungsvarianten beurteilen, ob die Bedingungen für eine Zielabweichung nach Artikel 15 AltIV erfüllt sind. Beispielsweise in Situationen, wo Schutzgüter nur gering verunreinigt und Nutzungen nicht wesentlich beeinträchtigt werden (z. B. bei belasteten Standorten ohne Verbindung zu einem Gewässerschutzbereich A_U und ohne Einfluss auf oberirdische Gewässer) und die Sanierung offensichtlich sehr teuer zu stehen käme. Üblicherweise können die in den Buchstaben a und b (von Art. 15 Abs. 2 und 3 AltIV) genannten Bedingungen jedoch nur beurteilt werden, wenn die optimale Sanierungsvariante zumindest als Grobkonzept vorliegt.

Bei den Schutzgütern Luft und Boden sehen weder Artikel 15 AltIV, der nur die Schutzgüter Grundwasser und oberirdische Gewässer betrifft, noch Artikel 18 AltIV Möglichkeiten vor, von den ursprünglichen Sanierungszielen abzuweichen. Vorbehalten bleibt aber selbstverständlich in jedem Fall der verfassungsrechtliche Grundsatz der Verhältnismässigkeit von staatlichem Handeln bzw. hier konkret von behördlich vorgegebenen Sanierungszielen (für Ausführungen zur Verhältnismässigkeit vgl. Kap. 4.2).

¹³ BAFU 2014: Evaluation von Sanierungsvarianten. UV-1401-D.
www.bafu.admin.ch/uv-1401-d

Eine Anpassung der Sanierungsziele kann auch aufgrund des Ergebnisses einer Interessensabwägung erforderlich werden, wenn z. B. gleichzeitig Schutzinteressen anderer Umweltbereiche (z. B. des Naturschutzes) gegen eine vollständige Altlastensanierung sprechen. In diesen Fällen empfiehlt sich eine Interessensabwägung in Anlehnung an das in Art. 3 der Raumplanungsverordnung (RPV, SR 700.1) definierte Vorgehen durchzuführen.

4.1 Weniger Umweltbelastung

Nicht immer ist offensichtlich, dass die Umwelt von einer Sanierungsmassnahme profitiert. Bei isolierter Betrachtung der lokalen Effekte sind Sanierungen sicher immer vorteilhaft, die Bilanz kann jedoch kippen, wenn auch die Auswirkungen abseits des Standorts oder auf besonders empfindliche Milieus in die Beurteilung einfließen. Deshalb sind immer sämtliche Umweltauswirkungen der Sanierungsmassnahmen zu beurteilen, inklusive der Belastungen während des Transports sowie am Ort der Behandlung und Entsorgung der angefallenen Abfälle. Aufwand und Mehrwert sind für alle betroffenen Umweltbereiche und -medien darzustellen.

Zur Beurteilung, ob die Umwelt von den Sanierungsmassnahmen gesamthaft profitiert, reichen grundsätzlich qualitative Abschätzungen. Alle Argumente müssen jedoch sachlich gut belegt sein.

Die Beurteilung der Umweltverträglichkeit und des ökologischen Nutzens ist Teil der Sanierungsvariantenevaluation. Überprüft werden sollen die Aspekte Ressourcenschonung (deponierte, verwertete Abfälle), Veränderung des Schadstoff- und Freisetzungspotentials, Bedarf für Nachkontrollen und Überwachung, Energieverbrauch (Baustelle, Transporte, Abfallbehandlung) sowie sämtliche vor Ort und auf den Transportwegen entstehenden Luft-, Lärm-, Staub- und Geruchsemissionen. In der Vollzugshilfe «Evaluation von Sanierungsvarianten» finden sich weitergehende Informationen zu den entsprechenden Bewertungskriterien.

Werden die Sanierungsziele angepasst, hat dies auch Änderungen bei den Sanierungsmassnahmen zur Folge. Deshalb ist bei einer Anpassung auch erneut der Umwelt-

nutzen zu prüfen. Nur wenn die Umweltbilanz¹⁴ zeigt, dass die Umwelt durch die Anpassung insgesamt weniger belastet wird, ist die Bedingungen von Artikel 15 Absatz 2 Buchstabe a AltIV erfüllt.

4.2 Unverhältnismässige Kosten

Wie im gesamten Verwaltungsrecht gelten bei der Beurteilung einer altlastenrechtlichen Massnahme die Grundsätze der Verhältnismässigkeit gemäss Art. 5 Abs. 2 der Bundesverfassung der Schweizerischen Eidgenossenschaft (BV, SR 101). Eine Massnahme muss zur Erreichung des im öffentlichen Interesse liegenden Ziels:

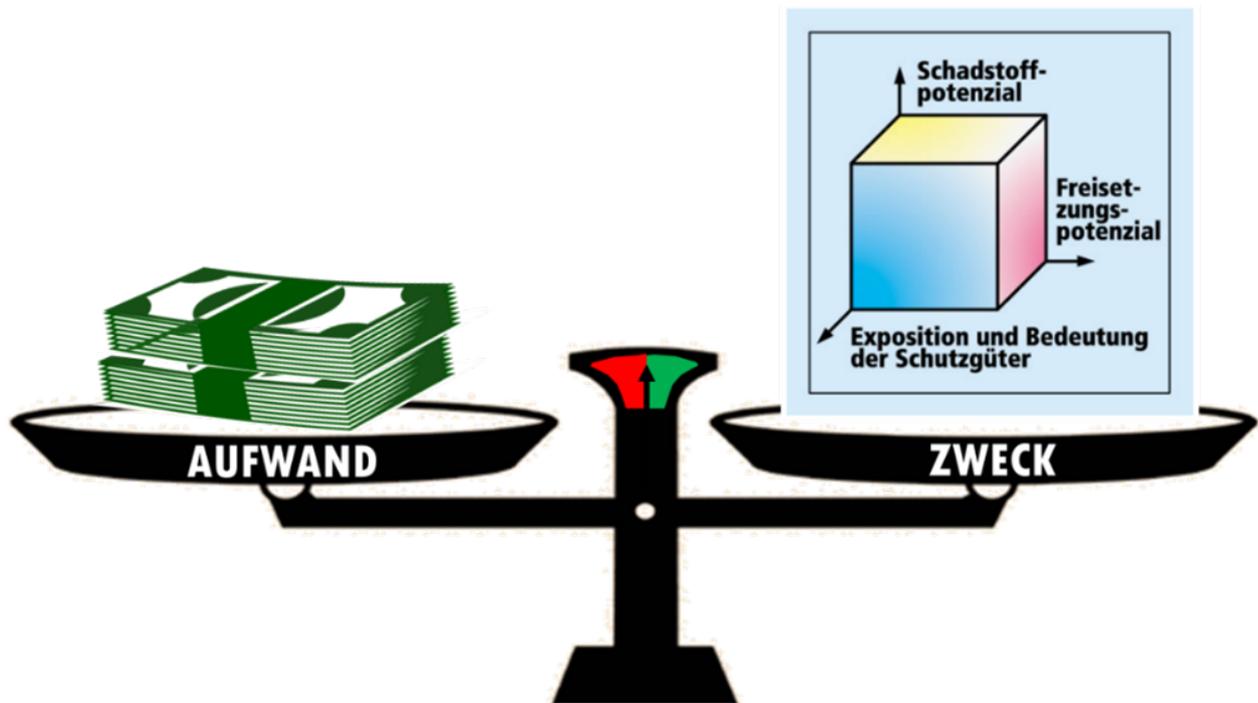
- **geeignet** sein (geeignet sein, das Sanierungsziel zu erreichen);
- **erforderlich** sein (soll von allen erfolgsversprechenden Massnahmen die mildeste Massnahme sein) und
- **angemessen** sein (eine günstige Zweck-Mittel-, bzw. Nutzen-Kosten-Relation haben; Verhältnismässigkeit im engeren Sinn).

Die **Eignung** und die **Erforderlichkeit** werden im Rahmen der Variantenstudie geprüft, die letztlich im Vorschlag der optimalen Sanierungsvariante mündet.

Bei der **Angemessenheit** wird ein angemessenes Verhältnis zwischen den eingesetzten (finanziellen) Mitteln und dem beabsichtigten Zweck – Beseitigung der Einwirkung bzw. der konkreten Gefahr einer solchen – verlangt. Im BGE 131 II 431, S. 438 E. 4.1. wird diesbezüglich folgendes festgehalten: *Zwischen dem Erfordernis der Wirtschaftlichkeit und demjenigen der Umweltverträglichkeit besteht ein Spannungsverhältnis, das der praktischen Optimierung bedarf. Einerseits darf nicht die kostengünstigste Sanierungsvariante gewählt werden, wenn sie den umweltrechtlichen Anforderungen nicht entspricht. Andererseits dürfen im Lichte der ökologischen Effizienz auch nicht die aufwändigsten Sanierungsmassnahmen getroffen werden, um alle theoretischen Umweltrisiken zu vermeiden.*

¹⁴ Umweltbilanz entsprechend der Publikation des BAFU (Hrsg.) 2021: Ökofaktoren Schweiz 2021 gemäss der Methode der ökologischen Knappheit. Methodische Grundlagen und Anwendung auf die Schweiz. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Wissen Nr. 2121: 260 S., welches mit dem Ziel entwickelt wurde, die verschiedenen Umweltauswirkungen (u.a. CO₂-Emissionen, weitere Luftemissionen, Versauerungs-Emissionen, Verbrauch nicht erneuerbarer Ressourcen, Emissionen ins Wasser und Boden etc.) zu einer einzigen Kenngrösse (Umweltbelastungspunkte [UBP]) zusammenzufassen.

Abbildung 1
Prüfung der Verhältnismässigkeit der Kosten von Sanierungsmassnahmen



Zur Beurteilung der Angemessenheit werden somit die Mittel – und insbesondere die Kosten – der Sanierungsmassnahmen mit dem Umweltnutzen verglichen, der sich für den belasteten Standort ergibt.

Das Verhältnismässigkeitsprinzip gilt grundsätzlich für alle Massnahmen der Altlastenbearbeitung. Aufgrund des meist etappenweisen iterativen Vorgehens bei den Untersuchungen und den Überwachungen ist es generell einfacher, bei diesen Massnahmen die Verhältnismässigkeit zu gewährleisten. Das vorliegende Kapitel beschränkt sich auf die Verhältnismässigkeitsprüfung bzw. Kosten-Nutzen-Betrachtung gemäss Art. 15 Absätze 2 und 3 Buchstaben b AltIV für die Sanierungsmassnahmen.

Jede Altlast ist hinsichtlich Standortcharakteristika (Bauten an der Oberfläche), Schadstoffpotenzial, Freisetzungspotenzial und betroffene Schutzgüter (geologische und hydrogeologische Bedingungen im Untergrund) einzigartig, weshalb die Verhältnismässigkeit nicht per se über standardisierte Sanierungsverfahren oder den Stand der Technik von Sanierungsverfahren definiert

werden kann. Aus diesem Grund haben die Behörden bei der Verhältnismässigkeitsprüfung immer einen erheblichen Ermessenspielraum. Private Interessen, wie beispielsweise bei Bauvorhaben dürfen bei der Beurteilung der Verhältnismässigkeit nach AltIV nicht berücksichtigt werden. Solche Interessen können zu anderen Sanierungsvarianten führen, deren Mehrkosten dann bei der Kostenverteilung in Abzug gebracht werden müssen. Bei der Verhältnismässigkeitsprüfung sind nur die anrechenbaren Kosten, d.h. jene Massnahmenkosten zu berücksichtigen, mit welchen umweltgefährdende Stoffe beseitigt werden respektive mit welchen die Ausbreitung der umweltgefährdenden Stoffe langfristig verhindert und überwacht werden können (vgl. Art. 16 AltIV). Soweit Standorte vergleichbar sind (z. B. bei Schiessanlagen), sollen jedoch im Sinne der Rechtsgleichheit einheitliche Beurteilungskriterien angewandt werden.

Bei den allermeisten, insbesondere kleineren und günstigen Sanierungsmassnahmen kann sich die Behörde auf vergleichbare Sanierungsfälle abstützen, und damit gestützt auf die Rechtsgleichheit die Verhältnismässig-

keit bzw. Zweck-Mittel-Relation prüfen. Bei komplexeren, grossen und daher teuren Sanierungsfällen, kann die optimale Sanierungsmassnahme hingegen sehr umfangreich werden, womit sich die Frage stellt, ob die Sanierungskosten verhältnismässig sind.

Ausreichende Kenntnis des Standorts, das festgelegte Sanierungsziel sowie die Kosten der optimalen Sanierungsvariante stellen die unverzichtbare Voraussetzungen dar, um die Verhältnismässigkeit beurteilen zu können.

Bei der Prüfung der Verhältnismässigkeit wird beurteilt, bis zu welchen Kosten eine Altlastensanierung noch in einem angemessenen Verhältnis zum Zweck der Sanierung steht. Der Zweck einer Sanierung ist die Behebung oder die Verhinderung eines Umweltschadens, welcher sich mit der Verminderung der Umweltgefährdung ausdrücken lässt (gemessen am Schadstoffpotenzial, Freisetzungspotenzial sowie Exposition und Bedeutung der Schutzgüter). Je grösser die notwendige Verminderung dieser Umweltgefährdung ist, desto grösser dürfen die zur Sanierung angemessenen Kosten sein.

Die im Anhang A2 aufgeführten Beurteilungskriterien sollen den Vollzugsbehörden von Kanton und Bund in denjenigen Fällen zur Prüfung der Verhältnismässigkeit im engeren Sinne¹⁵ (Kosten-Nutzen-Relation) zur Verfügung stehen, bei denen die Sanierungskosten in einem fragwürdigen Verhältnis zum Sanierungszweck stehen. Anhang A2 soll helfen, den Umweltnutzen einer Sanierung zu erfassen. Zudem bietet Anhang 2 im Sinne einer Check-Liste Gewähr dafür, dass jene Beurteilungskriterien berücksichtigt werden, damit eine Verhältnismässigkeitsprüfung entsprechend Artikel 15 Absatz 2 und 3 Buchstabe b AltIV durchgeführt und hinreichend begründet werden kann.

Verhältnismässigkeitsprüfungen können auch bei laufenden Sanierungen notwendig werden, wenn es darum geht, die Verhältnismässigkeit zusätzlicher Sanierungsmassnahmen oder -Etappen zu beurteilen. Das grundsätzliche Vorgehen ist dasselbe, wie in diesem Kapitel skizziert. Die bereits getätigten Sanierungsmassnahmen müssen

jedoch bei der erneuten Verhältnismässigkeitsprüfung berücksichtigt werden.

Nicht relevant für die Beurteilung der Verhältnismässigkeit der Kosten einer Sanierungsmassnahme ist die finanzielle Situation der Kostenpflichtigen. Falls die Sanierungskosten die finanziellen Möglichkeiten bzw. die zumutbaren Kosten der Zustands- oder Verhaltensstörer übersteigen, übernimmt das zuständige Gemeinwesen den entsprechenden Kostenanteil (Art. 32d Abs. 3 USG).

Der ökologische Aufwand einer Sanierung muss mittels einer Umweltbilanz ermittelt werden (vgl. Kap. 4.1) und ist nicht Gegenstand der hier betrachteten Verhältnismässigkeitsprüfung.

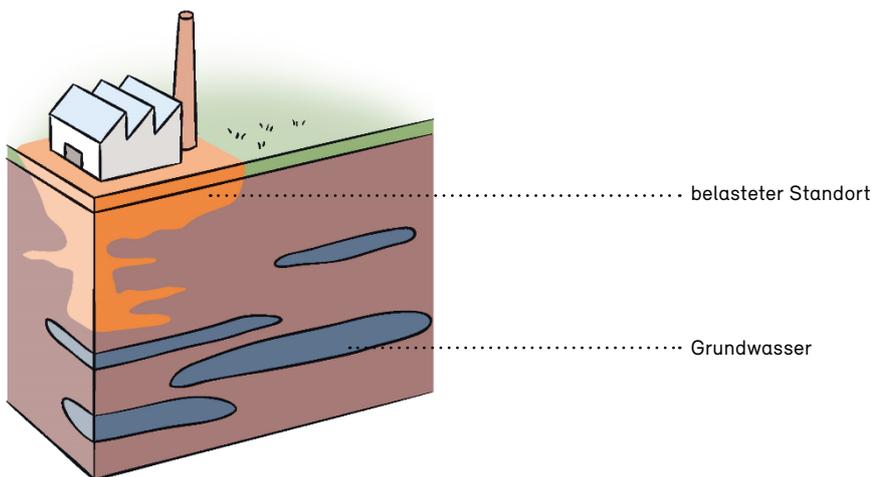
4.3 Anpassung der Sanierungsziele bezüglich Grundwasser

Artikel 15 Absatz 2 Buchstabe c AltIV definiert die bezüglich des Schutzgutes Grundwasser zulässige Grenze, bis zu der das Sanierungsziel angepasst werden kann, immer unter der Voraussetzung, dass die beiden Bedingungen von Buchstabe a und b (vgl. 4.1 und 4.2) ebenfalls erfüllt sind. Die zentrale Vorgabe besteht darin, dass die Nutzbarkeit des Grundwassers gewährleistet bleiben muss. «Nutzbarkeit» bezieht sich dabei immer auf die Nutzung als Trinkwasser. Je besser sich das Grundwasser als Trinkwasserressource eignet, umso strenger sind die Schutzziele in der GSchV formuliert. Daraus ergibt sich die nachfolgend beschriebene und in Tabelle 1 zusammengefasste, vierstufige Kaskade der Schutzziele.

¹⁵ Die Verhältnismässigkeit im generellen Sinn beinhaltet die Kriterien Eignung, Erforderlichkeit und die Angemessenheit. Die Verhältnismässigkeit im engeren Sinn beschränkt sich auf die Angemessenheit, d.h. auf die Zweck-Mittel-Relation.

Situation 1

Minimaler Schutz



Beschreibung

Der Standort bzw. der Abstrombereich unmittelbar beim Standort liegt im übrigen Bereich ÜB (d.h. das Grundwasser ist nicht nutzbar) oder der Standort bzw. der Abstrombereich unmittelbar beim Standort liegt im Gewässerschutzbereich A_U , wobei jedoch eine Trinkwassergewinnung wegen der geringen Grundwassermächtigkeit technisch nicht möglich ist, bzw. wegen der dichten Besiedlung rechtlich nicht möglich wäre, da keine rechtskonformen Grundwasserschutz-zonen mehr aus-
geschieden werden könnten.

Es bestehen in dieser Situation im Hinblick auf die Ziele und Dringlichkeit der Sanierung nur folgende konkrete Vorgaben:

- Die Konzentration der Stoffe von Anhang 2 Ziffer 22 GSchV darf (im zeitlichen Verlauf) nicht stetig zunehmen (Anh. 2 Ziff. 21 Abs. 1 GSchV).
- Im weiteren Abstrom gelegene Grundwasservorkommen, die aus technischer und rechtlicher Sicht nutzbar sind, müssen weiterhin Trinkwasserqualität aufweisen (vgl. nachstehende Bemerkung).

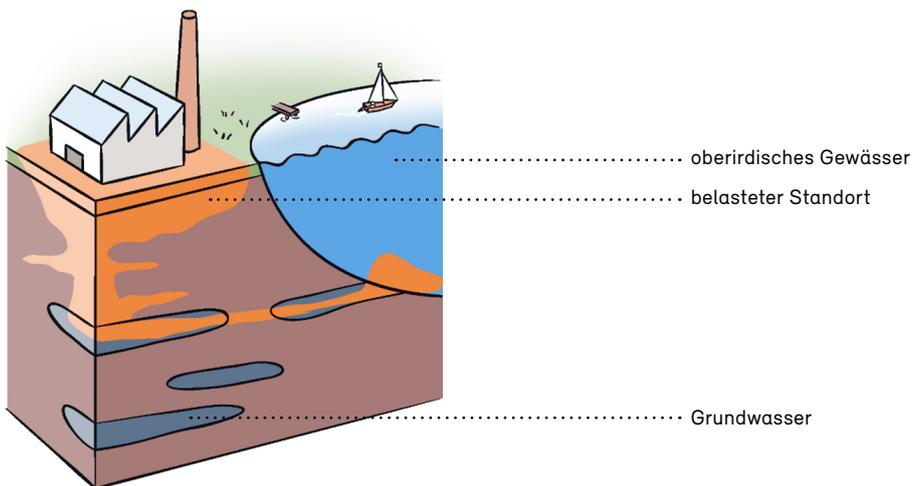
Maximal zulässige Abweichung

Die Sanierungszielwerte können nicht beliebig erhöht werden. Bei der Beurteilung, wie weit von den ursprünglichen Sanierungszielen abgewichen werden kann, ist nicht nur die Grundwassersituation direkt beim Standort massgebend, sondern es sind auch die Auswirkungen auf die Grundwasserqualität im weiteren Abstrombereich zu beachten. Wenn beispielsweise in einem Gewässerschutzbereich A_U direkt beim belasteten Standort selbst zwar keine Grundwassernutzung möglich ist, diese aber im weiteren Abstrombereich grundsätzlich möglich wäre, muss sichergestellt werden, dass dort die Trinkwasserqualität trotz Anhebung der Sanierungszielwerte eingehalten bleibt.

Zugehörige Textstelle in Art. 15 Abs. 2 Bst. c AltIV

Diese Situation ist in Buchstabe c nicht explizit benannt. Damit sind auch keine konkreten Vorgaben formuliert, wie weit vom ursprünglichen Sanierungsziel abgewichen werden darf.

Situation 2 Geringer Schutz



Beschreibung

Der Standort bzw. der Abstrombereich unmittelbar beim Standort liegt im übrigen Bereich üB (d.h. das Grundwasser ist nicht nutzbar), das Grundwasser steht aber in Verbindung mit Oberflächengewässern.

Es besteht im Vergleich zur **Situation 1** folgende zusätzliche Vorgabe:

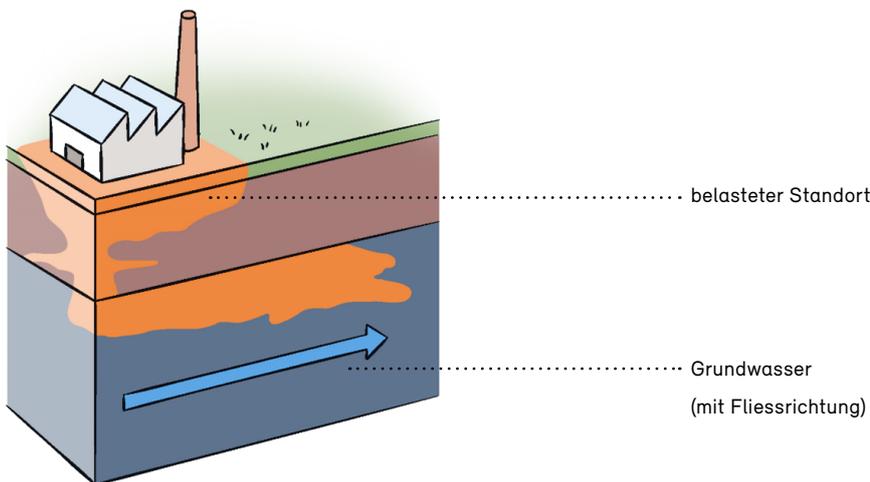
- Im oberirdischen Gewässer müssen die Anforderungen von Anhang 2 Ziffer 1 GSchV eingehalten werden (vgl. Ausführungen in Kap. 2.4).

Zugehörige Textstelle in Art. 15 Abs. 2 Bst. c AltIV (fett markiert)

Bei der Sanierung zum Schutz des Grundwassers wird vom Ziel abgewichen, wenn: [...] die Nutzbarkeit von Grundwasser im Gewässerschutzbereich A_U gewährleistet ist, oder wenn oberirdische Gewässer, die mit Grundwasser ausserhalb des Gewässerschutzbereichs AU in Verbindung stehen, die Anforderungen der Gewässerschutzgesetzgebung an die Wasserqualität erfüllen.

Situation 3

Hoher Schutz



Der Standort bzw. der Abstrombereich unmittelbar beim Standort liegt innerhalb des Gewässerschutzbereichs A_U . Das Grundwasser ist technisch nutzbar und eine Trinkwassergewinnung wäre auch rechtlich grundsätzlich möglich (rechtskonforme Schutzzonen könnten ausgeschrieben werden).

Es besteht im Vergleich zur Situation 2 folgende zusätzliche Vorgabe:

- Das Grundwasser muss, nötigenfalls nach Anwendung einfacher Aufbereitungsverfahren, die Anforderungen der Lebensmittelgesetzgebung einhalten (vgl. Anh. 4 Ziff. 111 Abs. 2 Bst. b GSchV).

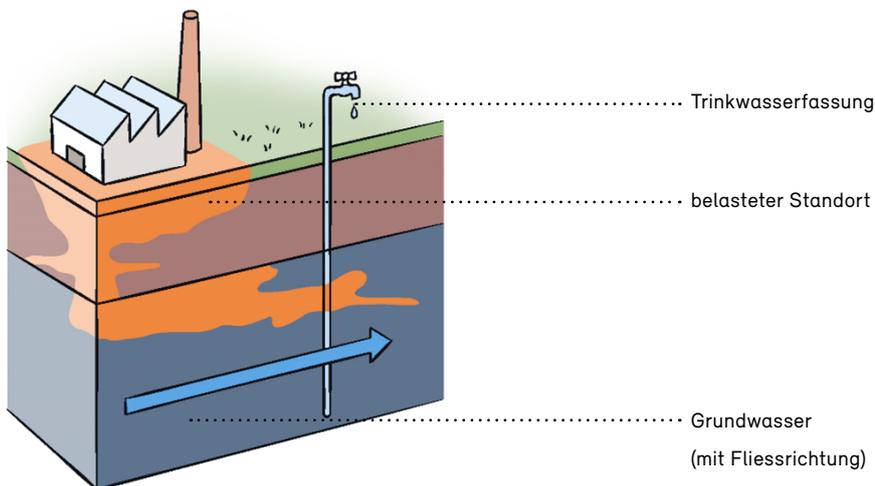
Die «Anforderungen der Lebensmittelgesetzgebung» für Trinkwasser finden sich in Anhang 2 der TBDV¹⁵. Da als Faustregel gilt: «Konzentrationswert = TBDV-Wert = Trinkwasserqualität» kann man bei Stoffen, die in der TBDV nicht vorkommen, den einfachen Konzentrationswert von Anhang 1 AltIV als Sanierungswert heranziehen (bzw. für Stoffe, die auch nicht in der AltIV aufgeführt sind, einen nach denselben Grundsätzen hergeleiteten Wert; vgl. BAFU-Wegleitung «Herleitung von Konzentrationswerten und Feststoff-Grenzwerten»).

Zugehörige Textstelle in Art. 15 Abs. 2 Bst. c AltIV (fett markiert)

Bei der Sanierung zum Schutz des Grundwassers wird vom Ziel abgewichen, wenn: [...] **die Nutzbarkeit von Grundwasser im Gewässerschutzbereich A_U gewährleistet ist**, oder wenn oberirdische Gewässer, die mit Grundwasser ausserhalb des Gewässerschutzbereichs A_U in Verbindung stehen, die Anforderungen der Gewässerschutzgesetzgebung an die Wasserqualität erfüllen.

Situation 4a

Maximaler Schutz



Beschreibung

Das Grundwasser wird genutzt oder ist zur Nutzung vorgesehen (Grundwasserschutzzone, Grundwasserschutzareale und Zuströmbereich Z_U ¹⁶ bzw. Einzugsgebiete von Grundwasserfassungen).

Es besteht im Vergleich zur Situation 3 folgende zusätzliche Vorgabe:

- Ausserhalb des Standort-Abstrombereichs (= Bereich in dem der grösste Teil der Schadstoffe abgebaut oder zurückgehalten wird) müssen zusätzlich die numerischen Anforderungen von Anhang 2 Ziffer 22 GSchV eingehalten werden.

Zugehörige Textstelle in Art. 15 Abs. 2 Bst. c AltIV

Bei der Sanierung zum Schutz des Grundwassers wird vom Ziel abgewichen, wenn: [...] die Nutzbarkeit von Grundwasser im Gewässerschutzbereich A_U gewährleistet ist, oder wenn oberirdische Gewässer, die mit Grundwasser ausserhalb des Gewässerschutzbereichs A_U in Verbindung stehen, die Anforderungen der Gewässerschutzgesetzgebung an die Wasserqualität erfüllen.

Situation 4b

Spezialfall Trinkwasserfassung

Beschreibung

Zum Schutzgut Grundwasser zählen auch die Grundwasserfassungen im öffentlichen Interesse. Belastete Standorte sind nach Artikel 9 Absatz 2 Buchstabe a AltIV zu sanieren, wenn in einer solchen Grundwasserfassung vom Standort stammende Stoffe in Konzentrationen über der Bestimmungsgrenze festgestellt werden. Von diesem Ziel kann unter Anwendung von Art. 15 AltIV abgewichen werden, solange die numerischen Anforderungen an Grund-

wasser, das als Trinkwasser genutzt wird oder dafür vorgesehen ist, eingehalten werden. Die entsprechenden Werte finden sich in Anhang 2 Ziffer 22 GSchV und in der TBDV. Für weitere Stoffe finden sich in Anhang A1 der «Wegleitung Grundwasserschutz»¹⁷ so genannte Indikatorwerte, die der Behörde als Orientierungswerte dienen können, wenn sie im Einzelfall zusätzliche numerische Vorgaben verfügen will.

¹⁶ Definition Zuströmbereich vgl. BAFU-Vollzugshilfe «Praxishilfe zur Bemessung des Zuströmbereichs Z_U », UV-2509-D. <http://tinyurl.com/vu-2509-d>

¹⁷ BAFU-Vollzugshilfe «Wegleitung Grundwasserschutz», VU-2508-D. <http://tinyurl.com/vu-2508-d>

Tabelle 1

Schematische Darstellung der vier in Artikel 15 Absatz 2 Buchstabe c AltIV umschriebenen Gewässerschutzbereiche und die kaskadenartige Zunahme der Schutzauflagen, die auch bei einer Anpassung der Sanierungsziele erfüllt sein müssen.

1 Minimaler Schutz	2 Geringer Schutz	3 Hoher Schutz	4a & 4b Maximaler Schutz & Spezialfall Trinkwasserfassung
Der Abstrombereich unmittelbar beim Standort liegt im üB oder in einem Teil des A _u , in welchem eine Trinkwassernutzung nicht möglich ist.	Der Abstrombereich unmittelbar beim Standort liegt im üB, mit Verbindung zu einem oberirdischen Gewässer.	Der Abstrombereich unmittelbar beim Standort liegt in einem Teil des A _u , in welchem eine Trinkwassernutzung möglich ist.	Als Trinkwasser genutztes oder zur Nutzung vorgesehenes Grundwasser ist betroffen (S-Zonen, Zuströmbereiche Z _u , Grundwasserschutzareale)
Die Konzentration der Stoffe von Anhang 2 Ziffer 22 GSchV darf (im zeitlichen Verlauf) nicht stetig zunehmen.			
Im oberirdischen Gewässer müssen die Anforderungen von Anhang 2 Ziffer 1 GSchV eingehalten werden.			
Das Grundwasser muss die Anforderungen der Lebensmittelgesetzgebung einhalten.			
Ausserhalb des Standort-Abstrombereichs muss das Grundwasser die numerischen Anforderungen von Anhang 2 Ziffer 22 GSchV einhalten.			

4.4 Anpassung der Sanierungsziele bezüglich oberirdische Gewässer

Artikel 15 Absatz 3 Buchstabe c AltIV definiert, wie weit sich das Sanierungsziel bezüglich oberirdischen Gewässern anpassen lässt. Gleich wie bei Absatz 2 ist auch hier das Abweichen nur zulässig, wenn alle drei aufgeführten Bedingungen (Art. 15 Abs. 3 Bst. a bis c AltIV) kumulativ erfüllt sind und es darf auch nur so weit von den ursprünglichen Zielen abgewichen werden, bis eine der drei Bedingungen nicht mehr erfüllt ist.

Die Anforderungen zur Erfüllung der Kriterien von Buchstabe a und b sind dieselben wie in Artikel 15 Absatz 2 AltIV für das Grundwasser (vgl. dazu oben 4.1 und 4.2). Für die Beurteilung gemäss Buchstabe c, ob das Gewässer «die Anforderungen der Gewässerschutzgesetzgebung an

die Wasserqualität erfüllt», sind die Bestimmungen von Anhang 2 Ziffer 1 GSchV massgebend. Numerische Vorgaben finden sich in Anhang 2 der GSchV,

- in Ziffer 11 Absatz 1 Buchstabe c: Die Höchstwerte der Lebensmittelgesetzgebung (Anh. 2 TBDV) sind einzuhalten;
- in Ziffer 11 Absatz 3: numerische Anforderungen an oberirdische Gewässer. Besondere natürliche Verhältnisse wie Wasserzufluss aus Moorgebieten, seltene Hochwasserspitzen oder seltene Niederwasserereignisse bleiben vorbehalten;
- in Ziffer 12 Absatz 5: Zusätzliche numerische Anforderungen an Fliessgewässer. Auch hier bleiben besondere natürliche Verhältnisse wie Wasserzufluss aus Moorgebieten, seltene Hochwasserspitzen oder seltene Niederwasserereignisse vorbehalten.

-
- in Ziffer 13 Absatz 3 Buchstabe b: numerische Anforderung an den Sauerstoffgehalt in stehenden Gewässern unter Vorbehalt besonderer natürlicher Verhältnisse.

Die Beurteilung der Qualität des Gewässers findet dabei immer nach weitgehender Durchmischung statt. Es ist also nicht mehr die Situation am Ort massgebend, wo das vom belasteten Standort stammende Wasser ins Oberflächengewässer gelangt, sondern erst die daraus resultierende Qualität des gesamten Gewässers. Verdünnungseffekte werden hier bewusst in die Betrachtung mit einbezogen. Je nach Grösse des Gewässers ergibt sich dadurch ein relativ grosser Handlungsspielraum.

5 Anpassen der Dringlichkeit der Sanierung

Die Behörde setzt Fristen für die Sanierung einer Altlast (Art. 15 Abs. 5 AltIV bzw. Art. 18 Abs. 2 Bst. b AltIV). Dabei folgt sie dem Grundsatz, dass eine Sanierung umso dringlicher ist, je grösser das von einem Standort ausgehende Risiko ist, d. h. je höher die von einem Standort ausgehende, potentielle Umweltgefährdung (Schadensausmass) ist und je früher diese Umweltgefährdung einzutreten droht. Methodisch werden dazu die einzelnen Risikofaktoren in eine Matrix (Risikoportfolio, Risikomatrix) mit den Dimensionen «Schadensausmass» und «Eintrittszeitpunkt» eingetragen und das sich daraus ergebende Gesamtbild bewertet, vgl. Abbildung 2.

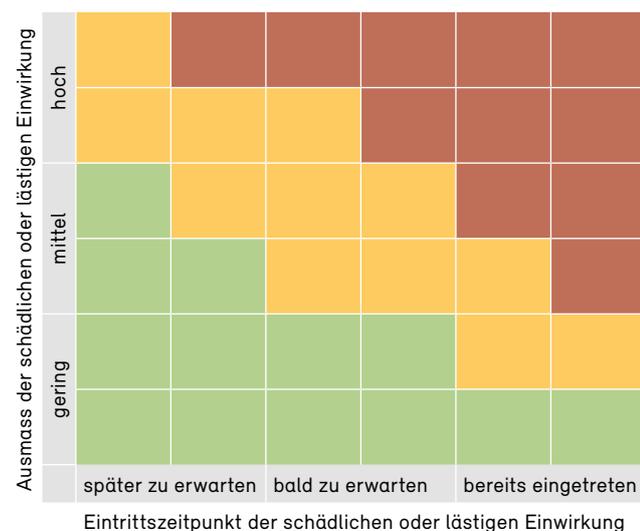
Abbildung 2

Beispiel einer Bewertungsmatrix für die Sanierungsdringlichkeit

Rot = hohes Gesamtrisiko und damit hohe Dringlichkeit der Sanierung

Gelb = mittleres Gesamtrisiko und damit mittlere Dringlichkeit der Sanierung

Grün = geringes Gesamtrisiko und damit niedrige Dringlichkeit der Sanierung



zur Abarbeitung der anstehenden Sanierungen auch durch die situativen Opportunitäten (aktuelle Bauvorhaben, Handänderungen, Nutzungsänderungen, Standorteingriffe usw.) bestimmt. Unbestrittenermassen stehen die Altlastenfachstellen in der Pflicht, Stellungnahmen, Verfügungen und Bewilligungen im Rahmen eines Bauprojekts zeitnah zu verfassen, um Bauverzögerungen nach Möglichkeit zu vermeiden. Andererseits darf dies aber auch nicht dazu führen, dass dringliche Sanierungen wegen behördlichen Engpässen hinausgeschoben werden und die öffentlichen Schutzgüter weiter in unzulässiger Weise verunreinigt werden.

Wenn die Behörde von den ursprünglichen Sanierungszielen abweicht (vgl. Kap. 4), oder bei CKW-Standorten nach den Kriterien der Vollzugshilfe «Umgang mit CKW-Standorten» einen Sanierungsunterbruch oder einen Sanierungsaufschub erwägt, sind meist auch die Sanierungsfristen bzw. die Dringlichkeit der Sanierung anzupassen. Artikel 18 Absatz 2 Buchstabe b AltIV gibt der Behörde die entsprechende Kompetenz.

Die Möglichkeit der Fristsetzung erlaubt es den Behörden aber auch, abhängig von ihren personellen und finanziellen Kapazitäten flexibel auf die Altlastensituation in ihrem Gebiet zu reagieren. Neben diesen beiden steuerbaren Ressourcen-Faktoren wird der behördliche «Fahrplan»

Anhang A1

Erläuterungen zu den Formulierungen «ungenügender Rückhalt oder Abbau», «konkrete Gefahr» und «Verunreinigung»

Die Interpretation von Artikel 9 Absatz 2 Buchstabe d AltIV bietet in der Praxis einige Schwierigkeiten, weshalb er in den nachfolgenden Absätzen erläutert wird. Artikel 9 Absatz 2 Buchstabe d AltIV legt fest, dass ein belasteter Standort hinsichtlich des Schutzes des Grundwassers sanierungsbedürftig ist, wenn «er nach Absatz 1 Buchstabe a überwachungsbedürftig ist und wegen eines ungenügenden Rückhalts oder Abbaus von Stoffen, die vom Standort stammen, eine konkrete Gefahr einer Verunreinigung des Grundwassers besteht.» Als generelle Regel kann festgehalten werden: Ein Sanierungsbedarf liegt dann vor, wenn mit Sicherheit oder hoher Wahrscheinlichkeit vorauszusehen ist, dass,

- Schadstoffe vom Standort in einer Fassung von öffentlichem Interesse festgestellt werden (Sanierungskriterium gemäss Artikel 9 Absatz 2 Buchstabe a AltIV); oder
- der halbe (innerhalb A_U) bzw. der doppelte Konzentrationswert (ausserhalb A_U) gemäss Anhang 1 AltIV im direkten Abstrombereich des Standorts überschritten wird (Sanierungskriterium gemäss Artikel 9 Absatz 2 Buchstabe b bzw. Buchstabe c AltIV).

Erläuterung zur Formulierung «wegen eines ungenügenden Rückhalts oder Abbaus von Stoffen, die vom Standort stammen»

Im Rahmen der Gefährdungsabschätzung hat der Gutachter zu prüfen, ob Barrieren oder Abbauprozesse den Austritt der Schadstoffe aus dem Standort verhindern. Ein Rückhalt kann wegen der Adsorption der Stoffe an die Untergrundmatrix erfolgen. Die Schadstoffemissionen werden unter Umständen auch durch einen milieubedingten chemischen und biologischen Schadstoffabbau und Stoffumwandlungsprozesse zwischen Emittent und Schutzgut vermindert. Sind solche Prozesse langfristig wirksam, müssen sie in die Beurteilung des Sanierungsbedarfs mit einfließen.

Um die räumliche Verteilung und zeitliche Entwicklung der Schadstoffkonzentrationen in den verschiedenen Medien (ungesättigte Zone des Untergrunds, Grundwasser, Porenluft) modellieren, beschreiben und quantifizieren zu können, publizierte das BAFU das auf die AltIV zugeschnittene Informatik-Tool TransSim (aktuell in der Version 2.0 auf der Webseite des BAFU verfügbar). Das Modell wurde so konzipiert, dass die verwendeten Parameter im Rahmen einer normalen Altlastenuntersuchung bestimmbar oder ableitbar sind. TransSim 2.0 ermöglicht entsprechend nur eine grobe, jedoch nachvollziehbare Abschätzung des Schadstofftransports im Untergrund. Es handelt sich um ein Berechnungstool zur Modellierung des Schadstofftransportes primär von organischen Schadstoffen. Die Transportmodellierung von (Schwer-)Metallen ist nur in beschränktem Rahmen möglich.

Das BAFU hat zudem ein zweites Tool entwickeln lassen, welches stark vereinfacht eine Abschätzung der maximalen Blei- und Antimonkonzentration im Abstrom von Schiessanlagen ermöglicht. Dieses Tool «PlumBumRisk» basiert auf Microsoft Excel und kann ebenfalls auf der BAFU-Webseite heruntergeladen werden.

Die beiden Tools geben jedoch die reale Situation nur stark vereinfacht wieder und ersetzen auf keinen Fall die Beurteilung der konkreten Situation durch einen Fachgutachter.

Höchst anspruchsvoll ist die Modellierung und Quantifizierung von Emissionen durch chlorierte Kohlenwasserstoffe (CKW). Ihre Langlebigkeit, hohe Mobilität und grosse Toxizität insbesondere einiger Abbauprodukte erfordern meist umfangreiche technische Untersuchungen. Auch in Bezug auf die altlastenrechtliche Beurteilung ergeben sich stoffspezifische Besonderheiten. Details zum Umgang mit CKW-belasteten Standorten können einer separaten Vollzugshilfe entnommen werden («Umgang mit CKW-Standorten»).

Erläuterung zum Begriff «konkrete Gefahr»

Eine konkrete Gefahr liegt nach bundesgerichtlicher Rechtsprechung vor, wenn «nach dem gewöhnlichen Lauf

der Dinge die Wahrscheinlichkeit oder nahe Möglichkeit der Verletzung des geschützten Rechtsgutes besteht» (BGE 94 IV 60 S. 62). Sie führt «bei ungehindertem Ablauf des zu erwartenden Geschehens mit hinreichender Wahrscheinlichkeit zu einem Schaden für Polizeigüter» (Tschannen Pierre/Zimmerli Ulrich/Müller Markus, Allgemeines Verwaltungsrecht, 4. Aufl., Bern 2014, § 54 N 27). Der blosse, nicht näher begründete Verdacht, dass mit der Zeit das Grundwasser verunreinigt werden könnte, reicht somit nicht aus, um den Sanierungsbedarf zu begründen.

Erläuterung zum Begriff «Verunreinigung des Grundwassers»

Artikel 4 Buchstabe d GSchG definiert «Verunreinigung» als «*Nachteilige physikalische, chemische oder biologische Veränderung des Wassers*». Gemäss Kommentar zum Gewässerschutzgesetz¹⁸ wird unter «nachteilig» jede messbare Mehrbelastung gegenüber dem Ausgangszustand verstanden, unabhängig vom ursprünglichen Reinheitsgrad des Wassers.

Ein gewässerschutzrechtlicher Handlungsbedarf besteht nach Artikel 47 Absatz 1 GSchV ab dem Moment, ab dem die Anforderungen an die Wasserqualität nach Anhang 2 GSchV nicht mehr erfüllt sind, bzw. wenn die (besondere) Nutzung als Trinkwasserressource nicht mehr gewährleistet ist. Die Behörde hat Art, Ausmass und Ursache der Verunreinigung zu ermitteln und die Wirksamkeit der möglichen Massnahmen zu beurteilen. Die Art der erforderlichen Massnahmen richtet sich nach den einschlägigen Bestimmungen. Im Falle von belasteten Standorten sind dies die Bestimmungen der AltIV. Ein Sanierungsbedarf bei Verunreinigungen des Grundwassers durch belastete Standorte ergibt sich somit, wenn die Sanierungskriterien von Artikel 9 Absatz 2 Buchstaben a – c AltIV erfüllt sind oder deren Erfüllung mit hoher Wahrscheinlichkeit vorzusehen ist.

18 <https://shared.unisg.ch/iff-gschk/gewaesserschutzgesetz>

Anhang A2

Verhältnismässigkeitsprüfung

1. Ansatz

Der hier vorgestellte Ansatz orientiert sich an bestehenden Modellen zur Verhältnismässigkeitsprüfung aus den Bereichen Lärmschutz und Gewässerökologie. Der Umweltnutzen, der durch die Sanierung der Altlast entsteht, wird in

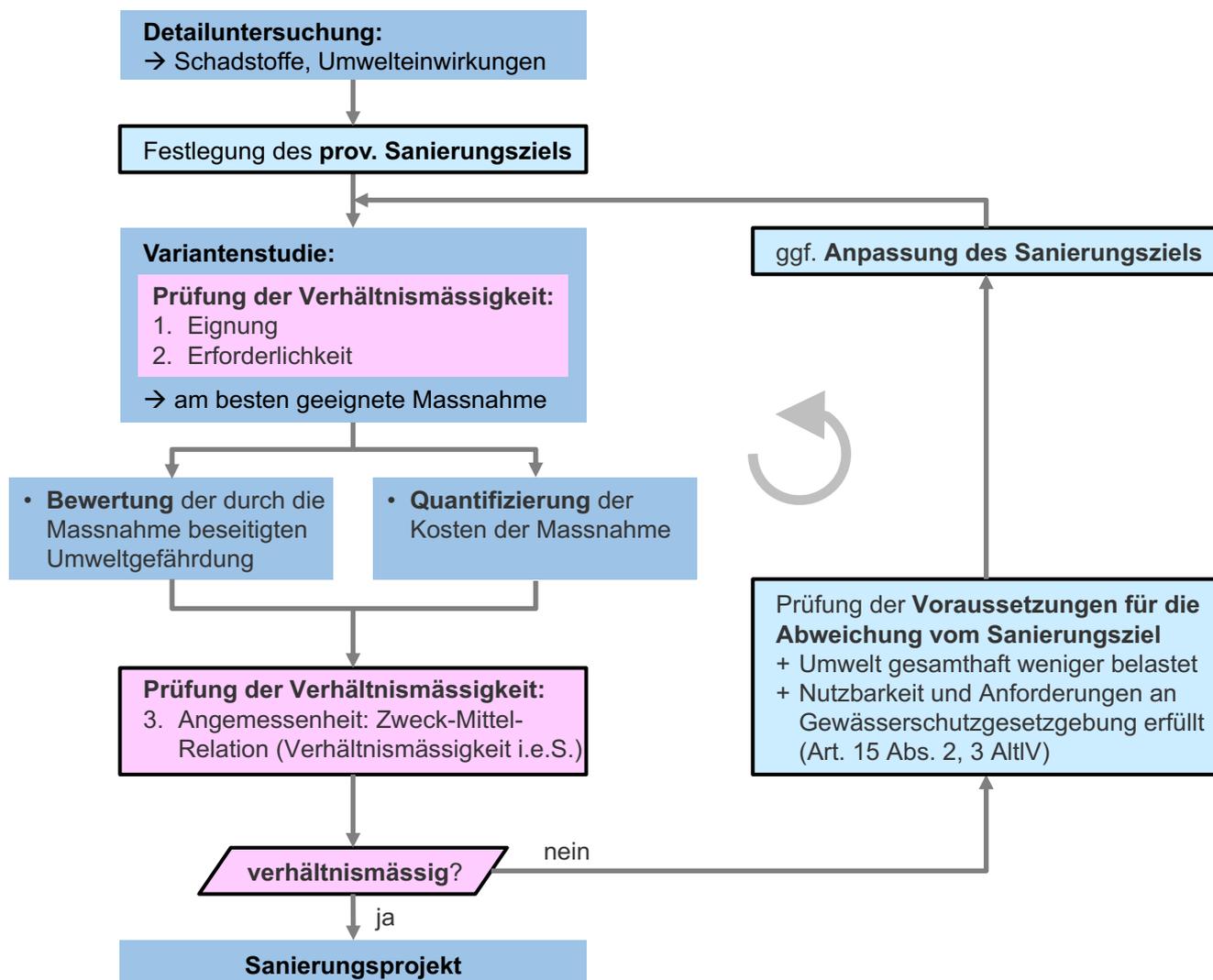
Relation gesetzt zum Aufwand bzw. zu den Gesamtkosten der Massnahme.

Die Eignung und die Erforderlichkeit der Massnahme sind bereits auf Stufe Variantenstudie zu prüfen (siehe Abbildung 3). Bei der daraus hervorgehenden optimalen Sanierungsvariante darf davon ausgegangen werden, dass diese geeignet ist, das Sanierungsziel zu erreichen

Abbildung 3

Prozess zur Prüfung der Verhältnismässigkeit von Sanierungsmassnahmen

Kästchen mit Rahmen: Aktivität/Entscheid der Vollzugsbehörde; rosarot: Prüfung der Verhältnismässigkeit, hellblau: Festlegung bzw. Anpassung des Sanierungsziels.



und gleichzeitig unter Beachtung aller Kriterien der Variantenwahl als die mildeste Massnahme zu betrachten ist. Ungeeignete Massnahmen scheiden bei der Variantenwahl aus. Nicht erforderliche Massnahmen rangieren auf den hinteren Plätzen der Variantenliste. Somit entspricht die Prüfung der Angemessenheit der Massnahme, der Zweck-Mittel-Relation bzw. der Verhältnismässigkeitsprüfung im engeren Sinn. Diese erfolgt durch die Vollzugsbehörde und wird bei VASA-Mitfinanzierung durch das BAFU auf ihre Plausibilität überprüft.

2. Quantifizierung des Aufwands (Kosten der Massnahme)

Zur Quantifizierung des technischen und administrativen Aufwands einer Sanierungsmassnahme können die Sanierungskosten herangezogen werden. Der ökologische Aufwand einer Sanierung muss hingegen mittels einer Umweltbilanz ermittelt werden (vgl. Kap. 4.1) und ist nicht Gegenstand der hier betrachteten Verhältnismässigkeitsprüfung.

Die Kosten einer Sanierungsmassnahme dürften nach der Variantenstudie aufgrund der dazugehörigen **detaillierten Kostenschätzung** annäherungsweise bekannt sein.

Neben den eigentlichen Kosten für die Umsetzung der Sanierungsmassnahme sind alle Kosten zu berücksichtigen, die für die Durchführung der Sanierungsmassnahme zwingend erforderlich sind, wie z. B. in manchen Fällen der Abbruch von Gebäuden (vgl. auch die BAFU-Mitteilung Abgeltung bei Untersuchung, Überwachung und Sanierung von belasteten Standorten).

3. Schätzung der beseitigten Umweltgefährdung (Nutzen der Massnahme)

Die Beurteilung der durch die Massnahmen beseitigten Umweltgefährdung basiert auf dem Gefährdungswürfel¹⁹ gemäss allgemeinem Vorgehen bei der Gefährdungsabschätzung im Altlastenbereich.

Das **Schadstoffpotenzial** wird grundsätzlich bei allen Schutzgütern gleich ermittelt. Im Rahmen der Beurteilung des Schadstoffpotenzials sind die sanierungsauslösenden

Schadstoffe im Sanierungsperimeter zu berücksichtigen. Für die Beurteilung sind demnach diejenigen Schadstoffe ausschlaggebend, bei welchen eine Überschreitung des massgebenden Konzentrationswerts gemäss Anhängen 1 bis 3 aufgrund von Art. 9 bis 12 AltIV zu einem Sanierungsbedarf geführt hat. Andere Schadstoffe, welche nicht zum Sanierungsbedarf geführt haben, werden nicht berücksichtigt, da sie nicht zum widerrechtlichen Zustand beitragen. Bei den sanierungsauslösenden Schadstoffen wird die am Standort vorhandene Schadstoffmenge und die Toxizität der Schadstoffe berücksichtigt.

Die Beurteilung des **Freisetzungspotenzials** erfolgt differenziert, entsprechend dem für den Sanierungsbedarf massgebenden Schutzgut.

Die Freisetzung im Grundwasser wird anhand der Schadstofffracht im Grundwasserabstrom bewertet – abzüglich einer allfälligen Hintergrund- oder Vorbelastung des Zuströmbereichs.

Bei der Freisetzung von Schadstoffen aus Standorten, die in einem Oberflächengewässer liegen, wird die Ausdehnung der belasteten Flächen durch Feststoffe oder zähflüssige Schadstoffe am Grund des Gewässers, ihre Tiefenlage und die Überdeckung der Belastungen durch Sedimentablagerungen beurteilt.

Bei der Freisetzung von Schadstoffen aus Standorten an einem Gewässer und über einem Gewässer wird der Schadstoffeintrag ins Gewässer (Schadstofffracht) sowie die Abflussrate des Gewässers bewertet.

Beim Schutzgut Boden wird beurteilt, ob auf den von der Altlast betroffenen Teilflächen ein direkter Kontakt mit den Schadstoffen oder eine direkte orale Aufnahme möglich ist. Bei landwirtschaftlich oder gartenbaulich genutzten Flächen wird beurteilt, ob die Schadstoffe über Nahrungs- oder Futtermittelpflanzenanbau in die Nahrungskette gelangen können.

Für die Freisetzung ins Schutzgut Luft wird die Fläche der Orte ermittelt, die von den Gasimmissionen betroffen sind, und wo sich Personen regelmässig während längerer Zeit aufhalten können (z. B. Wohn- und Arbeitsräumen). Zusätzlich wird bewertet, ob bei den Gasimmissionen mit Explosionsgefahr oder Erstickungsgefahr zu rechnen ist.

¹⁹ Die differenzierte Bewertung der Umweltgefährdung (Gefährdungsabschätzung) richtet sich nach den Hauptkriterien: Schadstoffpotenzial, Freisetzungspotenzial und Exposition und Bedeutung der Schutzgüter (Wasser, Boden, Luft). Diese drei Hauptkriterien lassen sich in einem dreidimensionalen Modell visualisieren. Das Volumen des "Würfels", der zwischen den drei Achsen aufgespannt ist, repräsentiert dabei das Ausmass der Umweltgefährdung.

Die **Bedeutung des Schutzguts** wird ebenfalls unterschiedlich für jedes Schutzgut bestimmt.

Die Bedeutung des Schutzguts Grundwasser ergibt sich aus der Anzahl und der Entnahmemenge von bestehenden Trinkwasserfassungen im Abstrom des Standorts sowie aus der Eignung des Grundwassergebiets für künftige Trinkwassernutzungen. Bewertet werden auch die Art des Grundwassers und der massgebende Gewässerschutzbereich.

Die Bedeutung des stehenden Gewässers wird anhand der Nutzung des Gewässers, des ökologischen Potenzials, der landschaftlichen Bedeutung des Uferbereichs sowie der Bevölkerungsdichte und Besucherfrequenz im Bereich des Standorts beurteilt.

Für die Beurteilung der Bedeutung eines Fließgewässers wird der massgebende Abschnitt vom Standort bis zum Zusammenfluss mit einem Gewässer gleicher oder höherer Ordnung betrachtet. In diesem Abschnitt wird wie beim stehenden Gewässer die Nutzung des Gewässers, das ökologische Potenzial, die landschaftliche Bedeutung der Uferbereiche sowie die Bevölkerungsdichte und Besucherfrequenz bewertet.

Die Bedeutung des Schutzguts Boden ergibt sich aus der standortüblichen Nutzung des Bodens sowie aus dem ökologischen Potenzial und der landschaftlichen Bedeutung des Sanierungsperimeters. Die Bedeutung des Schutzguts Luft ergibt sich aus der aktuellen oder der möglichen Nutzung der von den Gasimmissionen betroffenen Orte.

Tabelle 2

Beurteilungskriterien für die Schätzung der durch die Massnahmen beseitigten Umweltgefährdung

Schutzgut	Schadstoffpotenzial	Freisetzungspotenzial	Bedeutung des Schutzguts
Grundwasser		<ul style="list-style-type: none"> • Schadstofffracht im Grundwasserabstrom: <ul style="list-style-type: none"> – maximale Konzentration, – Breite und Mächtigkeit der Abströmefahne, – Durchlässigkeitsbeiwert, – Hydraulischer Gradient. 	<ul style="list-style-type: none"> • Art des Grundwassers, • massgebender Gewässerschutzbereich, • Trinkwasserfassungen im Abstrom des Standorts: <ul style="list-style-type: none"> – Entfernung vom Standort, – konzessionierte Entnahme, • Eignung des Grundwassergebiets für künftige Nutzungen.
Oberflächengewässer	Stehendes Gewässer	<ul style="list-style-type: none"> • Grösse der sanierungsbedürftigen (Teil-)Flächen, • Tiefenlage, • Überdeckung durch Sedimentablagerungen. 	<ul style="list-style-type: none"> • Nutzung des stehenden Gewässers, • ökologisches Potenzial, • landschaftliche Bedeutung des Uferbereichs, • Bevölkerungsdichte, Besucherfrequenz.
	Fließgewässer	<ul style="list-style-type: none"> • Sanierungsauslösende Stoffe im Sanierungsperimeter: <ul style="list-style-type: none"> – Schadstoff, – Menge, – Toxizität. 	<ul style="list-style-type: none"> • Schadstofffracht im Fließgewässer: <ul style="list-style-type: none"> – Schadstoffeintrag ins Fließgewässer, – Abflussrate des Gewässers.
Boden		<ul style="list-style-type: none"> • Grösse der sanierungsbedürftigen (Teil-)Flächen mit Direktkontakt zu Schadstoffen und/oder Anbau von Nahrungs- oder Futterpflanzen. 	<ul style="list-style-type: none"> • Bodennutzung
Luft		<ul style="list-style-type: none"> • Fläche der betroffenen Orte (Wohn- und Arbeitsräume mit Gasimmissionen), • Zuschlag bei Explosionsgefahr und/oder Erstickungsgefahr. 	<ul style="list-style-type: none"> • Art der Nutzung.

4. Vorgehen im Anschluss an die Verhältnismässigkeitsprüfung

Falls sich die zu prüfende Massnahme als unverhältnismässig erweist, ist zu prüfen, ob im Sinne von Art. 15 Abs. 2 und 3 AltIV von den Zielen und ggf. Fristen der Sanierung abgewichen werden kann.

Falls eine Abweichung möglich und zulässig ist, wird mit den veränderten Rahmenbedingungen (z. B. höherer Dekontaminationszielwert oder kleinerer Sanierungsperimeter) erneut eine Variantenstudie durchgeführt, die neue optimale Sanierungsvariante bestimmt und anschliessend die Prüfung der Verhältnismässigkeit wiederholt.

Sollte eine Abweichung nicht zulässig sein, muss am Sanierungsziel festgehalten werden und eine Teilsanierung sowie ggf. ein Sanierungsaufschub – verbunden eventuell mit Nutzungseinschränkungen – geprüft werden.