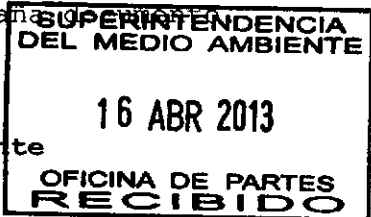


EN LO PRINCIPAL: Téngase presente; OTROSÍ: Acompañado



Superintendencia del Medio Ambiente

Paulina Riquelme Pallamar, chilena, abogada, en representación, de **COMPAÑÍA MINERA TECK QUEBRADA BLANCA S.A.**, en adelante indistintamente "CMTQB S.A. o la Compañía", ambos domiciliados para estos efectos en Av. Isidora Goyenechea número 2800 Piso 8 oficina 802, comuna de Las Condes, Santiago, Región Metropolitana, en procedimiento administrativo sancionatorio **ROL N° A-001-2013**, en instancia de ejecución de Programa de Cumplimiento, respetuosamente expongo:

Que por medio de este acto, vengo en acompañar informe denominado "Propuesta de Valores de Referencia Internacionales para TPHs" en el que se aclara y complementa información sobre valores de referencia a utilizar en los muestreos de sedimento/suelo que fueron propuestos en documento acompañado mediante escrito a la Superintendencia de Medio Ambiente con fecha 10 de Abril de 2013. Hacemos presente que este informe se entiende formar parte del Informe acompañado previamente, con las aclaraciones y complementaciones que se proponen, para efectos de la ejecución de la **Acción 1.4.3** Plan de Acciones y Metas del Programa de Cumplimiento aprobado mediante Ordinario U.I.P.S. N° 74 de fecha 02 de Abril de 2013.

La propuesta que se acompaña adicionalmente en el presente informe, y que complementa el denominado "Selección de Valores de Referencia Internacionales para Suelos y Sedimentos" ingresado el pasado 10 de Abril, es la siguiente:

- Propuesta Valores de Referencia para Hidrocarburos de Petróleo Total (TPHs)

Se propone utilizar el valor de referencia para suelos no saturados (con el nivel freático a más de 5 metros) de la denominada "LISTA DE BERLIN" (*Bewertungskriterien für die Beurteilung von Grundwasserunreinigungen in Berlin (Berliner Liste 2005)*) del estado de Berlín como referencia para los hidrocarburos totales (TPHs). El **valor de referencia para suelos no saturados** (con el nivel freático a más de 5 metros) para TPHs de acuerdo a la Lista de Berlín es de **1200 mg/kg material seco**.

POR TANTO, en virtud del Art. 17 letra f) de la Ley N° 19.880,

RUEGO A US., Tener presente el informe acompañado por esta parte, que aclara y complementa el documento denominado "Selección de Valores de Referencia Internacionales para Suelos y Sedimentos" ingresado el pasado 10 de Abril, y en definitiva, aprobar la **Propuesta de Valores de Referencia** que se presenta en este escrito y contenida en ambos documentos como un cuerpo integrado, para efectos de iniciar la ejecución de la acción 1.4.3. del Plan de Acciones y Metas del Programa de Cumplimiento aprobado mediante Ord U.I.P.S. N° 74 de esta Superintendencia.

OTROSÍ: Sírvase Ud. tener por acompañado el siguiente documento:

- Copia simple de "LISTA DE BERLIN" (*Bewertungskriterien für die Beurteilung von Grundwasserverunreinigungen in Berlin (Berliner Liste 2005)*) del estado de Berlín, desde donde se extrae el valor utilizado como referencia para los hidrocarburos totales (TPHs).



PAULINA RIQUELME PALLAMAR
P.p. COMPAÑÍA MINERA TECK QUEBRADA BLANCA S.A.

Tabla de Contenido

1 Medida propuesta en el punto 1.4.3 del Plan de Medidas y Acciones del Programa de Cumplimiento.....	3
2 Propuesta Valores de Referencia.....	3
2.1 Propuesta Valores de Referencia para TPH.....	3

1 Medida propuesta en el punto 1.4.3 del Plan de Medidas y Acciones del Programa de Cumplimiento

En el Programa de Cumplimiento presentado por Compañía Minera Teck Quebrada Blanca S.A. con fecha 11 de Marzo de 2013 se propuso como acción la toma de una muestra de suelos y sedimentos en cada uno de los puntos representativos del total del área alcanzada por el derrame. Los puntos serán propuestos para su aprobación a la SMA en un plazo de 15 días desde la aprobación de este Programa de Cumplimiento.

El presente informe complementa la información entregada con fecha de 10 de Abril a la SMA, en el informe denominado "Selección de Valores de Referencia Internacionales para Suelos y Sedimentos - Proyecto Derrame de Hidrocarburos Quebradas Blanca, Choja y Maní Compañía Minera Teck Quebrada Blanca", elaborado por Fundación Chile.

2 Propuesta Valores de Referencia

2.1 Propuesta Valores de Referencia para TPH

Respecto de la propuesta para la selección de Valores de Referencia Internacionales para los Hidrocarburos Totales de Petróleo (TPH), es importante señalar que:

- El grupo TPH no corresponde a un grupo de hidrocarburos definido, razón por la que resulta difícil asociar a este grupo un potencial tóxico dado. El análisis de este grupo en general se efectúa para comprobar la existencia de hidrocarburos, lo que podría dar cuenta de un problema de contaminación. Este hecho ha originado que existan diferentes fracciones de hidrocarburos consideradas a nivel internacional, las que no necesariamente son compartidas entre distintos países. Por ejemplo, en Alemania-Estado de Berlín se considera un valor de TPH general para la suma de hidrocarburos formados por cadenas de 10 a 40 átomos de carbono (C10-C40), mientras que países como Canadá o México consideran valores límites permitidos para distintas fracciones de hidrocarburos. En el caso de Canadá se consideran cuatro fracciones (C6-C10; C10- C16; C16-C34, y >C35) y, además, para cada una de ellas se han asignado dos valores, dependiendo de si se trata de un suelo de textura gruesa o fina.
- Por otra parte, no se encontraron valores de referencia para TPHs en sedimentos en las normativas revisadas y las normativas descritas para suelos contemplan rangos de TPHs diferentes a los analizados en las muestras de las quebradas. En el caso de las quebradas se

analizaron las fracciones de C10 a C36, de acuerdo al procedimiento US EPA 8015, con un límite de detección de 50 mg/kg.

- la concentración de TPH es útil como un indicador general de contaminación, sin embargo, esta medida dice poco acerca de los compuestos constituyentes y por tanto sobre su toxicidad.

A pesar de lo anterior se propone utilizar el valor de referencia para suelos no saturados (con el nivel freático a más de 5 metros) de la denominada "Lista de Berlín" (Bewertungskriterien für die Beurteilung von Grundwasserverunreinigungen in Berlin (Berliner Liste 2005)) del estado de Berlín como referencia para los hidrocarburos totales (TPH). Esta norma tiene como objetivo principal fijar los valores de referencia para la contaminación de aguas subterráneas, y contiene también criterios para la evaluación de la contaminación de suelos, con un enfoque en la protección de las aguas subterráneas. Al respecto hay que tomar en consideración lo siguiente:

- Se indican valores de referencia para suelos
- Se entiende por TPH a las fracciones entre C10 y C40,
- Sobrepassar el valor permite suponer que existe una probabilidad suficiente para generar un impacto en las aguas subterráneas en el contexto de las condiciones geológicas de Berlín.

Considerando que el análisis de los hidrocarburos totales solamente debe entenderse como un indicador de contaminación y considerando que de todas formas se analizarán los PAH con un enfoque de la protección ecológica y los cuales son considerados relevantes debido a su toxicidad, según la Agencia de Protección Ambiental de EE.UU. se considera factible usar el criterio de la Lista de Berlín para TPH como valor de referencia.

El valor de referencia para suelos no saturados (con el nivel freático a más de 5 metros) para TPH de acuerdo a la Lista de Berlín es de 1200 mg/kg material seco.



Senatsverwaltung für Stadtentwicklung

**Bewertungskriterien für die Beurteilung
von Grundwasserverunreinigungen in Berlin
(Berliner Liste 2005)**

Bek. v. 01. 07. 2005 – Stadt IX C –

Telefon: 9025-2070 oder 9025-0, intern 925-2070

Für die Beurteilung stofflicher Belastungen von Grundwasser in Berlin hat die Senatsverwaltung für Stadtentwicklung die nachfolgenden Bewertungskriterien erarbeitet.

Die Berliner Liste vom 17. Januar 1996 (ABl. S. 957), geändert am 2. August 1996 (ABl. S. 2717), wird hiermit aufgehoben.

1 Allgemeines

Mit Inkrafttreten des Bundes-Bodenschutzgesetzes (BBodSchG) und der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) im Jahr 1999 wurden die Voraussetzungen für einen wirksamen Bodenschutz und die Sanierung von Altlasten geschaffen. Das BBodSchG ist die Rechtsgrundlage für die Gefahrenermittlung und für die Gefahrenabwehr der durch schädliche Bodenveränderungen oder Altlasten verursachten Verunreinigungen von Boden und Gewässern. Die materiellen Anforderungen an die **S a n i e r u n g** von bereits eingetretenen Gewässerschäden gemäß § 4 Abs. 4 Satz 3 BBodSchG richten sich jedoch nach dem Wasserrecht.

Die vorliegende Neufassung der Berliner Liste konkretisiert diese materiellen Anforderungen auf der Grundlage der Geringfügigkeitsschwellen der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) als erstes Beurteilungskriterium und definiert die Abgrenzung zur schädlichen und sanierungsbedürftigen Grundwasserverunreinigung.

Ergänzend beinhalten die Bewertungskriterien auch Hinweise zu Bodenwerten für das Schutzziel Grundwasser in Ergänzung zur BBodSchV. Die aufgeführten Werte können im Sinne der Beurteilung eines Sanierungserfordernisses als Grundlage für die einzelfallbezogene Entscheidung mit herangezogen werden.

2 Geringfügigkeitsschwellen- und Schadenswerte für das Grundwasser

2.1 Geringfügigkeitsschwellenwerte

In der **T a b e l l e 1** sind die Geringfügigkeitsschwellenwerte (GFS) der LAWA¹ für das Grundwasser aufgeführt. Bei Überschreitung dieser Werte liegt eine schädliche Grundwasserverunreinigung vor.

Die Geringfügigkeitsschwellenwerte beziehen sich auf die im **A n h a n g** dargestellten Bestimmungsmethoden. Für die in der Tabelle 1 nicht aufgeführten Schadstoffe können als Geringfügigkeitsschwellenwerte vergleichbar abgeleitete Qualitätsziele bzw. Werte verwendet werden. Liegt die örtliche geogene Konzentration im Grundwasser über den Geringfügigkeitsschwellenwerten, kann ein individueller Wert errechnet werden, indem zu diesem Hintergrundwert der ökotoxikologisch begründete Wert aus den Datenblättern des GFS-Berichtes addiert wird.

Die Prüfwerte für den Wirkungspfad Boden – Grundwasser nach Anhang 2 Nr. 3 BBodSchV bleiben unberührt.

¹ Ableitung von Geringfügigkeitsschwellenwerten für das Grundwasser, Düsseldorf 2004 (Bezugsquelle: www.lawa.de bzw. Kulturbuch-Verlag GmbH Berlin)

2.2 Schädliche und sanierungsbedürftige Grundwasserverunreinigung

Bei der Beurteilung, ob eine schädliche und sanierungsbedürftige Grundwasserverunreinigung vorliegt, ist das Gefährdungspotenzial im konkreten Einzelfall an Hand der Schadstoffbelastung sowie nach den örtlichen Verhältnissen abzuschätzen. Hierbei sind neben den Geringfügigkeitsschwellenwerten weitere Stoffeigenschaften – wie die Abbaubarkeit sowie Mobilität der Stoffe – zu berücksichtigen. Die örtlichen Verhältnisse sind vor allem durch die hydrogeologischen Gegebenheiten, die Schutzbedürftigkeit des Grundwassers sowie andere dort möglicherweise bereits vorhandene Belastungen bestimmt.

Für Berlin wird eine Maßnahmeprüfung grundsätzlich erforderlich, wenn für einen Schadstoff die Konzentration das Fünffache des Geringfügigkeitsschwellenwertes nach 2.1 überschreitet.

Dieser in der Tabelle 1 aufgeführte **sanierungsbedürftige Schadenswert (SSW)** liegt somit wesentlich über der Geringfügigkeitsschwelle und konkretisiert mit dieser Größenordnung die stattgefundenene, das heißt schädliche und sanierungsbedürftige Grundwasserverunreinigung im Sinne von § 23 a Abs. 3 BWG. Bei Überschreitung der Schadenswerte muss einzelfallbezogen geprüft werden, ob ein Eingreifen erforderlich und verhältnismäßig ist. Aus diesem Grund wird auf allgemein verbindliche Eingreifwerte verzichtet. In besonderen Einzelfällen können auch Werte unterhalb des Schadenswertes Gefahrenabwehrmaßnahmen begründen.

Ergänzt wird die Tabelle 1 mit den Grenzwerten der Trinkwasserverordnung für die Schadstoffe, für die keine Geringfügigkeitsschwellenwerte vorliegen. Diese Grenzwerte können bei der Gefahrenbeurteilung und Festlegung von Sanierungszielen für Grundwasserschäden in Wasserschutzgebieten bei Bedarf herangezogen werden.

2.3 Sanierungsziel

Im Zusammenhang mit der Festlegung der Geringfügigkeitsschwellenwerte wurden durch die LAWA keine Aussagen zu Sanierungszielen gemacht. Dennoch sollte die dauerhafte Unterschreitung der GFS das grundsätzliche **Sanierungsziel** von Gefahrenabwehrmaßnahmen sein. Bei der Festlegung von Zielwerten im Rahmen von Altlastensanierungen ist jedoch die Erreichbarkeit der GFS unter Berücksichtigung des Verhältnismäßigkeitsgrundsatzes im Einzelfall zu prüfen.

Unabhängig von der Festlegung von Sanierungszielen vor Beginn der Sanierung, ist in jedem Einzelfall im Rahmen der **S a n i e r u n g s b e g l e i t u n g** die Verhältnismäßigkeit und Angemessenheit der Sanierungsmaßnahme und somit die Erreichbarkeit des jeweiligen Sanierungsziels zu überprüfen.

Tabelle 1

Anorganische Stoffe	GFS (µg/L)	SSW (µg/L)	Organische Stoffe	GFS (µg/L)	SSW (µg/L)
Antimon (Sb)	5	25	Σ PAK ⁴	0,2	1
Arsen (As)	10	50	Anthracen, Benzo(a)pyren, Dibenz(a,h)anthracen	jeweils 0,01	0,05
Barium (Ba)	340	1 700	Benzo(b)fluoranthren, Benzo(k)fluoranthren, Benzo(ghi)perylen, Fluoranthren, Indeno(123-cd)pyren	jeweils 0,025	0,125
Blei (Pb)	7	35			
Bor (B)	740	3 700			
Cadmium (Cd)	0,5	2,5	Σ Naphthalin u. Methylnaphthaline	1	5
Chrom (Cr III) ¹	7	35	Σ LHKW ⁵	20	100
Kobalt (Co)	8	40	Σ Tri- und Tetrachlorethen	10	50
Kupfer (Cu)	14	70	Chlorethen (Vinylchlorid)	0,5	2,5
Molybdän (Mo)	35	175	1,2 Dichlorethan	2	10
Nickel (Ni)	14	70	Σ PCB ⁶	0,01	0,05
Quecksilber (Hg)	0,2	1	Kohlenwasserstoffe ⁷	100	500
Selen (Se)	7	35	Σ Alkylierte Benzole BTEX	20	100
Thalium (Tl)	0,8	4	Benzol	1	5
Vanadium (V) ²	4	20	MTBE	15	75
Zink (Zn)	58	290	Phenol ⁸	8	40
Cyanide (CN ⁻) ³	5 (50)	25 (250)	Σ Chlorphenole	1	5
Fluorid (F ⁻)	750	3750	Nonylphenol	0,3	1,5
Chlorid (Cl ⁻)	250 mg/L	1 250 mg/L	Σ Chlorbenzole	1	5
Sulfat (SO ₄ ²⁻)	240 mg/L	1 200 mg/L	Hexachlorbenzol	0,01	0,05
Zusätzliche anorganische Stoffe gem. TrinkwV 2001	Grenzwert (µg/L)		Epichlorhydrin	0,1	0,5
			Acrylamid	0,1	
Bromat	10 (25)		Pflanzenschutzmittel und Biozidprodukte (PSMBP) ⁹	GFS (µg/L)	SSW (µg/L)
Chrom (ges.)	50				
Nitrit	100		PSMBP Einzelstoff	jeweils 0,1	jeweils 0,5
Nitrat	50 mg/L		Sprengstofftypische Verbindungen ¹⁰		
Ammonium	0,5 mg/L				

1 Die GFS gilt für Chrom-III, da in der Grundwasserüberwachung i. d. R. auch nur Chrom-III nachgewiesen wird. Wird in der Probe überwiegend Chrom-VI gefunden, ist eine Einzelfallbewertung erforderlich. Die GFS für Chrom-VI liegt bei 6 µg/L.

2 Die Anwendung des GFSwertes für Vanadium ist bis zum 31. 12. 2007 ausgesetzt.

3 Die GFS gilt für leicht freisetzbare Cyanid. Liegt kein leicht freisetzbares Cyanid vor, ist der Wert der TrinkwV von 50 µg/L heranzuziehen.

4 PAK, gesamt: Summe der polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffe ohne Naphthalin und Methylnaphthaline, in der Regel Bestimmung über die Summe von 15 Einzelsubstanzen gemäß Liste der US Environmental Protection Agency (EPA) ohne Naphthalin; ggf. unter Berücksichtigung weiterer relevanter PAK (z. B. aromatische Heterocyclen wie Chinoline)

5 LHKW, gesamt: Leichtflüchtige Halogenkohlenwasserstoffe, d. h. Summe der halogenierten C₁- und C₂-Kohlenwasserstoffe; einschließlich Trihalogenmethane. Die GFS zu Tri- und Tetrachlorethen, Dichlorethan und Chlorethen ist zusätzlich einzuhalten.

6 PCB, gesamt: Summe der polychlorierten Biphenyle; in der Regel Bestimmung über die 6 Kongeneren nach Ballschmiter gemäß AltöIV (DIN 51 527) multipliziert mit 5; ggf. z. B. bei bekanntem Stoffspektrum einfache Summenbildung aller relevanten Einzelstoffe (DIN 38 407-F3), dann allerdings ohne Multiplikation

7 Bestimmung nach DEV H53. Bei höheren Konzentrationen kann die Gravimetrie (nach ISO 9377-1-Entwurf) eingesetzt werden. Bei GC-Analyse bezieht sich der o. a. Wert auf die KW-Summe zwischen C10 und C40.

8 Derzeit steht kein genormtes Verfahren zur Verfügung, dessen untere Anwendungsgrenze niedriger oder gleich dem Geringfügigkeitsschwellenwert ist. Es muss daher auf nicht genormte Verfahren zurückgegriffen werden, die nach den einschlägigen Regeln für Analysenverfahren zu validieren sind. Üblicherweise wird eine Bestimmung des Phenolindex durchgeführt. Bei positivem Befund ist eine Bestimmung der relevanten Einzelstoffe durchzuführen.

9 weitere Geringfügigkeitsschwellenwerte für Einzelstoffe (Pflanzenschutzmittel, Biozide, Pestizide) siehe Veröffentlichung der LAWA

10 Geringfügigkeitsschwellenwerte für sprengstofftypische Verbindungen siehe Veröffentlichung der LAWA

3 Bodenwerte für das Schutzziel Grundwasser

3.1 Feststoff- und Eluatgehalte für Böden

Ungesättigte Bodenzone

Die Gefahrenbeurteilung für den Wirkungspfad Boden – Grundwasser für den ungesättigten Bereich bis zum Grundwasseranschnitt („Ort der Beurteilung“) muss gemäß BBodSchV § 4 Abs. 2 und 3 sowie unter Beachtung der Prüfwerte von Anhang 2 Nr. 3 erfolgen. Im Anhang 1 Nr. 3.3 der BBodSchV wird zudem auf die Erforderlichkeit der Abschätzung des Stoffeintrages u. a. unter Berücksichtigung des Schadstoffinventars des Bodens verwiesen. Im Einzelfall können somit Feststoffgehalte ergänzend in die Beurteilung des Gesamtschadens und der von ihm ausgehenden langfristigen Gefährdung für das Schutzziel Grundwasser einbezogen werden.

Die in der Tabelle 2 aufgeführten Feststoffgehalte können als ergänzende Information zur Gefährdungsabschätzung bzw. Beurteilung des Schadstoffinventars herangezogen werden. Die angegebenen Beurteilungswerte bezeichnen Feststoffkonzentrationen in Böden, bei deren Überschreitung im Einzelfall eine hinreichende Wahrscheinlichkeit für den Eintritt von Grundwasserschäden in der jeweiligen räumlich-geologischen Situation in Berlin (siehe geologische Skizze) begründet werden kann.

Für die Beurteilung der Eluatgehalte sind die Prüfwerte der BBodSchV, Anhang 2 Nr. 3 heranzuziehen und die diesbezüglichen Ausführungen zu beachten.

Gesättigte Bodenzone

Hinsichtlich der Beurteilung von mit Schadstoffen belasteten Böden im gesättigten Bereich und der Ableitung der Anforderung an die Sanierung des Grundwassers gelten die wasserrechtlichen Vorschriften der Länder. Hier können die Feststoffgehalte entsprechend der Tabelle 2 für die Beurteilung

der Grundwassergefährdung herangezogen werden. Da es sich um die Beurteilung von Boden im gesättigten Bereich handelt, sind hier allein die Feststoffwerte für die Kategorie Wasserschutzzone II/III A maßgeblich. Die Beurteilungswerte für die beiden anderen Kategorien gelten ausschließlich für den ungesättigten Bereich.

Für die Beurteilung der Eluatwerte im gesättigten Bereich sind ebenfalls die Prüfwerte für das Sickerwasser der BBodSchV maßgebend, da diese auch für das Kontaktgrundwasser gelten.

3.2 Gefahrenwert Bodenluft

Auf Grund der engen Wechselwirkung zwischen den Medien Boden, Bodenluft und Grundwasser sowie der bodennahen Außenluft sind für die Beurteilung von Bodenluftverunreinigungen und deren Wirkung auf die betroffenen Schutzgüter detaillierte Standortkenntnisse erforderlich. Allgemeingültige Werte für eine abschließende Gefahrenbeurteilung wurden daher bislang nicht abgeleitet.

Ergebnisse von Bodenluftuntersuchungen sind hinsichtlich der Gefahrenrelevanz für die Schutzgüter Einzelfall bezogen zu beurteilen. Die Vorgehensweise für die Untersuchung bestimmt sich nach den Vorgaben der BBodSchV Anhang 1 Nr. 3.2. In Hinblick auf die Unterstützung von Grundwassersanierungen bei Belastungen durch leichtflüchtige Schadstoffe hat sich in der langjährigen Vollzugspraxis gezeigt, dass in den Schadseintragsbereichen ein Eingreifwert bzw. Gefahrenwert von 50 mg/m³ angesetzt werden kann. Durch geeignete Bodenluftabsauganlagen können Sanierungszielwerte von 5 bis 10 mg/m³ erreicht werden.

Die Probenahme und Untersuchung von Bodenluft hat entsprechend den Vorgaben der BBodSchV nach VDI-Richtlinie 3865 Blatt 2 und 3 zu erfolgen.

Tabelle 2

Beurteilungswerte ¹ Boden (Schutzziel Grundwasser) jeweils in mg/kg TS	Wasserschutzzone II und III/III A sowie in der gesättigten Bodenzone ²	Wasserschutzzone III B oder Flurabstand < 5 m (ungesättigte Bodenzone)	Flurabstand > 5 m (ungesättigte Bodenzone)	Bezugsverfahren
Arsen (As)	20-40	80	240	Analogie E DIN ISO 11 047 DIN EN ISO 11 969; 11.96 DIN EN ISO 11 885; 04.98
Blei (Pb)	80-200	400	1 200	DIN ISO 11 047; 05.03 DIN EN ISO 11 885; 04.98
Cadmium (Cd)	0,8-3	6	18	DIN ISO 11 047; 05.03 DIN EN ISO 11 885; 04.98
Chrom, ges (Cr)	60-200	400	1 200	DIN ISO 11 047; 05.03 DIN EN ISO 11 885; 04.98 DIN 19 734/38 405-24 Cr (VI)
Kobalt (Co)	20-100	200	600	DIN ISO 11 047; 05.03 DIN EN ISO 11 885; 04.98
Kupfer (Cu)	40-120	240	720	DIN ISO 11 047; 05.03 DIN EN ISO 11 885; 04.98
Nickel (Ni)	30-140	280	840	DIN ISO 11 047; 05.03 DIN EN ISO 11 885; 04.98
Quecksilber (Hg)	0,2-2	4	12	DIN EN 1483; 08.97
Zink (Zn)	120-400	800	2 400	DIN ISO 11 047; 05.03 DIN EN ISO 11 885; 04.98
Cyanid, ges (CN ⁻) ³	2	4	12	DIN ISO 11 262; 09.03
Cyanid, frei (CN ⁻)	0,2-1	2	6	DIN ISO 11 262; 09.03
MKW	200	400	1 200	DIN EN 14 039; 01.05
Σ BTEX	2	4	12	Handbuch Altlasten: Bd. 7, Teil 4 HLUG
Σ LHKW	2	4	12	Handbuch Altlasten: Bd. 7, Teil 4 HLUG
Σ PAK ³	6	12	36	DIN ISO 13 877; 01.00 Merkblatt Nr. 1 LUA-NRW
Σ PCB ³	0,1	0,2	0,6	DIN ISO 10 382; 05.03 DIN 38 414-20; 01.96
Alkylphenole	1-5	10	30	E DIN ISO 14 154; 06.98
Chlorphenole	0,2-1	2	6	E DIN ISO 14 154; 06.98
Σ PSM ³	0,05-0,25	0,5	1,5	DIN ISO 10 382; 05.03

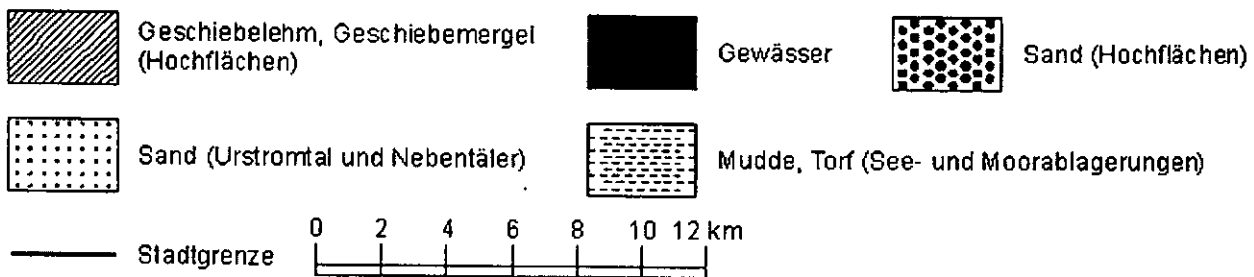
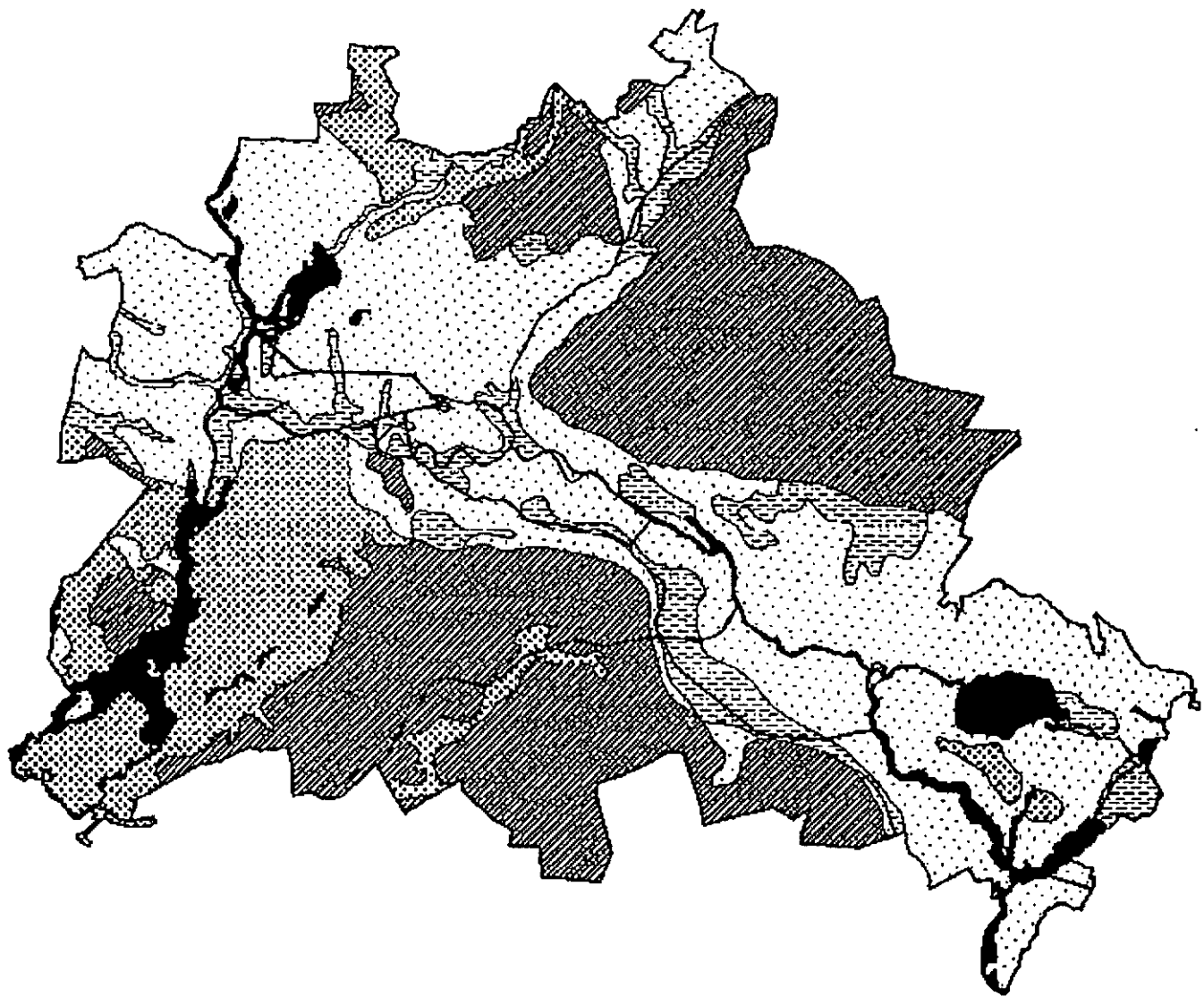
1 Der Beurteilungswert bezeichnet eine Feststoffkonzentration in Böden, bei dessen Überschreitung eine hinreichende Wahrscheinlichkeit für den Eintritt von Grundwasserschäden in der jeweiligen räumlich-geologischen Situation in Berlin im Einzelfall begründet werden kann.

2 Der jeweilige Beurteilungswert ist abhängig von der vorhandenen Bodenart.

3 Nur relevant bei hoher Löslichkeit.

Verfahrenshinweise für die Untersuchungsverfahren sowie die Bezugsverfahren entsprechend der BBodSchV Anhang 1 sind zu beachten.

Geologische Skizze von Berlin



Anhang

Bestimmungsmethoden mit der Angabe des Anwendungsbereiches

Teil 1: Metallionen, Halbmetallionen und sonstige Kationen, Anionen

Parameter	Bestimmungsmethode	Methodenhinweise	untere Anwendungsgrenze ¹
Antimon (Sb)	DIN 38 405-32-2 DIN 38 405-32-1 DIN EN ISO 11 885 DIN 38 406-29	AAS-Hydridtechnik Graphitrohr-AAS ICP-OES ICP-MS	0,001 mg/L 0,002 mg/L 0,1 mg/L 0,001 mg/L
Arsen (As)	DIN EN ISO 11 969 DIN EN ISO 11 885 DIN 38 406-29	AAS-Hydridtechnik ICP-OES ICP-MS	0,001 mg/L 0,1 mg/L 0,001 mg/L
Barium (Ba)	DIN EN ISO 11 885 DIN 38 406-28 analog DIN EN ISO 5961 DIN 38 406-29	ICP-OES Flammen-AAS Graphitrohr-AAS ICP-MS	0,01 mg/L 0,1 mg/L 0,5 mg/L 0,0005 mg/L
Blei (Pb)	DIN 38 406-6-1 DIN 38 406-6-2 DIN EN ISO 11 885 DIN 38 406-29	Flammen-AAS Graphitrohr-AAS ICP-OES ICP-MS	0,5 mg/L 0,002 mg/L 0,1 mg/L 0,0002 mg/L
Bor (B)	DIN EN ISO 11 885 DIN 38 405-17 DIN 38 406-29	ICP-OES Spektralphotometrie ICP-MS	0,05 mg/L 0,05 mg/L 0,01 mg/L
Cadmium (Cd)	DIN EN ISO 5961-HA2 DIN EN ISO 5961-HA3 DIN EN ISO 11 885 DIN 38 406-29	Flammen-AAS Graphitrohr-AAS ICP-OES ICP-MS	0,05 mg/L 0,0003 mg/L 0,01 mg/L 0,0005 mg/L
Chrom, gesamt (Cr, ges., Cr III)	DIN EN 1233-HA3 DIN EN 1233-HA4 DIN EN ISO 11 885 DIN 38 406-29	Flammen-AAS Graphitrohr-AAS ICP-OES ICP-MS	0,5 mg/L 0,002 mg/L 0,01 mg/L 0,001 mg/L
Chromat (Cr VI) ^{2,3}	DIN 38 405-24 DIN EN ISO 10 304-3	Spektralphotometrie Ionenchromatographie	0,05 mg/L 0,05 mg/L
Kobalt (Co)	DIN 38 406-24-1 DIN 38 406-24-2 DIN EN ISO 11 885 DIN 38 406-29	Flammen-AAS Graphitrohr-AAS ICP-OES ICP-MS	0,2 mg/L 0,002 mg/L 0,01 mg/L 0,0002 mg/L
Kupfer (Cu)	DIN 38 406-7-1 DIN 38 406-7-2 DIN EN ISO 11 885 DIN 38 406-29	Flammen-AAS Graphitrohr-AAS ICP-OES ICP-MS	0,1 mg/L 0,002 mg/L 0,01 mg/L 0,001 mg/L
Molybdän (Mo)	analog DIN EN ISO 5961 DIN EN ISO 11 885 DIN 38 406-29	Graphitrohr-AAS ICP-OES ICP-MS	0,001 mg/L 0,03 mg/L 0,0003 mg/L
Nickel (Ni)	DIN 38 406-11-1 DIN 38 406-11-2 DIN EN ISO 11 885 DIN 38 406-29	Flammen-AAS Graphitrohr-AAS ICP-OES ICP-MS	0,2 mg/L 0,005 mg/L 0,002 mg/L 0,001 mg/L
Quecksilber (Hg)	DIN EN 1483 DIN EN 12 383	Kaltdampftechnik-AAS Kaltdampf-AAS (nach Anreicherung durch Amalgamtechnik)	0,0001 mg/L 0,00001 mg/L
Selen (Se)	DIN 38 405-23-2 DIN 38 405-23-1 DIN EN ISO 11 885 DIN 38 406-29	AAS-Hydridtechnik Graphitrohr-AAS ICP-OES ICP-MS	0,001 mg/L 0,005 mg/L 0,1 mg/L 0,01 mg/L
Thallium (Tl)	DIN 38 406-26 DIN EN ISO 11 885 DIN 38 406-29	Graphitrohr-AAS ICP-OES ICP-MS	0,005 mg/L 0,1 mg/L 0,001 mg/L

Parameter	Bestimmungsmethode	Methodenhinweise	untere Anwendungsgrenze ¹
Vanadium (V)	DIN EN ISO 11 885 DIN 38 406-29	ICP-OES ICP-MS	0,01 mg/L 0,001 mg/L
Zink (Zn)	E DIN 38 406-8 DIN EN ISO 11 885 DIN 38 406-29	Flammen-AAS ICP-OES ICP-MS	0,05 mg/L 0,01 mg/L 0,001 mg/L
Chlorid (Cl ⁻)	DIN 38 405-1 DIN EN ISO 10 304-1 DIN EN ISO 10 304-4 DIN EN ISO 15 682	photometrisch Ionenchromatographie Ionenchromatographie Fließanalytik	10 mg/L 0,1 mg/L 0,1 mg/L 1 mg/L
Cyanid, gesamt (CN ⁻ , ges.)	DIN 38 405-13-1, DIN 38 405-14-1 DIN EN ISO 14 403	Spektralphotometrie Fließanalytik	0,02 mg/L 0,02 mg/L
Cyanid, leicht freisetzbar (CN ⁻)	DIN 38 405-13-2, DIN 38 405-14-2 DIN EN ISO 14 403	Spektralphotometrie Fließanalytik	0,02 mg/L 0,02 mg/L
Fluorid (F ⁻)	DIN EN ISO 10 304-1/-2 DIN 38 405-4-1 DIN 38 405-4-2	Ionenchromatographie Fluorid-Ionenselekt. Elektrode Bestimmung nach Aufschluss und Destillation	0,1 mg/L 0,1 mg/L 0,2 mg/L
Sulfat (SO ₄ ²⁻)	DIN 38 405-5 DIN EN ISO 10 304-1	Gravimetrie Ionenchromatographie	20 mg/L 0,1 mg/L

Teil 2: Organische Stoffgruppen und organische Einzelstoffe

Parameter	Bestimmungsmethode	Methodenhinweise	untere Anwendungsgrenze ¹
PAK ⁴	DIN 38 407-18 bzw. ISO FDIS 17 993 DIN 38 407-7-1 ⁵ (Screening) DIN 38 407-7-2 ⁵ DIN 38 409-13-2 ⁵ (Screening)	Hexan-Extraktion, HPLC-FLD Hexan-Extraktion, HPLC-FLD HPTLC HPTLC HPTLC	0,005–0,01 µg/L 0,005–0,01 µg/L 0,04 µg/L
LHKW	DIN EN ISO 10 301 (F 4) DIN EN ISO 15 680	Pentan-Extraktion, GC-ECD Headspace, GC-ECD Purge- and Trap, GC-ECD oder GC-MS	0,01–50 µg/L 0,1–200 µg/L 0,01–1 µg/L
Chlorethen (Vinylchlorid)	DIN 38 413-2 DIN EN ISO 15 680	GC-FID Purge- and Trap, GC-ECD oder GC-MS	5 µg/L 0,02 µg/L
PCB	DIN 38 407-2, DIN EN ISO 6468 (F 1) DIN 38 407-3-1 (Indikatorsubst.) DIN 38 407-3-2 (Peakmuster) DIN 38 407-3-3	Flüssigextraktion, GC-ECD Flüssigextraktion, GC-ECD Hexanextraktion, GC-ECD Hexanextraktion, GC-ECD Hexanextraktion, GC-MS	0,001–0,01 µg/L 0,001–0,01 µg/L 0,001 µg/L 0,01–0,1 µg/L
Kohlenwasserstoffe ⁶	DIN EN ISO 9377-2 Überblicksanalyse	Extraktion mit Aceton/ Petrol- ether/GC-FID Fingerprintidentifizierung: GC-FID ohne Quantifizierung	0,1 mg/L –
Alkylierte Benzole (BTEX)	ISO 11 423-1, DIN 38 407-9-1 ISO 11 423-2, DIN 38 407-9-2 DIN EN ISO 15 680,	Dampfraum-GC-FID Pentan-Extraktion/GC-FID Purge- and Trap, GC-ECD oder GC-MS	5 µg/L 5 µg/L 0,02–0,05 µg/L
MTBE	DIN EN ISO 15 680 (muss für MTBE validiert werden) DIN 38 407-9	Purge- and Trap, GC-FID oder GC/MS Dampfraumanalyse, GC-FID oder GC-MS	0,05 µg/L 1 µg/L

Parameter	Bestimmungsmethode	Methodenhinweise	untere Anwendungsgrenze ¹
Phenol ² — monovalente Phenole ⁷	(E) ISO 8165-1	Flüssigkeitsextraktion, GC-FID oder GC-ECD	0,1 µg/L
— Phenolindex ⁸	(E) ISO 8165-2 Analog DIN EN 12 673 (F 15) DIN 38 409-16-2 DIN EN ISO 14 402 (H37)	Derivatisierung, GC-ECD Derivatisierung, GC-MS Spektralphotometrie Fließanalytik	0,1 µg/L 0,1 µg/L 10 µg/L 10 µg/L
Nonylphenol	ISO/DIS 18 857-1	Flüssigextraktion, GC/MS	0,02 µg/L
Chlorphenole	DIN EN 12 673 (F15)	extraktive Derivatisierung mit Acetanhydrid/GC-ECD	0,1 µg/L
Chlorbenzole — Mono-Trichlorbenzole — Tri-Hexachlorbenzole	DIN EN ISO 10 301 (F 4) DIN EN ISO 6468 (F 1) DIN 38 407-2	Headspace, GC-ECD Flüssigextraktion/GC-ECD Flüssigextraktion/GC-ECD	0,2–0,5 µg/L 0,001–0,01 µg/L 0,001–0,01 µg/L
Epichlorhydrin	DIN EN 14 207 (P 9)	Festphasenextraktion, GC/MS	0,1 µg/L
PSMBP — Organochlorpestizide ⁹ und SHKW — Org. N- u. P-Verbindungen ¹⁰	DIN EN ISO 6468 (F 1), DIN 38 407-2 DIN EN ISO 10 695 (F 6) DIN EN ISO 11 369 (F 12)	Flüssigextraktion/GC-ECD (ggf. auch GC-MS) Flüssigextraktion/GC-PND Festphasenextraktion, GC-PND Festphasenextraktion, HPLC- UV-DAD	0,001–0,01 µg/L 0,1–1 µg/L 0,05–0,1 µg/L 0,025–0,1 µg/L
— Phenoxyalkancarbonsäure- herbizide PSM (Auswahl)	DIN 38 407-14 DIN ISO 15 913 (F 20) DIN V 38 407-11	Festphasenextraktion, GC-MS Festphasenextraktion, GC-MS Festphasenextraktion, HPTLC- AMD	0,05 µg/L 0,05 µg/L 0,05 µg/L
Organozinnverbindungen	DIN 38 407-13	Hexan-Extraktion, GC/MS od. GC/FPD od. GC/AED	0,01 µg/L
Nitropenta (PETN)	DIN 38 407-21	Festphasenextr., HPLC-UV-DAD	0,1–0,5 µg/L
2-Nitrotoluol	DIN 38 407-21 DIN 38 407-17	Festphasenextr., HPLC-UV-DAD Toluol-Extraktion oder Festpha- senextraktion, GC/MS	0,1–0,5 µg/L 0,05 µg/L
3-Nitrotoluol	DIN 38 407-21	Festphasenextr., HPLC-UV-DAD	0,1–0,5 µg/L
4-Nitrotoluol	DIN 38 407-21 DIN 38 407-17	Festphasenextr., HPLC-UV-DAD Toluol-Extraktion oder Festpha- senextraktion, GC/MS	0,1–0,5 µg/L 0,05 µg/L
2-Amino-4,6-Dinitrotoluol	DIN 38 407-21 DIN 38 407-17	Festphasenextr., HPLC-UV-DAD Toluol-Extraktion oder Festpha- senextraktion, GC/MS	0,1–0,5 µg/L 0,05 µg/L
4-Amino-2,6-Dinitrotoluol	DIN 38 407-21 DIN 38 407-17	Festphasenextr., HPLC-UV-DAD Toluol-Extraktion oder Festpha- senextraktion, GC/MS	0,1–0,5 µg/L 0,05 µg/L
2,4-Dinitrotoluol	DIN 38 407-21 DIN 38 407-17	Festphasenextr., HPLC-UV-DAD Toluol-Extraktion oder Festpha- senextraktion, GC/MS	0,1–0,5 µg/L 0,05 µg/L
2,6-Dinitrotoluol	DIN 38 407-21 DIN 38 407-17	Festphasenextr., HPLC-UV-DAD Toluol-Extraktion oder Festpha- senextraktion, GC/MS	0,1–0,5 µg/L 0,05 µg/L
2,4,6-Trinitrotoluol	DIN 38 407-21 DIN 38 407-17	Festphasenextr., HPLC-UV-DAD Toluol-Extraktion oder Festpha- senextraktion, GC/MS	0,1–0,5 µg/L 0,05 µg/L
Hexogen	DIN 38 407-21	Festphasenextr., HPLC-UV-DAD	0,1–0,5 µg/L
2,4,6-Trinitrophenol (Pikrinsäure)	DIN 38 407-21	Festphasenextr., HPLC-UV-DAD	0,1–0,5 µg/L
Nitrobenzol	DIN 38 407-17	Toluol-Extraktion oder Festpha- senextraktion, GC/MS	0,05 µg/L

Parameter	Bestimmungsmethode	Methodenhinweise	untere Anwendungsgrenze ¹
1,3,5-Trinitrobenzol	DIN 38 407-21	Festphasenextr., HPLC-UV-DAD	0,1–0,5 µg/L
1,3-Dinitrobenzol	DIN 38 407-21 DIN 38 407-17	Festphasenextr., HPLC-UV-DAD Toluol-Extraktion oder Festphasenextraktion, GC/MS	0,1–0,5 µg/L 0,05 µg/L
Hexanitrodiphenylamin (Hexyl)	DIN 38 407-21	Festphasenextr., HPLC-UV-DAD	0,1–0,5 µg/L
Tetryl	DIN 38 407-21	Festphasenextr., HPLC-UV-DAD	0,1–0,5 µg/L
Octogen	DIN 38 407-21	Festphasenextr., HPLC-UV-DAD	0,1–0,5 µg/L

- 1 Die unteren Anwendungsgrenzen sind sowohl stoff- als auch matrixabhängig. Im Altlastenbereich sind diese Grenzen möglicherweise nach oben zu korrigieren.
- 2 Steht kein genormtes Verfahren zur Verfügung, mit dem die Geringfügigkeitsschwelle erreicht bzw. unterschritten werden kann, muss auf nicht genormte Verfahren zurückgegriffen werden, die nach den einschlägigen Regeln für Analysenverfahren zu validieren sind. Das Verfahren ist zu beschreiben.
- 3 Die Bestimmung von Chromat sollte nach chromatographischer Abtrennung von Chrom (III) mittels atomspektrometrischer Methoden erfolgen.
- 4 Bei positivem Befund im Auswahltest z. B. mittels Dünnschichtchromatographie nach DIN 38 409-13-2 (Ergebnis > 50 ng/l) oder bei anders begründetem Verdacht sind zu Beginn des Untersuchungsablaufes sowie zwischendurch Probenextrakte zur Identifizierung von PAK-haltigen technischen Produkten und sonstigen branchenspezifischen Parametern mittels GC-MS zu untersuchen (GC-MS-Screening). Auf Grund der dabei gewonnenen Kenntnisse ist die Bestimmungsmethode für die Routinemessung festzulegen.
- 5 Jeweils 4 PAK nach der Trinkwasserverordnung
- 6 Zur Bestimmung des Kohlenwasserstoffindex ist die gaschromatographische Methode der DIN EN ISO 9377-2 einzusetzen. Das GC-Verfahren ermöglicht es, neben der Summenauswertung, zusätzlich die Identifizierung von Einzelstoffen und ggf. die Bestimmung der Art des technischen Produktes. Wenn im Chromatogramm einzelne Messsignale auftreten, die üblicherweise in Mineralölgemischen nicht vorkommen, dann ist durch Wiederholung der Reinigung mit Florisil zu prüfen, ob es sich bei diesen Signalen um KW handelt. Im Falle von KW müssen die Signalintensitäten im Verhältnis zu den übrigen KW gleich bleiben. Bei verhältnismäßiger Abnahme der Signale ist die Reinigung ggf. mehrfach zu wiederholen. Höhere Konzentrationen (> 50 mg/L) können gravimetrisch nach E DIN EN ISO 9377-1 quantifiziert werden, wobei durch Verdunstung der niedersiedenden Anteile Minderbefunde in Betracht zu ziehen sind. Gleichzeitig erfasst diese Methode auch die höhersiedenden Kohlenwasserstoffe KW > C₄₀.
- 7 Ausgewählte monovalente Phenole
- 8 Bei Überschreitung der Geringfügigkeitsschwelle für den Phenolindex (vgl. Tab. 3.1-1) ist eine Bestimmung der Einzelstoffe durchzuführen.
- 9 Z. B. Aldrin, DDT, HCH-Gemisch
- 10 Ausgewählte org. N- und P-Verbindungen, z. B. u. a. Triazinherbizide, Phenylharnstoffherbizide, Organophosphorsäurederivate