

Verwaltungsvorschrift über Orientierungswerte für die Bearbeitung von Altlasten und Schadensfällen

Erlaß des Sozialministeriums und des Umweltministeriums Baden-Württemberg
vom 16. September 1993, AZ: 32-8984.00 (UM), 57-8490.1.40 (SM)
in der Fassung vom 1.3.1998

"Mit Inkrafttreten der BBodSchV sind die Verwaltungsvorschriften als Vollzugshilfe bei der Ermessensausübung nur noch ergänzend anzuwenden, soweit die BBodSchV keine abschließende oder inhaltsgleiche Regelung enthält und sie den Regelungen der BBodSchV nicht widersprechen."

Bei diesem Ausdruck handelt es sich um eine Adobe Acrobat Druckvorlage. Abweichungen im Layout vom Original sind rein technisch bedingt. Der Ausdruck sowie Veröffentlichungen sind -auch auszugsweise- nur für eigene Zwecke und unter Quellenangabe des Herausgebers gestattet.

Inhaltsverzeichnis

1. GELTUNGSBEREICH	1
2. ALLGEMEINE HINWEISE	1
3. HINWEISE ZUR ABWÄGUNG	2
4. NOTWENDIGKEIT WEITERER ERKUNDUNGSMAßNAHMEN	2
5. NOTWENDIGKEIT EINER EINGEHENDEN ERKUNDUNG / SANIERUNGSVORPLANUNG	3
6. NOTWENDIGKEIT UND ZIEL VON SANIERUNGSMAßNAHMEN	4
6.1 VORGEHENSWEISE	4
6.2 FESTLEGUNG DER SANIERUNGSZIELWERTE	5
6.2.1 Grundsätzliche Anforderung	5
6.2.2 Allgemeine Mindestanforderung	5
6.2.3 Einzelfallbezogene Mindestanforderung	5
7. WIEDEREINBAU UND UMLAGERUNG VON BODEN/ABLAGERUNGSGUT	6
8. WIEDEREINLEITUNG VON GRUNDWASSER	6
9. GESTATTUNGEN	7
10. INKRAFTTRETEN	7
ANLAGEN	8
ANLAGE 1: ORIENTIERUNGSWERTE SICKERWASSER/GRUNDWASSER	8
ANLAGE 2: ORIENTIERUNGSWERTE BODEN/FLÄCHE	11
ANLAGE 3	15
Anlage 3.1: Definition und Geltungsbereich der P-M-Werte	15
Anlage 3.2: Abgrenzung verschiedener Nutzungen	16
Anlage 3.3: Probennahmetiefen bei der Untersuchung hinsichtlich des Schutzgutes Menschen (in Abhängigkeit von der Oberflächenbeschaffenheit)	16
ANLAGE 4: ORIENTIERUNGSWERTE MAXIMAL ZULÄSSIGE EMISSIONSWERTE.....	17
1: HINWEISE ZUR VVV: KERNPUNKTE	18
2: HINWEISE ZUR VVV: HINTERGRÜNDE DER REGELUNGEN ZUM GRUNDWASSERSCHUTZ	23
3: HINWEISE ZUR VVV: SANIERUNGSNOTWENDIGKEIT UND SANIERUNGSZIEL ZUM SCHUTZ VON GRUNDWASSER	28
H3.1. VORBEMERKUNG	28
H3.2. DURCHFÜHRUNG DER I/E-BETRACHTUNG	29
H3.3. HINWEISE ZUR ERKUNDUNG	31
H3.3.1 Allgemeines	31
H3.3.2 Ermittlung von c_{SjWA} , c_{KGW} und c_A auf der Grundlage von Materialuntersuchungen	31
H3.3.3 Ermittlung von c_{SjWA} , c_{KGW} und c_A auf der Grundlage von Wasseruntersuchungen.....	32

H3.4. VORGABE VON WERTEN FÜR SANIERUNGSVARIANTEN.....	32
H3.5. BEISPIELRECHNUNGEN.....	33
H3.5.1 Schadstoffeintrag über gelöste Schadstoffe im Sickerwasser.....	33
H3.5.2 Schadstoffeintrag in Kontaktgrundwasser durch Lösung von Schadstoffen beim Durchströmen von kontaminiertem Boden/Ablagerungsgut.....	35
H3.6. I/E-BETRACHTUNG UNTER MS EXCEL [®] „I-E-CALC“	38
H3.6.1 Einführung	38
H3.6.2 Start.....	39
H3.6.3 Geometrie abfragen	40
H3.6.4 Orientierungswerte.....	40
H3.6.5 Q-Werte neu eingeben.....	40
H3.6.6 SiWa, KGW 1-x, ZT neu eingeben.....	41
H3.6.7 Volumenstrom	42
H3.6.8 Immi/Emi.....	42
H3.6.9 Sanierung	44
4: HINWEISE ZUR VWV: DEUTLICHE ÜBERSCHREITUNG VON HINTERGRUNDWERTEN	45
5: HINWEISE ZUR VWV: NUTZUNGSWÜRDIGKEIT EINES GRUNDWASSERVORKOMMENS... 46	46
6: HINWEISE ZUR VWV: TIEFENMITTELUNG ÜBER DEN DIREKT BETROFFENEN GRUNDWASSERLEITER	47
7: HINWEISE ZUR VWV: AUSWIRKUNGEN DER VWV AUF DIE BEWERTUNG AUF BEWEISNIVEAU 3	51
ENTSCHEIDUNG ÜBER DAS ERREICHEN VON BEWEISNIVEAU 3:	51
ENTSCHEIDUNG ÜBER DEN HANDLUNGSBEDARF:	52
8: HINWEISE ZUR VWV: BEURTEILUNG VON BODENLUFTWERTEN (SCHUTZGUT MENSCH)	53
H8.1: ABLEITUNG DER P-M-WERTE DER VERWALTUNGSVORSCHRIFT ÜBER ORIENTIERUNGSWERTE FÜR DIE BEARBEITUNG VON ALTLASTEN UND SCHADENSFÄLLEN.....	54
H8.2: BEURTEILUNG VON ATEMLUFTWERTEN:	55
H8.3: VERDÜNNUNGSVERHÄLTNIS BODENLUFT: ATEMLUFT	56
H8.4: WEITERE ANPASSUNG DER eM-WERTE AN DIE TATSÄCHLICHEN EXPOSITIONSBEDINGUNGEN:	56
9: HINWEISE ZUR VWV: BEURTEILUNG VON BODENLUFTWERTEN (SCHUTZGUT GRUNDWASSER).....	58
10: HINWEISE ZUR VWV: ZUR SANIERUNGSNOTWENDIGKEIT BEI AMMONIUM – EMISSIONEN	61
ABBILDUNGSVERZEICHNIS	64
TABELLENVERZEICHNIS.....	64
INDEXVERZEICHNIS.....	65

1. Geltungsbereich

1.1 Die zwischen der Umwelt- und der Gesundheitsverwaltung abgestimmten Hinweise und Orientierungswerte für die Bearbeitung von Altlasten und Schadensfällen sind bei der Erkundung und Sanierung von altlastverdächtigen Flächen und Altlasten i.S. von § 22 LAbfG, bei der Beseitigung von eingetretenen Grundwasserschäden nach § 82 WG sowie bei der Abwehr von Gefahren für das Grundwasser nach § 82 WG durch sonstige verunreinigte Flächen (Schadensfälle) anzuwenden. Für die korrekte Anwendung der Prüfwerte zum Schutz der Gesundheit von Menschen (Anlage 2) wird auf die Definition der Prüfwerte und des jeweiligen Geltungsbereiches (Anlage 3.1 und 3.2) ausdrücklich verwiesen.

1.2 Der Erlaß des Umweltministeriums für die "Behandlung von Schadensfällen mit leichtflüchtigen chlorierten Kohlenwasserstoffen" vom 02.03.1989, Az.: 34-8932.50, ist durch die Ausführungen in dieser Verwaltungsvorschrift überholt; er wird deshalb aufgehoben.

1.3 Bei CKW-Verunreinigungen in der ungesättigten Zone haben sich Bodenluftuntersuchungen und -absaugungen zur Erkundung, als Abwehrmaßnahmen und als Vorstufe späterer Sanierungsmaßnahmen in einer Vielzahl von Fällen bewährt. Bei Bodenluftgehalten über $10\,000\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ wurde in der Regel von einer Grundwassergefährdung ausgegangen und eine Bodenluftabsaugung betrieben, bis auch bei intermittierendem Betrieb keine Bodenluftwerte über $1\,000\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ mehr auftraten.

Diese Vorgehensweise sollte als Sofortmaßnahme beibehalten werden, wenn eine detaillierte Sanierungsentscheidung in an-

gemessener Zeit nicht möglich ist. Dabei ist zu beachten, daß die Unterschreitung eines Bodenluftwertes von $1\,000\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ lediglich anzeigt, daß eine Bodenluftabsaugung nicht mehr wirtschaftlich arbeitet. Der Einsatz von anderen Sanierungsverfahren kann dann erforderlich sein. Die abschließenden Entscheidung über Notwendigkeit und Ziel von Sanierungsmaßnahmen ist ausschließlich nach Kap. 6 dieser Verwaltungsvorschrift zu treffen.

2. Allgemeine Hinweise

Bei der Bearbeitung von altlastverdächtigen Flächen und Altlasten, bei der Abwehr von Gefahren für das Grundwasser und bei der Beseitigung von eingetretenen Grundwasserschäden sind in der Regel Entscheidungen u.a. zu folgenden Fragestellungen zu treffen:

- Notwendigkeit weiterer Erkundungsmaßnahmen
- Notwendigkeit einer eingehenden Erkundung/Sanierungsvorplanung
- Notwendigkeit und Ziel von Sanierungsmaßnahmen
- Wiedereinbau und Umlagerung von Boden/Ablagerungsgut
- Wiedereinleitung von Grundwasser

Diese Verwaltungsvorschrift gibt Hinweise, wie diese Entscheidungen unter Zuhilfenahme folgender Orientierungswerte zu treffen sind:

Hintergrundwerte

- Grundwasser: H-W-Werte
- Boden: H-B-Werte

Prüfwerte zum

- Schutz von Grundwasser P-W-Werte und Grundwassernutzungen:

- Schutz der Gesundheit von Menschen auf kontaminierten Flächen: P-M-Werte
- Schutz von Boden, Schutzgut Pflanzen: P-P-Werte

Maximal zulässige Emissionswerte zum

- Schutz von Grundwasser: E_{\max} -W-Werte

Wenn im Einzelfall andere Zahlenwerte zugrunde gelegt werden, ist dies zu begründen.

Es können auch andere Schadstoffe entscheidungsrelevant sein. Dann sind entsprechende Werte von den Fachbehörden im Einzelfall festzulegen.

Diese Verwaltungsvorschrift enthält keine Orientierungswerte zur Deponiegasproblematik.

3. Hinweise zur Abwägung

Das **Ziel von Sanierungsmaßnahmen** sollte sein, einen Zustand zu schaffen, der nur noch Schadstoffkonzentrationen in den (ehemals) kontaminierten Umweltmedien aufweist, die den natürlichen oder anthropogenen Hintergrundwerten entsprechen oder diesen nahekommen.

In einer Vielzahl von Fällen ist es jedoch nicht sinnvoll, dieses Ziel zu verfolgen, da es nur mit einem wirtschaftlich oder rechtlich unverhältnismäßigen Aufwand zu erreichen wäre und/oder dabei wegen der negativen Sekundärfolgen der Sanierung eine ungünstige Umweltbilanz entstehen würde.

Daher ist bei der Festlegung von Sanierungszielen eine Abwägung aller Umstände des jeweiligen Einzelfalles notwendig.

Ergibt eine solche Abwägung, daß Hintergrundwerte nicht als Sanierungsziel herangezogen werden können, sind zur Sicherstellung eines angemessenen Schutzes für den Menschen unter Beachtung seiner wichtigsten Umweltnutzungen und des Grundwassers zumindest die folgenden Schutzgüter zu berücksichtigen:

- Grundwasser
- Grundwassernutzungen
- Gesundheit von Menschen auf kontaminierten Flächen
- Boden, Schutzgut Pflanzen

Die vollständige Berücksichtigung dieser Schutzgüter vermeidet in der Regel gleichzeitig erhebliche Beeinträchtigungen des Ökosystems durch Schadstoffe in Wasser und Boden.

4. Notwendigkeit weiterer Erkundungsmaßnahmen

Als Entscheidungshilfe über die Notwendigkeit von Erkundungsmaßnahmen enthält die Anlage Orientierungswerte für die Obergrenze der Hintergrundwerte für Grundwasser (H-W-Werte) und Boden (H-B-Werte).

Liegen nicht repräsentative Einzelwerte deutlich über diesen Werten, ist, soweit nicht ohnehin bekannt, Art und Umfang der Kontamination zu erkunden (Erkundung repräsentativer Werte).

Die natürlich vorhandenen oder anthropogenen Hintergrundgehalte schwanken in Abhängigkeit von Tongehalt und Ausgangsgestein bzw. Grundwasserlandschaft, aber auch regional (Ballungsraum, ländlicher Raum).

Bei den hier angegebenen Hintergrundwerten handelt es sich um Werte aus dem ländlichen Raum. Es sind nur die Schwankungsbereiche, die sich aus den unterschiedlichen Tongehalten und Ausgangsgesteinen bzw. aus der Zugehörigkeit zu unterschiedlichen Grundwasserlandschaften ergeben, angegeben. Die Berücksichtigung weiterer Aspekte, insbesondere der regionalen Schwankungen, ist Aufgabe der örtlich zuständigen Fachbehörden.

Die H-W-Werte gelten zunächst für Grundwasser, können aber auch zur Beurteilung von Sickerwasser aus (möglicherweise verunreinigtem) Boden herangezogen werden. Die H-B-Werte gelten für den Gesamtgehalt an Schadstoffen im Boden.

5. Notwendigkeit einer eingehenden Erkundung / Sanierungsvorplanung

Als Entscheidungshilfe über die Notwendigkeit einer eingehenden Erkundung/Sanierungsvorplanung enthalten Anlage 1 und 2 Prüfwerte (P-Werte) für die Schutzgüter, die gemäß Kapitel 3 zu berücksichtigen sind.

Überschreiten repräsentative Schadstoffgehalte diese Werte, besteht in der Regel die Notwendigkeit, eine eingehende Erkundung / Sanierungsvorplanung als Grundlage für eine einzelfallbezogene Entscheidung über Notwendigkeit und Ziel von Sanierungsmaßnahmen gemäß Kapitel 6 durchzuführen.

Die P-Werte sind Konzentrationsangaben, bei deren Unterschreitung auch bei ungünstigsten örtlichen Verhältnissen kein Sanierungserfordernis im Hinblick auf die in Kapitel 3 genannten Schutzgüter besteht.

Bezüglich ihrer Ableitung und Anwendung sind entsprechend den 4 Schutzgütern folgende Prüfwerte zu unterscheiden:

Prüfwerte zum Schutz von Grundwasser vor Schadstoffeinträgen aus kontaminiertem Boden/Ablagerungsgut (P-W-Werte).

Bei der Ableitung dieser P-Werte wurde davon ausgegangen, daß keine Gefahr für das Grundwasser besteht, eine schädliche Verunreinigung des Grundwassers somit nicht eintreten wird, wenn

- das dem Grundwasser zugeführte Sickerwasser aus kontaminiertem Boden/Ablagerungsgut bzw.
- das Grundwasser aus dem Kontaktbereich mit dem kontaminierten Boden/Ablagerungsgut ohne Verdünnung durch das umgebende Grundwasser (Kontaktgrundwasser)

auf Grund seiner geringen Schadstoffkonzentrationen die Werte der Trinkwasserverordnung bzw. entsprechend abgeleitete Werte einhält und keine relevanten ökotoxikologischen Wirkungen verursachen kann.

Die P-W-Werte beziehen sich demzufolge zunächst auf das Sickerwasser bzw. Kontaktgrundwasser aus kontaminiertem Boden/-Ablagerungsgut. Überschreiten die Schadstoffkonzentrationen im Sickerwasser aus kontaminiertem Boden/Ablagerungsgut die P-W-Werte, kann geprüft werden, ob die Schadstoffgehalte durch die Wirkung der ungesättigten Zone bis zur Grundwasseroberfläche nachhaltig und ohne Bildung von schädlichen Metaboliten in relevanten Konzentrationen unter die P-W-Werte verringert werden. Trifft dies zu, besteht keine Gefahr für das Grundwasser.

Die Schadstoffbelastung von Sickerwasser bzw. Kontaktgrundwasser kann in Abhän-

gigkeit von den Möglichkeiten des jeweiligen Einzelfalles auf unterschiedliche Art ermittelt werden. Dazu kommen insbesondere in Frage:

- Analyse von Sickerwasser bzw. Kontaktgrundwasser.
- Analyse von Grundwasser im Abstrom und Rückrechnung auf die Belastung von Sickerwasser bzw. Kontaktgrundwasser.
- Sickerwasser- bzw. Kontaktgrundwasserprognose auf der Grundlage von Materialuntersuchungen.

Prüfwerte zum Schutz von Grundwassernutzungen vor bereits kontaminiertem Grundwasser

Bei der Beurteilung von bereits eingetretenen Grundwasserschäden gelten andere Kriterien als bei der Abwehr von Gefahren für das Grundwasser. Bei der Reinigung von bereits kontaminiertem Grundwasser handelt es sich nicht um die Verhinderung von künftigen Schadstoffeinträgen, sondern um die Reparatur bereits eingetretener Schäden. In diesem Zusammenhang werden die P-W-Werte auf das Grundwasser selbst angewendet.

Prüfwerte zum Schutz der Gesundheit von Menschen auf kontaminierten Flächen (P-M-Werte)

In Anlage 2 sind P-M-Werte für folgende Flächennutzungen angegeben:

- Kinderspielflächen (P-M1)
- Siedlungsflächen (P-M2)
- Gewerbeflächen (P-M3)

Näheres zur Ableitung und zum Geltungsbereich der P-M-Werte kann aus Anlage 3.1 und 3.2 entnommen werden. Die Probenahmetiefen sind aus Anlage 3.3 zu entnehmen.

Prüfwerte zum Schutz von Boden, Schutzgut Pflanzen (P-P-Werte)

Bei Unterschreitung der angegebenen Schadstoff-Gesamtgehalte im durchwurzelbaren Bereich kann davon ausgegangen werden, daß diese Konzentrationen einer uneingeschränkten landwirtschaftlichen und gartenbaulichen Nutzung nicht entgegenstehen.

Werden P-P-Werte überschritten, ist die weitere Prüfung nach den VwV zu § 19 (3) BodSchG vorzunehmen. Danach kann auch bei Überschreitung von P-P-Werten eine uneingeschränkte landwirtschaftliche und gartenbauliche Nutzung möglich sein.

6. Notwendigkeit und Ziel von Sanierungsmaßnahmen

6.1 Vorgehensweise

Die **Notwendigkeit einer Sanierung** besteht, wenn im Bereich einer Altlast oder einer grundwassergefährdenden Fläche die Sanierungszielwerte gemäß Kapitel 6.2 unter Berücksichtigung von Kapitel 3 überschritten werden.

Für die Entscheidung über die Notwendigkeit von Sanierungsmaßnahmen sind daher zunächst die Sanierungszielwerte für den jeweiligen Einzelfall zu ermitteln und mit dem vorgefundenen Zustand zu vergleichen.

6.2 Festlegung der Sanierungszielwerte

6.2.1 Grundsätzliche Anforderung

Grundsätzlich sind Hintergrundwerte der Sanierungszielbestimmung zugrunde zu legen. Die entsprechenden H-W- bzw. H-B-Werte können aus Anlage 1 und 2 entnommen werden.

Ergibt die Abwägung gemäß Kapitel 3, daß diese Hintergrundwerte nicht als Sanierungsziel herangezogen werden können, ist gemäß Kapitel 6.2.2 zu verfahren.

6.2.2 Allgemeine Mindestanforderung

Als **allgemeine Mindestanforderung** bei der Festlegung von Sanierungszielen sind die Schutzgüter

- Grundwasser
- Grundwassernutzungen
- Gesundheit von Menschen auf kontaminierten Flächen
- Boden, Schutzgut Pflanzen

zu berücksichtigen. Dies bedeutet für die Sanierungszielfestlegung, daß alle P-Werte für die 4 genannten Schutzgüter einzuhalten sind.

Mit der Berücksichtigung aller P-Werte zur Festlegung von Sanierungszielen wird ein weitgehendes Maß an Sanierung durch Dekontamination angestrebt.

Allerdings kann die Abwägung gemäß Kapitel 3 ergeben, daß ein Sanierungsziel, das die Einhaltung aller P-Werte zugrunde legt, nicht erreicht werden kann. Dann können ausnahmsweise höhere **Restbelastungen** (gegebenenfalls gesichert und unter Hin-

nahme von Nutzungseinschränkungen) hingenommen werden. Diese sind nach Kapitel 6.2.3 zu ermitteln.

6.2.3 Einzelfallbezogene Mindestanforderung

6.2.3.1 Schutz von Grundwasser vor Schadstoffeinträgen aus kontaminiertem Boden/Ablagerungsgut

Durch Sanierung (Sicherung oder Dekontamination) ist folgendes sicherzustellen:

Immissionsbegrenzung:

In genutzten oder nutzungswürdigen Grundwasservorkommen dürfen im direkten Abstrom der zu sanierenden Fläche durch die Zulassung von Schadstoffemissionen keine höheren Schadstoffkonzentrationen als die P-W-Werte auftreten (tiefergemittelt über den direkt betroffenen Grundwasserleiter).

Emissionsbegrenzung:

Die Emissionen (tägliche Fracht) aus kontaminiertem Boden/Ablagerungsgut ins Grundwasser dürfen nicht über den maximal zulässigen Emissionswerten (E_{\max} -Werte gemäß Anlage 4) liegen.

Die Einhaltung dieser Bedingungen kann durch Sicherungsmaßnahmen (z.B. Beschränkung der Menge des austretenden Sickerwassers) oder durch Dekontaminationsmaßnahmen oder Kombinationen davon erreicht werden.

6.2.3.2 Schutz von Grundwasser- nutzungen, der Gesundheit von Menschen auf kontaminierten Flächen und von Boden, Schutzgut Pflanzen

Es sind nur die P-Werte der Nutzungen einzuhalten, die künftig möglich sein sollen.

Muß die Nutzung von bereits kontaminiertem Grundwasser, die Nutzung einer Fläche zum Aufenthalt von Menschen oder die Nutzung von Pflanzen einer kontaminierten Fläche aufgegeben werden, ist es nicht erforderlich, die der aufgegebenen Nutzung entsprechenden P-Werte bei der Sanierungszielfestlegung zu berücksichtigen.

Werden diese Nutzungen eingeschränkt zugelassen oder sollen sonstige Besonderheiten des jeweiligen Einzelfalles berücksichtigt werden, so sind von den Fachbehörden entsprechende Werte festzulegen. Dazu sind allerdings in der Regel zusätzliche Untersuchungen in Abstimmung mit den Fachbehörden erforderlich.

Nutzungsbeschränkungen zur Gefahrenabwehr sind rechtsverbindlich festzulegen.

7. Wiedereinbau und Umlagerung von Bo- den/Ablagerungsgut

Der **Wiedereinbau** am Ort der Entnahme oder die **Umlagerung** auf der Fläche einer Altlast oder einer grundwassergefährdenden Fläche ist zulässig, wenn es sich dabei um Sanierungsmaßnahmen handelt, die zur Einhaltung der Sanierungsziele nach Kapitel 6.2 führen.

8. Wiedereinleitung von Grundwasser

Für Grundwasser, das im Zusammenhang mit Sanierungsmaßnahmen entnommen wurde, ist eine Kreislaufführung anzustreben.

Ist dies nicht möglich, ist eine Einleitung in die Kanalisation oder ein Fließgewässer vorzusehen.

Ist eine Einleitung in die Kanalisation oder ein Fließgewässer nicht möglich oder aus Wasserbilanzgründen unerwünscht, kann eine Wiedereinleitung in das Grundwasser in der Nähe der Entnahmestelle zugelassen werden.

Folgende Bedingungen sind dabei einzuhalten:

- Im Hinblick auf den Schutz von Grundwasser wird eine Verbesserung erzielt
- außerhalb von geplanten oder festgesetzten Wasserschutzgebieten werden die P-W-Werte im einzuleitenden Grundwasser eingehalten
- in geplanten oder festgesetzten Wasserschutzgebieten werden die P-W-Werte im einzuleitenden Grundwasser um mindestens 50 vom Hundert unterschritten oder die H-W-Werte eingehalten.
- Ermöglicht der Stand der Technik niedrigere Werte, sind diese im einzuleitenden Wasser einzuhalten.

9. Gestattungen

Bei der Durchführung von Maßnahmen zur Erkundung oder Sanierung ist im Einzelfall zu prüfen, ob wasserrechtliche oder sonstige Gestattungen erforderlich sind.

Für die Einleitung in ein Fließgewässer ist z.B. gemäß §§ 2, 3 Abs. 1 Nr. 4, sowie §§ 6 und 7 WHG eine Einleitungserlaubnis erforderlich. Festzusetzende Einleitungsgrenzwerte richten sich nach § 7a WHG.

Hinweise zum Stand der Technik bei der Aufbereitung von Grundwasser enthält das Handbuch Altlasten und Grundwasserschadensfälle (siehe insbesondere Tab. 6.1, Sp. 4), Materialienband Nr. 17, (Zentraler Fachdienst "Boden - Abfall - Altlasten", Nov. 96).

10. Inkrafttreten

Diese Verwaltungsvorschrift tritt mit Veröffentlichung in Kraft. Gleichzeitig tritt die Verwaltungsvorschrift vom 16.September 1993 - UM Az.:32-8984.00/(San.-Ziel); SM Az.: 57-8490.1.40 - (GABl. S. 1115) außer Kraft.

Anlagen

Anlage 1: Orientierungswerte Sickerwasser/Grundwasser

Schadstoff	H-W [µg/l]	P-W [µg/l]
Al Aluminium	100	150
As Arsen	3	10
Cd Cadmium	1	3
Cr Chrom (gesamt)	2	40
Cr VI Chromat	0,4	8
Cu Kupfer	5	100
Hg Quecksilber	0,05	0,7
Ni Nickel	3	50
Pb Blei	4	10 ¹⁾
Se Selen	4	8

Sn		
Zinn	2	10
Tl		
Thallium	3	8
Zn		
Zink	150	1.500
CN ⁻		
Cyanid (gesamt)	0,2 bzw. nn	40
F ⁻		
Fluorid	250	750
NH ₄ ⁺		
Ammonium	100	500
Σ AKW, i.d.R.:		
Benzol, Toluol, Xylol, Ethylbenzol	nn	10
Benzol	nn	1
CKW (Summe)		
Chlorierte Kohlenwasserstoffe	0,1 bzw. nn	10
CKW (kanz.) ²⁾		
CCl ₄ , 1,2-Dichlorethan, VC		
(Summe)	0,1 bzw. nn	3
HCH (Summe)		
Hexachlorcyclohexan	nn	0,1
KW ⁵⁾		
Kohlenwasserstoffe, Mineralöl	10 ³⁾	50 ³⁾

Naphthalin	0,05	2 ³⁾
PAK ⁴⁾		
EPA-PAK ohne Naphthalin	0,05	0,15
PCB ⁶⁾		
Polychlor. Biphenyle	nn	0,05
PCDD/F		
Dioxin als 10 ⁻⁶ ITE	nn	5
PCP		
Pentachlorphenol	nn	0,1
Pestizide	nn	0,1
Phenole		
wasserdampflich	10	30 ³⁾

¹⁾ In Anlehnung an die Übergangsregelung in der revidierten EU-Trinkwasserrichtlinie (80/778/EWG) können für einen Zeitraum von 20 Jahren höhere Bleikonzentrationen bis zu 25 µg/l akzeptiert werden.

²⁾ Zusätzlich gelten die Orientierungswerte für die Summe aller CKW. Der zuerst überschrittene Wert ist maßgeblich.

³⁾ Bei Überschreitung der sensorischen Wahrnehmungsschwelle gilt auch der Prüfwert als überschritten.

⁴⁾ Bei der Prognose der Schadstoffbelastung in Sickerwasser bzw. Kontaktgrundwasser auf der Grundlage von labormäßig hergestellten Eluaten aus PAK-belastetem Boden bzw. Ablagerungsgut besteht die Gefahr, daß ein Teil der PAK-Belastung durch Adsorption an Laborgeräte nicht erfaßt werden kann. Daher sollte bei PAK-Kontaminationen die so ermittelten Schadstoffgehalte in Sickerwasser bzw. Kontaktgrundwasser durch Rückrechnung von Grundwasserbefunden oder durch Sickerwasseruntersuchungen abgesichert werden.

⁵⁾ Bis auf weiteres kann DIN 38409 H18 (IR-Spektroskopie) angewendet werden. In Einzelfällen können nach Absprache mit den Fachbehörden Alternativmethoden (gemäß ISO-Beschluß sind dies Gaschromatographie oder Gravimetrie) eingesetzt werden.

⁶⁾ PCB, gesamt: Summe der polychlorierten Biphenyle. In der Regel Bestimmung über die 6 Kongenere nach Ballschmiter gem. Altöl-VO multipliziert mit 5, ggf. unter Berücksichtigung weiterer relevanter Einzelstoffe (Entwurf DIN 38407-F3)

Anlage 2: Orientierungswerte Boden/Fläche

Schadstoff	H-B ⁸⁾	P-P ²⁾ [mg/kg]	P-M [mg/kg]
Al Aluminium	6)	6)	P-M1: 6), 10) P-M2: 6), 10) P-M3: 6), 10)
As Arsen	6-17 ¹⁾	20 (pH ≥ 5; T1 ¹⁾ 40 (pH ≥ 5; T2-T6 ¹⁾)	P-M1: 20 ¹¹⁾ P-M2: 30 P-M3: 130
Cd Cadmium	0,2 - 1,0 ¹⁾	1 (T1 ¹⁾ 1 (5 ≤ pH < 6) 1,5 (pH ≥ 6; T2-T6 ¹⁾)	P-M1: 3 P-M2: 15 P-M3: 60
Cr Chrom (gesamt)	20 - 90 ¹⁾	100 (pH ≥ 5)	P-M1: 100 P-M2: 500 P-M3: 4)
Cr VI Chromat	1	7)	P-M1: 4) P-M2: 4) P-M3: 4)
Cu Kupfer	10 - 60 ¹⁾	60 (pH ≥ 5)	P-M1: 3), 10) P-M2: 3), 10) P-M3: 3), 10)
Hg Quecksilber	0,05 - 0,2 ¹⁾	1 (pH ≥ 5)	P-M1: 2 P-M2: 10 P-M3: 40
Ni Nickel	15 - 100 ¹⁾	50 (pH ≥ 5)	P-M1: 100 ¹¹⁾ P-M2: 100 ¹¹⁾ P-M3: 300
Pb Blei	25 - 55 ¹⁾	100 (pH ≥ 5)	P-M1: 100 P-M2: 500 P-M3: 4000

Se			P-M1:	7)
Selen	1	7)	P-M2:	7)
			P-M3:	7)
Sn			P-M1:	3), 10)
Zinn	4 - 20 ¹⁾	50	P-M2:	3), 10)
			P-M3:	3), 10)
Tl		0,5 (pH ≥ 5; T1 ¹⁾)	P-M1:	1 ¹¹⁾
Thallium	0,2 - 0,7 ¹⁾	1,0 (pH ≥ 5; T2-T6 ¹⁾)	P-M2:	4
			P-M3:	15
Zn		150 (T1 ¹⁾)	P-M1:	3), 10)
Zink	35 - 150 ¹⁾	150 (5 ≤ pH < 6; T2-T6 ¹⁾)	P-M2:	3), 10)
		200 (pH ≥ 6; T2-T6 ¹⁾)	P-M3:	3), 10)
CN ⁻			P-M1:	50 ¹⁶⁾
Cyanid (gesamt)	mn	7)	P-M2:	150 ¹⁶⁾
			P-M3:	150 ¹⁶⁾
F ⁻			P-M1:	750
Fluorid	150	250	P-M2:	3 750
			P-M3:	15 000
NH ₄ ⁺				
Ammonium	6)	6)	P-M:	6)
Σ AKW ⁹⁾ , i.d.R.: Benzol, Toluol, Xylol, Ethylbenzol	0,01	7)	P-M1:	60 ¹⁵⁾
			P-M2:	60 ¹⁵⁾
			P-M3:	60 ¹⁵⁾
Benzol ⁹⁾	0,01	7)	P-M1:	0,01 ¹³⁾
			P-M2:	0,01 ¹³⁾
			P-M3:	0,01 ¹³⁾
Toluol ⁹⁾	0,01	7)	P-M1:	9
			P-M2:	9
			P-M3:	9

CKW (kanz.) ⁹⁾			P-M1:	0,001 ¹⁴⁾
CCl ₄ , 1,2 Dichlorethan, VC	0,001	⁷⁾	P-M2:	0,001 ¹⁴⁾
(Summe)	bzw. nn		P-M3:	0,001 ¹⁴⁾
CKW flüchtig ^{5),9)}	0,005		P-M1:	0,02
Chloroform etc., Siedep. < 65°C	bzw. nn	⁷⁾	P-M2:	0,02
			P-M3:	0,02
CKW (Summe) ⁹⁾			P-M1:	0,2 ¹⁷⁾
Chlorierte Kohlenwasserstoffe	0,001	⁷⁾	P-M2:	0,2 ¹⁷⁾
			P-M3:	0,2 ¹⁷⁾
HCH (Summe)			P-M1:	15
Hexachlorcyclohexan	0,004	0,1		(β-HCH: 2)
			P-M2:	³⁾
			P-M3:	³⁾
KW ¹⁹⁾			P-M1:	-
Kohlenwasserstoffe, Mineralöl	50/100 ¹²⁾	400	P-M2:	-
			P-M3:	-
Naphthalin	0,05	⁷⁾	P-M1:	⁷⁾
			P-M2:	⁷⁾
			P-M3:	⁷⁾
PAK			P-M1:	5 (BaP: 0,5)
EPA-PAK ohne Naphthalin	1,0	10	P-M2:	25 (BaP: 2,5)
			P-M3:	100 (BaP: 10)
PCB			P-M1:	3
Polychlor. Biphenyle ¹⁸⁾	0,05	1,5	P-M2:	³⁾
			P-M3:	³⁾
PCDD/F			P-M1:	s. Dioxinerlaß
Dioxin als 10 ⁻⁶ ITE	2	5	P-M2:	s. Dioxinerlaß
			P-M3:	s. Dioxinerlaß
PCP			P-M1:	9
Pentachlorphenol	0,004	0,2	P-M2:	³⁾
			P-M3:	³⁾

Pestizide			P-M1:	7)
ohne PCP und HCH	0,03	0,2	P-M2:	7)
			P-M3:	7)
Phenole			P-M1:	7)
wasserdampflich	0,02	7)	P-M2:	7)
			P-M3:	7)

¹⁾ Je nach Tongehalt (T1 - T6) bzw. Ausgangsgestein; siehe hierzu VwV zu § 19 (3) BodSchG.

²⁾ pH: pH-Wert nach DIN 19684, Teil 1.

³⁾ Einzelfallentscheidung; höhere Werte können wegen ökotoxikologischer Relevanz trotz geringem humantoxikologischem Gefährdungspotential nicht pauschal zugelassen werden.

⁴⁾ Einzelfallentscheidung; mögliche Staubexposition gegen kanzerogenes Cr(VI) beachten!

⁵⁾ Es handelt sich um Chloroform, Dichlormethan, 1,1-Dichlorethen sowie cis- und trans- 1,2-Dichlorethen.

⁶⁾ Nicht altlastenrelevant als Bodengesamtgehalt; maßgeblich sind die H-W- bzw. P-W-Werte.

⁷⁾ Einzelfallentscheidung.

⁸⁾ Im Falle anthropogener Schadstoffe wurde als H-B-Wert die analytische Bestimmungsgrenze angegeben.

⁹⁾ Für flüchtige Schadstoffe (z.B. BTXE, CKW) gelten gemäß Anlage 3.3 die Orientierungswerte über die gesamte Tiefe des kontaminierten Bereiches, wobei zur Herstellung von Mischproben Material aus jeweils höchstens einem Meter Abstand in der Profiltiefe zu mischen ist.

¹⁰⁾ Erst im Gramm-Bereich humantoxisch wirksam.

¹¹⁾ Der errechnete Wert [mg/kg] für As = 6,4, Ni = 15 bzw. 75, Tl = 0,75 liegt im geogenen Hintergrundbereich für Böden in Baden-Württemberg. Hier wird der obere, gerundete Hintergrundwert als Orientierungswert angegeben. Bei dieser Bodenkonzentration ist aus den bisherigen Erfahrungen keine erhöhte Belastung des Menschen bekannt.

¹²⁾ Bei humosen Oberböden (> 1 % Humus).

¹³⁾ Als Prüfwert ist die Bestimmungsgrenze angegeben.

¹⁴⁾ Der Wert gibt die Bestimmungsgrenze für CCl₄ an. Sie ist für die anderen Stoffe meßtechnisch nicht erreichbar. Bei Verdacht auf Verunreinigungen des Bodens mit diesen Stoffen ist eine spezielle Untersuchung (z.B. Bodenluft) anzuraten.

¹⁵⁾ Zusätzlich gelten die Prüfwerte für die Einzelstoffe Benzol und Toluol. Der zuerst überschrittene Wert ist maßgeblich.

¹⁶⁾ Akute Wirkung steht im Vordergrund; 10g einmalige Bodenaufnahme (PICA-Verhalten); 10% der LD50 (1 mg/kg) werden über die Bodenaufnahme zugelassen (P-M1, P-M2).

¹⁷⁾ Zusätzlich gelten die Prüfwerte für CKW (kanzerogen) und CKW flüchtig. Der zuerst überschrittene Wert ist maßgebend.

¹⁸⁾ PCB, gesamt: Summe der polychlorierten Biphenyle; in der Regel Bestimmung über die 6 Kongenere nach Ballschmiter gem. Altöl-VO multipliziert mit 5, ggf. unter Berücksichtigung weiterer relevanter Einzelstoffe (DIN-Entw. 38407-F3)

¹⁹⁾ Bis auf weiteres kann DIN 38409 H18 (IR-Spektroskopie) angewendet werden. In Einzelfällen können nach Absprache mit den Fachbehörden Alternativmethoden (gemäß ISO-Beschluß sind dies Gaschromatographie oder Gravimetrie) eingesetzt werden.

Anlage 3

Anlage 3.1: Definition und Geltungsbereich der P-M-Werte

Prüfwerte für Kinderspielflächen (P-M1)

P-M1-Werte stellen Schadstoffkonzentrationen als Gesamtgehalte einer Altlast oder eines Schadensfalles dar, die aus humantoxikologischer Sicht selbst bei der empfindlichsten Zielgruppe (Kleinkinder) und der empfindlichsten Nutzung (unversiegelte Spielplatzanlagen) nach dem Stand der wissenschaftlichen Erkenntnisse zu keiner gesundheitlichen Gefährdung führt. Bei der Ableitung der Werte wurde ein Körpergewicht von 15 kg, ein Atemvolumen von 5 m³ pro Tag und eine durchschnittliche tägliche Bodenaufnahme von 0,5 g (Hand-zu-Mund-Aktivität) zugrunde gelegt. Dieser Wert darf aber weder als "Auffüllwert" verstanden werden noch als wünschenswerter Sanierungswert (vergleiche Kapitel 2).

Prüfwerte für Siedlungsflächen (P-M2)

P-M2-Werte wurden ebenfalls unter Berücksichtigung der empfindlichsten Zielgruppe (Kleinkinder) abgeleitet. Daran festgemachte Orientierungswerte gewähren dadurch auch anderen, weniger empfindlichen Nutzern, die z.B. durch Gartenarbeiten häufig in Kontakt mit dem Boden kommen, ausreichend Schutz. Bei der Festlegung der Orientierungswerte wurde hier allerdings berücksichtigt, daß die Gesamtexposition für Kleinkinder insgesamt als geringer eingestuft werden muß, da zum einen die Spielhäufigkeit weniger ausgeprägt ist und zum anderen der direkte Kontakt zum Boden durch befestigte Flächen wie Rasen, Terrassenplatten u.ä. stark

eingeschränkt wird. Die Bodenaufnahme wurde mit 0,1 g angenommen.

Prüfwerte für Gewerbeflächen (P-M3)

Bei Gewerbeflächen können höhere Werte toleriert werden, weil hier in der Regel

- das Gelände abgegrenzt und nicht jedermann zugänglich ist,
- sich nur Personen im erwerbsfähigen Alter regelmäßig aufhalten,
- die Flächen durch Gebäude, Zufahrtswege, Produktionshallen, Parkplätze, Grünanlagen u.a. befestigt bzw. versiegelt sind.

Der direkte Kontakt zum Boden kann als nicht relevant eingestuft werden. Hier steht die inhalative Aufnahme von aufgewirbeltem Staub im Vordergrund. Die Schadstoffaufnahme über diesen Belastungspfad läßt sich unter der Annahme einer Bodenaufnahme von 0,1 g pro Tag über alle Expositionspfade (oral, dermal, inhalativ) für einen Erwachsenen mit 60 kg Körpergewicht berechnen.

Anlage 3.2: Abgrenzung verschiedener Nutzungen

Kinderspielflächen

Kinderspielflächen sind Aufenthaltsbereiche für Kinder, die mit Spieleinrichtungen wie z.B. Sandkasten, Rutsche, Klettergeräten ausgestattet sind. Eine mit Rasen, Steinplatten o.ä. befestigte Kinderspielfläche ist in die Kategorie „Siedlungsfläche“ einzuordnen.

Siedlungsflächen

Als Siedlungsfläche wird ein für Wohnen urbar gemachter Boden einschließlich der damit im räumlichen Zusammenhang stehenden Parkanlagen, öffentlichem und privatem Grün, unbefestigten Flächen etc. verstanden. Soweit unbefestigte Flächen innerhalb von Siedlungsflächen wie Kinderspielflächen genutzt werden, sind diese als solche zu behandeln.

Gewerbeflächen

Gewerbeflächen sind befestigte und unbefestigte Flächen um Arbeits- und Produktionsstätten, die in der Regel für die Allgemeinheit nicht zugänglich sind und von den Betroffenen nur während ihrer Arbeitszeit als Aufenthaltsort genutzt werden. Soweit unbefestigte Flächen innerhalb von Gewerbeflächen als Siedlungsflächen oder wie Kinderspielflächen genutzt werden, sind diese als solche zu behandeln.

Anlage 3.3: Probennahmetiefen bei der Untersuchung hinsichtlich des Schutzgutes Menschen (in Abhängigkeit von der Oberflächenbeschaffenheit)

Wohn- und Spielflächen ohne Vegetation

Probenahmetiefe	0	-	2 cm
	0	-	10 cm

Wohn- und Spielflächen mit Vegetation

Probenahmetiefe	0	-	5 cm
	5	-	10 cm

Hausgärten

Probenahmetiefe	0	-	10 cm
-----------------	---	---	-------

Liegen Anhaltspunkte für eine tieferreichende Kontamination vor, ist zusätzlich die Lage von 10 - 30 cm Tiefe zu beproben. In Sandkästen ist eine Mischprobe aus der Sandschicht bis zum festen Boden zu nehmen.

Für flüchtige Schadstoffe (z.B. BTXE, CKW) gelten die Orientierungswerte über die gesamte Tiefe des kontaminierten Bereichs, wobei zur Herstellung von Mischproben Material aus jeweils höchstens einem Meter Abstand in der Profiltiefe zu mischen ist.

Anlage 4: Orientierungswerte maximal zulässige Emissionswerte

Schadstoff	E_{\max} -W [g/d]	F-	
Al		Fluorid	1 600
Aluminium	320	NH ₄ ⁺	
		Ammonium	1 100
As		Σ AKW, i.d.R.:	
Arsen	22	Benzol, Toluol, Xylol, Ethylbenzol	20
Cd			
Cadmium	6,5	Benzol	2
Cr			
Chrom (gesamt)	90	CKW (Summe)	
		Chlorierte Kohlenwasserstoffe	20
Cr VI			
Chromat	18	CKW (kanz.)	
		CCl ₄ , 1,2-Dichlorethan, VC (Summe)	6,5
Cu			
Kupfer	220	HCH (Summe)	
		Hexachlorcyclohexan	0,2
Hg			
Quecksilber	1,5	KW	
		Kohlenwasserstoffe, Mineralöl	100
Ni			
Nickel	45	Naphthalin	4,5
Pb			
Blei	20	PAK	
		EPA-PAK ohne Naphthalin	0,32
Se			
Selen	17,5	PCB (LAGA)	
		Polychlor. Biphenyle	0,1
Sn			
Zinn	20	PCDD/F	
		Dioxin als 10-6 ITE	10
Tl			
Thallium	17,5	PCP	
		Pentachlorphenol	0,2
Zn			
Zink	3 200	Pestizide	0,2
CN-			
Cyanid (gesamt)	85	Phenole wasserdampflich	65

1: Hinweise zur VwV: Kernpunkte

Die Kernpunkte der Verwaltungsvorschrift über Orientierungswerte

- kurz und bündig-
(LfU, September 95)

****Wer diese 5 Seiten beherzigt,**

kann eigentlich nichts falsch machen**

Vorab bemerkt:

- Es geht um Altlasten und Grundwasserschadensfälle.
- Die VwV über Orientierungswerte regelt nur, welche Zustände "gut" bzw. "zur Not gerade noch gut genug" sind.
- "gut" bzw. "zur Not gerade noch gut genug" gilt gleichermaßen für die Bewertung vorhandener Zustände und für die Festlegung von Sanierungszielen.
- "Gut" bzw. "zur Not gerade noch gut genug" muß auch für die Zukunft nachgewiesen werden.

Die VwV regelt nicht,

- wie man sich eine Modellvorstellung über GW-Strömungsverhältnisse verschafft,
 - wie man Proben nimmt und analysiert,
 - wie man Abflüsse und Konzentrationen ermittelt,
 - wie man mit Deponiegas umzugehen hat.
-

Hinweise am Rande:

- "Gut" = allgemeine Mindestanforderung der VwV.
 - "Zur Not gerade noch gut genug" = einzelfallbezogene Mindestanforderung der VwV.
 - Grundwasserschadensfälle sind Flächen, die beim Umgang mit wassergefährdenden Stoffen derart kontaminiert wurden, daß Grundwasser gefährdet oder verunreinigt wird, einschließlich des bereits verunreinigten Grundwassers.
-

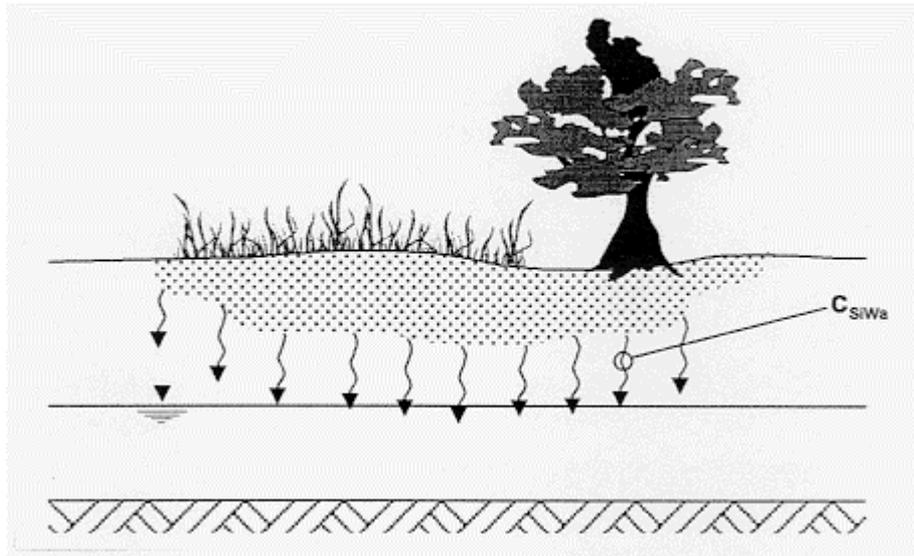
In aller Regelt reicht es aus, die folgenden 4 Schutzgüter zu beachten:

Nr. 1: Schutzgut Grundwasser:

Hier geht es um den Schadensherd.

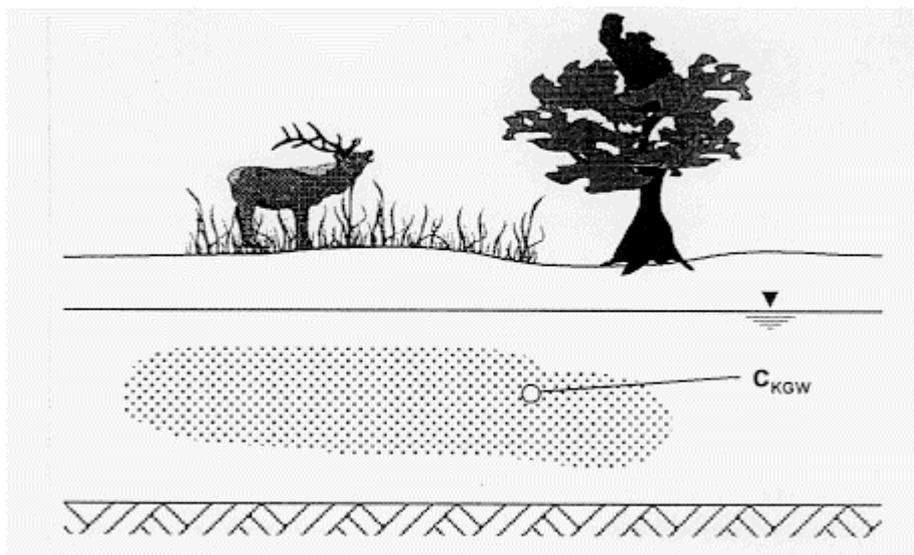
Gut ist wenn:

Fall A: Schadensherd im Trockenen $\rightarrow c_{SiWa} < P-W$



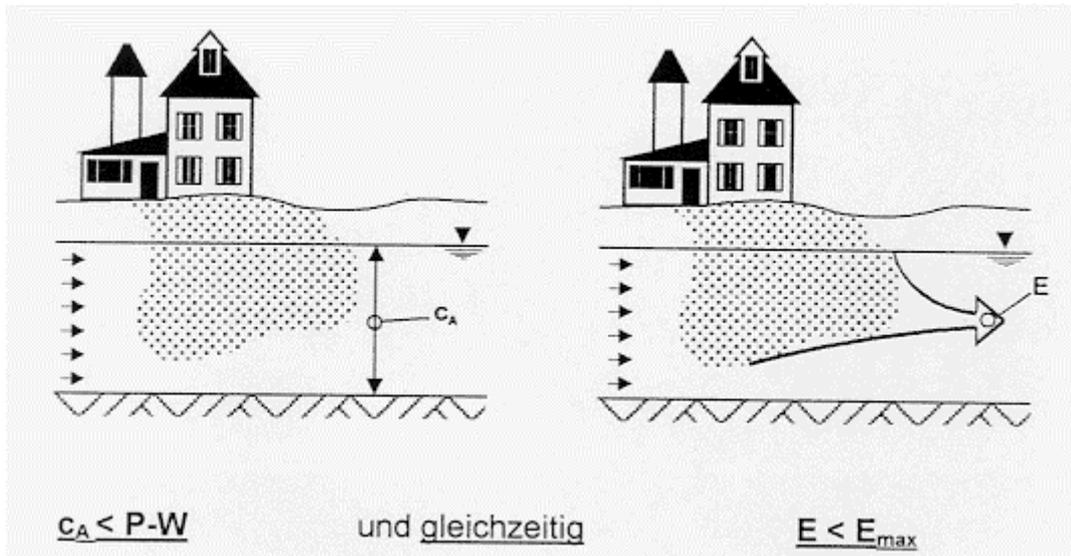
c_{SiWa} = Sickerwasserkonzentration
 $P-W$ = Prüfwert Wasser (Wert aus Anlage zur VwV)

Fall B: Schadensherd im Grundwasser $\rightarrow c_{KGW} < P-W$



c_{KGW} = Kontaktgrundwasserkonzentration (unverdünntes Wasser aus dem Kontaktbereich Schadensherd-Grundwasser)

Ist der "gute" Zustand mangels Verhältnismäßigkeit nicht erreichbar, ist **"zur Not gerade noch gut genug"**:



- c_A = Abstromkonzentration
 E = Emission ins GW (g/d)
 E_{max} = Emissionsbegrenzung (Wert aus Anlage zur VwV)

Bitte Beachten:

- c_A über die Tiefe, also bis zum nächsten GW-Stauer mitteln; aber nicht über die Breite, also "scheibchenweise" arbeiten!

Verstanden ??

Man kann's auch anders ausdrücken:

1. Den Abstrom in Stromröhren (z.B. 5m X 5m) aufteilen.
2. Die Konzentration übereinanderliegender Stromröhren abflußproportional mitteln → c_A .

Sonderfälle:

- Ist nur ein äußerst gering ergebiger Grundwasserleiter betroffen:
→ c_A = beliebig, E_{max} aber einhalten.
- Ist nur ein sehr schmaler Uferstreifen zwischen Altlast/Schadensfall und Vorfluter betroffen:
→ c_A = beliebig, E_{max} aber einhalten.
- Sind die Emissionen besonders klein ($< 0,01 * E_{max}$):
→ c_A = beliebig.

Nr. 2: Schutz von Grundwassernutzungen:

Unter Nr. 1 ist geregelt, wie das mit dem Schadensherd zu sehen ist. Von der Schadstofffahne sind Grundwassernutzungen betroffen. Was mit der Fahne zu geschehen hat, ist demzufolge hier, unter Nr. 2 erläutert:

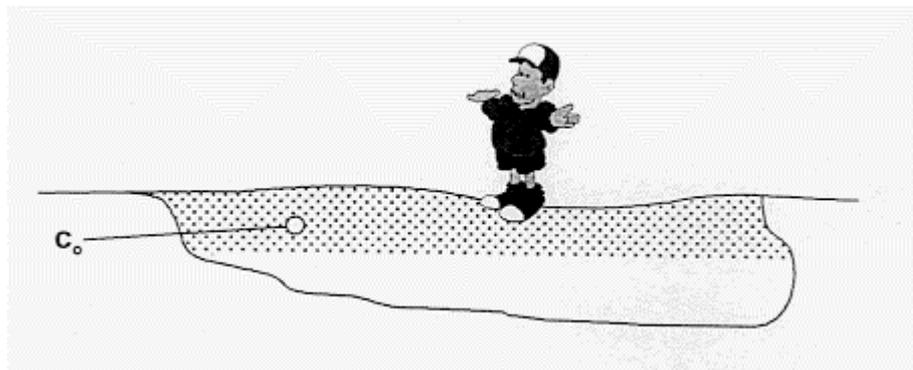
Gut ist, wenn Grundwasser mit $c > P-W$ entnommen, auf $c < P-W$ gereinigt und wieder eingeleitet wird (im Wasserschutzgebiet: $c < P-W/2$).

Ist dies mangels Verhältnismäßigkeit nicht machbar, ist es **zur Not gerade noch gut genug**, wenn zumindest

- kein Brunnen von Grundwasser mit $c > P-W$ betroffen ist.
- Der Entnehmer Grundwasser mit $c > P-W$ aufbereiten kann.
- Der Entnehmer kein besseres Grundwasser braucht.

Nr. 3: Schutz von Menschen

Gut ist, wenn $c_0 < P-M1$.



c_0 = Schadstoffkonzentration im oberflächennahen Bodenbereich

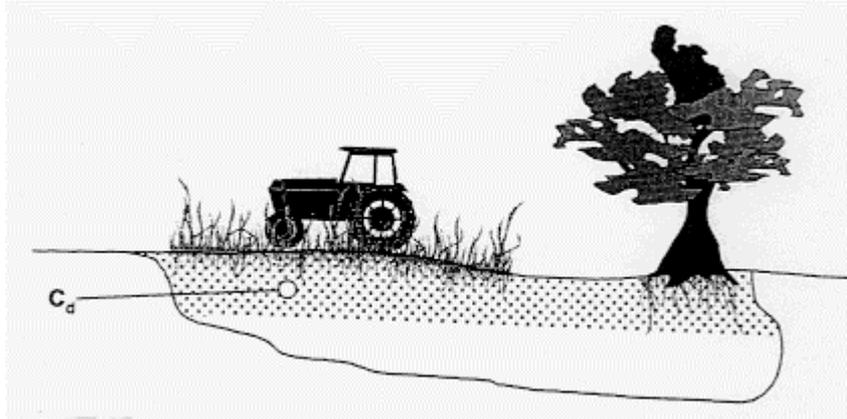
$P-M1$ = Prüfwert Kinderspielflächen (Wert aus Anlage zur VwV)

Ist so ein solcher Zustand mangels Verhältnismäßigkeit nicht machbar, ist es **zur Not gerade noch gut genug**, wenn

- | | | |
|-------|---|---|
| c_0 | < | $P-M2$ bei Siedlungsflächen ($P-M2$ -Wert aus Anlage zur VwV). |
| c_0 | < | $P-M3$ bei Gewerbeflächen ($P-M3$ -Wert aus Anlage zur VwV). |
| c_0 | = | beliebig, wenn kein Zugang für Menschen möglich ist. |
| c_0 | = | "X" wenn günstige Expositionsbedingungen und eine geringe Resorbierbarkeit "X" zulassen (wird bei Bedarf vom Gesundheitsamt geprüft). |

Nr. 4: Schutz von Pflanzen

Gut ist, wenn $c_d < P-P$.



c_d = Schadstoffkonzentration im durchwurzelbaren Bereich

$P-P$ = Prüfwert Pflanzen (Wert aus Anlage zur VwV)

Ist so ein solcher Zustand mangels Verhältnismäßigkeit nicht machbar, ist es **zur Not gerade noch gut genug**:

c_d = beliebig, wenn kein Nutzpflanzenanbau.

c_d = "X", wenn sich aus der 3. bzw. 4. VwV zum BodSchG "X" ergibt.

Weitere Regelungen:**Abteilung von Grundwasser und Sickerwasser**

- In die Kanalisation: Wird behandelt, wie anders Abwasser auch.
- In ein Fließgewässer: Es gilt §7a WHG, SdT/aaRdT aus LfU, Handbuch Altlasten und Grundwasserschadensfälle, Band 17 (11/95)
- Ins Grundwasser: zuerst auf P-W (im Wasserschutzgebiet auf P-W/2) reinigen.

Wiedereinbau/Umlagerung

Ist zulässig, der neu geschaffene Zustand muß aber "gut" bzw. "zur Not gerade noch gut genug" sein.

Das war's auch schon!!

2: Hinweise zur VwV: Hintergründe der Regelungen zum Grundwasserschutz

(LfU, Februar 96)

Unterscheidung der Schutzgüter:

Bei Anwendung der VwV über Orientierungswerte ist die Unterscheidung zwischen dem **Schutzgut Grundwasser** und **Schutzgut Grundwassernutzungen** wichtig.

Unter **Schutzgut Grundwasser** finden sich Regelungen zu Ziel und Notwendigkeit der Sanierung von Schadensherden. Diese Regelungen beschränken nutzungsunabhängig und in angemessenem Umfang die Entstehung künftiger Grundwasserschäden.

Die Regelungen zum **Schutzgut Grundwassernutzungen** geben vor, wie mit Schadstoffanlagen, also bereits eingetretenen Grundwasserschäden, zu verfahren ist. Hier kann nutzungsbezogen und nach Zweckmäßigkeit über Sanierungsziel und damit Sanierungsnotwendigkeit entschieden werden.

Im folgenden werden die Hintergründe der Regelungen für Sanierungsentscheidungen für Schadensherde erläutert:

Schadensdefinition und Geringfügigkeitsschwelle:

Die **Schadensdefinition** wurde in Anlehnung an § 34 WHG und die zugehörigen Kommentare vorgenommen. Danach ist von einer (nicht zulässigen) schädlichen Verunreinigung (= Schaden) auszugehen, wenn Grundwasser mehr als nur geringfügig verunreinigt wird.

Die **Prüfwertkonzentration** (P-W) stellt dabei die **Geringfügigkeitsschwelle** dar.

Wegen der Anlehnung an §34 WHG wird bei der Schadensdefinition keine Verdünnung in Ansatz gebracht.

Die Schadensdefinition bezieht sich also auf

- Sickerwasser bzw. die aus Sickerwasser entstehende Grundwasseroberfläche, wenn der Schadensherd in der ungesättigten Zone liegt.
- Kontaktgrundwasser (Grundwasser in unmittelbarem Kontaktbereich mit dem Schadensherd), wenn dieser in der gesättigten Zone liegt.

Genau für die gleiche Stelle sind die Prüfwerte definiert. Daher zeigt eine Prüfwertüberschreitung nicht nur einen Gefahrenverdacht an, sondern, daß bereits ein Schaden eintreten ist.

Bei Sanierungsentscheidungen für einen Schadensherd geht es um die Verhinderung künftiger Schäden. Daher ist es Aufgabe der Erkundung (bzw. der Sanierungsplanung), auch die zukünftigen Zustände zu prognostizieren.

Tolerierbarkeit von Schäden:

Nach § 25 LAbfG ist es Ziel der Sanierung, die Altlast in einen Zustand zu versetzen, welcher dem Wohl der Allgemeinheit entspricht. Die sinngemäße Einhaltung des §34 WHG gilt dabei als eines der Elemente des Wohls der Allgemeinheit (WdA).

Somit gilt §34 WHG auch bei Altlasten. Er gilt allerdings nur als eines von vielen Elementen des WdA. Daher muß abgewogen werden, in welchem Umfang eine Berücksichtigung des §34 WHG am besten dem WdA dient.

Bei Altlasten kann sich aus der Berücksichtigung aller Elemente des WdA die Notwendigkeit ergeben, in Problemfällen die künftige Entstehung von Grundwasserschäden bis zu einem gewissen Grad zu tolerieren.

Bei Schadensfällen geht es nicht um Sanierungsziele, die zum WdA festzulegen sind. Hier geht es um Maßnahmen zur Abwehr von Gefahren für die öffentliche Sicherheit und Ordnung bzw. um die Beseitigung bereits eingetretenen Störungen der öffentlichen Sicherheit und Ordnung. Diese Maßnahmen sind nach §82 WG zu ergreifen, soweit es im öffentlichen Interesse geboten ist. Ein eingetretener Grundwasserschaden, also verunreinigtes Grundwasser, ist eine Störung der öffentlichen Sicherheit und Ordnung.

Bei Schadensfällen kann sich aus öffentlichem Interesse die Notwendigkeit ergeben, wie auch bei Altlasten in Problemfällen die künftige Entstehung von Grundwasserschäden bis zu einem gewissen Grad zu tolerieren.

Die bei Altlasten und bei Schadensfällen anzuwendende Ermessensgrenze für die Tolerierbarkeit der Entstehung von Grundwasserschäden wird durch die Einzelfallbezogene Mindestanforderung nach Kap. 6.2.3 der VwV definiert. Sie beschreibt Grundwasserschäden, die auch bei einzelfallbedingt großzügiger Abwägung künftig nicht entstehen dürfen.

Solche Schäden entstehen, sobald bzw. solange die

- Immissionsbegrenzung

oder die

- Emissionsbegrenzung

verletzt werden.

Immissionsbegrenzung:

Im (abströmenden) **Grundwasser** (also in der Immissionslage) **entstehen allenfalls Schadstoffkonzentrationen in Höhe der Prüfwerte.**

Aus Verhältnismäßigkeitsgründen kann also in einem ersten Schritt der Geltungsbereich der Geringfügigkeitsschwelle (P-W-Werte) von Sickerwasser bzw. Kontaktgrundwasser in das abströmende Grundwasser verlagert werden.

Damit wird zumindest die uneingeschränkte Nutzbarkeit des betroffenen Grundwasservorkommens sichergestellt.

Wäre allerdings die Immissionsbegrenzung die alleinige Begrenzung, würde nach dem sogenannten "Auffüllprinzip" verfahren werden. Dies würde die natürlichen Lebensgrundlagen, besonders bei großen Grundwasserleitern, die allein schon durch ihre Größe eine erhebliche Bedeutung als Ressource haben, unangemessen beeinträchtigen. Dies gilt um so mehr, je großräumiger eine Altlast Grundwasser verunreinigt.

Dies würde das Wohl der Allgemeinheit beeinträchtigen. Jedoch ist folgendes zu beachten:

Die Alternative, die Geringfügigkeitsschwelle generell bereits im Sickerwasser bzw. Kontaktgrundwasser einzuhalten (also überhaupt keine Grundwasserschäden aus Altlasten oder Schadensfällen zuzulassen), führt in schwierigen Fällen zu nicht lösbaren ökonomischen Problemen; sie könnte auch aus der Sicht der Umweltbilanz ungünstig sein. Auf jeden Fall würde auch diese Alternative das Wohl der Allgemeinheit mehr als vermeidbar beeinträchtigen.

Als Zwischenweg zwischen beiden Extrempositionen wurde zusätzlich eine Emissionsbegrenzung eingeführt:

Emissionsbegrenzung:

Die Emissionen (Masse/Zeit) aus dem Schadensherd ins Grundwasser dürfen nicht über einer festen Emissionsgrenze liegen. Diese wird in der Verwaltungsvorschrift über Orientierungswerte mit E_{\max} bezeichnet.

Emissionen über dem E_{\max} -Wert sind auch bei Einhaltung der Immissionsbegrenzung nicht zulässig.

Durch die zusätzliche Emissionsbegrenzung wird die allgemeine Zulassung des Auffüllprinzips wirksam unterbunden. Es darf nur soweit und in den Fällen nach dem Auffüllprinzip verfahren werden, wie dies zum Wohl der Allgemeinheit bzw. aus öffentlichem Interesse erforderlich ist. Damit werden machbare Lösungen zulässig, ohne daß das Auffüllprinzip allgemein eingeführt würde.

Bei Anwendung der Emissionsbegrenzung ergibt sich automatisch, daß die vor Ort vorhandene Verdünnungs- oder Auffüllkapazität um so weniger ausgeschöpft werden kann, je größer ein Grundwasserleiter ist bzw. je großräumiger eine Altlast wirkt.

Festlegung der Emissionsgrenze:

Die Emissionsgrenze (E_{\max}) ist ein **wasserwirtschaftlicher Strategieparameter**. Er bestimmt das Maß, mit dem auch bei Altlasten und Schadensfällen das Auffüllprinzip eingeschränkt wird. Dieses Maß ist ein Abwägungsergebnis zwischen den beiden Elementen des Wohls der Allgemeinheit, die in erster Linie von Sanierungsentscheidungen betroffen sind:

- natürliche Lebensgrundlagen
- Volkswirtschaft

Wegen der übergeordneten Funktion muß diese Ermessensentscheidung von der Obersten Wasserbehörde eines Landes getroffen werden und landesweit gelten. Dabei ist zu beachten:

- Wird E_{\max} sehr niedrig angesetzt, ergibt sich praktisch immer die Forderung:

$$c_{\text{KGW}} < \text{P-W} \quad \text{bzw.} \quad c_{\text{SiWa}} < \text{P-W}$$

c_{KGW} = Schadstoffkonzentration im Kontaktgrundwasser

c_{SiWa} = Schadstoffkonzentration im Sickerwasser

Es dürfen also überhaupt keine Schäden gemäß vorstehender Definition zugelassen werden. Daß dies bei Altlasten und Schadensfällen zu weit geht, ist unbestritten.

- Wird E_{\max} sehr hoch angesetzt, kann fast immer der Abstrom bis P-W kontaminiert werden, weil nur die folgende Bedingung wirkt:

$$c_A < \text{P-W}$$

c_A = Schadstoffkonzentration im abströmenden Grundwasser

Dies entspräche der vollständigen Einführung des Auffüllprinzips, was auch bei Altlasten und Schadensfällen nicht in Frage kommt.

- Wird E_{\max} richtig angesetzt, ergibt sich ein angemessener Spielraum dann, wenn zwar hohe Schadstoffkonzentrationen in Sickerwasser oder Kontaktgrundwasser auftreten, die Auswirkungen auf das Grundwasser insgesamt jedoch gering sind.

Je ergiebiger und damit bedeutsamer ein GW-Vorkommen ist, desto stärker schränkt ein einmal festgelegter E_{\max} -Wert die Möglichkeit ein, den Abstrom bis zur Geringfügigkeitsschwelle (P-W) aufzufüllen.

Nach derzeitigem Kenntnisstand führen die in Baden-Württemberg eingeführten E_{\max} -Werte zu angemessenen Sanierungsentscheidungen.

Sanierungsmöglichkeiten:

Zur Einhaltung der **Immissions- und der Emissionsbegrenzung** gibt es mehrere Möglichkeiten:

- Dekontamination:

Die Sicker- bzw. Kontaktgrundwassermenge bleibt konstant, die Schadstoffbelastung des Sicker- bzw. Kontaktgrundwassers wird auf das erforderliche Maß reduziert.

Aus Immissions- und Emissionsbegrenzung ergibt sich die zulässige Sicker- bzw. Kontaktgrundwasserkonzentration.

- Sicherung:

Die Schadstoffkonzentration im Sicker- bzw. Kontaktgrundwasser bleibt konstant, aber die Menge des belasteten Sicker- bzw. Kontaktgrundwassers wird entsprechend reduziert.

Aus Immissions- und Emissionsbegrenzung ergibt sich der zulässige Restabstrom von belastetem Sicker- bzw. Kontaktgrundwasser aus der Altlast.

Umlagerung (z.B. aus dem Grundwasser), vorübergehende Auslagerung zur Schaffung von günstigeren Lagerungsbedingungen oder Immobilisierung können den Sicherungsvarianten zugeordnet werden.

- Auch durch Aushub und Entsorgung/Verwertung kann erreicht werden, daß die Immissions- und die Emissionsbegrenzung eingehalten werden :

- Auch Kombinationslösungen sind zulässig.

Bei Altablagerungen scheidet in der Regel die Variante Dekontamination aus.

3: Hinweise zur VwV: Sanierungsnotwendigkeit und Sanierungsziel zum Schutz von Grundwasser

(LfU, April 98)

- Immissions- / Emissionsbetrachtung -

H3.1. Vorbemerkung

Eine Entscheidung über die **Notwendigkeit** und das **Ziel** von Sanierungsmassnahmen ist erforderlich, wenn durch eine Altlast mindestens ein Prüfwert der VwV Orientierungswerte oder durch eine sonstige grundwassergefährdende Fläche der Prüfwert Wasser (P-W-Wert) überschritten wird. Für Altlasten und sonstige grundwassergefährdende Flächen (Schadensfälle i.S. der VwV-Orientierungswerte) wird im folgenden der gemeinsame Begriff **ALTLAST** verwendet.

Zur Entscheidung über die Notwendigkeit und Ziel von Sanierungsmassnahmen ist nach Kap. 6 der VwV Orientierungswerte abzuwägen, ob die grundsätzliche Anforderung, die allgemeine Mindestanforderung oder die einzelfallbezogene Mindestanforderung der Sanierungszielbestimmung zugrunde zu legen ist.

Dazu ist abzuschätzen, welche Kosten entstehen, wenn die Altlast so saniert wird, dass

- die grundsätzliche Anforderung (gA) nach Kap. 6.2.1 bzw.
- die allgemeine Mindestanforderung (aM) nach Kap. 6.2.2 bzw.
- die einzelfallbezogene Mindestanforderung (eM) nach Kap. 6.2.3

der VwV Orientierungswerte eingehalten wird. Auf der Grundlage dieser Kostenschätzung entscheidet die Behörde zunächst vorläufig, später endgültig über das Sanierungsziel. Die Notwendigkeit einer Sanierung besteht, wenn das von der Behörde festgelegte Sanierungsziel (im Sinne von: tolerierbarer Zustand) vom vorgefundenen Zustand nicht eingehalten wird.

Im Hinblick auf das Schutzgut Grundwasser, also bzgl. der Abwehr von Gefahren für das Grundwasser, ist daher u.a. zu prüfen, ob

- der vorgefundene Zustand einer Altlast, bzw.
- der Zustand einer Altlast nach Durchführung einer vorgegebenen Sanierungsmassnahme

die einzelfallbezogene Mindestanforderung nach Kap. 6.2.3.1 der VwV einhält.

Dies wird als „**Immissions- / Emissionsbetrachtung**“ (kurz: I/E-Betrachtung) bezeichnet.

H3.2. Durchführung der I/E-Betrachtung

Begriffe und Abkürzungen:

Q_Z	Grundwasservolumenstrom der einer Altlast, bzw. einem Stromröhrenstapel bzw. einer Stromröhre zufließt
c_Z	Schadstoffkonzentration in Q_Z
Q_{SiWa}	Volumenstrom Sickerwasser
Q_{KGW}	Volumenstrom Kontaktgrundwasser
c_{SiWa}	Schadstoffgehalte im Sickerwasser, massgeblich ist die Konzentration am Ende der Sickerstrecke
c_{KGW}	Schadstoffgehalte im Kontaktgrundwasser
Q_{ZT}	Teilstrom von Q_Z , der den Schadensherd nicht durchströmt
Q_A	Grundwasservolumenstrom, der von einer Altlast bzw. aus einem Stromröhrenstapel bzw. aus einer Stromröhre abfließt.
c_A	Schadstoffkonzentration im Q_A
E	Schadstoffemission; $E = (\text{Masse an Schadstoffen}) / (\text{Zeit})$ Ein E-Wert kann sich auf die gesamte Altlast, auf einzelne Teilflächen oder auf einzelne Stromröhren beziehen. Entsteht die Emission durch kontaminiertes Wasser gilt: $E = Q * c$

Zur **Durchführung der I/E-Betrachtung** wird das unter bzw. durch den Schadensherd strömende Grundwasser in **Stromröhren** und **Stromröhrenabschnitte** gegliedert. Die Geländeoberfläche wird in Teilflächen gegliedert, die über den Abschnitten der Stromröhren liegen. Die Gliederung ist so vorzunehmen, dass in etwa gleich belastete Bereiche zusammengefasst werden.

Übereinander liegende Stromröhren bilden einen **Stromröhrenstapel**. Erstreckt sich der Kontaminationsbereich über die gesättigte und die ungesättigte Zone, besteht ein Stromröhrenstapel i.d.R. aus den folgenden 3 übereinander liegenden Stromröhren (siehe Abb. 1).

1. Stromröhre *SiWa* für die aus Sickerwasser gebildete obere Grundwasserschicht. Entsteht kein Sickerwasser, kann diese Stromröhre entfallen.
2. Stromröhre *KGW* für das Kontaktgrundwasser. Dies ist Grundwasser, das kontaminierten Boden/kontaminiertes Ablagerungsgut durch- oder umströmt. Darunter wird auch Material verstanden, das Schadstoffe in flüssiger Phase oder kontaminierte Bodenluft enthält. Unterscheiden sich die KGW-Werte tiefenabhängig, sind weitere Tiefenstufen erforderlich.
3. Stromröhre *ZT* für den Teilstrom, der unter der Altlast durchströmt.

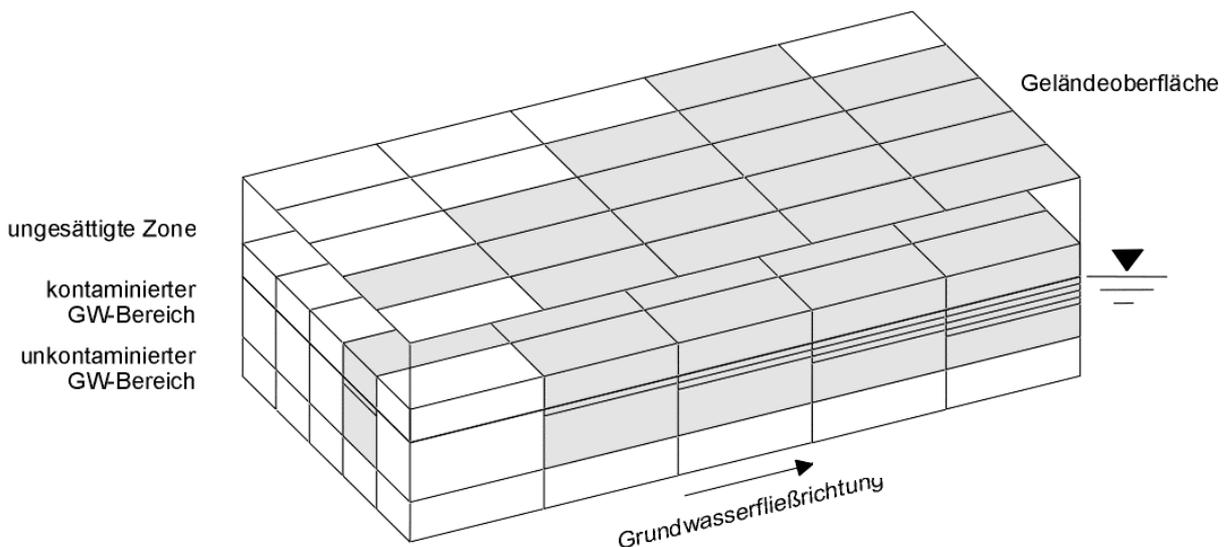
Die einzelfallbezogene Mindestanforderung nach Kap. 6.2.3.1 der VwV ist eingehalten, wenn sowohl die Immissionsbegrenzung als auch Emissionsbegrenzung eingehalten ist.

Zur Prüfung der Immissionsbegrenzung werden die c_A -Werte am Ende der übereinander liegenden Stromröhren eines jeden Stromröhrenstapels ermittelt, mit den zugehörigen Volumenströmen gewichtet, gemittelt und das Ergebnis mit den P-W-Werten verglichen. Unterschrei-

ten die so gemittelten c_A -Werte eines jeden Stromröhrenstapels für sich die P-W-Werte, ist die Immissionsbegrenzung eingehalten.

Zur Prüfung der Emissionsbegrenzung werden die E-Werte am Ende aller Stromröhren mit $c_A > P-W$ ermittelt und addiert. Das Ergebnis wird mit dem E_{\max} -W-Wert verglichen. Wird der E_{\max} -W-Wert unterschritten, ist die Emissionsbegrenzung eingehalten.

Liegt bereits im Zustrom eine Prüfwertüberschreitung vor ($c_Z > P-W$), ist über das Vorgehen im Einzelfall zu entscheiden.



**Abb. 1a: Modellhafte Darstellung einer Altlast zur I/E-Betrachtung
(Die unterlegten Bereiche markieren den Schadensherd)**

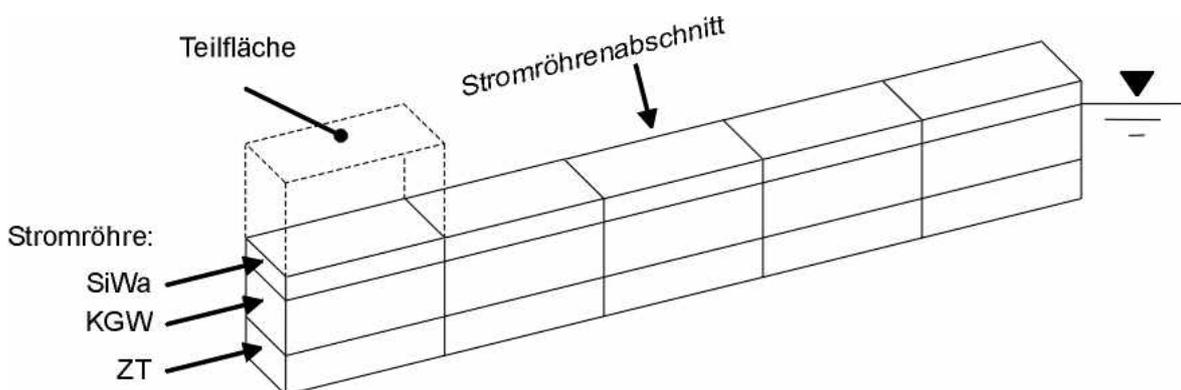


Abb. 1b: Einteilung der ungesättigten und gesättigten Zone in Teilflächen, Stromröhren und Stromröhrenstapel

H3.3. Hinweise zur Erkundung

H3.3.1 Allgemeines

Die I/E-Betrachtung kann auf der Basis von (z.B. ungünstigen) Annahmen oder auf der Basis einer technischen Erkundung vorgenommen werden. Daher sind die folgenden Ausführungen unabhängig von Beweisniveau und Erkundungsstand gültig.

Durch **Erkundungsmassnahmen** werden Annahmen und Schätzungen Zug um Zug durch abgesicherte Erkundungsergebnisse ersetzt. Mit steigendem Beweisniveau bzw. Erkundungsstand verbessert sich dadurch die Zuverlässigkeit der verwendeten Werte und damit auch die Zuverlässigkeit der mit Hilfe der I/E-Betrachtung getroffenen Aussagen.

Es ist nicht erforderlich, die zur I/E-Betrachtung verwendeten Gliederungselemente (Teilflächen, Stromröhren und Stromröhrenabschnitte) bereits bei der Erkundung zu berücksichtigen. Die Erkundung sollte allerdings so detailliert sein, dass sie die Entwicklung einer Modellvorstellung über die tatsächliche Schadstoffverteilung und die tatsächlichen Fließverhältnisse erlaubt. Anhand dieser Modellvorstellung werden dann die o.a. Gliederungselemente definiert und mit Zahlenwerten für die o.a. Parameter belegt.

Die Ermittlung der Zahlenwerte für diese Parameter ist eine Erkundungsfrage und daher in der VwV-Orientierungswerte nicht geregelt. Als Grundlage für die Beispielrechnungen wird im folgenden daher nur nachrichtlich dargestellt, wie bislang in vielen Fällen zur Ermittlung von c_{SiWa} , c_{KGW} und c_A vorgegangen wurde.

H3.3.2 Ermittlung von c_{SiWa} , c_{KGW} und c_A auf der Grundlage von Materialuntersuchungen

Zur **Gefahrenbeurteilung** muss die Frage, ob ein Schaden (mit hinreichender Wahrscheinlichkeit, in absehbarer Zeit) eintreten wird oder nicht, beantwortet werden. Grundlage der Gefahrenbeurteilung ist die Kenntnis über mögliche Stoffgehalte im Sickerwasser bzw. Kontaktgrundwasser. Dies geschieht in der Regel durch eine Sickerwasserprognose auf der Basis von Materialuntersuchungen. Sie kann aber auch direkt über eine Beprobung von Sicker- bzw. Kontaktgrundwasser erfolgen.

H3.3.2.1 Schadstoffeintrag über gelöste Schadstoffe im Sickerwasser:

Der Wert von c_{SiWa} aus der jeweiligen Teilfläche wird durch Gleichsetzen mit dem DEV-S4-Eluatwert ermittelt. Verbesserte Verfahren sind in der Entwicklung (DIN V 19735 und DIN V 19736). Bei leicht flüchtigen Schadstoffen kann c_{SiWa} aus den Bodenluftkonzentrationen mit Hilfe der stoffspezifischen Henry-Konstanten berechnet werden. Der Wert für c_A am Ende der SiWa-Stromröhre ergibt sich zu:

$$c_A = \frac{\sum (c_{SiWa, \text{Teilfläche}} \cdot Q_{SiWa, \text{Teilfläche}})}{\sum (Q_{SiWa, \text{Teilfläche}})}$$

Es werden nur die Teilflächen mit $c_{SiWa} > P-W$ berücksichtigt.

(Siehe Beispiel H3.5.1).

H3.3.2.2 Schadstoffeintrag in Kontaktgrundwasser durch Lösung von Schadstoffen beim Durchströmen von kontaminiertem Boden/Ablagerungsgut

Der Wert von c_{KGW} für den jeweiligen Abschnitt einer Stromröhre wird durch Gleichsetzen mit dem DEV-S4-Eluatwert ermittelt. Verbesserte Verfahren sind in der Entwicklung (DIN V 19735 und DIN V 19736). Der Wert für c_A am Ende der Stromröhre ergibt sich aus dem Maximalwert der Abschnitte der jeweiligen Stromröhre.

(Siehe Beispiel H3.5.2).

H3.3.2.3 Schadstoffeintrag in Kontaktgrundwasser beim Umströmen von kontaminiertem Boden/Altlastenmaterial, über Zusickerung flüssiger Phase oder durch kontaminierte Bodenluft

Sind diese Eintragspfade relevant, sind zunächst die Freisetzungsraten (Masse / Fläche und Zeit) zu ermitteln. Daraus ergibt sich für die betroffenen Stromröhre unter Berücksichtigung der Kontaktfläche und Q_A der Wert für c_A .

H3.3.3 Ermittlung von c_{SIWA} , c_{KGW} und c_A auf der Grundlage von Wasseruntersuchungen

Der Wert von c_A kann auch direkt gemessen werden, sofern die hydrogeologischen Standortverhältnisse eine repräsentative Probenahme für die einzelnen Stromröhren oder zumindest Stromröhrenstapel gestatten und wenn bereits stationäre Verhältnisse vorliegen. Auch die Probenahme und Untersuchung von Sickerwasser oder Kontaktgrundwasser ist möglich.

H3.4. Vorgabe von Werten für Sanierungsvarianten

Soll eine **I/E-Betrachtung für Sanierungsvarianten** durchgeführt werden, sind die Werte für die Parameter (i.d.R. Q_{SiWa} , Q_{KGW} und/oder c_{SiWa} , c_{KGW}) so vorzugeben, wie sie sich nach Durchführung der Sanierung einstellen werden.

H3.5. Beispielrechnungen

H3.5.1 Schadstoffeintrag über gelöste Schadstoffe im Sickerwasser

H3.5.1.1 Erkundungsergebnis/Modellvorstellung

Situation:	Quecksilber -Kontamination in der ungesättigten Zone	
Orientierungswerte:	P-W: 0,7 µg/l	
	$E_{\max\text{-W}}$: 1,5 g/d = 17,36 µg/s	
Anzahl übereinanderliegender Stromröhren	2:	- Aus Sickerwasser (SiWa) gebildete obere GW-Schicht - Teilstrom, der unter der Altlast durchfließt (ZT) - (Die Stromröhre für Kontaktgrundwasser entfällt)
Anzahl der Stromröhrenabschnitte:	5	
Länge der Stromröhrenabschnitte:	25 m	
Anzahl der Stromröhrenstapel:	5	
Breite der Stromröhrenstapel:	25 m	
Q_{ZT} :	0,3 l/s	entspricht Q_Z , da keine KGW-Stromröhre
c_Z :	≈ 0	
Q_{SiWa} :		(angenommene) Grundwasserneubildung = 13 l/s • km ² ⇒ pro Teilfläche: 0,008 l/s

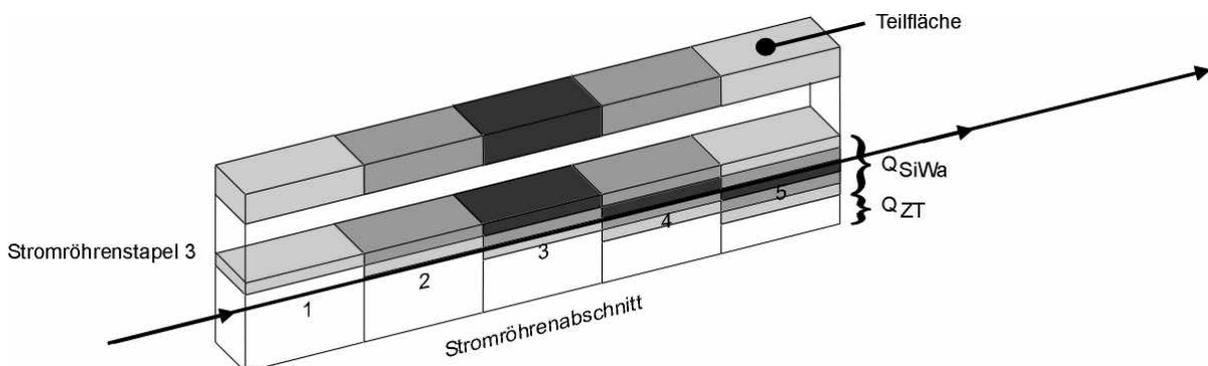


Abb. 2: Modellhafte Darstellung von Stromröhrenstapel 3 des nachfolgenden Beispiels

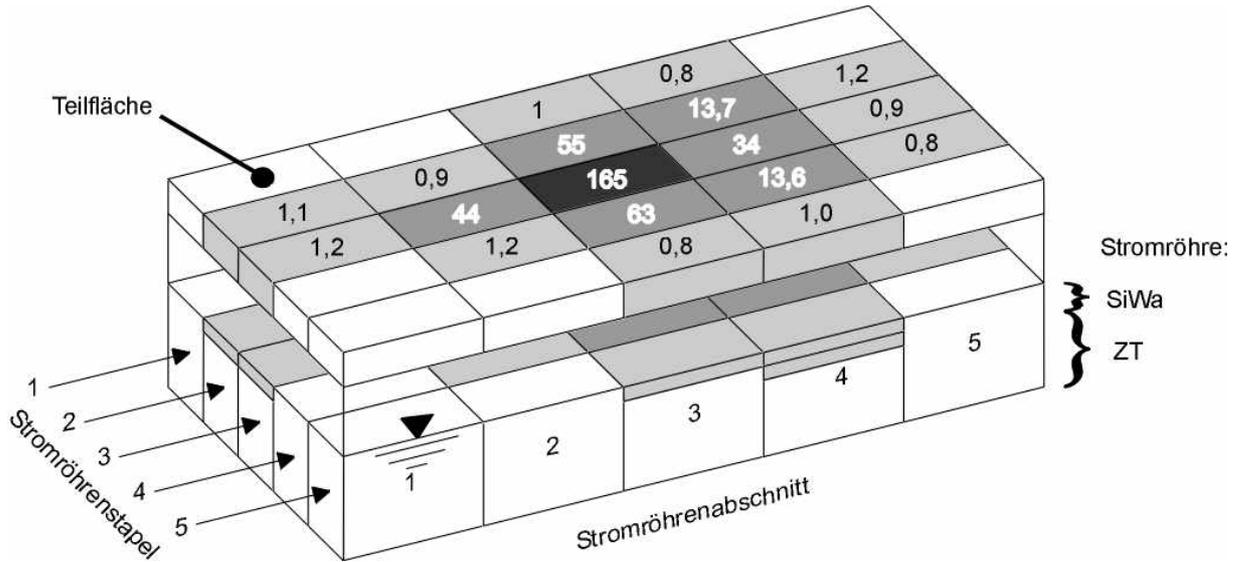


Abb. 3: Sickerwasserbelastung in den Teilflächen: c_{SiWa} [µg/l] (Ergebnis der technischen Erkundung)

H3.5.1.2 Überprüfung des vorgefundenen Zustandes

	Stromröhrenstapel															Σ E
	1			2			3			4			5			
	c _A [µg/l]	Q _A [l/s]	E ⁽³⁾ [µg/s]	c _A [µg/l]	Q _A [l/s]	E [µg/s]										
Stromröhre SiWa	0,9 ⁽¹⁾	0,016	0,01	14,38	0,041	0,58	49,02	0,041	1,99	19,65	0,032	0,63	0,9	0,016	0,01	
Stromröhre ZT	0	0,3	-	0	0,3	-	0	0,3	-	0	0,3	-	0	0,3	-	
gesamter Stapel	0,05⁽²⁾	0,32	0,01	1,72	0,34	0,58	5,85	0,34	1,99	1,78	0,33	0,63	0,05	0,32	0,01	3,24⁽⁴⁾
Immissionsbegrenzung eingehalten?	ja			nein			nein			nein			ja			
Emissionsbegrenzung eingehalten																ja

⁽¹⁾ berechnet nach Kap. H3.3.2.1

⁽²⁾ c_A der einzelnen Stromröhren mit jeweils zugehörigem Volumenstrom gewichtet und gemittelt (siehe Kap. H3.2)

=> z.B. für Stromröhrenstapel 1: c_A = [(0,9 * 0,016) + (0 * 0,3)] / 0,32 = 0,05 µg/l

⁽³⁾ Es werden nur Stromröhren mit c_A > P-W berücksichtigt, mit E = Q * c

⁽⁴⁾ gerundet

Tab. 1: Immissions-/Emissionsbegrenzung - vorgefundener Zustand - Schadstoffeintrag über gelöste Schadstoffe im Sickerwasser

H3.5.1.3 Sanierung

Sind nach der Überprüfung des vorgefundenen Zustandes die Immissions- und/oder die Emissionsbegrenzung verletzt, werden zu deren Einhaltung Sanierungszielwerte für die in Betracht kommenden Sanierungsvarianten überprüft. Dies kann von Hand oder sehr einfach mithilfe des Programms „I-E-CALC“ unter MS EXCEL[®] (siehe Kapitel H3.6) durchgeführt werden.

Im vorliegenden Beispiel ist die Emissionsbegrenzung eingehalten, die Immissionsbegrenzung für die Stromröhrenstapel 2,3 und 4 verletzt.

Für die vorgegebene Sanierungsvariante „Dekontamination“ sollen alle Teilflächen auf einen Sanierungszielwert von $c_{SiWa} = 9 \mu\text{g/l}$ dekontaminiert werden. Q_{ZT} und Q_{SiWa} werden dabei nicht verändert.

Zustand nach der Sanierung:

Für alle Teilflächen mit $c_{SiWa} > 9 \mu\text{g/l}$ (s. Abbildung 3) wird dieser als Sanierungszielwert eingesetzt. Daraus ergibt sich:

	Stromröhrenstapel															ΣE
	1			2			3			4			5			
	c_A [$\mu\text{g/l}$]	Q_A [l/s]	$E^{(3)}$ [$\mu\text{g/s}$]	c_A [$\mu\text{g/l}$]	Q_A [l/s]	E [$\mu\text{g/s}$]	c_A [$\mu\text{g/l}$]	Q_A [l/s]	E [$\mu\text{g/s}$]	c_A [$\mu\text{g/l}$]	Q_A [l/s]	E [$\mu\text{g/s}$]	c_A [$\mu\text{g/l}$]	Q_A [l/s]	E [$\mu\text{g/s}$]	
Stromröhre SiWa	0,9 ⁽¹⁾	0,016	0,01	4,24	0,041	0,17	5,82	0,041	0,24	5,00	0,032	0,16	0,9	0,016	0,01	
Stromröhre ZT	0	0,3	-	0	0,3	-	0	0,3	-	0	0,3	-	0	0,3	-	
gesamter Stapel	0,05⁽²⁾	0,32	0,01	0,51	0,34	0,17	0,69	0,34	0,24	0,49	0,33	0,16	0,05	0,32	0,01	0,60
Immissionsbegrenzung eingehalten?	ja			ja			ja			ja			ja			
Emissionsbegrenzung eingehalten																ja

⁽¹⁾ berechnet nach Kap. H3.3.2.1

⁽²⁾ c_A der einzelnen Stromröhren mit jeweils zugehörigem Volumenstrom gewichtet und gemittelt (siehe Kap. H3.2)

=> z.B. für Stromröhrenstapel 1: $c_A = [(0,9 * 0,016) + (0 * 0,3)] / 0,32 = 0,05 \mu\text{g/l}$

⁽³⁾ Es werden nur Stromröhren mit $c_A > P\text{-W}$ berücksichtigt, mit $E = Q * c$

Tab. 2: Immissions-/Emissionsbetrachtung - Zustand nach der Sanierung - Schadstoffeintrag über gelöste Schadstoffe im Sickerwasser

Somit wird durch den gewählten Sanierungszielwert auch am Ende der Stromröhren 2, 3 und 4 die Immissionsbegrenzung eingehalten.

H3.5.2 Schadstoffeintrag in Kontaktgrundwasser durch Lösung von Schadstoffen beim Durchströmen von kontaminiertem Boden/Ablagerungsgut

H3.5.2.1 Erkundungsergebnis/Modellvorstellung

Situation: Bodenkontamination durch **Blei** in der gesättigten Zone führt zur Kontamination von Kontaktgrundwasser, die Bodenbelastung zeigt eine breiten- und tiefendifferenzierte Schadstoffverteilung

Orientierungswerte: P-W: **10 $\mu\text{g/l}$**
 $E_{\text{max}}\text{-W}$: **20 g/d = 231 $\mu\text{g/s}$**

Anzahl übereinanderliegender Stromröhren	3	- (Die Stromröhre für Sickerwasser entfällt)
		- obere, aus Kontaktgrundwasser KGW 1 gebildete GW-Schicht
		- untere, aus KGW 2 gebildete GW-Schicht
		- Teilstrom, der unter der Altlast durchfließt (ZT)
Anzahl der Stromröhrenabschnitte:	4	
Länge der Stromröhrenabschnitte:	20 m	
Anzahl der Stromröhrenstapel:	3	
Breite der Stromröhrenstapel:	20 m	
Anzahl der Tiefenstufen im KGW:	2	
Q_{ZT} :	0,4 l/s	
Q_{KGW} :	KGW 1: 0,2 l/s	
	KGW 2: 0,2 l/s	
c_Z :	≈ 0	

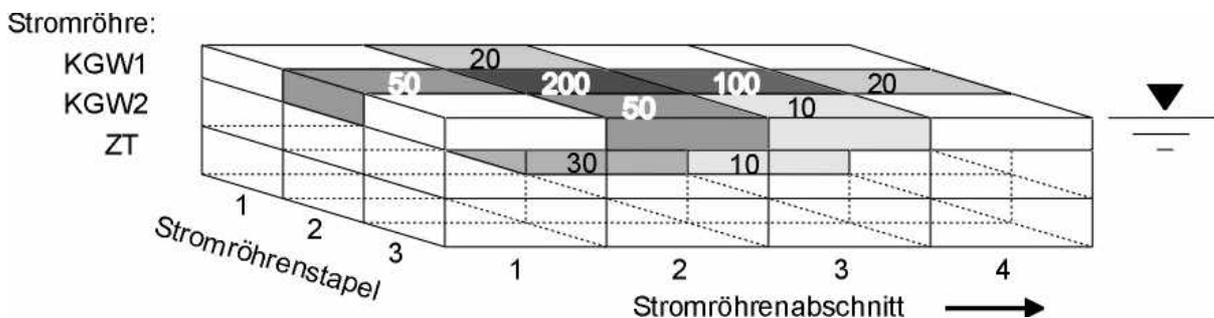


Abb. 4: Kontaktgrundwasserbelastung c_{KGW} [$\mu\text{g/l}$] in den Stromröhrenabschnitten

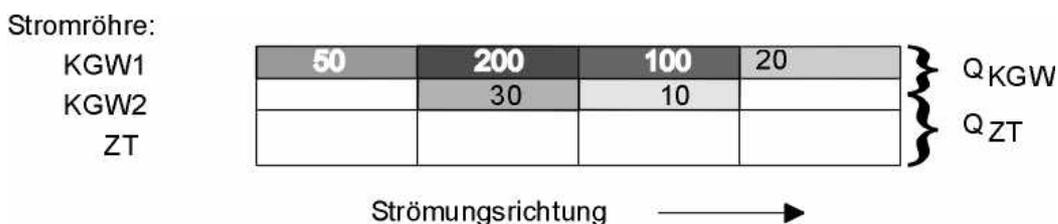


Abb. 5: Schnitt durch Stromröhrenstapel 2 im GW-Leiter und Kontaktgrundwasserbelastung c_{KGW} in den Stromröhrenabschnitten

H3.5.2.2 Überprüfung des vorgefundenen Zustandes

	Stromröhrenstapel									Σ E
	1			2			3			
	c _A [µg/l]	Q _A [l/s]	E ⁽³⁾ [µg/s]	c _A [µg/l]	Q _A [l/s]	E [µg/s]	c _A [µg/l]	Q _A [l/s]	E [µg/s]	
Stromröhre KGW 1	20 ⁽¹⁾	0,2	4	200	0,2	40	50	0,2	10	
Stromröhre KGW 2	0	0,2	-	30	0,2	6	0	0,2	-	
Stromröhre ZT	0	0,4	-	0	0,4	-	0	0,4	-	
gesamter Stapel	5,00⁽²⁾	0,8	4	57,50	0,8	46	12,50	0,8	10	60
Immissionsbegrenzung eingehalten?	ja			nein			nein			
Emissionsbegrenzung eingehalten										ja

⁽¹⁾ ermittelt nach Pkt H3.3.2.2

⁽²⁾ c_A der einzelnen Stromröhren mit jeweils zugehörigem Volumenstrom gewichtet und gemittelt (siehe Kap. H3.2)

=> z.B. für Stromröhrenstapel 1: $c_A = [(20 * 0,2) + (0 * 0,2) + (0 * 0,4)] / 0,8 = 5,00 \mu\text{g/l}$

⁽³⁾ Es werden nur Stromröhren mit c_A > P-W berücksichtigt, mit E = Q * c

Tab. 3: Immissions-/Emissionsbegrenzung - vorgefundener Zustand - Schadstoffeintrag in Kontaktgrundwasser durch Lösung von Schadstoffen beim Durchströmen von kontaminiertem Boden/Ablagerungsgut

H3.5.2.3 Sanierung

Für die vorgegebene Sanierungsvariante „Dekontamination“ können mit „I-E-CALC“ verschiedene Sanierungszielwerte errechnet werden, um c_A einzuhalten. Im vorliegenden Beispiel genügt es, Stromröhrenstapel 2 und 3 zu sanieren, um sowohl die Immissions- als auch die Emissionsbegrenzung einzuhalten. In Stromröhrenstapel 2 werden alle davon betroffenen Stromröhrenabschnitt auf 20 µg/l saniert. Für Stromröhrenstapel 3 genügt es, Stromröhrenabschnitt 3/KGW1 auf 40 µg/l zu sanieren. Die einzelnen Sanierungszielwerte sind in Abb. 7 dargestellt. Q_{ZT} und Q_{KGW} werden dabei nicht verändert.

Stromröhre:

KGW1

KGW2

ZT

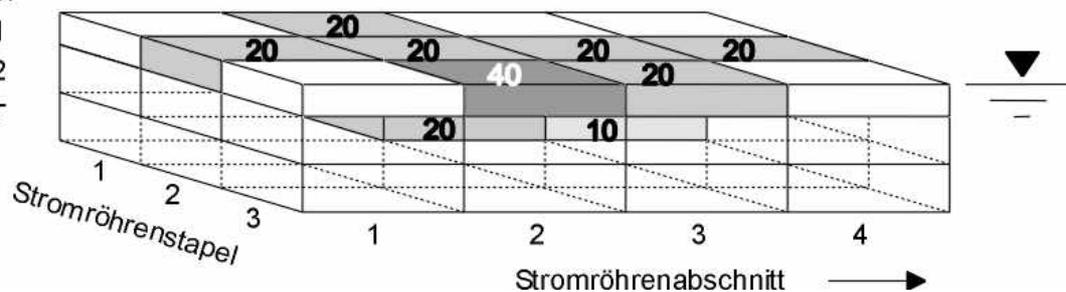


Abb. 6: Zustand nach der Sanierung: c_{KGW} [µg/l]

Für die davon betroffenen Teilfläche werden die entsprechenden Sanierungszielwerte eingesetzt. Daraus ergibt sich:

	Stromröhrenstapel									Σ E
	1			2			3			
	c _A [µg/l]	Q _A [l/s]	E ⁽³⁾ [µg/s]	c _A [µg/l]	Q _A [l/s]	E [µg/s]	c _A [µg/l]	Q _A [l/s]	E [µg/s]	
Stromröhre KGW 1	20 ⁽¹⁾	0,2	4	20	0,2	4	40	0,2	8	
Stromröhre KGW 2	0	0,2	-	20	0,2	4	0	0,2	-	
Stromröhre ZT	0	0,4	-	0	0,4	-	0	0,4	-	
gesamter Stapel	5,00 ⁽²⁾	0,8	4	10,00	0,8	8	10	0,8	8	20
Immissionsbegrenzung eingehalten?	ja			ja			ja			
Emissionsbegrenzung eingehalten										ja

⁽¹⁾ ermittelt nach Pkt H3.3.2.2

⁽²⁾ c_A der einzelnen Stromröhren mit jeweils zugehörigem Volumenstrom gewichtet und gemittelt (siehe Kap. H3.2)
=> z.B. für Stromröhrenstapel 1: c_A = [(20 * 0,2) + (0 * 0,2) + (0 * 0,4)] / 0,8 = 5,00 µg/l

⁽³⁾ Es werden nur Stromröhren mit c_A > P-W berücksichtigt, mit E = Q * c

Tab. 4: Immissions-/Emissionsbegrenzung - Zustand nach der Sanierung - Schadstoffeintrag in Kontaktgrundwasser durch Lösung von Schadstoffen beim Durchströmen von kontaminiertem Boden/Ablagerungsgut

Somit wird auch in Stromröhrenstapel 2 und 3 die Immissionsbegrenzung eingehalten.

H3.6. I/E-Betrachtung unter MS EXCEL[®] „I-E-CALC“

H3.6.1 Einführung

I-E-CALC ist eine Excel Arbeitsmappe, mit deren Hilfe überprüft werden kann, ob der aufgrund von Erkundungen vorgefundene Zustand eines Schadensfalles die einzelfallbezogene Mindestanforderung der „Verwaltungsvorschrift über Orientierungswerte für die Bearbeitung von Altlasten und Schadensfällen“ einhält. Ist dies nicht der Fall, können mit „I-E-CALC“ auf einfache Weise verschiedene in Frage kommende Sanierungszielwerte durchgerechnet werden.

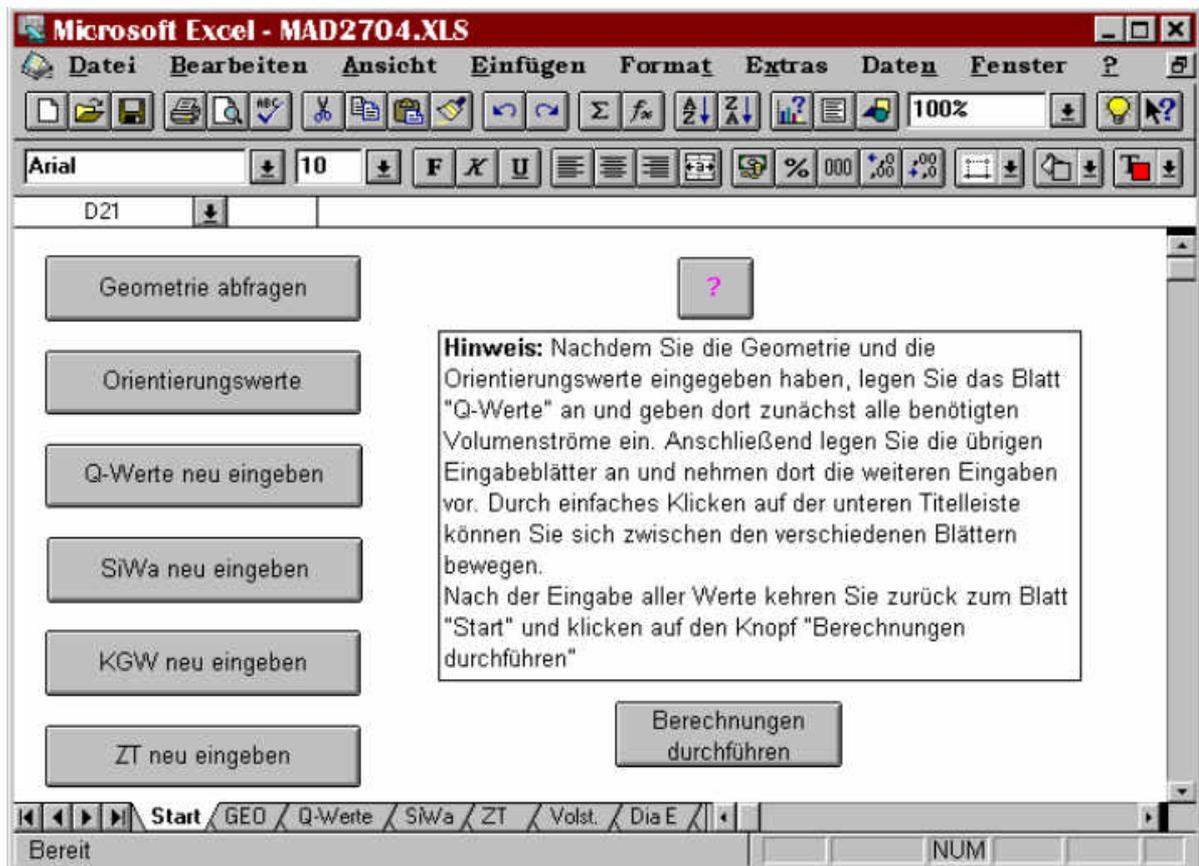
Ausgehend von der Modellvorstellung des Schadensherdes (Stromröhren, Stromröhrenabschnitte und -stapel, Konzentrationsverteilung, usw.) sind in verschiedenen Arbeits- bzw. Eingabeblättern Tabellen angelegt, in welche nacheinander die Geometrie des hydrogeologischen Arbeitsmodells, der Name des betroffenen Schadstoffs, die massgeblichen Orientierungswerte, und dessen Konzentrationsverteilung sowie die Volumenströme eingetragen werden. Aus den eingegebenen Daten werden dann die Immissionen und Emissionen sowohl in

Tabellen- als auch Diagrammform in den Ausgabeblättern dargestellt. Ein Wechsel zwischen den einzelnen Arbeitsblättern ist jederzeit durch deren Anklicken am unteren Bildschirmrand möglich. Den Blättern „Prüfwert“ und „E_{max}-Wert“ können die Orientierungswerte der Verwaltungsvorschrift entnommen werden.

Die Benutzung der Arbeitsmappe wird durch eine Hilfefunktion, die in jedem Arbeitsblatt über eine Schaltfläche aufgerufen werden kann, erleichtert.

H3.6.2 Start

Nach Aufrufen der Arbeitsmappe und Folgen der Programmanweisungen gelangt man zunächst in das Arbeitsblatt START. Von hier aus wird der Benutzer durch mehrere Dialogfenster geführt, dort werden die aus den Erkundungen ermittelten Daten eingetragen. Der OK-Button führt zur weiteren Bearbeitung jeweils zurück zum Arbeitsblatt START.



H3.6.3 Geometrie abfragen

Hier werden die geometrischen Daten zur Modellvorstellung eingegeben. Im einzelnen sind dies:

1. die Anzahl der nebeneinander liegenden Stromröhrenstapel mit deren jeweiligen Breite
2. die Anzahl der Abschnitte
3. die einheitliche Länge dieser Abschnitte
4. die Anzahl der Tiefenstufen im Kontaktgrundwasser
5. die jeweilige Mächtigkeit dieser Tiefenstufen
6. die Mächtigkeit des unter der Altlast durchfließenden Teilstroms

H3.6.4 Orientierungswerte

Der bei der Erkundung angetroffene Schadstoff sowie dessen P-W - und E_{\max} -Wert werden hier eingetragen. Diese Werte werden danach automatisch in den oberen Bildbereich der weiteren Eingabe- bzw. Ausgabeblätter zur Ansicht und zum Vergleich kopiert. Die Werte können aus den Blättern P-W sowie E_{\max} entnommen werden.

H3.6.5 Q-Werte neu eingeben

In dieses Blatt werden alle relevanten Volumenströme eingetragen. Die Werte werden auf die jeweiligen Arbeitsblätter kopiert, sobald diese über die Schaltflächen auf dem Blatt START angelegt werden. Änderungen der Volumenströme gehen danach nur noch in die Berechnungen ein, wenn die Eingaben direkt in den Blättern SIWA, KGW und ZT erfolgen. Das Eingabeblatt Q-WERTE ist in die Bereiche **Sickerwasser** und **Grundwasser** unterteilt.

Im Bereich **Sickerwasser** können nach Anklicken der Schaltfläche „Volumenströme berechnen“ über die Eingabe der **Grundwasserneubildungsrate (GWN)** für die einzelnen Röhren die zugehörigen Volumenströme berechnet werden. In die darunter angelegte Tabelle werden die Volumenströme für den gesamten Sickerwasserbereich eingetragen. Diese Werte können verändert werden. Nicht benötigte Werte (z. B. Asphaltabdeckung eines Abschnittes) erhalten den Wert „0“. Im Bereich **Grundwasser** werden in die angelegte Tabelle die Volumenströme für alle benötigten Tiefenstufen sowie für den unter der Altlast durchfließenden Teilstrom eingetragen.

	A	B	C	D	E	F	G
1	Q-Werte			OK			?
2	<i>Bereich SiWa: Für jede Röhre QSiWa [l/s] eingeben oder berechnen lassen.</i>						
3	<i>Bereich Grundwasser: Für jede Tiefenstufe QKGW [l/s] und für den ZT QZT [l/s] eingeben.</i>						
4	Sickerwasser						
5						Volumenströme berechnen	
6	Grundwasserneubildungsrate		[l/s*km²]:	<input type="text" value="13"/>			
7							
11							
12	SiWa						
13							
14	Röhrenstapel:						
15			Abschnitte:				
16				1	2	3	4
17	1	QSiWa		0,008125	0,008125	0,008125	0,008125
18	2	QSiWa		0,008125	0,008125	0,008125	0,008125
19	3	QSiWa		0,008125	0,008125	0,008125	0,008125
20	4	QSiWa		0,008125	0,008125	0,008125	0,008125
21	5	QSiWa		0,008125	0,008125	0,008125	0,008125
22							
23							
24							
25	Grundwasser						
26							
27	Tiefenstufe						
28			Röhren				
29				1	2	3	4
30	ZT	QZT		<input type="text" value="0,3"/>	<input type="text" value="0,3"/>	<input type="text" value="0,3"/>	<input type="text" value="0,3"/>
31							

H3.6.6 SiWa, KGW 1-x, ZT neu eingeben

Im oberen Blattbereich sind die für den jeweiligen Schadstoff massgeblichen Orientierungswerte schon aufgeführt (siehe H3.6.4).

In den darunter liegenden **Eingabebereich** werden die bei der Erkundung ermittelten **Schadstoffkonzentrationen** zur weiteren Berechnung eingetragen. Die Volumenströme wurden bereits vom Blatt Q-WERTE übernommen. Es werden jeweils nur Schadstoffkonzentrationen in diejenigen Abschnitte eingetragen, in denen die Werte über dem Prüfwert liegen !

Nach Eingabe aller Werte wieder zurück im Blatt START angelangt, werden die Berechnungen nach Anklicken der entsprechenden Schaltfläche durchgeführt. In den Ausgabeblättern VOLUMENSTROM, IMMI und EMI können die Ergebnisse gesichtet werden.

	A	B	C	D	E	F	G
1	Sickerwasser			OK		?	
2							
3	Orientierungswerte: (Schadstoffkonz.)						
4	Schadstoff:	Hg					
5	Prüfwert:	0,7	[µg/l]				
6							
7							
8							
9							
10	Röhren: Für jeden Abschnitt cSiWa [µg/l] eingeben.						
11							
12							
13							
14							
15			Abschnitte:				
16	Röhrenstapel:		1	2	3	4	5
17	1	cSiWa			1	0,8	
18		QSiWa			0,008125	0,008125	
19	2	cSiWa	1,1	0,9	55	13,7	1,2
20		QSiWa	0,008125	0,008125	0,008125	0,008125	0,008125
21	3	cSiWa	1,2	44	165	34	0,9
22		QSiWa	0,008125	0,008125	0,008125	0,008125	0,008125
23	4	cSiWa		1,2	63	13,6	0,8
24		QSiWa		0,008125	0,008125	0,008125	0,008125
25	5	cSiWa			0,8	1	
26		QSiWa			0,008125	0,008125	
27							

H3.6.7 Volumenstrom

Auf dem Blatt „Volst.“ wird der für jeden Stromröhrenstapel berechnete Volumenstrom im Abstrom dargestellt. Für die einzelnen Stromröhren gilt dabei:

- Q_{SiWa} = Volumenström am Ende der Stromröhre SiWa.
- Q_{KGW} = Kontaktgrundwasservolstrom am Ende der Stromröhre KGW.
- Q_{ZT} = Teilstrom der nicht den Gefahren- bzw. Schadensherd durchströmt.
- Q_A = Summe aller Volumenströme im Abstrom eines Stromröhrenstapels.

H3.6.8 Immi/Emi

Auf diesen beiden Ausgabeblättern können die Ergebnisse der Immissions- und Emissionsbetrachtung in Tabellenform eingesehen werden. Die Berechnungen werden dabei nach den Vorgaben unter Kap. H3.2 bzw. H3.3.2 sowie den Beispielen unter Kap. H3.5 durchgeführt.

Dabei gilt für die Immissionsbetrachtung:

- Immi SiWa: Schadstoffkonzentration am Ende der Stromröhre, die SiWa führt mit

$$c_A = \frac{\sum (c_{SiWa, Teilfläche} \cdot Q_{SiWa, Teilfläche})}{\sum (Q_{SiWa, Teilfläche})}$$

- Immi KGW: Maximale Schadstoffkonzentration im Verlauf der Stromröhre, die KGW führt
- Immi ZT: Schadstoffkonzentration im Teilstrom, der den Schadensherd nicht durchströmt

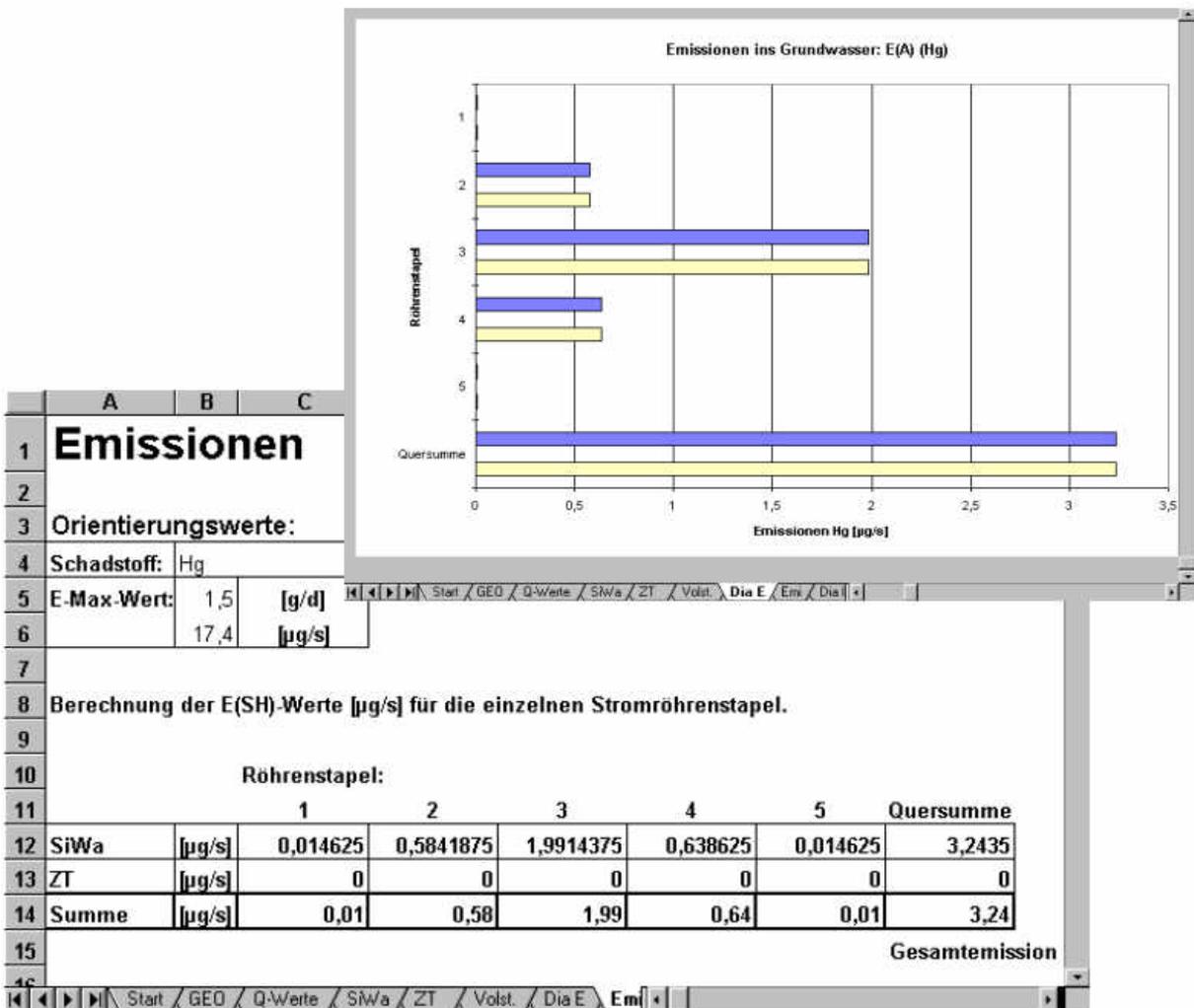
Daraus ergibt sich für den zu betrachtenden Stromröhrenstapel ein c_A -Wert als tiefengemittelte Gesamtkonzentration mit

$$c_A = \frac{\sum (c_{A, \text{Stromröhre}} \cdot Q_{A, \text{Stromröhre}})}{\sum (Q_{A, \text{gesamter Stapel}})}$$

und für die Emissionsbetrachtung:

- \sum aller E-Werte aus Stromröhren mit $c_A > P-W$

In den Diagrammblättern Dia I und Dia E sind die Ergebnisse graphisch dargestellt.



H3.6.9 Sanierung

Nachdem die Berechnungen abgeschlossen sind, muss für den jeweiligen Schadensfall die eigentliche **Sanierungsvariante** ermittelt werden. Wenn die geeignete Variante feststeht, wird der **Sanierungszielwert** festgelegt. Danach werden in den **Eingabeblättern** für die betroffenen Abschnitte eines Stromröhrenstapels diejenigen „**c-Werte**“ und „**Q-Werte**“ geändert die sich durch die jeweilige Sanierungsvariante (Sicherung oder Dekontamination) gegenüber dem Ausgangszustands verändern.

Zurück auf Blatt START wird die Schaltfläche „**Berechnungen durchführen**“ erneut angeklickt. In den Ausgabeblättern können die sinnvollerweise unter anderem Namen abgespeicherten Ergebnisse betrachtet werden. Bei der Neuberechnung werden auch zwei neue Diagramme erzeugt. Dazu müssen die alten Diagramme zuerst gelöscht werden. Dies geschieht anwendungsbedingt über zwei Abfragen, die jeweils mit „OK“ bestätigt werden müssen.

4: Hinweise zur VwV: Deutliche Überschreitung von Hintergrundwerten

(LfU, Dezember 93)

Über die Notwendigkeit beim Vorliegen nicht repräsentativer Einzelwerte, Art und Ausmaß einer Kontamination zu erkunden, kann gemäß Kap. 4 VwV Orientierungswerte anhand des Kriteriums "deutliche Überschreitung der Hintergrundwerte" entschieden werden.

Ein solcher Vergleich ist nicht erforderlich, wenn die Entscheidung auch nach anderen Kriterien (z.B. historische Erkundung) getroffen werden kann.

Ab wann Hintergrundwerte als deutlich überschritten gelten sollen, konnte in der Verwaltungsvorschrift nicht geregelt werden, da es Aufgabe der örtlichen zuständigen Behörden ist, die (maßgebliche) regionale Hintergrundbelastung zu ermitteln.

Als Schwellenwerte für eine deutliche Überschreitung wird empfohlen, das geometrische Mittel zwischen regionalem Hintergrundwert und Prüfwert heranzuziehen:

$$\sqrt{H_{\text{regional}} \cdot P}$$

Wird ein Orientierungswert für den Hintergrundwert mit "Wert bzw. nn" angegeben, so ist von einer Hintergrundbelastung in der Größe von "Wert" auszugehen. Dieser liegt jedoch unter der üblichen Bestimmungsgrenze (daher: "bzw. nn"). Wird H mit "nn" angegeben, ist der Stoff in der Regel in der Natur nicht oder nur in extrem niedrigen und nicht bekannten Konzentrationen vorhanden.

Gilt dies auch für H_{regional} , kann das Kriterium "deutliche H-Wert-Überschreitung" nur dann zur Entscheidung über die Notwendigkeit, Art und Ausmaß einer Altlast zu erkunden, herangezogen, wenn bei der Analyse eine Bestimmungsgrenze von $BG \leq 0,3 * P$ -Wert erreicht wird.

Nur dann, wenn bei einer solchen Bestimmungsgrenze Schadstoffe nicht nachweisbar sind, kann aufgrund der Analysenergebnisse davon ausgegangen werden, daß keine deutliche H-Wert-Überschreitung vorliegt.

5: Hinweise zur VwV: Nutzungswürdigkeit eines Grundwasservorkommens

(LfU, März 94)

Im Zuge der Erkundungsstufe E₂₋₃ sind u.a. Sanierungszielwerte zur Berücksichtigung der "einzelfallbezogenen Mindestanforderung" abzuleiten (eM-Werte). (Die Entscheidung, ob sie als Sanierungsziel herangezogen werden, wird erst auf BN4 getroffen).

Zum Schutz des Grundwassers sind dazu eine Immissionsbegrenzung und eine Emissionsbegrenzung vorgegeben.

Für die Berechnung der eM-Werte zur Einhaltung der Immissionsbegrenzung ist eine Entscheidung über die Nutzungswürdigkeit ggf. betroffener Grundwasservorkommen erforderlich.

Hierzu wird ausgeführt:

Als nutzungswürdig ist ein Grundwasservorkommen einzustufen, aus dem - unter Würdigung aller Umstände des Einzelfalles jetzt oder künftig - ein Entnehmen, Zutagefördern, Zutageleiten oder Ableiten von Grundwasser mit dem Ziel dieses Wasser zu nutzen (unabhängig von der Art der Nutzung), möglich und zweckmäßig sein kann.

Zu den Umständen des Einzelfalles zählen insbesondere das Grundwasserdargebot und die geogene Beschaffenheit.

Nicht zu berücksichtigen sind i.d.R. wirtschaftliche Aspekte, eine möglicherweise anthropogen beeinträchtigte Grundwasserqualität, oder daß eine Nutzung derzeit nicht beabsichtigt ist.

Soweit ein Grundwasservorkommen unter diesen Aspekten als nicht nutzungswürdig einzustufen ist, reicht es aus, in den Fällen nach Kap. 6.2.3 der VwV "Orientierungswerte" zum Schutz des Grundwassers lediglich die Emissionsbegrenzung einzuhalten.

Soweit ein Grundwasservorkommen als nutzungswürdig einzustufen ist, ist in den Fällen nach Kap. 6.2.3 der VwV "Orientierungswerte" (einzelfallbezogene Mindestanforderung maßgeblich) durch die Sicherung oder Dekontamination zusätzlich dafür zu sorgen, daß die P-W-Werte überall dort eingehalten werden, wo eine Nutzungswürdigkeit gegeben ist (tiefengemittelt über den direkt betroffenen Grundwasserleiter).

Soweit eine Nutzung zu veränderten Strömungsverhältnissen führt, ist dies zu berücksichtigen. In komplexen Fällen kann es daher erforderlich sein, verschiedene Nutzungsszenarien zu untersuchen.

Maßgeblich ist das Szenario, das zu den niedrigsten Sanierungszielwerten führt.

6: Hinweise zur VwV: Tiefenmittelung über den direkt betroffenen Grundwasserleiter

(LfU, September 94)

Zum Schutz von Grundwasser vor Schadstoffeinträgen aus kontaminiertem Boden oder Ablagerungsgut ist ggfs. durch Sanierung sicherzustellen, daß die Immissionsbegrenzung und die Emissionsbegrenzung gem. Kap. 6.2.3.1 der Verwaltungsvorschrift über Orientierungswerte eingehalten werden.

Zur Einhaltung der Immissionsbegrenzung müssen die P-W-Werte im Abstrom dort eingehalten werden, wo das Grundwasser als nutzungswürdig einzustufen ist.

Eine **Tiefenmittelung** über den direkt betroffenen Grundwasserleiter ist dabei zulässig.

Ein tiefengemittelter Wert kann direkt gemessen werden, wenn ein bestehender Belastungszustand überprüft werden soll und eine geeignete Grundwassermeßstelle zur Verfügung steht.

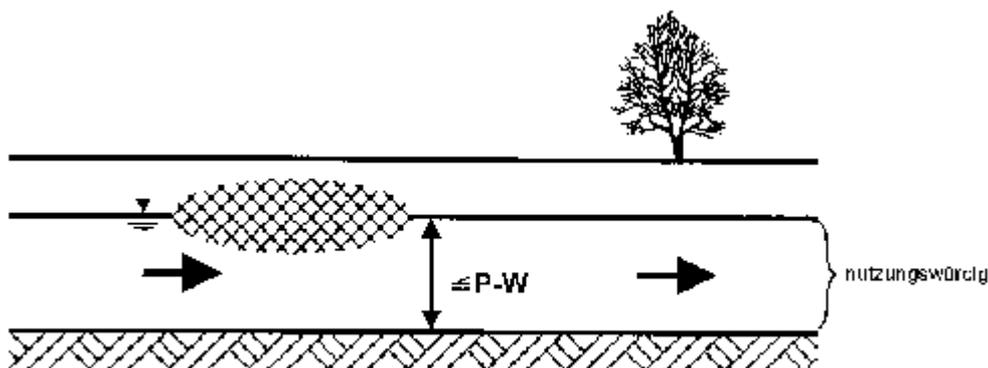
Die Tiefenmittelung kann auch rechnerisch erfolgen. Dann wird vom Abstrom belasteter Eluate aus dem Kontaminationsbereich oder von einer Grundwassermessung, die keinen tiefengemittelten Wert ergibt, ausgegangen.

Wenn es um die Berechnung der Sanierungsziele geht, muß die Tiefenmittelung generell rechnerisch erfolgen, da es dabei um einen Zustand geht, der erst künftig eintreten soll.

Zur Erläuterung, welche Tiefe zur Mittelung der Schadstoffgehalte im Grundwasser heranzuziehen ist, werden einige Fallbeispiele dargestellt:

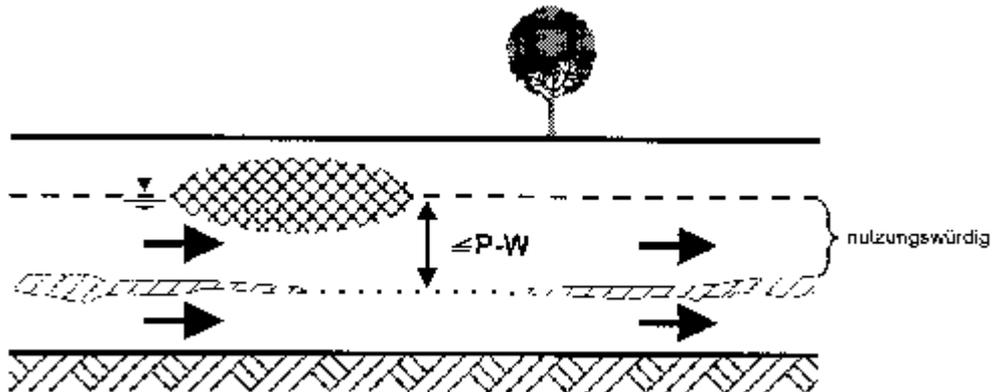
Fall 1

Tiefenmittelung erstreckt sich über die Tiefe bis zur Aquifersohle bzw. bis zum nächsten Zwischenhorizont.



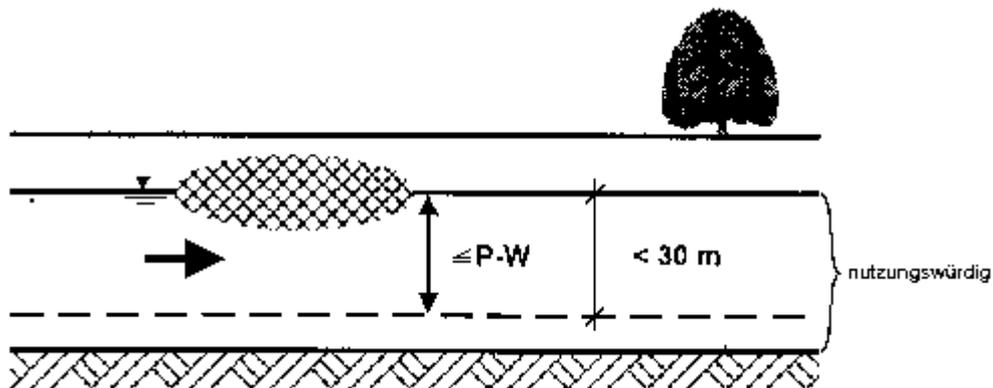
Fall 2

Fenster in ansonsten großflächig verbreiteten Zwischenhorizonten sind dabei nicht zu berücksichtigen.



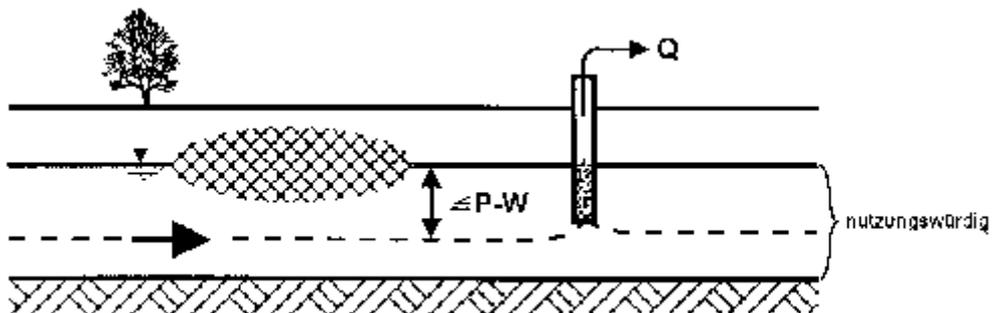
Fall 3

Bei großen Mächtigkeiten (> 30 m), sollte nur eine Tiefe von maximal 30 m zur Tiefenmitteilung herangezogen werden.



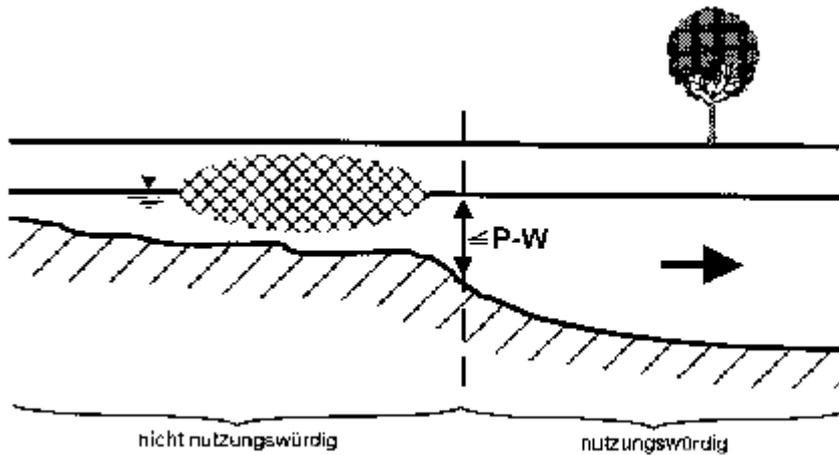
Fall 4

Es sollte nur die Tiefe, die noch den Schutz vorhandener Grundwassererfassungen sicherstellt, zur Tiefenmitteilung herangezogen werden.



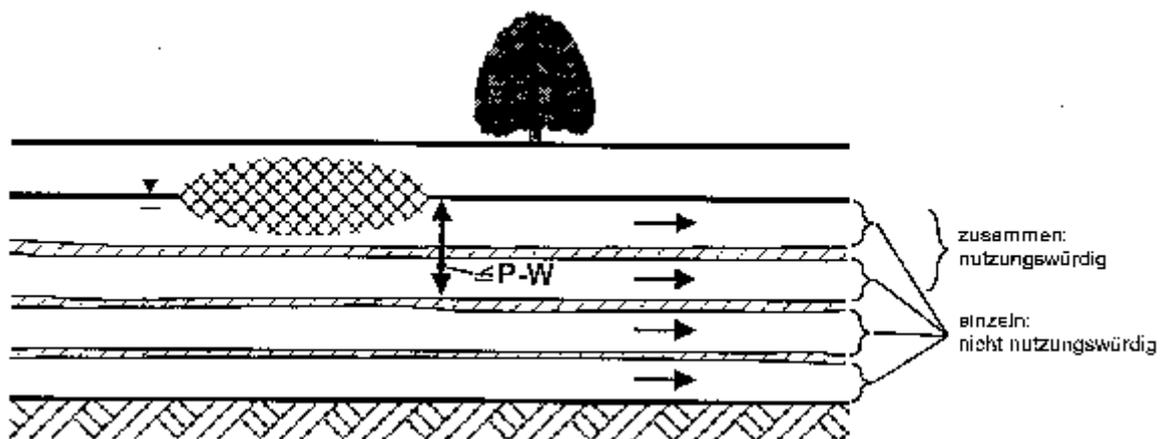
Fall 5

Fließstrecken davon, die alleine nicht nutzungswürdig sind, zählen nicht zum nutzungswürdigen Grundwasservorkommen i.S. der VwV.



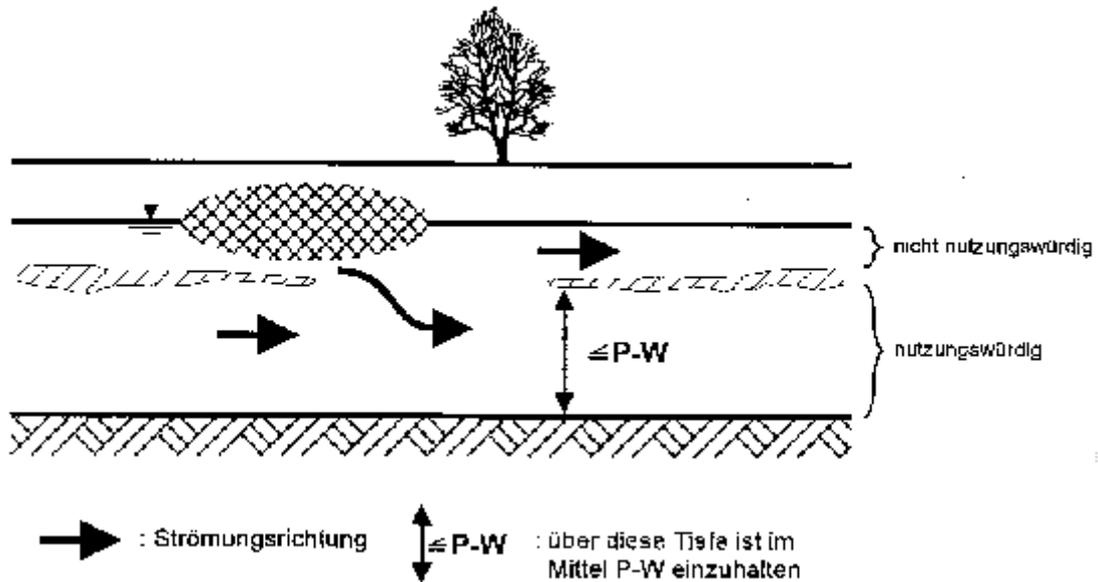
Fall 6

Sind **Aquiferabschnitte alleine nicht** nutzungswürdig, **zusammengefaßt jedoch** nutzungswürdig, so sind sie zu einem (nutzungswürdigen) Grundwasserleiter zusammenzufassen. Dieser zusammengefaßte Grundwasserleiter zählt dann zum nutzungswürdigen Grundwasservorkommen i.S. der VwV.



Fall 7

Die Tiefenmittelung erfolgt dort, wo die Schadstoffe der Altlast in einen (ggf. aus mehreren Aquiferabschnitten zusammengefaßten) Grundwasserleiter eintreten, der nutzungswürdig ist und somit zum nutzungswürdigen Grundwasservorkommen zählt.



7: Hinweise zur VwV: Auswirkungen der VwV auf die Bewertung auf Beweismiveau 3

(LfU, Januar 96)

Die **Bewertung auf Beweismiveau 3** hat bis zur Einführung eines auf quantitativen Erkundungsergebnissen basierenden Bewertungsverfahrens nach der derzeitigen Fassung des Altlastenhandbuches zu erfolgen. Dabei ist zu beachten, daß die Verwaltungsvorschrift "Orientierungswerte" Regelungen enthält, die bereits für die Bewertung auf Beweismiveau 3 relevant sind.

Diese Regelungen der VwV sind relevant für:

- Entscheidung über das Erreichen von Beweismiveau 3
- Entscheidung über den Handlungsbedarf

Entscheidung über das Erreichen von Beweismiveau 3:

Nach der Fortschreibung des Altlastenhandbuchs vom 17.02.1989 ist Beweismiveau 3 mit folgenden Merkmalen beschrieben:

"Durch ergänzende Messungen und Untersuchungen ist die Altlast soweit erkundet, daß Art und räumliches Ausmaß der Schadstoffbelastung am Standort und in den betroffenen Schutzgütern sowie die expositionsrelevanten Verhältnisse des Standortes umfassend bekannt sind."

Im Rahmen der anschließenden E_{3.4}-Bearbeitung sind keine weiteren technischen Erkundungsmaßnahmen vorgesehen.

Zur Bewertung auf Beweismiveau 3 ist die räumliche Verteilung der Schadstoffkonzentrationen im Geltungsbereich der P-Werte aufzuzeigen. Näheres zum Geltungsbereich der P-Werte ist Kap. 5 der VwV "Orientierungswerte" zu entnehmen.

Zur Bewertung des Schutzgutes Grundwasser sind die Volumenströme des Grundwassers im Zu- und Abstrom sowie die Volumenströme von Sickerwasser und Kontaktgrundwasser¹⁾ darzustellen.

Weiterhin muß die Schadstoffbelastung dieser Volumenströme und die Emissionen ins Grundwasser aufgezeigt werden.

Soweit Volumenströme oder Schadstoffkonzentrationen zeitlichen Schwankungen unterliegen, ist auch dies darzustellen.

Soweit erforderlich, ist zur übersichtlichen Darstellung eine Aufteilung des Schadensherdes in jeweils vergleichbar belastete Bereiche sowie eine Gliederung des Grundwasserkörpers in einzelne Stromröhren vorzunehmen.¹

Entscheidung über den Handlungsbedarf:

Die VwV "Orientierungswerte" regelt auch, wann die Notwendigkeit einer E₃₋₄ - Bearbeitung besteht.

Eine E₃₋₄ - Bearbeitung ist in der Regel als Grundlage für die Entscheidung über Notwendigkeit und Ziel von Sanierungsmaßnahmen erforderlich, wenn repräsentative Werte die Prüfwerte der VwV "Orientierungswerte" überschreiten.

Trotz Prüfwertüberschreitung kann auf eine E₃₋₄ - Bearbeitung verzichtet werden, wenn die beiden folgenden Voraussetzungen erfüllt sind:

- Die *allgemeine Mindestanforderung* (Kap. 6.2.2. der VwV "Orientierungswerte") kann nach Erfahrungen mit vergleichbaren Fällen im vorliegenden Fall mit angemessenem Aufwand nicht eingehalten werden .
- Die *einzelfallbezogene Mindestanforderung* (Kap. 6.2.3. der VwV "Orientierungswerte") ist nicht überschritten (Ergebnis der E₂₋₃ - Erkundung).

Sanierungsmaßnahmen sind dann nicht erforderlich.

¹ Unverdünntes Grundwasser aus dem Kontaktbereich mit dem Schadensherd

8: Hinweise zur VwV: Beurteilung von Bodenluftwerten (Schutzgut Mensch)

(LGA, LfU, Mai 96)

Schutzgut: Gesundheit von Menschen auf kontaminierten Flächen

Bei der Ableitung der **P-M-Werte** der VwV "Orientierungswerte" wurde bei flüchtigen Schadstoffen von tolerierbaren Atemluftwerten ausgegangen, die über Transferfaktoren in Bodenluft- und letztlich in Boden-Gesamtgehaltswerte umgerechnet wurden. Diese Grundlagen der Ermittlung der P-M-Werte können zur Beurteilung von gemessenen Atem- und Bodenluftwerten herangezogen werden.

Im folgenden sind unter Punkt 1 die Grundlagen der Ableitung der P-M-Werte dargestellt.

Punkte 2 und 3 geben Hinweise, wie diese Grundlagen zur Beurteilung von Atem- und Bodenluftwerten verwendet werden können.

H8.1: Ableitung der P-M-Werte der Verwaltungsvorschrift über Orientierungswerte für die Bearbeitung von Altlasten und Schadensfällen

		Spalte 1	Spalte 2	Spalte 3	Spalte 4	→	Spalte 5
	Stoff	TDI bzw. $R = 10^{-6}$ ($\mu\text{g}/(\text{kg}\cdot\text{d})$)	Atemluft Einzelstoff (mg/m^3)	Atemluft Stoffgruppe (mg/m^3)	Bodenluft (mg/m^3)	Transfer- faktor (m^3/kg)	P-M-Wert (mg/kg)
1	1,1,1-Tri	580	1,74	\	\	\	\
2	Per	14	0,042			-> 0,01	-> 0,2
3	Tri	23,8	0,071			/	/
4	CHCl_3	15	0,045			\	\
5	CH_2Cl_2	6	0,018	-> 0,02	->20	-> 0,001	-> 0,02
6	1,1- Cl_2 - Ethen	9	0,027				
7	cis-1-2- Cl_2 -Ethen	17	0,051				
8	trans-1-2- Cl_2 -Ethen	17	0,051	/	/	/	/
9	VC	0,007	0,000.021	0,001	1	0,001	0,001
10	CCl_4	0,009	0,000.026	0,000.1	0,1	0,01	0,001
11	1,2- Cl_2 - Ethan	0,011	0,000.034	0,000.1	0,1	0,01	0,001
12	Benzol	0,082	0,000.246	0,001	1	0,01	0,01
13	Toluol	312	0,936	0,9	900	0,01	9
14	Xylol	200	0,6	0,6	600	0,1	60
15	Ethyl- benzol	200	0,6	0,6	600	0,1	60

Spalte 1	enthält für Einzelstoffe TDI -Werte bzw. Dosisraten, die einem Krebsrisiko von $1 \cdot 10^{-6}$ entsprechen.
Spalte 2	enthält für Einzelstoffe tolerierbare Atemluftwerte . Bei einer Exposition von 24 h/d entsprechen sie den Werten von Spalte 1.
Spalte 3	enthält für Stoffgruppen tolerierbare Atemluftwerte . Es wurde eine Expositionsdauer von 24 h/d zugrundegelegt. Die Bestimmungsgrenzen wurden berücksichtigt.
Spalte 4	enthält für Stoffgruppen tolerierbare Bodenluftwerte . Im Freien führen sie unter ungünstigen Bedingungen zu den Atemluftwerten von Spalte 3. Bei der Berechnung wurde von einer Verdünnung Atemluft : Bodenluft von 1 : 1.000 ausgegangen.
Spalte 5	enthält die P-M-Werte der VwV "Orientierungswerte". Sie verursachen die Bodenluftwerte von Spalte 4. Für das Konzentrationsverhältnis Bodenluft : Boden gibt es Erfahrungswerte für Benzol (<i>Selenka, 1990</i>). Diese wurden anhand eines am Dampfdruck orientierten 3-stufigen Rasters auf die anderen Schadstoffe übertragen (<i>Jaroni & v.d.Trenck, 1995</i>).

H8.2: Beurteilung von Atemluftwerten:

Werden die tolerierbaren Werte für Stoffgruppen (Spalte 3) nicht überschritten, ist die allgemeine Mindestanforderung nach VwV "Orientierungswerte" eingehalten.

Erfolgt die Bewertung nach Einzelstoffen (Spalte 2) ist folgendes zu beachten:

- Die am Standort ermittelten Werte für die CKW nach Zeile 1 - 8 und nach Zeile 9 - 11 sind zusammenzufassen.
- Bei der Zusammenfassung sind jedoch nicht die Meßwerte an sich zu summieren, sondern die prozentualen Ausschöpfungsgrade der jeweiligen tolerierbaren Einzelstoffwerte. Allgemeine Formel: (bezogen auf die Zeilen 1-8 bzw. 9-11 bzw. 14-15)

$$\frac{C_1}{C_{1sp2}} + \frac{C_2}{C_{2sp2}} + K + \frac{C_1}{C_{1sp2}} \leq 100\%$$

- Liegt der summierte prozentuale Ausschöpfungsgrad einer Stoffgruppe unter 100% ist für diese Stoffgruppe die allgemeine Mindestanforderung nach VwV "Orientierungswerte" eingehalten.

Beispiel 1:

Stoff	Meßwert [mg/m^3]	Ausschöpfungsgrad
Perchlorethen (Per)	0,02	48%
Trichlorethen (Tri)	0,065	92%
	Summe:	140%
		P-M ist überschritten

Beispiel 2:

Stoff	Meßwert [mg/m^3]	Ausschöpfungsgrad
Perchlorethen (Per)	0,02	48%
1,1,1-Trichlorethan	0,065	4%
	Summe:	52%
		P-M ist eingehalten

H8.3: Verdünnungsverhältnis Bodenluft: Atemluft

- In Kellerräumen: Nach *Seeger (1995)* deckt ein Verdünnungsverhältnis Atemluft : Bodenluft von 1 : 25 auch ungünstige Verhältnisse ab.
- Im Freien: Wie bei der Ableitung der P-M-Werte kann von einem Verdünnungsverhältnis Atemluft : Bodenluft von 1 : 1.000 ausgegangen werden.

H8.4: Weitere Anpassung der eM-Werte an die tatsächlichen Expositionsbedingungen:

Expositionsdauer < 24 h/d:

→ proportional umrechnen.

Genauere Berücksichtigung des Verhältnisses von Bodenluft : Atemluft für vorgegebene Szenarien:

→ z.B. nach *Seeger (1995)*, *Symms et al. (1995)*.

Literaturangaben:

Jaroni, Hw & v.d.Trenck, K.T. (1995):

Prüfwerte zum Schutz von Menschen auf kontaminierten Böden - fachliche Begründung der Ableitung. Forum Städte - Hygiene 46, 315 - 329.

Seeger, F. (1995):

Ein Beitrag zur Ableitung von Orientierungswerten für flüchtige organische Substanzen im Medium Bodenluft bei der Feststellung von Altlasten. Entwurf im Auftrag der Hessischen Landesanstalt für Umwelt, Wiesbaden.

Selenka, F. (1990):

Altlasten auf ehemaligen Gaswerksgeländen - Zukünftige Geländenutzung und Konsequenzen für die Sanierung. In: Altlasten auf ehemaligen Gaswerksgeländen - Probleme und Lösungen, DVGW - Schriftenreihe Gas Nr. 45, Hrsg.: Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V., Eschborn, 116 - 136 .

Symms, K.G., Lawrence, K.G., Wardrop, D.H., Vitale, R.J. (1995):

Modeling VOC Migration and Vapor Intrusion into Building Air from Subsurface Soil Sources. In: W.J. van den Brink, R. Bosman, F. Arendt, eds., "Contaminated Soil '95", Kluwer, NL-Dordrecht, 551-556

9: Hinweise zur VwV: Beurteilung von Bodenluftwerten (Schutzgut Grundwasser)

(LfU, April 97)

Auszug aus:

Bestimmung der Emission leichtflüchtiger organischer Schadstoffe aus kontaminierten Böden, (Grathwohl, Reisinger; veröffentlicht in: Altlasten-News LfU-1/97)

Flüchtige organische Schadstoffe können sich in der wasserungesättigten Bodenzone je nach Dampfdruck, Wasserlöslichkeit und Sorptionsneigung in unterschiedlichen Anteilen sowohl gasförmig in der Bodenluft, gelöst im Porenwasser als auch sorbiert in der Feststoffphase des Bodens aufhalten. Wenn ausreichend Zeit zur Verfügung steht, stellt sich ein **Gleichgewicht** zwischen den Schadstoffgehalten in den unterschiedlichen Phasen (**Boden/Wasser/Luft**) ein. Die Geschwindigkeit der Gleichgewichtseinstellung zwischen zwei Phasen hängt von der charakteristischen Diffusionsstrecke und der Diffusionsgeschwindigkeit in jeder Phase ab. Kurze Diffusionsstrecken (schnelle Gleichgewichtseinstellung) treten z.B. im adsorptiv gebundenen Wasserfilm im Boden auf, der alle mineralischen Kornoberflächen unter Feldbedingungen (relative Luftfeuchtigkeit $\approx 100\%$) bedeckt. Hohe Diffusionsgeschwindigkeiten sind in der Bodenluft gegeben (bis zu 10 000 mal schneller als im Wasser), was dazu führt, daß das Sickerwasser während der Passage zum Grundwasser relativ schnell gasförmige Verbindungen aus der Bodenluft aufnehmen kann. In Beregnungsexperimenten und Trichlorethen als Vertreter der leichtflüchtigen organischen Schadstoffe in der Porenluft (Simulation eines Reservoirs mit residualem TCE in Flüssigphase in der ungesättigten Bodenzone) konnte nachgewiesen werden, daß selbst bei hohen Sickerwassergeschwindigkeiten und kurzen Sickerstrecken das Gleichgewicht zwischen Sickerwasser und Bodenluft zu über 75% erreicht wird (REISINGER und GRATHWOHL, 1996^{*}). Danach ist bei längeren Sickerstrecken bzw. längeren Verweilzeiten (beispielsweise bei Grundwasserflurabständen von einigen Metern) mit einer vollständigen Einstellung des Gleichgewichts zu rechnen.

Unter Gleichgewichtsbedingungen kann die Konzentration im Sickerwasser sowie im Kapillarsaum des Grundwassers (C_{SH}) aus der Bodenluftkonzentration flüchtiger Schadstoffe (C_{BL}) mit Hilfe der stoffspezifischen Henry-Konstanten (H) berechnet werden:

$$C_{SH} = C_{BL} / H$$

Henry-Konstanten liegen für viele Stoffe tabelliert in der Fachliteratur vor. Unter **Feldbedingungen** muß in erster Linie dem Einfluß der Temperatur auf die Henry-Konstante Rechnung getragen werden. Die relative Zu- oder Abnahme der Henry-Konstanten bei Temperaturänderung kann mit Hilfe eines Temperaturkorrekturfaktors (ergibt sich aus der Verdampfungs- und Exzess-Lösungsenthalpie der betreffenden Verbindungen) berechnet werden (REISINGER und GRATHWOHL, 1996²). Darüber hinaus können organische und anorganische Wasserinhaltsstoffe eine Verschiebung der Henry-Konstante bewirken.

² REISINGER, C., GRATHWOHL, P. (1996): Formulierung einer Verfahrensempfehlung zur Bestimmung der Emission leichtflüchtiger organischer Schadstoffe (LCKW, BTEX etc.) aus kontaminierten Böden (Berechnungsverfahren

Man unterscheidet hier zwischen dem Kosolvent-Effekt, der Lösungsvermittlung durch gelöste natürliche organische Substanzen (Solubilisierung) und dem Aussalz-Effekt ("salting-out"). Unter Feldbedingungen können diese Einflußgrößen jedoch meistens vernachlässigt werden. Die Tabelle am Schluß zeigt beispielhaft Henry-Konstanten für eine mittlere Grundwassertemperatur von 10°C sowie die aus den Prüfwerten für Schadstoffkonzentrationen im Sicker- bzw. Porenwasser (*P-W*) berechneten notwendigen Bestimmungsgrenzen für die entsprechenden Verbindungen in der Bodenluft.

Die **Beprobung der Bodenluft** auf flüchtige Verbindungen stellt im Gegensatz zur Wasserprobennahme in der ungesättigten Bodenzone eine relativ einfache und erprobte Methode dar. Der entscheidende Vorteil dieses Verfahrens ist, daß die Wasserprobennahme entfällt, die in der ungesättigten Bodenzone z.B. über Tensiometer oder Zentrifugation von Bodenproben möglich ist und nahezu unvermeidlich zu Verlusten leichtflüchtiger Stoffe aus der Probe führt. Zusätzlich werden Schwierigkeiten vermieden, die im Zusammenhang mit Schwebstoffen und kolloidalen Wasserinhaltsstoffen (Trübe) im Wasser auftreten können.

Durch den Einsatz **stationärer Meßstelleneinrichtungen** können die verfahrensbedingten Nachteile der Bodenluftprobennahme mittels mobiler Sonden (Memory-Effekte und Eindringen atmosphärischer Luft in das Bohrloch) vermieden werden. Dieses Verfahren bietet die Möglichkeit Bodenluftbeprobungen ohne großen Aufwand beliebig oft und - bei Einbau mehrerer Sonden in definierten Bereichen - auch tiefenhorizontiert (Multi-Level) durchzuführen. Die Probennahme kann hier direkt durch ein beidseitig kapillar verjüngtes Glasrohr (modifizierte Pasteurpipette), das anschließend durch Zuschmelzen der Enden luftdicht verschlossen wird, erfolgen. Alternativ dazu ist auch eine Beprobung der Bodenluft über Adsorberröhrchen (z.B. Tenax, Aktivkohle) möglich, wobei zu berücksichtigen ist, daß aus schluffig/tonigen Böden nur begrenzte Luftvolumina gezogen werden können. Durch den Einsatz von Adsorberröhrchen wird eine Anreicherung der Schadstoffe bei der Probennahme erreicht, was es ermöglicht, die z.B. für BTEX notwendigen niedrigen Nachweisgrenzen in der Bodenluft (*P-W*-Wert x Henry-Konstante) zu erreichen (siehe Tabelle am Schluß). Diese Methoden haben gegenüber anderen Probenahmebehältern (Gasmäuse, Teflonbeutel und Rollrandgläser mit teflonbeschichteten Butylgummisepten, etc.) den Vorteil, daß die Bodenluft bei Entnahme und Lagerung bzw. Transport nur mit Glas oder Metall in Berührung kommt und damit Sorptions-effekte sowie Verflüchtigung praktisch ausgeschlossen werden können. Durch die quantitative Erfassung des Unterdrucks und dessen Veränderungen mit Hilfe von Schrägrohr- oder Unterdruckmanometern können z.B. auch Reichweiten von Bodenluftabsaugungen bestimmt werden. Diese Meßstellen erlauben es außerdem, den Verlauf einer Sanierung kontinuierlich zu überwachen. Darüber hinaus kann eine präventive Kontrolle potentieller Eintragsstellen (Lagerung, Anwendungs- und Produktionsbereiche leichtflüchtiger Chemikalien) erfolgen. Zur Zeit werden neue Methoden der Bodenluftbeprobung erprobt bzw. entwickelt (z.B. Passivsammler, Diffusions-Dosimeter), die bislang jedoch nur halbquantitative Ergebnisse liefern.

Henry-Konstanten bei 10°C (*H*), Prüfwerte (*P-W*) soweit vorhanden und sich daraus ergebende notwendige Bestimmungsgrenzen für ausgewählte organische Schadstoffe in der Bodenluft.

Verbindung	H [-] bei 10°C	Prüfwert P-W [µg/l]	notw. Bestimmungsgrenze in der Bodenluft [mg/m³]
Cyclohexan	4,04		
Methanol	0,0000733	60.000*	4,4
Dichlormethan (Methylenchlorid)	0,0458	10	0,46
Trichlormethan (Chloroform)	0,0668	10	0,67
Tetrachlormethan (Tetrachlorkohlenstoff)	0,572	3	1,72
1,1-Dichlorethan	0,111	10	1,11
1,2-Dichlorethan	0,0233	3	0,0699
1,1,1-Trichlorethan (Methylchloroform)	0,340	10	3,40
Chlorethen (Vinylchlorid)	0,641	3	1,92
1,1-Dichlorethen	0,556	10	5,56
cis-1,2-Dichlorethen	0,0800	10	0,80
trans-1,2-Dichlorethen	0,184	10	1,84
Trichlorethen	0,169	10	1,69
Tetrachlorethen (Perchlorethen)	0,305	10	3,05
Methylbromid (Brommethan)	0,157		
Tribrommethan (Bromoform)	0,00981	10*	0,98
1,2-Dibrommethan (Ethylidibromid)	0,0110		
Trichlorfluormethan (F11)	2,09		
Dichlordifluormethan (F12 ; R12)	11,4		
1,1,2-Trichlor-1,2,2-Trifluorethan (R113)	6,62	10*	66,2
Benzol	0,114	1	0,114
Chlorbenzol	0,0749	10*	0,75
1,4-Dichlorbenzol (p-Dichlorbenzol)	0,0327		
Toluol	0,126	10	1,26
Ethylbenzol	0,146	10	1,46
1,2-Dimethylbenzol (o-Xylol)	0,0885	10	0,89
1,3-Dimethylbenzol (m-Xylol)	0,106	10	1,06
1,4-Dimethylbenzol (p-Xylol)	0,106	10	1,06
1,2,4-Trimethylbenzol (Pseudocumol)	0,0881	10	0,88
1,3,5-Trimethylbenzol (Mesitylen)	0,840	10	8,4

*: vorläufige Werte

10: Hinweise zur VwV: Zur Sanierungsnotwendigkeit bei Ammonium – Emissionen

(LfU, Oktober 97)

Im Sickerwasser bzw. im Kontaktgrundwasser von Altablagerungen treten häufig derartig hohe Stoffgehalte von NH_4^+ auf, daß nach der Verwaltungsvorschrift über Orientierungswerte zunächst die Notwendigkeit von Sanierungsmaßnahmen besteht.

Orientierungswerte für NH_4^+

P-W	E_{max} -W
500 µg/l	1.100 g/d

Nach Kap.2 der VwV können jedoch mit entsprechender Begründung auch andere, als die in der VwV genannten Orientierungswerte zugrunde gelegt werden. Eine solche Begründung kann sein, daß Schadstoffe bereits nach kurzer Fließstrecke in ausreichendem Umfang zu unschädlicheren Stoffen umgewandelt werden. Um mit dieser Begründung höhere NH_4^+ -Werte zuzulassen, ist folgendes zu prüfen:

- 1) Ist die einzelfallbezogene Mindestanforderung bei der Ermittlung der Sanierungszielwerte zugrunde zu legen ?
- 2) Reicht die Abstromkonzentration (c_A) an Sauerstoff aus, um NH_4^+ soweit zu oxidieren, daß rechnerisch die folgenden Bedingungen für NH_4^+ eingehalten werden ?

- $c_A < \text{P-W}$
- $E < E_{\text{max}}\text{-W}$

Dabei ist zu beachten, daß zunächst NO_2^- oxidiert wird und daß die Oxidation zu NO_3^- bei O_2 -Gehalten unter 3 mg/l nur noch eingeschränkt stattfindet.

- 3) Werden unter der Annahme, daß der gesamte Stickstoff im Abstrom zu NO_3^- oxidiert wird, die o.g. Bedingungen auch für NO_3^- eingehalten ?

Orientierungswerte für NO_3^-

P-W	E_{max} -W
50.000 µg/l	108.000 g/d

Können die Fragen 1) - 3) mit "ja" beantwortet werden, kann aus Angemessenheitsgründen auf eine Sanierung wegen des Schadstoffes NH_4^+ verzichtet werden.

Es entsprechen sich die Stickstoffgehalte von

N	NH ₄ ⁺	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻
1 g	1,29 g	4,43g	3,29 g

1 g O₂ reicht aus zur Oxidation von 0,28 g NH₄⁺ zu NO₃⁻

1 g O₂ reicht aus zur Oxidation von 2,88 g NO₂⁻ zu NO₃⁻

Beispiel (zur besseren Nachvollziehbarkeit wurde weitgehend auf Rundung verzichtet)

Im Zustrom einer Altablagerung wurde 4.500 µg/l Sauerstoff und 5.700 µg/l NO₃⁻ gemessen. Infolge einer hohen Sickerwasserbelastung mit NO₂⁻ und NH₄⁺ ergeben sich folgende Abstromkonzentrationen (c_A):

- NH₄⁺ : c_A = 800 µg/l
- NO₂⁻ : c_A = 400 µg/l

Der Grundwasservolumenstrom im Abstrom der Altablagerung (Q_A) beträgt 22,5 l/s.

Die Abstromkonzentration c_A = 800 µg/l überschreitet den P-W-Wert von 500 µg/l für NH₄⁺. Die Immissionsbegrenzung ist somit nicht eingehalten. Auch die Emissionsbegrenzung ist nicht eingehalten, da die Emissionen mit E = Q_A × c_A = 1.555 g/d den E_{max}-W-Wert von 1.100 g/d überschreiten. Sanierungsmaßnahmen sind daher grundsätzlich erforderlich.

Es soll geprüft werden, ob dennoch aus Angemessenheitsgründen auf eine Sanierung verzichtet werden kann.

Zur Frage 1:

Dies ist eine Entscheidung der Bewertungskommission. Hier wird angenommen, daß die Frage 1 zu bejahen ist.

Zu den Fragen 2 und 3:

Hier sind zunächst noch einige Berechnungen durchzuführen:

c _A (µg/l) (Abstrom- konzentration)	entspricht: NO ₃ ⁻ (µg/l)	NH ₄ ⁺ nach Oxidation entsprechend dem verfügbaren Sauerstoff (µg/l)
O ₂ :	4.500	
NO ₂ ⁻ :	400	539
NH ₄ ⁺ :	800	2.747
NO ₃ ⁻ :	5.700	5.700
Summe	8.986	419 < 500
	< 50.000	

- Zu Frage 2:

Der Abstrom weist einen Sauerstoffgehalt von $c_A = 4.500 \mu\text{g/l}$ auf. Davon werden zunächst $139 \mu\text{g/l}$ zur Oxidation der $400 \mu\text{g/l NO}_2^-$ verbraucht, von den verbleibenden $4.361 \mu\text{g/l}$ an Sauerstoff stehen $1.361 \mu\text{g/l}$ zur Oxidation von NH_4^+ zu NO_3^- zur Verfügung. Dies reicht aus zur Oxidation von $381 \mu\text{g/l NH}_4^+$. Die somit rechnerisch verbleibende Konzentration von $c_A = 419 \mu\text{g/l}$ unterschreitet den P-W-Wert für NH_4^+ von $500 \mu\text{g/l}$. Die Emissionen unterschreiten mit $E = 815 \text{ g/d}$ den E_{max} -W-Wert für NH_4^+ von 1.100 g/d .

- Zu Frage 3:

Der rechnerisch entstehende c_A -Wert für NO_3^- von $8.986 \mu\text{g/l}$ unterschreitet den P-W-Wert von $50.000 \mu\text{g/l}$. Auch der E_{max} -W-Wert von 108.000 g/d wird mit $E = 17.469 \text{ g/d}$ unterschritten.

Damit sind auch die Fragen 2 und 3 zu bejahen; wenn es aus Angemessenheitsgründen erforderlich ist, kann somit auf eine Sanierung verzichtet werden kann.

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1a: Modellhafte Darstellung einer Altlast zur I/E-Betrachtung (Die unterlegten Bereiche markieren den Schadensherd).....	30
Abb. 1b: Einteilung der ungesättigten und gesättigten Zone in Teilflächen, Stromröhren und Stromröhrenstapel	30
Abb. 2: Modellhafte Darstellung von Stromröhrenstapel 3 des nachfolgenden Beispiels	33
Abb. 3: Sickerwasserbelastung in den Teilflächen: c_{SiWa} [$\mu\text{g/l}$] (Ergebnis der technischen Erkundung)	34
Abb. 4: Kontaktgrundwasserbelastung c_{KGW} [$\mu\text{g/l}$] in den Stromröhrenabschnitten	36
Abb. 5: Schnitt durch Stromröhrenstapel 2 im GW-Leiter und Kontaktgrundwasserbelastung c_{KGW} in den Stromröhrenabschnitten.....	36
Abb. 6: Zustand nach der Sanierung: c_{KGW} [$\mu\text{g/l}$]	37

Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Immissions-/Emissionsbegrenzung - vorgefundener Zustand - Schadstoffeintrag über gelöste Schadstoffe im Sickerwasser.....	34
Tab. 2: Immissions-/Emissionsbetrachtung - Zustand nach der Sanierung - Schadstoffeintrag über gelöste Schadstoffe im Sickerwasser	35
Tab. 3: Immissions-/Emissionsbegrenzung - vorgefundener Zustand - Schadstoffeintrag in Kontaktgrundwasser durch Lösung von Schadstoffen beim Durchströmen von kontaminiertem Boden/Ablagerungsgut.....	37
Tab. 4: Immissions-/Emissionsbegrenzung - Zustand nach der Sanierung - Schadstoffeintrag in Kontaktgrundwasser durch Lösung von Schadstoffen beim Durchströmen von kontaminiertem Boden/Ablagerungsgut.....	38

Indexverzeichnis

A

Altlastenbearbeitung	
Allgemeines	1
Atemluftwerte	
Beurteilung	55

B

Boden	
Wiedereinbau und Umlagerung	6
Bodenluftwerte	
Beurteilung	53

E

Emax-W-Werte	1, 17
Emissionsbegrenzung	5
Allgemeines	25, 27
Emissionsbetrachtung	28
Allgemeines	28
Durchführung	29
für Sanierungsvarianten	32
Gefahrenbeurteilung	31
Erkundungsmassnahmen	
Allgemeines	31

G

Gefahrenbeurteilung	31
Geringfügigkeitsschwelle	23
Gewerbefläche	16
Grundwasser	
Schadensdefinition	23
Wiedereinleitung	6

H

H-B-Werte	1, 2, 11
Hintergrundwerte	
Allgemeines	1, 2
Schutzgut Boden	11
Schutzgut Grundwasser	8
H-W-Werte	1, 2, 8

I

I-E-CALC	
Einführung	38
Geometrie abfragen	40
Immi/Emi	42
Orientierungswerte	40
Q-Werte neu eingeben	40
Sanierung	44
SiWa neu eingeben	41
Start	39
Volumenstrom	42

Immissionsbegrenzung	5
Allgemeines	25, 27
Immissionsbetrachtung	28
Allgemeines	28
Durchführung	29
für Sanierungsvarianten	32
Gefahrenbeurteilung	31

K

Kinderspielfläche	16
-------------------------	----

M

maximal zulässige Emissionswerte	17
Allgemeines	1

O

Orientierungswerte	
allgemeine Mindestanforderung	5
grundsätzliche Anforderung	5
Orientierungswerte Boden/Fläche	
Tabelle	11
Orientierungswerte maximal zulässige	
Emissionswerte	
Tabelle	17
Orientierungswerte	
Sickerwasser/Grundwasser	
Tabelle	8
Orientierungswerte-Erlaß	
allgemeine Hinweise	1
Geltungsbereich	1
Gestattungen	7
Hinweise zur Abwägung	2
Inkrafttreten	7
Notwendigkeit einer eingehenden	
Erkundung/Sanierungsvorplanung	3
Notwendigkeit einer Sanierung	4
Notwendigkeit weiterer	
Erkundungsmaßnahmen	2
Schutzgut Grundwasser	19
Schutzgut Grundwassernutzungen	21
Schutzgut Mensch	21, 53, 55
Schutzgut Pflanzen	22
Wiedereinbau und Umlagerung von	
Boden / Ablagerungsgut	6
Wiedereinleitung von Grundwasser	6

P			
P-M-Werte	53	Sanierungszielwerte	
Allgemeines	1, 4, 11	allgemeine Mindestanforderung.....	5
Definition und Geltungsbereich.....	15	grundsätzliche Anforderung.....	5
P-P-Werte	1, 4, 11	Schutzgut Boden / Pflanzen	6
Probennahmetiefen	16	Schutzgut Grundwasser.....	5
Prüfwerte		Schutzgut Grundwassernutzungen.....	6
Allgemeines	1, 3	Schutzgut Mensch.....	6
Schutzgut Boden / Pflanzen.....	4	Schadensdefinition	23
Schutzgut Grundwasser	3, 8	Schadstoffe	
Schutzgut Grundwassernutzungen	4	Orientierungswerte Boden/Fläche.....	11
Schutzgut Mensch.....	4, 11	Orientierungswerte maximal zulässige	
Schutzgut Pflanzen	11	Emissionswerte	17
Prüfwerte für Gewerbeflächen (P-M3)...	15	Orientierungswerte	
Prüfwerte für Kinderspielflächen (P-M1)	15	Sickerwasser/Grundwasser	8
Prüfwerte für Siedlungsflächen (P-M2)..	15	Schutzgut Grundwasser	
Prüfwertkonzentration	23	Allgemeines	19, 23
P-Werte	3	Schutzgut Grundwassernutzungen....	21, 23
P-W-Werte.....	1, 3, 8	Schutzgut Mensch.....	21, 53, 55
R		Schutzgut Pflanzen.....	22
Restbelastungen	5	Siedlungsfläche	16
S		Stromröhren	29
Sanierungsmöglichkeiten.....	27	Stromröhrenabschnitt.....	29
Sanierungsnotwendigkeit.....	28	Stromröhrenstapel	29
Sanierungsziel		T	
Allgemeines	2, 28	Tiefenmittelung.....	47
		Tolerierbarkeit von Schäden	24