

Exigencias para la toma de muestras, el manejo de muestras y los métodos químicos de investigación y análisis para propiedades federales (EPTMyMIA).

En base al acuerdo administrativo entre la dirección superior de finanzas (OFD) en Hannover y el instituto federal de investigaciones y pruebas de materiales (BAM) del 05.09.1995. En su nueva versión de 17.05.2000, y con las actualizaciones de febrero de 2001..

Dr. rer. nat. Manfred Bannert
Dr. rer. nat. Wolfgang Berger
Dr. rer. nat. Hildegard Fischer
Dipl.-Geol. Dieter Horchler
Dipl.-Geol. Klaus Keese
Dr. rer. nat. Petra Lehnik-Habrink
Dr.-Ing. Detlef Lück
Dr. rer. nat. Joachim Pritzkow
Dr. rer. nat. Tin Win

Berlín, Mayo 2001

Impresum: Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM)

Índice

Índice	1	
Comentario previo a la nueva versión	3	
1	Amplitud de las investigaciones y estado de conocimientos requeridos	4
1.1	Investigaciones de orientación	5
1.2	Investigación detallada	6
2	Toma de muestras	6
2.1	Planeación de la toma de muestras y de la investigación de suelos- Determinación de los puntos de muestreo y de las profundidades de sondeo	9
2.1.1	Senderos de influencia “suelo - ser humano”	11
2.1.2	Sendero de influencia “suelo – plantas utilizables”	12
2.1.3	Sendero de Influencia “suelo – agua subterránea”	13
2.2	Planeación de muestreo de gases de suelos	13
2.3	Planeación de toma de muestras en material excavado y transportado	14
2.4	Obtención de muestras	14
2.4.1	Suelos, material de suelos y materiales similares	14
2.4.1.1	Toma de muestras para investigaciones acerca de sustancias volátiles	16
2.4.1.2	Obtención de muestras por excavado	17
2.4.1.3	Toma de muestras de agua	17
2.4.2	Gases de suelos	18
A	Exigencias generales	19
A1	Substancias	19
A2	Tareas de investigación y rangos de concentración	20
A3	Sitio de la toma de muestras	20
B	Equipamiento técnico	21
B1	Rotomotores de percusión	21
B2	Sondas de gases de suelos	22
B3	Bombas	22
B4	Contenedor de muestras	22
B5	Material de adsorción	23
B6	Líneas de conducción	23
C	Estrategia de muestreo	23
D	Ejecución de la toma de muestras	24
D1	Comentarios generales	24
D2	Muestreo a través de medición directa con de un contenedor de vidrio.	25
D21	Ajustamiento necesario de la presión de evacuación con uno de los siguientes procedimientos	26
D22	Traspaso de los gases de suelos a la botella evacuada con ayuda de un cánula e hipodérmica sellables y previamente descontaminadas por calentamiento (volumen mínimo 30 ml)	26
D3	Muestreo con procedimientos de enriquecimiento – medios absorbentes	26

E	Protocolo de muestreo- Documentación	27
2.5	Transporte y conservación de muestras	27
2.5.1	Botellas de muestreo	28
3	Procedimientos de investigación	29
3.1	Procedimientos de investigación para suelos, materiales de suelos y materiales similares	29
3.1.1	Elección y preparación previa de muestras	29
3.1.1.1	Pasos de la preparación previa de muestras	29
A	Comentarios previos	29
B	Homogenizado, separación de las fracciones de suelos, división	30
C	Indicaciones acerca del tratamiento de muestras húmedas para la determinación de contaminantes orgánicos difícilmente volátiles	31
D	Secado, determinación de la sustancia seca	31
D1	Lixiviados acuosos de suelos	32
D2	Informe de muestreo	33
D3	Cantidades de muestra	33
D4	Preparación previa de muestras	33
3.1.2	Extracción, lixiviación (elución)	33
3.1.2.1	Extracción con mezclas de ácidos concentrados (H_2SO_4 y HNO_3)	33
3.1.2.2	Extracción de nitrato de amonio	34
3.1.2.3	Extracción de contaminantes orgánicos	34
3.1.2.4	Lixiviación con agua	34
3.1.2.5	Obtención del extracto saturado (lixiviado saturado) de suelo	34
3.1.2.6	Filtración	37
3.1.3	Procedimientos analíticos	38
3.1.3.1	Suelos, material de suelos y materiales similares	39
3.1.3.2	Eluados y lixiviados	47
3.2	Investigaciones de gases de suelos	53
3.3	Procedimiento para la evaluación de la introducción de contaminantes desde superficies contaminadas en agua freática	53
4	Aseguramiento de la calidad	55
4.1	Muestreo y almacenamiento de muestras	55
4.2	Manejo de muestras y su análisis	56
4.3	Evaluación	58
5	Índice de símbolos y abreviaturas	59
5.1	Unidades de medición	59
5.2	Instrumentos y métodos analíticos	59
5.3	Otras abreviaturas	59
6	Normas, reglas técnicas, métodos y fuentes bibliográficas	60
6.1	Normas	60
6.2	Reglas técnicas y métodos	67

Tabla 1	Profundidades de muestreo orientadas al uso del suelo para durante investigaciones relativas a los senderos “suelo – ser humano” y “suelo – plantas utilizables”
Tabla A	Cantidades obtenibles de muestras en dependencia del diámetro interno de un sonda de muestreo con un largo de 1 m
Tabla B	Material de las botellas y contenedores de muestras en dependencia del parámetro o contaminante a determinar
Figura D	Esquema de flujo de la preparación de muestras
Tabla 2	Procedimientos para la elaboración de lixiviados (eluidos) con agua
Tabla C	Cantidades necesarias mínimas para la determinación doble de los parámetros químicos y fisicoquímicos
Tabla 3	Análisis de propiedades fisicoquímicas
Tabla 4	Análisis de los contenidos de contaminantes inorgánicos
Tabla 5	Análisis de contaminantes orgánica
Tabla 6	determinación de la concentración de contaminantes inorgánicos en lixiviados naturales y eluidos
Tabla D	Parámetros fisicoquímicos para análisis de aguas
Tabla E	Determinación de Aniones para análisis de aguas
Tabla F	Determinación de elementos durante análisis de aguas
Tabla G	Determinación de parámetros de suma durante análisis de aguas
Tabla 7	Determinación de la concentración de Contaminantes orgánicos en lixiviados de suelos
Tabla H	Determinación de contaminantes orgánicos en aguas superficiales y aguas freáticas (subterráneas)
Tabla 8	Procedimientos químicos para la determinación de los gases de suelos.

Comentario previo a la nueva versión

En el anexo 1 del reglamento federal para protección de suelos y sitios contaminados (BBodSchV) con el título “Exigencias a la toma de muestras, análisis y el aseguramiento de la calidad durante las investigaciones” se hallan indicaciones en lo referente a este tema. Este anexo encuentra utilización durante las investigaciones de suelos, materiales de suelos y materiales similares, los cuales se hallan en el suelo de superficies con sospecha de estar contaminadas (SSC) o superficies con contaminación antigua (SC) o suelos destinados a la disposición de residuos -sobre o dentro del suelo- así como durante investigaciones para la determinación de gases de suelos.

Para depósitos antiguos de residuos sospechosos de causar la contaminación del suelo se dirige la toma de muestras y la extensión de las investigaciones según los requerimientos de cada caso, y esto en especial con miras a las investigaciones de los gases provenientes de rellenos de residuos sólidos municipales, de los contaminantes muy volátiles, de los residuos depositados y acerca del transporte o la transferencia de los contaminantes de la fase sólida de los residuos en la fase líquida del agua subterránea.

Indicación: La toma de muestras y la extensión o amplitud de las investigaciones (de caracterización) deben de ser determinadas según los requerimientos de cada caso no solo para sitios con residuos antiguos sospechosos de causar la contaminación sino para las investigaciones de todo tipo de sitios.

En el sentido del anexo arriba mencionado se define el “Estado de los procesos y métodos” como el estado de desarrollo de los procesos y métodos avanzados, que permitan investigaciones adecuadas, seguras y prácticas, las cuales se nombrarán enseguida.

Conocimientos sobre tales procesos y métodos y sobre su utilización han sido recopilados en Alemania por expertos llamados a colaborar por el ministerio federal del medio ambiente, protección ambiental y seguridad de reactores nucleares pertenecientes a instituciones federales y estatales así como de los afectados en concordancia con los estados federales.

Indicación: Las publicaciones oficiales de la comisión técnica “Investigaciones de suelos” (FBU) deberán de ser acatadas (vea usted la nota correspondiente). Serán probablemente publicadas en el diario oficial de Alemania. En el tiempo de la elaboración de estas exigencias no yace aun ninguna publicación oficial al respecto.

1. Amplitud de las investigaciones y estado de conocimientos requeridos

Las investigaciones según el artículo 3 del reglamento federal para protección de suelos y sitios contaminados (BBodSchV) se refieren a los senderos de influencia, para los cuales se da la sospecha de un peligro en base a las informaciones, que yazcan de cada caso. Durante la determinación de la amplitud de las investigaciones se deberán considerar los resultados del reconocimiento del sitio, en especial los conocimientos o las sospechas substancialmente justificadas sobre la presencia de determinados contaminantes y sobre su distribución, el presente uso del sitio y el uso del sitio según el artículo 4, Párrafo 4 de la ley federal de protección de suelos de Alemania (BBodSchG) y de las necesidades de protección que de ello se desprendan así como las características dadas de la localidad que por su tipo resulten relevantes para el enjuiciamiento de la amplitud de las investigaciones.

Para las investigaciones del sendero de influencia “Suelo – Ser humano” son definidos los siguientes usos de superficies:

- (1) Superficies utilizadas para juegos de niños
- (2) Superficies utilizadas para zonas residenciales
- (3) Superficies utilizadas como parques y zonas recreativas
- (4) Superficies utilizadas para la industria y el comercio

Para las investigaciones del sendero de influencia “Suelo – plantas utilizables” son definidos los siguientes usos de superficies:

- (1) Superficies de siembra y de jardinería
- (2) Superficies verdes o de pastoreo

Indicación: Para las superficies utilizadas para los ejercicios de tropas del ejército, la fuerza aérea y la marina, superficies utilizadas para bosques y superficies sin uso (bienes mostrencos) no da el reglamento federal de suelos contaminados ninguna indicación. En ellos es el procedimiento a seguir deberá ser justificado de manera especial.

Los valores de prueba y los valores de acción indicados en el reglamento de protección de suelos no deberán ser involucrados en el procedimiento de investigación sin razón. Para las investigaciones del sendero de influencia “Suelo – Agua subterránea” no se diferenciara según el uso del suelo.

Indicación: Es de acatarse, que el tipo de uso del suelo entre otras cosas tiene una influencia sobre la renovación del agua subterránea.

1.1 Investigaciones de orientación

Las investigaciones de orientación de superficies con sospecha de estar contaminadas (SSC) o superficies con sospecha contaminación antigua (SSCA) deberán ser dirigidas y elaboradas con especial atención en la determinación de la amplitud de las distintas secciones de la superficie según el contenido de contaminantes dentro de ellas.

En superficies con sospecha contaminación antigua (SSCA) deberán de ser llevadas a cabo investigaciones sobre los gases de depósito de residuos, los contaminantes volátiles así como en especial investigaciones de la transición o transporte de los contaminantes de los residuos en el agua subterránea.

En superficies con sospecha de estar contaminadas (SSC) o superficies con sospecha contaminación antigua (SSCA) deberán ser ejecutadas investigaciones sobre el agua subterránea (freática) o aguas superficiales cuando las autoridades competentes en ello lo exijan. Para la determinación de la amplitud y del trascurso de las investigaciones sobre los lixiviados y el suelo deberán considerarse estas exigencias.

Indicación: La investigación de orientación como medida para la determinación del peligro es tarea de las autoridades competentes, según el artículo 9 de la ley federal de protección de suelos (BBodSchG).

No puede tomarse información a partir de cartografía del suelo existente o no yacen informaciones adecuadas relativas a suelo en los casos de superficies con sospecha de contaminación deberá entonces ser ejecutada una investigación geológica y edafológica del sitio para la elaboración de cartografía adecuada durante la toma de muestras en el marco de la investigación de orientación. Para ello deberán ser utilizados los principios y reglas de los manuales y guías de la cartografía geológica y ello en la amplitud necesaria para enjuiciar los peligros provenientes de la superficies para el medio ambiente.

Adición: Las indicaciones hechas por el grupo de trabajo ad-hoc “Suelos e investigación de suelos” de la comisión de la federación y los estados se deberán acatar con respecto a la cartografía para suelos en zonas urbanas y sus características especiales, en tanto estas características específicas no se hallen consideradas en una nueva versión de la guía de cartografía geológica

1.2 Investigación detallada

Durante la investigación detallada deberán ser aclarados los comportamientos referidos en el artículo 3 párrafos 5 y 6 del reglamento federal de protección de suelos de Alemania, aun también aquellos comportamientos y condiciones de exposición relevantes para los senderos de influencia en especial para aquellos senderos de influencia relevantes para las fracciones móviles e inmóviles de los contenidos de contaminantes.

Nota de traducción: Los párrafos (5) y (6) del artículo 3 de (BBodSchV) son traducidos en el siguiente párrafo.

- (5) Durante las investigaciones de detalle deberán ser determinado, si son dados peligros por la acumulación y apilamiento espacial limitados de contaminantes dentro de las superficies (SSC) y (SSCA) y si y como una delimitación de las secciones de las superficies no contaminadas es recomendable. Uno puede dejar de llevar a cabo la investigación detallada cuando los peligros, desventajas o molestias mayores provenientes de cambios dañinos de suelos o de sitios contaminados pueden ser eliminados o detenidos después de que las autoridades competentes lo han determinado.
- (6) En tanto que debido a las características específicas dadas de un sitio o debido a los resultados de investigaciones para la determinación de gases de suelos se den puntos de apoyo para considerar que contaminantes volátiles se propagan en sitios (SSC) y (SSCA), en los espacios y habitaciones de edificaciones dentro de estos sitios o superficies de investigación, deberán ser ejecutadas investigaciones para la determinación de la calidad del aire en el interior de estos espacios. Las tareas y competencias de otras autoridades con respecto a ello permanecen intocadas.

Adicción: Esto comprende también los procesos naturales de retención y degradación conocidos como "Atenuación Natural" del subsuelo, los cuales representan una parte de las condiciones del sitio y que son de tomarse en consideración para la evaluación de riesgo que deberá de ser ejecutada a continuación de la investigación detallada.

Se deberá determinar, si a partir de acumulaciones espaciales limitadas de contaminantes dentro de las superficies (SSC) y/o (SSCA) se dan peligros y si una delimitación de partes de la superficie no contaminadas es recomendable o no y como esto deberá de ejecutarse.

2. Toma de muestras

El procedimiento durante la toma de muestras se dirige en especial hacia los senderos de influencia afectados, según el caso, según la dimensión de la superficie, según la distribución vertical y horizontal presumida a partir de los resultados de las investigaciones de reconocimiento así como según del uso pasado, del uso presente y del uso futuro permisible por las leyes.

Adición: El arte y elección de los métodos de obtención y desarrollo de muestras son además dependientes de la determinación de los objetivos, de la determinación del inventario de contaminantes en base al historial de uso de las superficies, así como de la estructura y características geológicas del subsuelo de la superficie a ser investigada.

Entre otras características específicas del sitio deben de ser tomadas en cuenta la litografía, la edafología, la hidrológica y el contenido de materiales extraños = residuos antropogénicos). Todas estas características deberán ser consideradas y estar comprendidas en la elaboración de una “Hipótesis de contaminación”. Durante ello son de acatarse las exigencias expresadas en los puntos 2.1 hasta 2.3. El procedimiento durante la toma de muestras es de justificarse y de documentarse.

Indicación: También debido a razones de carácter administrativo legal presupuestal es necesaria una justificación fundamentada de la necesidad de la toma de muestras y la entrega de contratos por licitación pública. Las exigencias y recomendaciones de la higiene y seguridad laboral deberán ser acatadas.

Adición: Métodos de desarrollo de muestras

Para la investigación del subsuelo deberá de ser llevada a cabo una apertura de este con los métodos geológicos. El arte del desarrollo es dirigido y determinado según la definición de tareas, actividades y de objetivos y deberá de ser específico del sitio y del contaminante presumible en el subsuelo.

Cuando la toma de muestras y su desarrollo se haga con la ayuda de sondeos destructivos a rotopercusión o sondeos penetrométricos con tubos huecos (Shelby) o nucleadores, que se clavan en el terreno ambos de diámetro pequeño se deberán tomar en consideración lo siguiente.

- Solamente se deberán utilizar sondeos a rotopercusión o penetrometro con un diámetro externo de por lo menos 50 mm. En lo siguiente se utilizara el concepto “Penetrometro a rotopercusión con tubo hueco (Shelby o nucleador) en vez de el concepto común de “tubo de toma de muestras” como esta expresado en la Norma DIN 4021 de octubre de 1990.
- El diámetro de la sonda se orienta al diámetro mayor de partículas de suelos esperadas. Para garantizar la obtención de muestras representativas deberá tener el tubo hueco del penetrometro un diámetro interno mayor del quintuplo del mayor diámetro de partículas del suelo.

Indicación: Aun un Penetrometro a rotopercusión con tubo hueco con un diámetro de 80mm permite a lo máximo el reconocimiento y obtención representativa de muestras de la fracción de la grava fina.

- Para evitar contaminaciones transversales deberán ser muestreado solamente el la fracción interior de la muestra del tubo hueco del penetrometro. La fracción perimetral de la muestra (0.5 – 1 cm) se deberá desechar.

- La utilización de rotomotores de percusión de dos tiempos con gasto de combustible no esta permitida.
- La utilización de electrorotomotores de percusión u otros aparatos eléctrico se puede llevar a cabo tomando cuidado de que esto se haga con suficiente distancia y tomando en consideración la dirección del viento.
- Los “corazones” de los sondeos deberán sacados y ser muestreados máximo en pasos de 1m.
- Perdidas altas de los “corazones” de los sondeos (arriba de 20 %) no son permisibles. En este caso deberá ser elegido otro método de sondeo como método de desarrollo.
- Material caído de los sondeos se deberá desechar, en tanto sea identificable.
- Existen dudas sobre si un material de suelo ha caído o no durante el sondeo deberá entonces ser declarado y etiquetado como “residuo” de sondeo.
- Las perdidas en porciento del total de los sondeos así como perdidas por compresión del material de los corazones de sondeo y los residuos caídos deberán documentarse. La fracción de material residual caído deberá evaluarse como perdida del “corazón” de sondeo.

En dependencia de la definición de los objetivos de la investigación, de la profundidad y amplitud de las investigaciones, de la estructura del subsuelo así como de la amplitud y numero de los parámetros fisicoquímicos y químicos a ser determinados y de las cantidades requeridas de masa de muestras pueden ser considerados otros métodos de sondeo y desarrollo de muestras.

Perforaciones con lavado o enjuagado no son permisibles para investigaciones cuyo fin es la determinación de parámetros fisicoquímicos o químicos. Por lo común se toman muestras de locaciones destruidas o perturbadas para por ejemplo la investigación de análisis químicos.

Para la determinación de parámetros físicos con respecto a la distribución de partículas de suelos y su textura por ejemplo la densidad aparente y real, la distribución del tamaño de los poros en el suelo y el volumen de la porosidad entre otros, así como para la determinación de parámetros estructurales deberán ser tomadas muestras de suelos de locaciones no perturbadas. Para ello son adecuados como esta descrito en la sección 6 de la guía de cartografía geológica: los cilindros de muestreo por clavado o los marcos de clavado

Perforadoras manuales de muestreo (liners) no alcanzan la calidad de los cilindros de muestreo, pero son suficientes para determinadas preguntas e investigaciones.

Excavación es un método de sondeo y desarrollo de muestras de bajos costos y por lo tanto favorable para muestreos de suelos superficiales. Permiten una visión de la estructura horizontal y de la secuencia de estratos de un área extensa. Excavaciones son adecuadas para el muestreo de apilamientos heterogéneos de residuos de origen antropogenico o en estratos con un alto porcentaje de grava y piedra.

De las excavaciones se deja obtener suficiente material de muestra para los distintos objetivos de investigación. Después de haberse recabado el material de muestra es de garantizarse la seguridad del tráfico en el sitio (por ejemplo a través del rellenado con el material excavado)

Indicación: El material residual después del muestreo, que resulte de la aplicación del método de excavación no deberá considerarse como basura

Las superficies a investigar deberán ser divididas para su muestreo en secciones adecuadas. La división deberá ser llevada a cabo en base a las consideraciones y sospechas justificadas de peligro, de un uso de suelo distinto para cada sección, de acuerdo con la forma, elevación e inclinación del terreno, de acuerdo con las características del suelo así como de acuerdo con características especiales por ejemplo una vegetación distinta o en base a los resultados y conocimientos recopilados por la fase de reconocimiento.

Adicción: No yacen a disposición ninguno de los arriba mencionados criterios para la división de la superficie, podrán ser divididas las secciones también bajo el criterio de la cobertura requerida y la exactitud de los resultados esperados a través de una red o cuadrícula de muestreo.

2.1 Planeación de la toma de muestras y de la investigación de suelos- Determinación de los puntos de muestreo y de las profundidades de sondeo

Debe de ser determinada la distribución espacial de los contaminantes, se muestreara representativamente la superficie o las secciones de la superficie básicamente con ayuda de una red o cuadrícula. En tanto conocimientos y resultados previos, provenientes de la fase de reconocimiento de superficies (SSCA), permitan la elaboración de una hipótesis que se base y se desprenda de estos resultados acerca de la distribución espacial de los contaminantes, esta hipótesis deberá ser considerada para la elaboración y determinación de una red o cuadrícula de muestreo.

Indicación: Bajo el termino red o cuadrícula (Raster) se entenderá aquí un ordenamiento planeado y dirigido de puntos de muestreo y no necesariamente una cuadrícula homogénea y continua.

Adición: La hipótesis de contaminación se deberá documentar como base de la estrategia de muestreo. No fue elaborada por algún motivo esta hipótesis entonces debe de ser justificado esto. Para la determinación de los puntos de muestreo pueden ser también tomados en cuenta los resultados de análisis rápidos llevados a cabo en el sitio (análisis de campo).

Como objetivo primario deberán ser muestreadas de manera dirigida acumulaciones de contaminantes presumidas. El muestreo es de llevarse a cabo de tal manera que permita el aclarar y evaluar las presunciones y sospechas de peligros o posibles peligros tomando en consideración el número de muestras y la distribución espacial y orden de los puntos de muestreo y una separación y relimitación de acumulaciones de contaminantes de áreas sin tales acumulaciones.

Durante la determinación de las profundidades de sondeos para los senderos de influencia “suelo – ser humano” y “suelo – plantas utilizables” deberán ser tomadas como base para las investigaciones acerca de contaminantes inorgánicos y

contaminantes orgánicos difícilmente volatilizables las profundidades de sondeo referidas en la tabla 1.

Indicación: Esto es indispensable y obligatorio cuando para la evaluación de los resultados de los análisis los valores de prueba y los valores de acción del reglamento federal de protección de suelos sean utilizados.

Tabla 1 Profundidades de muestreo orientadas al uso del suelo para durante investigaciones relativas a los senderos “suelo – ser humano” y “suelo – plantas utilizables”

Sendero de Influencia	Uso del suelo	Profundidad de muestreo o sondeo
“suelo – ser humano”	Áreas de juegos de niños	0-10 cm ¹⁾
	Áreas residenciales	10-35 cm ²⁾
	Parques y áreas de recreo	0-10 cm ¹⁾
“suelo – plantas utilizables”	Industria y áreas comerciales	0-10 cm ¹⁾
	Campos de cultivo, Áreas de jardinería	0-30 cm ³⁾ 30-60 cm
	Áreas verdes o de pastoreo	0-10 cm ⁴⁾ 10-30 cm
1) Área de contacto para absorción dermal o ingestión oral de contaminantes adicional 0 – 2 cm cuando el sendero inhalativo sea relevante 2) 0-35 cm: Espesor promedio de estratos de suelo depositados y al mismo tiempo la profundidad máxima alcanzable por niños. 3) Horizonte de trabajo 4) Área principal de las raíces (Rizosphera)		

Suelos deberán ser muestreados cuando sea posible por horizontes. Base de la determinación de la sucesión de horizontes es la cartografía geológica ejecutada según la guía de cartografía geología. Suelos perturbados aun hasta el subsuelo deberán ser muestreados por espesor o capa definida (vea tabla 1).

El espesor de las capas u horizontes, los cuales han sido muestreados representativamente tienen un valor por lo común de 30 cm. Capas u horizontes con mayores espesores serán divididas según esta regla. Adicional a la tabla 1 son de considerar para la determinación de las profundidades de sondeo los usos considerados y referidos en el artículo 4 párrafo 4 de la ley federal de protección de suelos, para los cuales se toman medidas especiales.

Nota de traducción: Se refieren a los usos permitidos por los planes de ordenamiento urbano o regional y el grado de protección que de ello se desprende. En tanto que esto este de acuerdo con otras indicaciones de la ley (artículo 2 párrafo 2 Nr. 1 y 2) acerca de las funciones del suelo. Faltan estos ordenamientos entonces deberá determinarse el uso permisible según el área y características del sitio tomando en consideración la protección de los mantos acuíferos y aguas superficiales según las leyes de aguas. Razones para divergir de estas profundidades deberán ser documentadas.

Adición: Numero de muestras

El número de muestras, el cual deberá de recopilarse para una evaluación del riesgo es dependiente en primera línea del estado de conocimientos sobre la superficie a ser muestreada y del arte, tipo o fase de la investigación (investigación de orientación o investigación detallada). El tamaño del área o superficie, su estructura, la composición del subsuelo, la distancia hasta el manto acuífero, el arte de la contaminación así como el uso considerado y la profundidad o amplitud de las investigaciones requeridas tienen una influencia decisiva sobre el número de muestras. Para la toma de muestras es de acatarse lo siguiente en relación a los senderos de influencia.

2.1.1 Senderos de influencia suelo - ser humano

En el marco de la determinación de la localización de los puntos de muestreo y de la profundidad del sondeo deberán de determinarse adicionalmente las condiciones de exposición que subyacen el caso específico y en especial lo siguiente:

- El uso concreto del sitio o superficie (Arte, frecuencia, duración)
- Accesibilidad a la superficie
- Recubrimiento o sellado de la superficie y la capa vegetal superior
- La posibilidad de la inhalación de partículas de suelos
- La relevancia de otros senderos de influencia

Para la evaluación de los peligros por inhalación de partículas de suelos son relevantes los primeros 2 cm superiores del suelo. Importancia inhalativa tienen aquellos contaminantes, para los cuales el sendero inhalativo se ha mostrado relevante para la determinación de los valores de prueba. Son alcanzados estos límites máximos permisibles es obligatorio llevar a cabo pruebas, según las escalas derivadas de el Artículo 4 párrafo 5 del reglamento de protección se suelos.

Adición: También contaminantes para los cuales hasta ahora no se habían determinado valores de prueba, pueden ser inhalativamente relevantes. Una Ingestión inhalativa de contaminantes no es solo dada a través de partículas de suelos sino también es posible a través de gases y vapores. Esto es en cada caso de examinarse y de considerarse. A través de "Testigos" de las muestras se deberá asegurar, que el contenido de los contaminantes en la fracción fina del suelo (hasta un X_p 63 μ m), la cual es relevante para la formación de polvos, sea examinada y analizada por separado, dado el caso que la formación de polvos sea relevante.

Adición: El arte del almacenamiento de los testigos deberá asegurar, que ningún cambio del contenido de los contaminantes pueda suceder. Puede suponerse en base a los conocimientos y experiencias presentes que yazcan del caso que los contaminantes en el estrato relevante del suelo se hallan aproximadamente distribuidos de manera homogénea sobre la superficie, pueden tomarse para superficies hasta de 10 000 m² cada 1000 m² una muestra compuesta. Y esto de por lo menos tres secciones de 1000

m² de la superficie. Una muestra compuesta deberá ser constituida a partir de entre 15 hasta 25 muestras simples, para una profundidad dada de sondeo.

Para Superficies debajo de 500 m² así como en jardines de áreas residenciales u otros jardines de acuerdo con su utilización puede renunciarse a la división de la superficie.

Para superficies superiores a los 10 000 m² deberán de ser muestreadas por lo menos 10 secciones de 1000 m² para cada profundidad de sondeo.

Indicación: Los contaminantes que se encuentren en propiedades del estado no están distribuidos homogéneamente según las experiencias que se tienen. Para el reconocimiento de distribuciones de contaminantes o para la evaluación toxicológica son en principio las muestras compuestas no adecuadas. Para evitar perdidas de información a través de dilución no controlada podrán utilizarse las muestras compuestas solamente en casos excepcionales y de manera justificada. Por ejemplo durante el cambio de posición de secuencias de estratos con espesor reducido. En estos casos se maneja la muestra compuesta como muestra simple.

2.1.2 Sendero de influencia “suelo – plantas utilizables”

En suelos utilizados en la agricultura o jardinería con una constitución aproximadamente homogénea y de igual manera una distribución de contaminantes homogénea deberán de ser tomada una muestra compuesta por regla general de cada hectárea en superficies hasta de 10 Hectáreas y esto en por lo menos 3 secciones de 1 hectárea y por cada profundidad de sondeo.

Para superficies por debajo de los 5000 m² puede renunciarse a una división de la superficie. Para superficies mayores a las 10 hectáreas deberán de ser muestreadas por lo menos 10 secciones de 1 hectárea.

La toma de muestras se lleva a cabo según las reglas para la toma de muestras en superficies utilizadas agrícolamente con por lo menos 15 hasta 25 muestras simples por cada sección de una hectárea las cuales se utilizaran para la conformación de una muestra compuesta.

En jardines u hortalizas la toma de muestras se ejecuta por regla general a través de la conformación de una muestra compuesta para cada profundidad de sondeo y de acuerdo a las reglas para el muestreo de superficies de sembradío agrícola.

2.1.3 Sendero de Influencia “suelo – agua subterránea”

Para el Sendero de Influencia “suelo – agua subterránea” deberá muestrearse la zona no saturada del suelo hasta por debajo de una presumible acumulación de contaminante o hasta por debajo de un cuerpo de suelo de características inusuales o conspicuas y esto con el fin de determinar la distribución vertical de los contaminantes. El muestreo se ejecutara por cada horizonte o estrato específico. Las muestras del subsuelo deberán ser tomadas en intervalos de profundidad de máximo 1 m.

En casos justificados podrán resumirse horizontes múltiples de suelo de espacios reducidos o de estratos con espesor reducido a muestras por intervalo de profundidad

de 1 m. Estratos con características conspicuas o especiales deberán ser evaluados y en caso necesario deberán muestrearse estos estratos de manera especial y por separado. Durante el muestreo se deberá reducir el peligro de contaminar el agua subterránea, cuando se reconozca, que a través de la perforación de un estrato que retenga agua en el subsuelo pueda surgir este peligro por una mala elección de la profundidad de muestreo.

Es necesaria la perforación de estratos que retienen agua (infiltrada o capilar) deberán ser tomadas medidas de seguridad especiales.

2.2 Planeación de muestreo de gases de suelos

Indicación: Durante el muestreo de gases del suelo se trata de una investigación previa orientadora, por ejemplo acerca de la localización de la fuente de contaminantes o acerca de la distribución relativa de contaminantes. La determinación cuantitativa de la carga de contaminantes en el suelo y en el agua subterránea solo podrá ser llevada a cabo a través de análisis avanzados.”

Investigaciones de los gases de suelos tienen un objetivo propio y requieren de una metodología orientada al objeto y a la economía. Las investigaciones no son llevadas a cabo en el tren de investigaciones geológicas o hidrológicas, las cuales fueron concebidas con otros fines. Por ello la metodología que se utiliza comúnmente en la practica **no es profesionalmente correcta**, es decir el Sondeo a rotopercusión o sondeos penetrométricos con tubos huecos con toma de muestras de suelos y la subsiguiente toma de muestras de gases de suelos en las ya de por si presentes perforaciones. En el sentido de una investigación de gases de suelos orientada al objeto, investigaciones de gases en el tren de la vigilancia y reconocimiento de rellenos sanitarios no son objeto de las citadas directivas VDI. Así como tampoco de estas exigencias.

2.3 Planeación de toma de muestras en material excavado y transportado

Material de suelos

Adicción: El procedimiento concreto se dirige según las características específicas de cada caso y según la tarea y preguntas a responder durante la investigación. Tal procedimiento deberá ser justificado y documentado.

2.4 Obtención de muestras

2.4.1 Suelos, material de suelos y materiales similares

Las cantidades necesarias de muestras se determinaran de acuerdo con. Esto según el tamaño máximo de partículas en el suelo y en consideración de que deberá alcanzar, después de haber sido pretratada para la realización de los análisis de laboratorio así como para garantizar el mantener en custodia y listos para análisis "Testigos" de las muestras. Una concordancia de esto deberá ser garantizada con la institución ejecutora de los análisis de laboratorio.

Indicación: En la tabla A se dan las cantidades obtenibles de muestras con el ejemplo de una sonda de percusión hueca (1 m de largo) para un suelo con textura arena migajosa o limosa, con consideración del diámetro interno de la sonda de perforación y en consideración del la zona perimetral del corazón dela muestra cilíndrica que se debe de tirar.

Nota de traducción: la taxonomía de suelos usada en los Estados Unidos de America (USA) no corresponde completamente a la taxonomía de suelos según la norma alemana DIN 4220. un suelo "migajon-arenoso" tiene la denominación (Us) o (Uls) con Migajon entre 50 – 80%, Arena entre 10 y 50% y Barro (arcilla) entre 0 – 10 %. Bajo la taxonomía Norteamericana un suelo con estas características se denomina "Silt-loam soil". Una traducción de cada concepto es: Sand = Arena, Clay = Arcilla, Silt = Barro, Loam = Limo (como adjetivo Migajon)

Las necesidades de masa de suelo para la determinación de parámetros físicos y químicos con determinación doble para las fracciones: Fina. Esta es la fracción con diámetro de partículas $X_p \leq 2$ mm y son mostradas en la tabla C en la pagina 37. La necesidad de masa es dependiente del número de parámetros a determinar

Materiales gruesos (con diámetros de partículas $X_p > 2$ mm) y materiales extraños, los cuales contienen posiblemente contaminantes o sobre de los cuales pueden estar adheridos contaminantes deberán ser retirados o separados de la muestra y ser examinados y analizados por separado en laboratorio. La fracción de la masa de estos materiales del horizonte o estrato del suelo que fue muestreado es de determinarse y documentarse.

Indicación: La separación de materiales extraños es solamente practicable en la fracción gruesa del suelo.

Adición: En dependencia del diámetro mayor de partículas del suelo (X_p) podrán obtenerse cantidades relativamente mayores de material de muestra. Una mejora de la calidad del material se puede alcanzar al dividir manualmente el material en cuartos con una cruz de lámina de acero. Para ello se depositara el material sobre una lamina limpia de acero inoxidable y se dividirá el material con la cruz.

Se hallan partes del material grueso no contaminadas puede reducirse la cantidad de muestra a través de sivamiento en el sitio de muestreo. Es separada la fracción gruesa con diámetro de partículas superior a 2 mm del resto del suelo y no es llevada al laboratorio para su análisis y examen esta fracción, se deberán entonces determinar y

documentar por separado el porcentaje de la fracción (%) de este material con respecto de la masa total de la muestra y la relación de la fracción separada gruesa (%) frente a la fracción de la parte fina del suelo (%) y el contenido de agua (humedad) de la fracción gruesa separada.

Para ello se utilizara una balanza adecuada. Cuando la separación de las fracciones gruesa y fina del suelo no sucede en campo, se deberá tomar una cantidad necesaria y suficiente de muestra para realizar los análisis químicos, la muestra se debe refrigerar y transportar.

Adicionalmente se deberá tomar una muestra representativa del horizonte, estrato o apilación muestreada para la separación en fracciones gruesas y finas. Almacenamiento y transporte a muy bajas temperaturas de estas muestras para estos exámenes y análisis no son necesarios para esta parte de las muestras. El examen de suelos con diámetros de partículas superiores a los 2 mm con respecto a sustancias volátiles solamente tiene sentido en casos excepcionales.

Indicación: Aun con una ejecución del procedimiento exacta y cuidadosa son de esperarse variaciones indefinidas y no cuantificables de los valores de las muestras.

Tabla A: Cantidades obtenibles de muestras en dependencia del diámetro interno de un sonda de muestreo con un largo de 1 m

diámetro interno de la sonda (mm)	Cantidad de muestra obtenible (kg)
80	3,5-4,2
60	1,4-1,9
50	0,7-1,0

Para la elección de un procedimiento se deberán considerar las cantidades necesarias de muestra a tomar (Tabla C), la estructura del subsuelo y las indicaciones descritas en estas normas.

Adicción: Para la elección del procedimiento para obtención de muestras se deberá considerar el arte de la contaminación. Se deberá de asegurar, que no haya y sucedan cambios de la composición y la concentración de los contaminantes durante la toma de muestras. En general se debe poner atención a limpieza de los aparatos o instrumentos para obtención de muestras. Después de cada paso del muestreo deberán limpiarse cuidadosamente todos los utensilios y aparatos.

Se utilizaran utensilios de toma de muestras como cucharas y espátulas de acero inoxidable. Unidades Litográficas y Pedográficas deberán ser muestreadas en su totalidad a lo ancho de su espesor. La exigencia de limitar el intervalo de toma de muestras a un máximo de 1 m permanece en este sentido intocada.

2.4.1.1 Toma de muestras para investigaciones acerca de sustancias volátiles

Durante las investigaciones acerca de sustancias volátiles se deberán utilizar como contenedores de muestras, botellas de vidrio con tapas con rosca de cerrado y sellado, que sean susceptibles de no dejar escapar gases. Para ello se deberán utilizar para el sellado de las tapas empaques recubiertos de PTFE.

La toma de muestras es ejecutada inmediatamente después de que se ha extraído la sonda de muestreo o al separar el "Liner" del corazón de la barrena, tomando en consideración la estructura de los estratos. En caso dado se tomaran varias muestras y en dependencia de esta estructura del suelo sucede el muestreo del corazón de las muestras cilíndricas para los análisis.

Para la obtención de estas muestras se utilizaran los utensilios adecuados, los cuales son capaces de tomar el volumen necesario definido de muestras por ejemplo hipodérmicas de plástico de volumen adecuado cortadas por el medio. Las muestras se deberán de colocar en el contenedor de muestras (botella de vidrio) en el sitio de muestreo, la rosca y el canto del contenedor de muestras se deberá controlar de que no tenga restos, en este caso se limpiaran la rosca y el canto de la botella. El sellado para no dejar escapar gases deberá ser garantizado y proveído.

Después de que en el frasco de vidrio sea, colocado el material de muestra se vaciara una cantidad definida de un disolvente adecuado hasta llenar el volumen total del frasco. O en caso contrario a sido colocado de antemano el disolvente adecuado en un volumen definido en el frasco y se llena entonces con la muestra de suelo. De preferencia se utilizara Metanol para esto. El arte y la cantidad de solvente se deberán de acordar con el laboratorio que realizara los análisis.

El examen geológico del corazón del sondeo es ejecutado después de que se han tomado las muestras. El examen de suelos con diámetros de partículas $X_p > 2\text{mm}$ con respecto de sustancias volátiles solamente tiene sentido en casos excepcionales.

Indicación: Aun con una ejecución del procedimiento cuidadosa y meticulosa son de esperarse variaciones indefinidas y no cuantificables de los valores de las muestras. Por ello los resultados no son de utilizarse en general en el sentido de consideraciones con respecto de valores de los límites permisibles.

2.4.1.2 Obtención de muestras por excavado

Durante la utilización de excavación se deberán respetar y acatar las indicaciones legales de higiene en sitios de trabajo. Y así mismo se deberán acatar las prescripciones para la prevención de accidentes de las asociaciones profesionales de construcción u otras. Los puntos de muestreo por excavación deberán de ser limpiados de materiales caídos residuales. En perfiles verticales se deberá muestrear siempre de abajo hacia arriba. La toma de muestras se hará en dependencia de las tareas a realizar y del espectro de contaminantes presumido y esperado.

Inmediatamente después de haber realizado la excavación. El intervalo entre la terminación de excavación y punto de comienzo del muestreo después de ejecutado la excavación es de anotarse. Las indicaciones de la guía de cartografía geológica del capítulo 6 y figura 21 son de acatarse.

2.4.1.3 Toma de muestras de agua

Junto con el procedimiento regulado por el reglamento federal de protección de suelos es necesaria la ejecución de muestreos de aguas superficiales y aguas subterráneas en superficies en posesión del estado y su correspondiente examen y análisis de laboratorio para la realización de una evaluación de riesgo o peligro.

Para la toma de muestras de aguas y su investigación existen un gran número de Normas, reglas, directivas y recomendaciones de procedimiento (vea Parte 6), así que en este sitio solo se hará una presentación resumida.

Antes del muestreo de agua subterránea, esta deberá de ser extraída, esto suele ejecutarse en pozos de observación o de muestreo o en pozos de extracción de agua. Cada extracción de agua reduce la calidad del agua de manera irregular.

Los fenómenos y procesos, que llevan a la carga con contaminantes del agua subterránea a investigar (entre otros: gradientes de concentración, solubilidad, coeficientes de distribución, tiempos de contacto y senderos de flujo) son muy variados. Punto de inicio y el procedimiento de toma de muestras de aguas se deben de planear cuidadosamente considerando la descripción de los objetivos y tareas a alcanzar. Las características especiales de cada caso deberán de ser documentadas lo más completa y exactamente como sea posible.

La documentación deberá contener todas las informaciones sobre: el sitio y puntos de muestreo, los alrededores, las condiciones de muestreo, el método, los equipos, materiales utilizados, el personal de muestreo, la ejecución del muestreo así como una descripción de ello con un validamiento del suficiente de la ejecución y los parámetros de proceso.

Para muestras de aguas subterráneas ganadas por bombeo es importante, que cambios de los siguientes parámetros sean medidos de manera continua en los puntos de muestreo o medición: el valor de pH, la conductividad eléctrica, la temperatura, el contenido de oxígeno disuelto, la altura piezométrica, la cantidad de agua bombeada y el caudal. Ello con el fin de encontrar el momento más adecuado para la toma de muestras y para documentar los sucesos durante el bombeo y para documentar la interpretación de los análisis.

Disposiciones jurídicas locales concernientes a la descarga de aguas residuales o el desalojo de aguas contaminadas se deberán considerar y acatar. Para contaminaciones específicas se deberá adecuar el procedimiento al comportamiento de los contaminantes que se espera encontrar. El muestreo de cualquier otro tipo de aguas por ejemplo; lixiviados es dependiente del objetivo a alcanzar y la tarea a realizar. Las exigencias son de definir en cada caso.

2.4.2 Gases de suelos

Indicación: Los procedimientos presentados en la directiva son procedimientos convencionales. Resultados obtenidos con distintos métodos de muestreo no son comparables. Conclusiones acerca de los contenidos reales de contaminantes en el suelo o en el agua subterránea no son posibles. En consecuencia de ello **no deberán ser utilizados** para la comprobación de la trasgresión de los valores máximos permisibles.

En el tren de las investigaciones de superficies contaminadas deberán ser ganados de manera paulatina nuevos conocimientos acerca de la estructura del subsuelo. De ello se podrán desprender cambios y adicciones necesarias a las estrategias originales de investigación y muestreo así como acerca de los objetivos a alcanzar y las tareas a realizar.

Para poder realizar todas las tareas de investigación y muestreo de manera cabal y en acuerdo a la sección A2 (pagina 19) deberá dominar la firma de ingeniería de exploración o el laboratorio de pruebas, encargados de la realización del muestreo, distintas variantes de muestreo de gases de suelos en la zona no saturada del suelo.

La directiva VDI permite en ello otros procedimientos y métodos adecuados, cuando describen exactamente la situación, cuando han sido validados suficientemente y cuando los parámetros de proceso y su influencia han sido igualmente determinados.

De importancia es qué la descripción y tipo de tareas determinen el procedimiento de toma de muestras y no al revés.

(1) variaciones de procedimientos con muestreo en el interior de las perforaciones y sondeos. Esto significa a través de la introducción de una sonda de muestreo sin una perforación previa inmediata y (2) procedimientos con enriquecimiento y medición directa.

Adicción:

A Exigencias generales

A1 Substancias

Muchas de las sustancias orgánicas que han sido categorizadas como peligrosas para el agua pueden ser comprobadas en gases de suelos debidos su alta volatilidad. En especial son pertenecientes a este tipo de sustancias:

- (1) Hidrocarburos volátiles halogenados (por ejemplo CFC´s)
- (2) Hidrocarburos aromáticos volátiles (por ejemplo BTEX)
- (3) Hidrocarburos con puntos de ebullición bajos
- (4) Así como sustancias orgánicas volátiles como los son los solventes (Esteres, Éteres, Alcoholes y Acetonas)

A2 Tareas de investigación y rangos de concentración

Las siguientes tareas pueden ser realizadas a través de investigaciones de los gases de suelos:

- (1) Determinación del tipo del daño (sustancias, orden de magnitud de las concentraciones).
- (2) Localización de los puntos de introducción, fuga o derrame así como los centros o áreas de daños

- (a) Reconocimiento de la superficie con clara orientación y objetivo en base a los conocimientos al respecto del uso histórico del suelo y del transcurso de los acontecimientos.
- (b) Investigación de superficies sin alguna indicación concreta acerca de los posibles puntos de introducción, fuga o derrame de contaminantes (investigación por red de muestreo)
- (3) Vista panorámica de la extensión del daño tanto en la profundidad como en la superficie.
- (4) Cartografía de la contaminación de acuíferos.

En base a las tareas arriba mencionadas de investigaciones de gases de suelos se deberán comprender intervalos grandes de concentración (desde el rango de concentración de traza hasta el rango de concentración de saturación). Para ello son por regla general necesarios distintos procedimientos de muestreo. Para las tareas 2.a y 3 puede yacer el rango de concentración entre:

1.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y arriba de 100 000 000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ($10^8 \mu\text{g}/\text{m}^3 = 100 \text{ g}/\text{m}^3$).

De preferencia deberán ser aplicados procedimientos sin enriquecimiento: Medición directa baja utilización de contenedores de gases (con Septum y pipeta Pauster).

Para la tarea 2.b y 4 deberán ser también medibles y diferenciables de manera confiable concentraciones bajas ($< 100 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Para ello son necesarios procedimientos con enriquecimiento por ejemplo absorción en carbón activado, en Tanax o en XAD-Harz (Adsorbens de base Polystyrol).

Para investigaciones de orientación son de ejecutarse los muestreos por enriquecimiento ya que el orden de las concentraciones que yazcan por lo común no son conocidas así mismo los puntos de acumulación de contaminantes son en la mayoría de los casos desconocidos, las concentraciones pueden variar fuertemente en cortas distancias.

A3 Sitio de la toma de muestras

La profundidad del muestreo depende de las tareas de investigación y con ello de la estructura del subsuelo. Durante reconocimientos de aguas subterráneas contaminadas así como de la penetración vertical de contaminantes podrán ser necesarias profundidades de 8 a 12 m (Tareas 2 a 4 de la sección A2).

Para sacar conclusiones precisas acerca de la distribución vertical de los contaminantes deberán ser tomadas muestras de gases de suelos de profundidades definidas. El área de contacto u orificio de entrada del sistema de muestreo debe de ser elegido o diseñado de manera correspondiente (con un largo máximo de 10 cm).

Muestras integradas no son permisibles, ya que una dispersión no cuantificable de contaminante ocurre en el volumen del punto abierto de perforación y muestreo. En especial en subsuelos heterogéneos con diferencias muy grandes de permeabilidad de gases son los resultados de un muestreo integrativo no interpretables.

Son tomadas muestras de las perforaciones, entonces deberá determinarse la adecuación del área de toma de muestras. Si se utilizan empaques se corre gran

peligro de producir contaminaciones transversales (arrastres). Una descontaminación de los utensilios de muestreo deberá hacerse antes de cada muestreo. Se deberá garantizar que no haya un valor de concentración ciego.

B Equipamiento técnico

El equipamiento técnico mínimo para la toma de muestras de gases de suelos comprende entre otros los siguientes aparatos:

- (1) Electro-Rotomotor de percusión para hundimiento de sondas o realización de catas (perforaciones para muestreo) con rotomoto eléctrico de percusión.
- (2) Generador.
- (3) Penetrometro de percusión para hundimiento de sondas en superficies selladas o duras.
- (4) Sondas para gases, Sondas de penetrometros para diámetros reducidos.
- (5) Cabeza de muestreo con Septum
- (6) Bomba con flujo regulable sin escalones
- (7) Equipo mecánico o hidráulico de extracción de sondas.
- (8) Contenedor de muestras o material de absorción.
- (9) Sustancias y aparatos para descontaminar.
- (10) Hipodérmicas de vidrio.
- (11) Pinzas para abrir y cerrar botellas
- (12) Bomba de evacuación (o hipodérmica de gran volumen).
- (13) Manómetro para medir las presiones menores a 1 bar (en caso de que bomba no tenga).

En lo particular son de aclararse y detallar las siguientes exigencias

B1 Rotomotores de percusión

Para el hundimiento de las sondas deberán utilizarse únicamente rotomotores eléctricos, con el fin de evitar posibles contaminaciones debido a los gases, el aceite o la gasolina de rotomotores de combustión interna. Si se utiliza en el sitio un generador para producir la corriente eléctrica, se deberá colocar este a una distancia adecuada del punto de medición, tomando en cuenta la dirección del viento. La colocación del generador se debe hacer siempre en la dirección del viento saliente (proa). Contaminaciones transversales por utilización de combustibles son de evitarse.

B2 Sondas de gases de suelos

Las sondas deberán cumplir las siguientes exigencias:

- (1) Estables
- (2) Fácilmente manejables
- (3) Material no adsorbente o muy poco adsorbente (acero, aluminio, cobre)
- (4) Volumen muerto mínimo
- (5) Largo máximo de 10 cm (área de entrada vertical)
- (6) Extensiones sellables para gases
- (7) Tapa final sellable con Septum

B3 Bombas

El gas de suelo deberá ser aspirado con una bomba por ejemplo de pistón, cuyo flujo sea regulable y sin escalones de regulación. El flujo dependiendo de la permeabilidad del suelo debe de estar entre 0,1 como mínimo y 1 Litro/min como máximo.

Si la bomba no cuenta con un manómetro y un flujometro, entonces deberán ser utilizados instrumentos externos para permitir un monitoreo continuo. El manómetro es de situarse en la cabeza de la sonda. El sistema total deberá ser sellable.

B4 Contenedores o botellas para muestras

En dependencia del equipamiento técnico del cromatógrafo de gases deberán ser utilizados en acuerdo con el laboratorio de pruebas envases o botellas de vidrio con Septum adecuadas (por regla general el volumen es de 10 a 20 ml). La utilización de Pipetas "Pauster" es también permisible.

Para evitar la adsorción se deberán utilizar Septums recubiertos con PTFE. Se deberán elegir Septum (de Goma de Butyl), los cuales después de haber sido picados vuelven a sellar por si mismos.

En dependencia del equipamiento técnico de los aparatos se deberán preferir tapas de aluminio. El material de las tapas es de documentarse. Tanto los contenedores de muestras como los Septums deberán de ser calentados y enfriados antes de la toma de muestras.

El cerrado de los envases con Septum se deberá ejecutar con el mayor cuidado posible. Los cantos no deberán tener suciedades, los Septums deberán ser planos, se deberán utilizar de acuerdo a las reglas las pinzas de sellado, las tapas deberán de colocarse uniformemente sobre el canto del envase, se deberá comprobar el sellado de la tapa después al comprobarse que no se deja abrir por mano. Los Septums aun siendo del mismo productor muestran variaciones de calidad, por ello se deberá comprobar la calidad de un pedido en gran numero a través de un muestreo aleatorio. Por medio de análisis cromatografico deberán ser corroborados los Septums a su contenido de componentes volátiles, así como deberá ser corroborada a la sellabilidad de Septums ya utilizados o picados.

Prueba: Un Septum es colocado en el envase de muestreo, el Septum es picado varias veces con una cánula, por lo menos 5 picaduras, el envase se evacua y se registrar la presión (por debajo de 1 bar) durante 48 horas. Desviaciones no deben sobrepasar el 10 %.

B5 Material de absorción

Carbón activado o resinas adsorbentes con margen de seguridad. El tipo y el productor así como el tipo de material se debe documentar, Los volúmenes de rompimiento deberán ser conocidos.

B6 Líneas de conducción

El largo de los tubos y líneas de conducción de la sonda a la bomba y al medio adsorbente deberán ser lo mas corto que sea posible. Y deberán de ser cambiados regularmente. Deberán estar hechos de materiales libres de componentes orgánicos o con mínima adsorción de ellos por ejemplo líneas de conducción hechas de HDPE. Se deberá prestar atención a que las líneas de conducción deberán estar libres de valores ciegos de compuestos orgánicos.

C Estrategia de muestreo

La localización de los puntos de medición deberá orientarse a los conocimientos de la investigación histórica- documental o en base a los conocimientos sobre la producción de materiales y residuos peligrosos en el sitio y/o la sucesión de eventos ocurridos allí. Los puntos potenciales de fuga o derrame y los centros de acumulación de contaminantes o “puntos de daño” deberán de ser identificados en el tren de las investigaciones de orientación. Para la determinación de la profundidad de muestreo y para la interpretación de los resultados de las investigaciones son necesarios conocimientos detallados de la estructura del subsuelo. No yacen documentados ningún conocimiento al respecto, entonces deberá reconocerse o explorarse primero esta estructura a través de perforaciones con rotomotor de percusión con diámetros pequeños u otros procedimientos adecuados.

Las perforaciones podrán ser utilizadas para la toma de muestras de gases de suelos bajo la condición de que las exigencias arriba mencionadas sean cumplidas eso significa entre otras cosas, que deberá muestrearse los gases del suelo lo mas pronto posible después de haber sido perforados los puntos de muestreo, como alternativa podrá ser llevado a cabo un sondeo en la cercanía de estos puntos. Debido al reducido numero de puntos de medición durante las investigaciones de orientación, deberá de ponerse mucha atención a una ejecución cuidadosa durante las investigaciones. Ya que los resultados son la base de decisiones muy importantes.

Investigaciones detalladas se caracterizan por el número elevado de puntos de medición con una reducción simultánea de la distancia entre puntos de muestreo (en algunos casos hasta < 5 m). En pocos casos es la estructura del subsuelo tan heterogénea, que es necesario un sondeo descriptivo previo del subsuelo para cada punto de muestreo. Los sondeos normales son por lo común suficientes.

Si se presentan situaciones extrañas durante el muestreo como por ejemplo un pérdida de presión o entrada de agua en la sonda deberán de documentarse estas situaciones y establecer por medio de perforaciones las razones de ello, en caso de ser necesario. Para la optimización del planeamiento del muestreo, así como la reducción del número de puntos de medición se recomienda la utilización de instrumentos o equipo analítico móvil de cromatografía de gases.

D Ejecución de la toma de muestras

D1 Comentarios generales

Durante la toma de muestras de gases se deberá poner atención a los siguientes puntos:

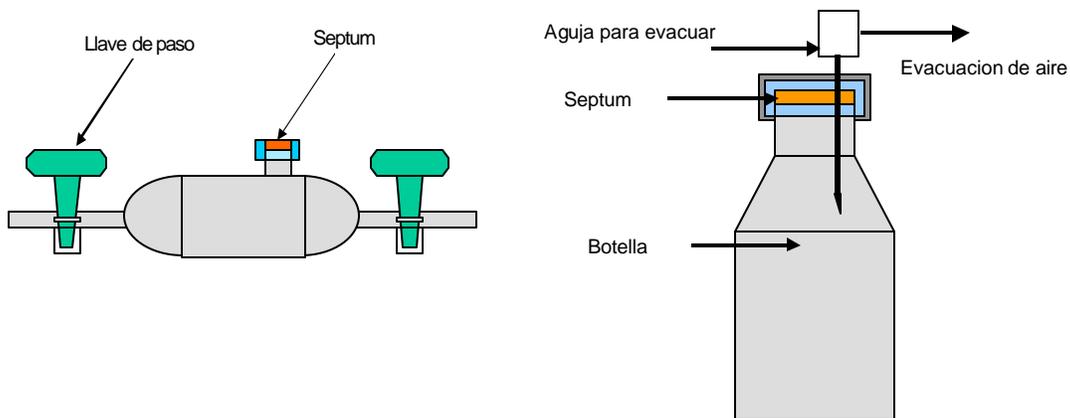
- (1) Previo al muestreo se deberá comprobar que el sistema esta completamente sellado contra fugas de gases.
- (2) El material absorbedor se deberá colocar por delante de la entrada de la bomba de vacío, dicho de otra manera la muestra se tomara antes que el gas entre en la bomba.
- (3) Es de asegurar que aire o gases de un horizonte o estrato que no se esta muestreando no afecte la muestra a tomar.
- (4) Previo a la toma de muestra o a la colocación del absorbedor se deberá bombear por los menos dos veces el volumen muerto de la sonda de muestreo.
- (5) El periodo de tiempo entre la perforación del pozo de muestreo y el sondeo de muestreo de gases de suelos deberá ser determinado de antemano y ser repetido para cada muestreo.
- (6) El flujo de bombeo se deberá adecuar a las características del subsuelo y mantenerse lo mas bajo y constante que sea posible (de 0,1 hasta un máximo de 1,0 Litros/min), durante la utilización de un medio absorbente se deberán acatar las indicaciones del productor y documentarse.
- (7) Todos los componentes del sistema de muestreo que entraron en contacto con el gas del suelo durante el muestreo deberán de ser utilizados solo una vez o de ser descontaminados (de punto a punto de medición). Medidas adecuadas de descontaminación son el calentamiento de la sonda con una pistola de aire caliente, el lavado de las agujas en agua hirviente, otros materiales se pueden calentar en hornos. No pueden llevarse a cabo en el sitio de muestreo las medidas de descontaminación, se deberá contar con suficientes sondas para realizar todos los muestreos.

D2 Muestreo a través de medición directa con un contenedor de vidrio.

En principio se deberá atender con cuidado, que todas las muestras se tomen bajo las mismas condiciones. Cada paso del muestreo representa una fuente de errores. Para la medición directa de los gases del suelo pueden aplicarse dos tipos de contenedores distintos: Una botella de paso con un Septum así como Pipetas Pauster. En lo siguiente se describirá la toma de muestras con utilización de una botella de paso con un Septum por medio de bombeo a baja presión:

- (1) Hundimiento de la sonda.
- (2) Evacuación de dos veces el volumen muerto de la sonda.
- (3) Paso bomba – sonda deberá cerrarse herméticamente.
- (4) Apagar bomba.
- (5) Dejar ascender la presión en la botella de paso con Septum (comprobar con una hipodérmica).
- (6) La toma de muestra se ejecuta con una hipodérmica de vidrio a través del Septum. Antes de retirar la aguja deberá haberse igualado la presión en la botella con la presión atmosférica.

El llenado de la botella de paso con Septum con los gases de suelo por evacuación de describe a continuación: Una botella de paso con Septum (como esta descrita a continuación en la figura) esta llena de aire atmosférico al principio. Para poder llenar este volumen de la botella de paso con gases de suelos es necesario primero vaciarla. Para ello es necesario, que el Septum sea picado así que se pueda evacuar la botella completamente.



D 21 Ajustamiento necesario de la presión de evacuación con uno de los siguientes procedimientos

- (1) Con una aguja será conectada la botella a la bomba de vacío con una línea de conducción, picando para ello el Septum, para evacuar el aire. Una reducción de la presión de 1000 mbar a 50 mbar ello significa que la botella está evacuada casi completamente.
- (2) El Septum será picado con una aguja de hipodérmica (cánula) y con ayuda de la hipodérmica será retirado un volumen de aire definido, por ejemplo con una hipodérmica de 50 ml (volumen total 55 ml) se deja alcanzar una reducción de 300 mbar. Ello corresponde a un volumen de aire de 14 ml para una botella de vidrio con Septum de 21 ml. El ajustamiento de la baja presión se puede realizar con hipodérmicas de volúmenes distintos. Una evacuación mayor con la menor presión posible es de recomendarse, para poder mantener el rango de determinación lo más bajo posible.

D 22 Traspaso de los gases de suelos a la botella evacuada con ayuda de un cánula e hipodérmica sellables y previamente decontaminadas por calentamiento (volumen mínimo 30 ml)

Para el llenado de la botella con Septum deberá utilizarse el vacío de la botella, con la aguja de la hipodérmica (cánula de muestreo) se picado el Septum, los gases son traspasados a ella por medio del vacío mismo a la hipodérmica. Esto muestra al mismo tiempo una prueba del sellado de la botella con Septum.

El volumen succionado es de documentarse tanto en el protocolo de muestreo como en el informe de pruebas y análisis, además se le considerara para el cálculo del valor de concentración.

Las botellas de muestreo tienen que estar preparadas (evacuadas) de antemano inmediatamente antes del muestreo. Y estos deberán de depositarse en un sitio, el cual estará libre de aquellas sustancias las cuales se espera muestrear. No son evacuadas las botellas inmediatamente antes del muestreo, entonces deberán ser dados por el laboratorio los datos acerca de la reducción de presión (presión de vacío) y del valor esperado de volumen de gases que se podrán tomar. Importante es que la calibración de los análisis cromatograficos deberá ser ejecutada bajo condiciones semejantes.

D3 Muestreo con procedimientos de enriquecimiento – medios absorbentes

Para la utilización de un medio de absorción son de acatarse las indicaciones del fabricante.

E Protocolo de muestreo - Documentación

Todos los datos necesarios para la identificación y análisis de las muestras deberán ser registrados. Estos datos son por lo común:

- (1) Denominación de Proyecto .
- (2) Denominación del sitio y punto de muestreo.
- (3) Fecha y hora de muestreo.
- (4) Profundidad de muestreo
- (5) El volumen de gas traspasado a la botella con Septum.
- (6) Además son todas aquellas observaciones, las cuales pudieran tener influencia directa o indirecta al resultado de la medición por ejemplo:
 - (a) Flujo de evacuación y de muestreo
 - (b) Presión de evacuación en la botella
 - (c) Volumen muestreo de la sonda de muestreo dependiendo de la profundidad de muestreo y por metro de línea de conducción.
 - (d) Método de muestreo
 - (e) Observaciones especiales y sucesos extraordinarios durante el muestreo por ejemplo humedad en la sonda, indicaciones y referencias sobre la estructura del subsuelo por restos de sedimentos en la punta de la sonda.
 - (f) Tipo y características de la superficie donde se muestreo (si esta pavimentada o compactada o no lo esta).
 - (g) Temperatura del aire, presión atmosférica y sus cambios durante el muestreo.
 - (h) Lluvias y cambios climáticos.

Todos los datos e informaciones mencionados deberán de darse en el protocolo de muestreo.

2.5 Transporte y conservación de muestras

Debido a las propiedades físicas y químicas de las sustancias contenidas en las muestras a analizar, deberán las muestras de ser conservadas y transportadas sin influencia de cualquier luz. Las muestras deberán de entregarse a más tardar un día después del día de muestreo al laboratorio de análisis. Para alcanzar una comparatividad de los valores del muestreo de un procedimiento de muestreo específico deberán ejecutarse los análisis de las muestras a más tardar 24 horas después de ejecutado el muestreo. Comparaciones de distintos procedimientos no son posibles.

No son cumplidos los límites mencionados, deberá dar la institución que ejecuta el muestreo (Toma de muestras y análisis de laboratorio) bajo consideración del transporte y de la conservación profesional de las muestras un comprobante experimental del tiempo tolerable de conservación de muestras y testigos. Por ejemplo a través de la preparación de muestras artificiales con gases de pruebas específicos con escalones de concentraciones distintos. Es recomendable también aun cuando se cumplan los límites de entrega, la ejecución de pruebas de la capacidad de conservación con respecto a pérdidas de sustancias relevantes.

Para la elección de las botellas de muestreo así como para la conservación y transporte de muestras son de cumplirse las indicaciones y reglas de investigación contenidas en el número 3.1.3 en las tablas 3 a la 7.

2.5.1 Botellas de muestreo

La elección de los contenedores y las botellas de muestreo con miras al material, el tamaño y el color es dependiente del arte de la contaminación y de la tarea a realizar. Las botellas de muestreo deberán de ser hechas de tal modo que contaminantes no puedan ser introducidos o puedan ser absorbidos en las paredes de las botellas. Para la toma de muestras en suelos con los espectros de contaminantes esperados deberán de utilizarse envases de vidrio o de plástico adecuados (vea tabla B).

Si se presentan contaminantes medianamente o muy poco volátiles deberán ser elegidos materiales adecuados para el sellado de los envases de muestras, en caso dado deberá de aplicarse un folio de aluminio en la tapa de sellado. Las botellas de muestras deberán de ser etiquetadas y marcadas clara y duraderamente inmediatamente después de la toma de muestras.

Tabla B Material de las botellas y contenedores de muestras en dependencia del parámetro o contaminante a determinar

Parámetros	Material de las botellas y contenedores de muestras
Metales pesados y Arsénico	Vidrio y plástico
Compuestos mercurio-orgánicos	Vidrio café
HTP, HPA, PCB, Fenoles	Vidrio café
Compuestos orgánicos volátiles	Botellas de vidrio sellables contra fugas de gases

3 Procedimiento de investigación

3.1 Procedimientos de investigación para suelos, materiales de suelos y materiales similares

3.1.1 Elección y preparación previa de muestras

En el caso de investigaciones escalonadas se deberán tomar decisiones en cada caso en que secuencia se deberán analizar las muestras tomadas y en su caso si es adecuado para los fines perseguidos el resumir varias muestras. La decisión y la justificación de ello son de documentarse.

Adicción: Si aparecen componentes no contaminados puede ser reducida una muestra en campo por sivamiento. Si la fracción separada con diámetros superiores a los > 2 mm no es entregada al laboratorio para su análisis, entonces es de determinarse de manera separada y de documentarse la relación de la fracción gruesa con respecto del resto de la muestra (fracción fina) así como de los respectivos contenidos de sustancia seca.

La preparación previa de muestras incluyendo el secado del material de muestras es ejecutada para la determinación de las propiedades físico-químicas (numero 3.1.3 tabla 3) y para la determinación de los contaminantes inorgánicos (numero 3.1.3 tabla 4).

Adicción: Para la determinación de metales pesados y otros elementos se deberá moler la muestra secada con aire en horno hasta un diámetro de partículas de 150 µm.

3.1.1.1 Pasos de la preparación previa de muestras

A Comentarios previos

La preparación previa necesaria de muestras para la producción de muestras representativas para laboratorio comprende los siguientes pasos:

- (1) Dividir,
- (2) Sivar,
- (3) Conservar,
- (4) Homogenizar,
- (5) Secar,
- (6) Moler,
- (7) Separación de fracciones.

También la preparación necesaria puede comprender los siguientes procedimientos, que son necesarios para los análisis de laboratorio:

- (1) Extracción,
- (2) Enriquecimiento,
- (3) Purificación

Estos procedimientos pueden ser utilizados dependiendo del método de análisis. En general se debe atender, que cada tipo de preparación de muestras puede tener una influencia sobre las propiedades del suelo y sobre el comportamiento de los

contaminantes. La elección del procedimiento de preparación de muestras se orienta al tipo de pruebas o análisis que se deberán ejecutar.

Un panorama general de ello lo ofrece el esquema de flujo D de los anexos. En dependencia del tamaño máximo de partículas pueden ser obtenidas masas relativamente grandes de muestras. Un estrechamiento de la cantidad de muestra puede ser llevado a cabo por medio de separadores o divisiones.

Premisa para poder llevar a cabo una evaluación del riesgo es la elaboración de balances de masa sin huecos de todas las fracciones de suelos en base a la determinación de los valores de sustancia seca. Por ello son de pesarse, registrarse y documentarse tanto las fracciones separadas en campo como las muestras preparadas en laboratorio así como todas las partes residuales y que se utilicen en análisis.

Sustancias volátiles como Benzol u homólogos, Naftalina y hidrocarburos volátiles halogenados deberán ser analizados a partir de muestra no seca sin preparación previa.

Para ello deberá ser traspasada una cantidad definida de material de prueba del sitio de muestreo a botellas o contenedores de vidrio llenos con un volumen definido de agente solvente de acuerdo al número 2.4.1, después deberán ser cerrados y sellados y ser entregados para su análisis. La fracción de sustancia seca se deberá determinar y registrar con una cantidad de muestra por separado. Esta fracción se considerara en los informes y en el calculo de los resultados (es decir datos en mg de contaminante/ Kg de sustancia seca)

B Homogenizado, separación de las fracciones de suelos, división

Por lo común la homogenización de las muestras húmedas es de ejecutarse de manera manual o con utensilios adecuados por ejemplo una picadora o mixer. Están previstos análisis o investigaciones, que no permiten una separación de las fracciones del suelo, entonces se deberá tomar una cantidad de muestra después de la homogenización. En los casos mas frecuentes se homogeniza la muestra y se separa en campo en la fracción con diámetros superiores a 2 mm y la fracción con diámetros inferiores a 2 mm. Grumos de tierra deben de ser destruidos. Ambas fracciones se deben pesar y se debe determinar su contenido de sustancia seca. La fracción con diámetros de partículas inferiores a 2 mm es de analizarse siempre. Esta fracción es de dividirse según el parámetro a determinar en la fracción que no debe de ser secada y en la fracción que debe de ser secada. Para la determinación de elementos e investigaciones físico-químicas se debe proceder de acuerdo a la norma ISO 11 464, de diciembre de 1996.

C Indicaciones acerca del tratamiento de muestras húmedas para la determinación de contaminantes orgánicos difícilmente volátiles

Contaminantes orgánicos difícilmente volátiles pueden también ser analizados a partir de muestras de suelos húmedas, cuando lo permite la matrix del suelo y cuando se puede utilizar un solvente hidrofílico adecuado para la extracción. Por ejemplo Acetona, Hexano/Acetona, Acetonitril, Metanol. Es necesaria o razonable la utilización de un solvente hidrofílico, en especial cuando el extracto de contaminantes debe de ser purificado antes del análisis entonces se deberá adicionar Sulfato de Sodio anhídrido (Na_2SO_4) para un secado químico.

Cuando la distribución del contaminante en la muestra es muy inhomogénea y las exigencias a la representatividad de los resultados de las investigaciones son muy altas. Puede realizarse una preparación previa de las muestras, esto es de recordarse pero no es exigido.

D Secado, determinación de la sustancia seca

En general se seca la fracción con diámetros de partículas menores a 2 mm, la cual se tiene prevista para la realización de determinaciones geológicas así como en la determinación de varios parámetros inorgánicos y para algunos parámetros orgánicos. Deben de ser determinados solamente estos parámetros entonces se puede secar la muestra completa con un horno aireado a 105 °C. A esto sigue la separación en las fracciones fina y gruesa o en varias fracciones por sivamiento así como la homogenización.

El contenido de material seco se deberá determinar según la Norma DIN ISO 11465 de diciembre de 1996 con 105 ± 5 °C. Los resultados de los análisis deberán de ser referidos a el contenido de material seco por ejemplo en (g de contaminante/Kg de sustancia seca). El secado puede llevarse a cabo al aire o en un horno de secado (< 40°C). Para acelerar el secado se deberán destruir manualmente los conglomerados mas grandes de suelo en la muestra así como los conglomerados que durante el secado se formen.

Un secado en frío de material de muestra es posible antes de realizar análisis para determinar sustancias volátiles que contienen azufre (vea análisis de dioxinas). La ejecución del secado por enfriamiento de lodos esta descrita en la Norma DIN 384 14-pagina 22 de septiembre de 2000. Es necesaria una separación en la fracción gruesa y fina del suelo, de material de suelo o de algún otro tipo de materiales semejantes (en especial cascajo o escoria) entonces deberá ejecutarse esta separación con una sivadora cuya malla tenga un diámetro de 2 mm en fracción fina con diámetros de partículas < 2 mm y la fracción gruesa con diámetros de partículas > 2 mm. Los conglomerados existentes en el material deberán ser destruidos en trozos pequeños, se deberá poner atención en no destruir conglomerados y partículas naturales con poca estabilidad como lo son partículas de carbonatos, concreciones de hierro, tepetate o rocas porosas. Ambas fracciones se deberán pesar y describir y los resultados deberán ser documentados como lo es la fracción de sustancia seca en material. La fracción fina se deberá homogenizar y se utilizara para los análisis o investigaciones.

Adición: Una separación en la fracción fina y gruesa antes de realizar la homogenización es solamente razonable cuando análisis de la sustancia original no son previstos. Existe una sospecha de que existe un contenido alto de contaminantes en la fracción > 2 mm, entonces deberá de ser conservada esta fracción, se deberá cortar o

moler en partículas pequeñas y se homogenizara para realizar las investigaciones o análisis pertinentes.

Adición: Una unificación de la fracción gruesa molida y homogenizada con la fracción fina del suelo solamente es permisible en excepciones y requiere la autorización del partido o cliente que da los trabajos de investigación en encomienda por contrato. Los materiales extraños contenidos en la muestra deberán ser separados, investigados o analizados y deberán tomarse en cuenta durante la evaluación de resultados.

Adición: Material extraños pueden ser separados solamente cuando pueden ser bien reconocidos y tienen un tamaño de partículas superior a > 2 mm, en cualquier otro caso deberán ser agregados y evaluados con las fracciones con diámetros < 2 mm (fina) o a la fracción con diámetros > 2 mm (gruesa). Cantidades representativas de las muestras de suelos tomadas en campo deberán de ser almacenadas como muestras testigo. El arte y la dimensión de dichos testigos deberán de ser acordado de acuerdo con los requerimientos de cada caso.

D1 Lixiviados acuosos de suelos

Para la elusión (lixiviación) de contaminantes inorgánicos y contaminantes volátiles orgánicos que contienen azufre en agua son adecuadas muestras de suelos intactas o no intactas. La movilidad de contaminantes volátiles orgánicos como lo son BTEX y hidrocarburos halogenados volátiles (HCV) puede ser solamente investigada con muestras intactas de materiales o suelos. El tratamiento previo de muestras de campo no intactas y frescas para experimentos de columnas o por agitación comprende los pasos ya descritos de homogenización y en su caso de separación en las fracciones fina (< 2 mm) y gruesa (> 2 mm).

Para la realización de determinadas investigaciones por ejemplo la extracción de Nitrato de Amonio, puede ser secada la muestra con una corriente de aire. La elaboración de eluados (lixiviados) es tratada en la sección 3.1.2.

Material intacto será tomado en campo con un "Liner" o nucleadores por empuje directo (**Nota de traducción: vea Norma NOM-EM-138-ECOL-2002 tabla 3 para descripción de equipo para toma de muestras**). Una preparación previa a las pruebas, investigaciones o análisis no es posible. Los parámetros necesarios para una evaluación pueden ser determinados solamente después de una lixiviación. En estos casos se realizara una preparación posterior del material de muestra después de la lixiviación y los análisis. Esta preparación posterior contiene todos los pasos de trabajo que son necesarios para la determinación de los parámetros fisicoquímicos y geológicos que ya fueron descritos. Son determinados estos parámetros a partir de muestras ganadas con perforaciones paralelas, pueden aparecer enormes diferencias en los resultados.

D2 Informe de muestreo

Los procedimientos y trabajos llevados a cabo durante la preparación de muestras se deberán documentar en el informe de muestreo.

Los contenidos de contaminantes son de referirse al contenido total de sustancia seca determinada a 105 °C de la muestra total (suma de las fracciones fina y gruesa de la muestra) tomada en campo. Son referidos los contenidos de contaminantes solamente a la fracción fina del material de muestra, deberá de ser indicado esto en el informe de muestreo. En este caso deberán también ser indicadas las masas de todas las fracciones (también de las fracciones separadas en campo). Para permitir un calculo de la concentración de contaminantes referidos a la masa total de la muestra.

D3 CANTIDADES DE MUESTRA

Las cantidades de muestras (vea tabla C) se refieren a suelos o fracciones de suelos con diámetros de partículas < 2 mm. Cantidades adicionales de muestras para almacenar testigos no están allí calculadas. Las investigaciones necesarias para una evaluación de riesgo para la caracterización de suelos como lo es la determinación de la distribución de diámetros de partículas, del contenido de Carbonatos (Alcalinidad), de la fracción de arcilla, del contenido de materia orgánica (humus) y de la densidad se deberán realizar de acuerdo con lo establecido en la tabla 3 numero 3.3.

D4 PREPARACIÓN PREVIA DE MUESTRAS

La preparación previa se ejecuta de acuerdo con la figura D de la pagina “diagrama de flujo de la preparación previa de muestras”

Adición: Agua

Durante la preparación previa de muestras de aguas se deberán observar y guardar las indicaciones de las normas aceptadas de análisis de contaminantes en aguas.

3.1.2 Extracción, lixiviación (eluacion)

3.1.2.1 Extracción con mezclas de ácidos concentrados (H₂SO₄ y HNO₃)

La determinación del contenido de contaminantes inorgánicos para la comparación de la ingestión o absorción a través del sendero suelo – Plantas comestibles en superficies de cultivo o en hortalizas con respecto a Arsénico o mercurio según en anexo 2, numero 2.2, para el sendero de exposición suelo – plantas utilizables en superficies de pastoreo según el anexo 2, numero 2.3 así como los valores de prevención del anexo 2, numero 4.1 se ejecutaran con el método de extracción con ácidos concentrados con muestras molidas (con diámetros de partículas < 150 µm).

3.1.2.2 Extracción de nitrato de amonio

La extracción de nitrato de amonio se ejecuta y aplica para la determinación de contaminantes inorgánicos para la evaluación de contaminantes en el sendero de exposición **suelo – plantas comestibles** en superficies de cultivo y en hortalizas en lo

relativo a la calidad de dichas plantas con respecto la concentración de Cadmium, Plomo y Thallium según el anexo 2, numero 2.2 así como para superficies de cultivo en lo relativo a disminuciones del crecimiento para plantas de cultivo según en anexo 2, numero 2.4. Esta determinación se puede utilizar para la evaluación de contaminantes inorgánicos en lixiviados según el numero 3.3 de ese anexo.

3.1.2.3 Extracción de contaminantes orgánicos

La determinación de el contenido de contaminantes orgánicos para la comparación de la ingestión o absorción de contaminantes a través del sendero de exposición **suelo – ser humano** se realizara con los valores dados en el anexo 2, numero 1.2 así como en lo relativo a los valores de prevención según el anexo 2, numero 4.2 y según lo expresado tabla 5 de la sección 3.1.3 para extractos de suelos. Se utilizan otros procesos, es de demostrarse y de fundamentarse esta aplicación con respecto a la comparatividad e igualdad de los resultados obtenidos entre estos procesos y los procesos de determinación alternativos.

Indicación: La Norma “Resorcpción de biodisponibilidad de contaminantes orgánicos y inorgánicos en material de suelos”.

3.1.2.4 Lixiviación con agua

Para la elaboración de lixiviados con agua para la evaluación de la concentración de contaminantes en lixiviados según el numero 3.3 del anexo 2 se deberán utilizar los métodos indicados en la tabla 2.

Indicación: Sin una descripción del método de lixiviación no es posible una evaluación comparativa de los resultados.

3.1.2.5 Obtención del extracto saturado (lixiviado saturado) de suelo

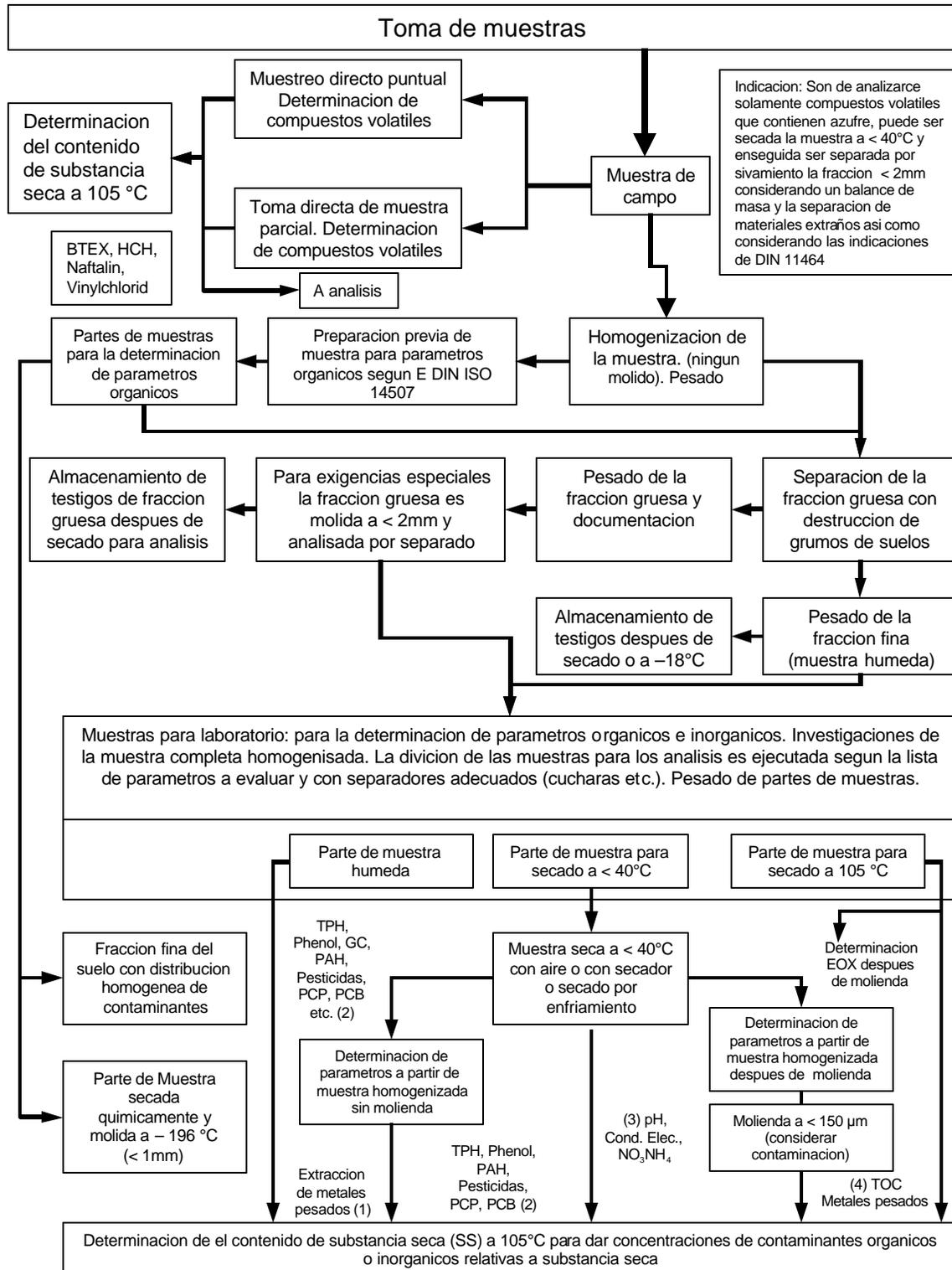
Como preparación se colocara la muestra de suelos en un envase de Polietileno. Se agregara muy despacio agua bi-destilada, de tal manera que la muestra este completamente húmeda. La cantidad de agua requerida para la humifidicacion de las muestras es dependiente del tipo y textura del suelo y deberá corresponder aproximadamente la capacidad de retención. Para suelos con textura arenosa es aproximadamente 25%, para suelos con textura barro-migajon es de aproximadamente 35% y para suelos con texturas arcillosas es aproximadamente 40% del peso de una muestra seca. La cantidad de agua agregada se deberá registrar gravimetricamente y es de documentarse. La muestra deberá de ser bien mezclada y deberá de ser reposada y protegida de evaporación por 24 horas a una temperatura de 5°C.

Para la elaboración del extracto saturado del suelo (lixiviado saturado) deberá de ser colocado la muestra húmeda reposada en un envase de centrifugado. Agua bi-destilada deberá de ser agregada agitando el material continuamente hasta que el limite de escurrimiento haya sido alcanzado (formación de una superficie brillante y del escurrimiento de material sobre la superficie de una espátula). Para muestras arcillosas

deberá esperarse hasta 15 minutos para permitir una absorción del agua y un esponjamiento del material y en dado caso se deberá agregar agua. La cantidad agregada de agua deberá ser registrada gravimetricamente y deberá ser documentada. La “pasta” de material de muestra se revolverá con una vara de vidrio. Para permitir a la muestra el alcanzar condiciones de equilibrio se deberá dejar reposar a la muestra preparada en refrigerador a 5 °C y deberán evitarse evaporaciones.

A partir de la determinación del contenido de sustancia seca y de la determinación de la adición (dos veces) de agua se deberá calcular la relación suelo/agua. Para ello deberá de ser determinado el contenido de agua (humedad) de la muestra seca por separado con un alícuota en un horno de secado a 105 °C hasta alcanzar un peso constante y deberá considerarse en el cálculo de la relación arriba mencionada.

Figura D: Esquema de flujo de la preparación de muestras



- (1): Extracción de metales pesados según DIN 38 414 S4 (As, Cd, Co, Cr_{Tot}, Cr(IV), Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, Sb, Se, Sn, Ti, Zn,) y SO₄²⁻, NO₃⁻, NO₂⁻, Cl⁻, CN⁻ y F.
- (2): TPH, Phenolindex, PCP, PCB, Phenole, Chlorbenzol, Chlorphenol, Nitrogeno total, Cianidos.
- (3): pH, elec. Cond. y extracción de nitrato de amonio.
- (4): Extracción con ácidos concentrados, extracción con HNO₃/H₂O₂ para Ti y F.

Tabla 2 Procedimientos para la elaboración de lixiviados (eluidos) con agua

procedimiento	Indicaciones del procedimiento	Método
Substancias inorgánicas		
Extracto de suelos saturado	Procedimiento vea Sección 3.2.1 parte (1)	
Elusión con agua	La masa de la muestra en consideración de DIN 38414-2 de noviembre de 1985 o según DIN ISO 11465 de diciembre de 1996. Filtración vea sección 3.2.1 parte (2).	DIN 38414 – 4 de Octubre de 1984
Substancias orgánicas		
Pruebas en Lisímetros y columnas	La esperada velocidad con la cual contaminantes específicos alcanzan el punto de equilibrio químico es de considerarse	

Para la obtención de soluciones (lixiviadas) de suelos en equilibrio es ejecutada una centrifugación en una centrifugadora refrigerante durante 30 minutos. La parte superior (clara) de la solución centrifugada deberá de ser decantada en una botella de polietileno y para la separación de partículas suspendidas deberá de ser filtrada con una membrana con baja presión (vacío). La masa del filtrado deberá determinarse gravimetricamente. Las soluciones deberán estabilizarse con la adición de 10 veces el volumen de la muestra de HNO₃ (Concentración = 5 mol/L). La adición de HNO₃ es de considerarse durante la evaluación de los resultados y durante la elaboración de soluciones de calibración.

3.1.2.6 Filtración

Se utilizara para la filtración una unidad de filtración con filtros de membrana con un diámetro de 142 mm, las partes que entran en contacto con la muestra deberán de ser de PTFE y la membrana de filtración con una porosidad de 0,45 µm. Si se utilizan unidades con medidas distintas es de cambiar el volumen de muestra a filtrar en correspondencia con el área de el filtro, de tal manera que la relación volumen a filtrar/area del filtro se mantenga y sea la misma.

Después de ser agitada la suspensión se dejara reposar o sedimentar por 15 minutos. La solución clara superior es de centrifugarse en una botella de centrifugación y después deberá ser decantada. La centrifugación se ejecuta durante 30 minutos y a una velocidad de 2000 g. Después se realiza la decantación y filtración en una unidad de filtración de la solución clara superior.

Después de 5 minutos de filtración por gravedad se aplica una presión de 1 bar para acelerar la filtración. Después de 15 minutos y después de que dos tercios de la solución hayan sido filtradas se elevara la presión a 2 bar. En caso necesario se podrá

elevar la presión a 3,5 bar durante 30 minutos. La filtración se realizara en tanto aun quede solución en la botella de centrifugación por pasar a través del filtro. Esta aun incompleta la filtración aun después de 120 minutos, es de interrumpirse la filtración y se realizaran los siguientes trabajos de análisis con el filtrado obtenido hasta entonces.

Indicación: La filtración indicada en el punto (2) esta relacionada con la elaboración de lixiviados (eluados).

Tabla C Cantidades necesarias mínimas para la determinación doble de los parámetros químicos y fisicoquímicos

Nr.	Parámetro	Masa de muestra [g SS]	Comentarios
1	Hidrocarburos totales de petróleo TPH	40	
2	Metales pesados	6	
3	Mercurio	6	
4	BTEX	40	
5	PAH	40	
6	Hidrocarburos halogenados HCH	40	
7	Índice de Fenol	40	
8	Fenol, determinación separada	40	
9	PCB	40	
10	Lixiviado (Eluado) para Aniones, metales pesados CN y otros	200	Prueba por agitación
11	Sustancia seca	40	
12	Distribución del tamaño de partículas	150	1*
13	Densidad	40	
14	Carbonatos	10	
15	Ceniza	60	
16	Análisis elemental de C	2	
17	Valor de pH	20	
18	Capacidad de intercambio de cationes	5	
19	Conductividad eléctrica	40	

1* = Determinación simple

3.1.3 Procedimientos analíticos

Adición: No para todos los parámetros de análisis de suelos se hallan a disposición actualmente procedimientos estandarizados de medición. Por esta razón las determinaciones analíticas se realizan de manera substitutiva según lo descrito en los procedimiento de análisis para agua, basura y aire y considerando una preparación unitaria de la muestras. Estos procedimientos deberán ser validados en correspondencia y según la matrix del suelo.

El área de aplicación, los límites de determinación, la precisión de la determinación y la comparatividad de las determinaciones en relación a una aplicabilidad robusta deberán ser determinadas.

Son aplicados métodos internos u otros métodos de análisis de suelos, los cuales no han sido mencionados en este documento, se deberán comprobar la igualdad de ambos procedimientos analíticos en base a comparaciones de mediciones. Como medidas comparativas son válidas determinaciones de varias instituciones con las mismas muestras u otros métodos de adecuación y validamiento, así como la realización de determinaciones analíticas para el control de la calidad de las mediciones y esto de manera preferencial a través de material certificado de referencia para la combinación: el tipo de suelo y el tipo de contaminación.

Los parámetros no mencionados por el reglamento de protección de suelos de Alemania (BodSchV) son enlistados en tablas separadas junto con los métodos y procedimientos de análisis adecuados. En cada caso son de considerarse perturbaciones debidas a ácidos, a analitos o a concentraciones en la matrix. La documentación de desviaciones especiales hacia otros procedimientos de medición en relación a la matrix "suelo" ocurre bajo las indicaciones estandarizadas de trabajo.

3.1.3.1 Suelos, material de suelos y materiales similares

Los análisis de: (a) suelos, (b) materiales de suelos y (c) materiales similares son de realizarse según los procedimientos y métodos de medición analíticos enlistados en las tablas 3 a 5. El uso de otros procedimientos para el análisis de muestras de suelos debe ocurrir de manera fundamentada, nombrando las razones de su uso. Es de demostrarse y de documentarse, que los resultados sean compatibles, comparables y tengan el mismo valor que los resultados obtenibles a través de los procedimientos enlistados en dichas tablas. En que tanto son aplicables los procedimientos específicos arriba mencionados, aun también bajo las condiciones nombradas en el punto 4.2, es de probarse en cada caso.

Los contenidos de contaminantes en las muestras son de referirse al contenido de sustancia seca (secada a 105°C) en [mg contaminante/Kg SS]. Estos resultados deberán darse en las mismas unidades correspondientes a los valores de los límites permisibles.

Indicación: La determinación analítica de las concentraciones de sustancias inorgánicas en lixiviados elaborados (Eluados) y en lixiviados naturales se realiza según los procedimientos de análisis expuestos en la tabla 6. La determinación analítica de las concentraciones de sustancias orgánicas en lixiviados se realiza según los métodos expuestos en la tabla 7. La utilización de otros procedimientos de análisis es de fundamentarse, además es de comprobarse que los resultados obtenidos con estos procedimientos sean comparables y compatibles con los resultados obtenidos a través de los procedimientos nombrados en las tablas 6 y 7.

Tabla 3 Análisis de propiedades fisicoquímicas

Parámetros de análisis	Indicaciones del procedimiento	Método
Determinación de la sustancia seca	Muestras de campo frescas o muestras secadas con aire	DIN ISO 11465 de Diciembre de 1996
Carbón orgánico y carbón total después de incinerado en seco	muestras secadas con aire	DIN ISO 10694 de Agosto de 1996
Valor de pH (CaCl ₂)	Suspensión de muestras frescas de campo o de muestras secadas con aire con una solución de CaCl ₂ con una concentración de 0,01 mol/L	DIN ISO 10390 de Mayo de 1995
Distribución de tamaño de partículas	(1) Prueba de "manual" en campo*	Cartograficacion geológica 4. edición de 1994; DIN 19682-2 de abril 1997
	(2) Sivamiento, dispersión o análisis de pipeta*	E DIN ISO 11277 de Junio 1994 y DIN 19683-2 de abril 1973
	(3) sivamiento, dispersamiento o método aerometrico	DIN 18123 de Noviembre 1996 E DIN ISO 11277 de junio 1994
Densidad aparente	Secado de una muestra adecuada al volumen de prueba, secado a 105 °C con medición de peso.	E DIN ISO 11272 de enero 1994 DIN 19683-12 de abril 1973
Conductividad eléctrica específica	Muestras secadas con aire	DIN ISO 11265:06.97
*: métodos recomendados		

Tabla 4 Análisis del os contenidos de contaminantes inorgánicos

Parámetro de análisis	Indicaciones del procedimiento	Método
Cr, Cu, Ni, Pb, Tl, Zn	AAS Atomic Adsorption Spectrographic	E DIN ISO 11047: 06.95
As, Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, Tl, Zn	ICP-AES (Inductive Coupling Plasma - Mass Spectrographic Adsorption) o ICP-MS cuando sea posible. (Inductive Coupling Plasma - Mass Spectrographic) Es necesario el hacer una consideración de perturbaciones espectrales debido a altas concentraciones	DIN EN ISO 11885: 04.98
Arsen (As)	ET-AAS (Electrothermic- Atomic Adsorption Spectrographic)	In Analogie zu E DIN ISO 11047: 06.95
	AAS-híbrida	DIN EN ISO 11969: 11.96
Mercurio (Hg)	AAS -con técnica de enfriamiento de vapor. Durante la preparación previa de muestras no debe superar la temperatura de secado los 40° C	DIN EN 1483: 08.97 Reducción con Zinc (II)-colorid o NaBH₄
Chromo (VI)	1) Extracción con una solución de sulfato de aluminio con un Puffer de fosfato (Fotometria espectral)	DIN 19734: 01.99
	2) Elusión con agua. Separación de Cr(III), Determinación de el Cromo Cr(VI) soluble en suelos	DIN 38405 - 24: 05.87
Cianidos		E DIN ISO 11262: 06.94

Adicción a la tabla 4

Parámetro de análisis	Indicaciones del procedimiento	Método	Rango de medición mínimo
Determinación del contenido total de elementos	1. Apertura abierta con ácido Perclórico y ácido (Flussaure)	ISO/DIS 14869-1: 1998	
	2. apertura con fundido para componentes principales. Fundición con Litio y Borato	ISO/DIS 14869-2: 1998	
Contenidos extraíbles de elementos, entre otros: Co, Mn, Mo, Sb, Se, Sn, Zn,	Después de una Extracción según la norma DIN ISO 11466, con una solución de ácidos concentrados (HNO ₃ /H ₂ SO ₄). La calibración se ejecutara con una concentración de ácidos igual. Adaptación para elementos de matrix: Fe, Ca, Al, Mg con un estándar interno. Consideración de perturbaciones espectrales y de problemas de transporte en presencia de concentraciones altas de ácidos y de elementos de matrix. Análisis con ICP AES o con ICP-MS	DIN EN ISO 11885: 04.98 (E22) DIN 38406-E 29: 05.99	0,5 - 5 mg/kg < 0,5 mg/kg
Arsénico (As), Antimonio (Sb), Selenio (Se)	Después de una Extracción según la norma DIN ISO 11466, con una solución de ácidos concentrados (HNO ₃ /H ₂ SO ₄). Se pueden dar perturbaciones por altas concentraciones de elementos del a matrix. Análisis con ET-AAS y con AAS-hibrido	La norma alemana se halla actualmente en proceso de elaboración para suelos	0,05 m g/kg
Mercurio (Hg)	Después de una Extracción según la norma DIN ISO11466, con una solución de ácidos concentrados (HNO ₃ /H ₂ SO ₄). La temperatura de secado no debe superar los 40° C. Análisis con AAS o con AFS	ISO CD 16772 En preparación	0,03 m g/kg
Thalio (Tl)	Aproximadamente 0,5 g de suelos con 2,5 ml HNO ₃ (65%) y 1,5 ml H ₂ O ₂ (30%) en un recipiente a presión, una temperatura aprox. de 160 °C y una presión superior al os 80 bar o con una extracción con recirculación durante 2 horas después análisis con Zeeman-ET-AAS con Paladio/MgNO ₃ , Modifier ET-AAS.	DIN 38406-E26: 07.97. La norma alemana para suelos se encuentra actualmente en elaboración	0,1 m g/kg
Zinc (Sn)	Después de una Extracción según la norma DIN ISO 11466, con una solución de ácidos concentrados (HNO ₃ /H ₂ SO ₄). Análisis con ET-AAS	in Anlogie zu E D IN ISO 11047: 06.95	0,1 m g/kg
Cianidos fácilmente volatilizable y cianidos totales	Suelo húmedo con diámetros de partículas (Xp) < 2mm, destilación z fotometría, tritración, Análisis después de separación por destilación	ISO/DIS 11262: 2001 E D IN EN ISO 14403: 05.98	0,1 bis 1 m g/kg
Fluoridos totales	0,2 g de suelos con Xp 2 mm, molido a Xp 100 ìm, 30 min sintern a 950 °C con 0,3 g de ZnO y 1 g Na ₂ CO ₃ . Extracción con agua, regulación del pH del a solución con ácido HNO ₃ a un pH=5,8 y completar con agua a 100 ml. Medir electroquímicamente con un electrodo sensible a F. Utilización de TISAB IV (1:1); Apertura con sintern y determinación ionométrica	DIN 51084: 07.90	20 mg/kg
Nitrogeno total	Apertura con dióxido de titanio como catalizador (Kjeldahl)	DIN ISO 11261: 05.97	0,5 a 1 m g/kg

Tabla 5 Análisis de contaminantes orgánica

Parámetro de análisis	Indicaciones del procedimiento	Método
Hidrocarburos Políciclicos aromáticos (HPA) 16 HPA (PAH's) de la USEPA y Benzo(a)pyreno	Extracción con Soxhlet con Toluol, "clean-up" cromatografico. Cuantificación con GC-MS *	Hoja de trabajo Nr. 1 de LUANRW, 1994 *
	Extracción con Tetrahydrofuran o con Acetonitril; Cuantificación con HPLC-UV/DAD/F *	Hoja de trabajo Nr. 1 de LUA-NRW, 1994 *
	Extracción con Acetona. Adición de Petrolether, Eliminación de la acetona y "clean up" purificación cromatografica del extracto de Petrolether Mezclado con Acetonitril y cuantificación con HPLC-UV/DAD/F	E DIN ISO 13877: 06.95
	Extracción con una solución de Agua/Acetona/Petrolether en presencia de NaCl. Cuantificación con GC-MS o con HPLC- UV/DAD/F	VDLUFA-Manual de metodos. Vol.VII; Manual de sitios contaminados. LFUHE, Vol. 7.
Hexaclorbenzol	Extracción con una mezcla de Acetona/Cyclohexan o una mezcla de Acetona/Petrolether y en su caso una purificación cromatografica después de la eliminación del a Acetona Cuantificación con GC-ECD o GC-MS	E DIN ISO 10382: 02.98
Pentaclorphenol	Extracción con Soxhlet con Heptano o una mezcla de Acetona/Heptano a (50:50), con derivatisacion con Anhídrido de ácido acético. Cuantificación con GC-ECD o GC-MS	E DIN ISO 14154: 10.97
Aldrin, DDT y mezclas de HCH	Extracción con Petrolether o con una mezcla de Acetona/Petrolether y posterior purificación cromatografica. Cuantificación con GC-ECD o GCMS *	E DIN ISO 10382: 02.98 *
	Extracción con una mezcla de Agua/Acetona/Petrolether. Cuantificación con GC-ECD o GC-MS	VDLUFA-Manual de metodos. Vol. VII
Polychlorierte Biphenyle (PCB): en especial 6 congeneres de PCB (Nr. 28, 52, 101,138, 153, 180 según Ballschmiter)	Extracción con Heptano o con una mezcla de Acetona/Petrolether y purificación cromatografica. Cuantificación con GC-ECD y de ser posible GC-MS	E DIN ISO 10382: 02.98
	Extracción con Soxhlet con Heptano, Hexano o con Pentano y con posterior purificación cromatografica en una columna de AgNO ₃ / Kieselgel. Cuantificación GC-ECD o cuando sea posible con GCMS	DIN 38414-20: 01.96
	Extracción con una mezcla de Agua/Acetona/Petrolether en presenciad e NaCl. Cuantificación con GC-ECD o con GC-MS	VDLUFA-Manual de metodos. Vol. VII
Dibenzodioxinas Polycloradas y Dibenzofuranos Polyclorados	Extracción con Soxhlet. Las muestras deberán ser secadas por congelamiento y ser purificadas con Toluol cromatograficamente. Cuantificación con GC-MS	segun el reglamento para lodos activados y en consideracion de DIN 38414-24: 04.98, VDI-Richtlinie 3499 Hoja 1: 03.90
Referencia a la tabla 4	La Norma E DIN ISO 11 047: 06.95 fue reelaborada y publicada como ISO 11 074: 05.98	
Referencia a la tabla 5	La Norma E DIN ISO 13 877: 06.95 fue reelaborada y publicada como DIN ISO 13 877:1.00 La Norma E DIN ISO 14154: 10.97 fue reelaborada y publicada como E DIN ISO 14154:6.98 La Norma DIN 38 414-S24: 06.98 fue reelaborada y publicada como DIN 38 414-S24: 10.00	

Adicción a la tabla 5

Parámetro de análisis	Indicaciones del procedimiento	Método	Rango de medición mínimo
Análisis orientadores cualitativos y semicualitativos	GC-MS-Screening. Extracción con Cyclohexan/Acetona (50 : 50) GC-MS.	Procedimientos de laboratorio estándares	
Carbón orgánico (C _{org}) y Carbon total (C _{Tot}) Después de incineración en seco.	Muestras de suelos secadas en hornos de aire, fracción de suelos fina con Xp 2 mm, molido aun Xp 150 im (para análisis elemental)	DIN ISO 10694: 08.96	10 mg/kg
Total petroleum Hydrocarbons (TPH) Hidrocarburos totales de petróleo (HTP)	1. Secado químico con Na ₂ SO ₄ , extracción con 1,1,2-Trichlortrifluorethan, Purificación cromatografía y medición con espectrometría infrarroja (IR)	ISO/TR 11046: 06.94	20 mg/kg
	2. Extracción con una mezcla (50:50) de Acetona/Petrolether, eliminación del a Acetona. Medición con GC-FID con un inyector adecuado.	ISO DIS 16703: 12.00 *)	100 mg/kg
Hidrocarburos aromáticos volátiles como (BTEX) Benzol, Toluol, Ethylbenzol, Xylole, Styrole, Cumol, Trimethylbenzole y Naphtalin	1. Cubrir muestra con Metanol, traspasar una alícuota en un botella con agua. Análisis de los vapores del "Headspace" con GC-MS, con GC-FID o con GC-PID	DIN 38407 F9-1: 05.91 *)	1 a 10 mg/kg
	2. Extracción con Pentan y medición con GC-MS, con GC-FID o con GC-PID	DIN 38407 F9-2: 05.91	1 bis 10 mg/kg
	3. Extracción con Metanol, Adición de una alícuota en una botella con agua (Purge vessel), método de "Purge and Trap" con Termodesorption, medición con GC-MS, con GC-FID o GC-PID	ISO DIS 15009: 12.98	0,1 mg/kg

Adición a la tabla 5 (Continuación)

Parámetro de análisis	Indicaciones del procedimiento	Método	Rango de medicion minimo
Hidrocarburos aromaticos Políciclicos (HPA) 16 HPA de la US- EPA Acenapthen, Acenaphthylen, Anthracen, Benz[a]anthracen, Benzo[b]fluoranthen, Benzo[k]fluoranthen, Benzo[ghi]perylen, Benzo[a]pyren, Chrysen, Dibenz[a,h]anthracen, Fluoranthen, Fluoren, Indeno[1,2,3-cd]pyren, Naphthalin, Phenanthren, Pyren	1. Extracción con una mezcla de Acetona/Cyclohexano, Purificación (clean-up) cromatográfica. Medición con GC-MS	Hoja de trabajo Nr. 1 de LUA-NRW,1994 *)	0,05 mg/kg por cada substancia
	2. Extracción con Metanol. Medición con HPLC–UV/F	Merkblatt Nr. 1 des LUA - NRW,1994 *)	0,05 mg/kg por cada substancia
	3. Extracción con una mezcla de Agua/Acetona/Petrolether en presencia de NaCl. Medición con GC-MS o con HPLC-UV/F	LfU HE, Handbuch Altlasten, Band 7, Wiesbaden 1998;	0,1 mg/kg por cada substancia
		E DIN 38414-S23: 03.2000	0,05 mg/kg por cada substancia
Clorbenzole: Triclorbenzole bis Hexaclorbenzol	1. Extracción con una mezcla de Acetona/Cyclohexano o con una mezcla de Acetona/Petrolether. Dado el caso purificación cromatografica, separación del a Acetona. Medición con GC-ECD o GC-MS	ISO DIS 10382: 11.00 *)	0,01 a 0,1 mg/kg
	2. Extracción con Pentan o con Cyclohexano. Medición con GC-ECD	DIN 38407-F2: 02.93	0,01 a 0,1 mg/kg
Indice de Phenol	Conversión de la muestra a lodo con agua VE con pH = 0,5, Destilación de vapor de agua (20 g muestra y 150 ml de agua, destilar a 100 ml). Medición con UV/VIS Fotometría	DIN 38409-H16-3: 06.84	0,1 mg/kg
Chlorphenole	Extracción con una mezcla (50:50) de Acetona/Hexano. Separación de la Acetona, Derivatisacion con Acetanhydrid, GCECD o GC-MS	E DIN ISO 14154: 06.98	0,2 a 1 mg/kg
Phenole	Extracción con una mezcla (50:50) de Acetona/Hexano. Separación de la Acetona., Derivatisacion con Acetanhydrid, GCMS o GC-FID	E DIN ISO 14154: 06.98	1 mg/kg

Adición a la tabla 5 (Continuación)

Parámetro de análisis	Indicaciones del procedimiento	Método	Rango de medición mínimo
Hidrocarburos Halogenados fíligeramente volatile (HHLV)	1. La muestra se cubre con Metanol, se traslada una alícuota a una botella con agua. Los vapores del "Headspace" se analizan con GC-ECD o GC-MS	DIN EN ISO 10301: 08.97 (F4)*	0,1 a 1 mg/kg
	2. Extracción con Pentan. Medición con GC-ECD o GC-MS	DIN EN ISO 10301: 08.97 (F4)	0,1 a 1 mg/kg
	3. Extracción con Metanol, se adiciona una alícuota a una botella con agua (Purge vessel). Metodo de "Purge and Trap", enseguida Metodo de Termodesorption. Medicion con GC-ECD o GC-MS	ISO CD 15009: 12.98	0,01 mg/kg
Vinylclorid (VC) Cloretheno (CE)	Cubrir la muestra con Metanol se traslada una alícuota a una botella con agua. Los vapores del "Headspace" se analizan con GC-MS, GC-FID o GC-PID	DIN 38413-P2: 05.88	5 mg/kg
Pesticidas organoclorados Hidrocarburos Halogenados difícilmente volatiles (HHDV) – sin PCB	1. Extracción con una mezcla (50:50) de Petrolether/Acetona. En dado caso purificación cromatografica. Separación del a Aceteno. Medicion con GC-ECD o GC-MS	E DIN ISO 10382: 02.98 *)	0,01 mg/kg
	2. Extracción con una mezclad e Acetona/Petrolether/NaCl. En dado caso purificación cromatografica. Medicion con GC-ECD o GC-MS	Manual de metodos VDLUFA. Vol. VII	0,1 mg/kg
Herbicidas	Extraccion con una mezcla de Acetona/Petrolether/NaCl. En dado caso purificación cromatografica. Medicion con HPLC-UV	ISO/DIS 11264: 10.00	0,01 mg/kg
Extraccion de compuestos halogenados ligados organicamente (EOX)	Extraccion con Soxhlet Extraktion con Heptano, Incineracion a gas Halogeno-Hidrogeno (H-X) asi como su determinacion por medio de Tritracion y Coulometria.	DIN 38414-S17: 11.89	0,2 a 1 mg/kg

3.1.3.2 Eluados y Lixiviados

La determinación analítica de la concentración de contaminantes inorgánicos en lixiviados artificiales (eluados) y lixiviados naturales se deberá llevar a cabo con los procedimientos y métodos señalados en la tabla 6.

La determinación analítica de la concentración de contaminantes orgánicos en lixiviados artificiales (eluados) y lixiviados naturales se deberá llevar a cabo con los procedimientos y métodos señalados en la tabla 7.

La utilización de otros procedimientos de análisis es de fundamentarse, además es de comprobarse que los resultados obtenidos con estos procedimientos sean comparables y compatibles con los resultados obtenidos a través de los procedimientos nombrados en las tablas 6 y 7

Tabla 6 determinación de la concentración de contaminantes inorgánicos en lixiviados naturales y eluados

Parámetro de análisis	Indicaciones del procedimiento	Método
As, Cd, Cr, Co, Cu, Mo, Ni, Pb, Sb, Se, Sn, Tl, Zn	ICP-AES (ICP-MS möglich)	Auf der Grundlage DIN EN ISO 11885: 04.98 *)
Arsenico (As) Antimonio (Sb)	AAS Híbrida	DIN EN ISO 11969: 11.96
Blei (Pb)	AAS	DIN 38406-6: 07.98
Cadmio (Cd)	AAS	DIN EN ISO 5961: 05.95
Cromo total (Cr _{Tot})	AAS	DIN EN 1233: 08.96
Cromo: Cr (VI)	Spektralphotometrie Ionenchromatographie	DIN 38405-24: 05.87 DIN EN ISO 10304-3: 11.97
Cobalto (Co)	AAS	DIN 38406-24: 03.93
Cobre (Cu)	AAS	DIN 38406-7: 09.91
Nickel (Ni)	AAS	DIN 38406-11: 09.91
Mercurio (Hg)	AAS con técnica de enfriamiento	DIN EN 1483: 08.97
Selenio (Se)	AAS	DIN 38405-23: 10.94
Zinc (Zn)	AAS	DIN 38406-8: 10.80
Cianuro total (CN _{Tot}),	Espectralphotometria	DIN 38405-13: 02.81 E DIN EN ISO 14403: 05.98
Cianuro (CN) facilmente liberable	Espectralphotometria	DIN 38405-13: 02.81
Fluor (F-)	Electrodo sensitivo a Fluoridos, Cromatografia de iones	DIN 38405-4: 07.85 DIN EN ISO 10304-1: 04.95
Cianidos	Espectralphotometria	DIN 38405-D14: 12.88
*) A través de medidas adecuadas o con equipo adecuado es de ajustarse el rango de determinación analítica a los objetivos de las investigaciones		

Indicación: Para el mejoramiento del a base de datos y para la elaboración de procedimientos acatables y con carácter obligatorio para el “pronostico de lixiviados” es llevado a cabo actualmente el proyecto conjunto “Pronostico de la introducción de contaminante en el agua freática a través de lixiviados” el cual es apoyado por el ministerio federal de educación y ciencia de Alemania (BMBF).

Adición: Los procedimientos siguientes son adecuados para los análisis de aguas superficiales y aguas freáticas.

Tabla D Parametros fisico-quimicos para analisis de aguas

Parámetro de análisis	Indicaciones del procedimiento	Método
Determinación del color	Photometria	DIN EN ISO 7887: 12.94 (C1)
Determinación de la turbiedad	Photometria	DIN EN ISO 7027: 04.00 (C2)
Sustancia seca cenizas	Gravimetria	DIN 38409-H1: 01.87
Valor de pH		DIN 38404-C5: 01.84
Conductividad eléctrica		DIN EN 27888:11.93 (C8)
Oxígeno disuelto	Electroquimica, Ionometrica	DIN EN 25814: 11.92 (G22) DIN EN 25813: 01.93 (G21)

Tabla E Determinación de Aniones para análisis de aguas

Parámetro de análisis	Indicaciones del procedimiento	Método	Rango de medicion minimo
Fluoridos, Bromidos, Cloritos, Nitrato, o-Fosfato, Sulfato, Nitrito	Cromatografía de iones	DIN EN ISO 10304-1: 04.95 (D19)	0,05 a 0,1 mg/L
Fluoridos	Electro sensitivo a fluoridos	DIN 38405-D4: 07.85	0,2 mg/L
Cianidos	Analítica de fluidos	E DIN EN ISO 14403: 05.98	
Nitrato	Photometria UV/VIS Analítica de fluidos (CFA y FIA)	DIN 38405-D9: 05.79 DIN EN ISO 13395: 12.96 (D28)	0,5 mg/L 0,2 mg/L
Nitrito	Photometria UV/VIS Analítica de fluidos (CFA y FIA)	DIN EN 26777: 04.93 (D10) DIN EN ISO 13395: 12.96 (D28)	0,01 mg/L 0,01 mg/L
Sulfato	Titration	DIN 38405-D5: 01.85	20 mg/L
Sulfitos	Photometria UV/VIS	DIN 38405-D26: 04.89	0,04 mg/L

Tabla F Determinación de elementos durante análisis de aguas

Parámetro de análisis	Indicaciones del procedimiento	Método	Rango de medición mínimo
As, Cd, Cr, Co, Cu, Ni, Mo, Pb, Sb, Se, Sn, Tl, Zn Así como: Ba, Ca, Fe, Mg, Mn, Na, K, Sr,	Atención a los límites y rango de determinación y a perturbaciones debidas a altas concentraciones. Medición con ICP-AES o ICP-MS	DIN EN ISO 11885: 04.98 (E22) DIN 38406-29: 05.99 (E29)	0,05 - 1 mg/L por elemento y por línea de análisis
Ammonio (NH ₄ ⁺)	Photometria UV/VIS Analítica de fluidos (CFA y FIA)	DIN 38406-E5:10.83 DIN EN ISO 11732: 09.97 (E23)	0,03 mg/L 0,1 mg/L
Antimonio (Sb)	AAS	DIN 38405-D32: 05.2000	0,01 mg/L
Bario (Ba) Stroncio (Sr)	AAS	DIN 38406-E28: 05.98 analog für Sr	0,5 mg/L
Plomo (Pb)	AAS	DIN 38406-E6: 07.98	0,5 - 0,005 mg/L
Cadmio (Cd)	AAS	DIN EN ISO 5961: 05.95 (E19)	0,05 - 0,001 mg/L
Calcio (Ca) Magneccio (Mg)	AAS	DIN EN ISO 7980: 07.00	0,2 - 0,05 mg/L
Cromo total (Cr _{Tot})	AAS	DIN EN 1233: 08.96 (E10)	0,5 - 0,005 mg/L
Cromo Cr(VI)	Photometria UV/VIS Cromatografía de iones	DIN 38405-D24: 05.87 DIN EN ISO 10304-3: 11.97 (D22)	0,05 mg/L 0,05 mg/L
Hierro (Fe)	AAS	DIN 38406-E32: 05.00	5 - 0,002 mg/L
Sodio (Na) Potacio (K)	Fotometria de Flama AAS	DIN ISO 9964-3: 08.96 (E27) DIN 38406-E14: 07.92 DIN 38406-E13: 07.92	1 - 2 mg/L
Cobalto (Co)	AAS	DIN 38406-E24: 03.93	0,2 - 0,005 mg/L
Cobre (Cu)	AAS	DIN 38406-E7: 09.91	0,1 - 0,002 mg/L
Mangano (Mn)	AAS	DIN 38406-E33: 06.00	0,2 - 0,001 mg/L
Nickel (Ni)	AAS	DIN 38406-E11: 09.91	0,5 - 0,001 mg/L
Mercurio (Hg)	AAS- tecnica de enfriamiento AAS- tecnica de amalgama	DIN EN 1483: 08.97 (E12) DIN EN 12338: 10.98 (E31)	0,1 µg/L 0,01 µg/L
Thallio (Tl)	ET-AAS	DIN 38406-E26: 07.97	0,002 mg/L
Zink (Zn)	AAS	DIN 38406-E8: 10.80	0,05 - 0,0005 mg/L

Tabla G Determinación de parámetros de suma durante análisis de aguas

Parámetro de análisis	Indicaciones del procedimiento	Método	Rango de medición mínimo
Demanda Química de oxígeno (DQO)	Titración	DIN 38409-H4112.80	15 mg/L
Fósforo (P)	Apertura de muestra por oxidación. Medición con Fotometría UV/VIS	DIN EN 1189: 12.96 (D11)	5 g/L
Nitrogeno total (N _{Tot})	Reducción catalítica Destilación y Titración	DIN EN 25663: 11.93 (H11)	1 mg/L

Tabla 7 Determinación de la concentración de Contaminantes orgánicos en lixiviados de suelos

Parámetro de análisis	Indicaciones del procedimiento	Método
Benzol	GC-FID	DIN 38407-9: 05.91 *
BTEX	GC-FID, Considerar cargas de elementos de la matrix del suelo.	DIN 38407-9: 05.91
Hidrocarburos Halogenados fácilmente volátiles (HHLV)	GC-ECD	DIN EN ISO 10301: 08.97
Aldrin	GC-ECD (GC-MS cuando sea posible)	DIN 38407-2: 02.93
DDT	GC-ECD (GC-MS cuando sea posible)	DIN 38407-2: 02.93
Phenoles	GC-ECD	ISO/ DIS 8165-2: 01.97
Clorphenoles	GC-ECD o GC-MS GC-ECD oder GC-MS	ISO/ DIS 8165-2: 01.97 DIN EN 12673 (F15): 05.99
Clorbenzoles	GC-ECD (GC-MS cuando sea posible)	DIN 38407-2: 02.93
PCB, Total	GC-ECD o GC-MS	DIN EN ISO 6468: 02.97 DIN 51527-1: 05.87 DIN 38407-3: 07.98
HPA, Totales	HPLC-F	DIN 38407-8: 10.95
Naphthalin	GC-FID oder GC-MS	DIN 38407-9: 05.91
Hidrocarburos Totales de Petroleo (HTP)	Extracción con Petrolether. Cuantificación con Cromatografía de gases (GC)	ISO/TR 11046: 06.94
*) Adaptación de el rango de medición es necesaria		

Indicaciones para la tabla 7:

Actualmente se halla en elaboración la normatividad de los procedimientos y los métodos analíticos señalados en el reglamento alemán de protección de suelos (BBodSchV) para la elaboración en laboratorio de lixiviados artificiales en laboratorio para una determinación analítica de contaminantes orgánicos. Una validación de determinaciones de parámetros específicos es llevada a cabo en la actualidad.

El procedimiento para elaboración de lixiviados artificiales en laboratorio esta siendo modificado y desarrollado por la saltas perdidas de componentes orgánicos volátiles, que se presentan. Un procedimiento oficial se esta desarrollando dentro del proyecto conjunto "Pronostico de la introducción de contaminante sen el agua freática a traves de lixiviados" el cual esa poyado por el ministerio federal de educación y ciencia de

Alemania (BMBF). La norma acerca de los Phenoles: ISO/DN 8165-2: 01.97 fue modificada y publicada como ISO 8165-2: 07.99.

Adicción: Los siguientes procedimientos son adecuados para el análisis de aguas superficiales y freáticas (subterráneas)

Tabla H Determinación de contaminantes orgánicos en aguas superficiales y aguas freáticas (subterráneas)

Parámetro de análisis	Indicaciones del procedimiento	Método	Rango de medición mínimo
Hidrocarburos Totales de Petróleo (HTP)	Extracción con una mezcla de Acetona/Petrolether, Purificación cromatográfica. Medición con GC-FID	ISO FDIS 9377-2: 10.00 E DIN EN ISO 9377-4: 07.99 (H53)	0,1 mg/L
Hidrocarburos aromáticos volátiles (BTEX): Naphthalin, Benzol, Toluol, Ethylbenzol, Xylol, Stryrol, Cumol, Trimethylbenzole	1. Análisis de los vapores en el „Headspace“. Medición con GC-MS o GC-FID	DIN 38 407-F9-1: 05.91	5 µg/L
	2. Extracción con Pentano. Medición con GC-MS o GC-FID	DIN 38 407-F9-2: 05.91	5 µg/L
Hidrocarburos Policíclicos Aromáticos (HPA) 6 HPA según el reglamento de aguas	Extracción con Hexano. Medición con HPLC-UV/F, GC-MS	DIN 38407-F18: 05.99	0,01 bis 0,1 µg/L
Clorbenzole: Clorbenzole bis Hexaclorbenzole	1. Extracción con Pentano o Hexano. En dado caso Purificación cromatográfica. Medición con GC-MS o GC-ECD	DIN 38407-F2: 02.93	0,05 bis 0,5 µg/L
	2. Extracción con Pentano o Hexano o Petrolether. En dado caso Purificación cromatográfica. Medición con GC-MS o GC-ECD	DIN EN ISO 6468: 02.97 (F1)	0,05 bis 5 µg/L
Hidrocarburos Halogenados fácilmente volátiles (HHFV)	1. Análisis de los vapores en el „Headspace“. Medición con GC-MS o GC-ECD	DIN EN ISO 10301: 08.97 (F4) *)	0,01 bis 5 µg/L
	2. Extracción con Pentano. Medición con GC-MS o GC-ECD	DIN EN ISO 10301: 08.97(F4)	0,01 bis 5 µg/L
Vinylclorid (Clorethen)	Análisis de los vapores en el „Headspace“. Medición con GC-MS o GC-FID	DIN 38413-P2: 05.88	5 µg/L
Clorphenole	Extracción con Hexano, Derivatisación con Acetanhydrid. Medición con GC-MS o GC-ECD	DIN EN 12673 (F15): 05.99	0,1 µg/L

Tabla H (continuación) Determinación de contaminantes orgánicos en aguas superficiales y aguas freáticas (subterráneas)

Parámetro de análisis	Indicaciones del procedimiento	Método	Rango de medición mínimo
Phenoles	1. Extracción con Hexano después de acidificar. Derivatización con Pentafluorbenzoylclorid. Medición con GCE CD	ISO DIS 8165-2: 07.99	0,1 µg/L
	2. Extracción con Hexano después de acidificar. Derivatización con Pentafluorbenzoylchlorid. Medición con GCMS, GC-FID	DIN EN 12673 (F15): 05.99	1 µg/L
Pesticidas organoclorados y Hidrocarburos Halogenados difícilmente volátiles	Extracción con Hexano, Purificación cromatográfica. Medición con GC-ECD o GC-MS	DIN 38407-F2: 02.93	0,01 µg/L
Biphenylos Policlorados (PCB), IUPAC Nr.: 28, 52, 101, 138, 153, 180	Extracción con Hexano y en caso de Purificación cromatográfica. Medición con GC-ECD o GC-MS	E DIN 38407-F3: 07.98 DIN 38407-F2: 02.93	0,01 µg/L por cada sustancia
Índice de Phenol	Sin Destilación y Extracción de colorante	DIN 38 409-H 16-1: 06.84	0,01 mg/L
	Con destilación sin extracción de colorante	DIN 38 409-H 16-2: 06.84	0,01 mg/L
	Photometria UV/VIS-	DIN 38 409-H 16-3: 06.84	0,01 mg/L
Compuestos Halogenados ligados orgánicamente y Adsorbidos (AOX)	Adsorción en carbon activo. Incineración a compuestos Halogeno-Hidrogeno (X-H). Determinación por Titulación y Coulometria	DIN EN 1485: 11.96 (H14)	0,01 mg/L
Compuestos Halogenados ligados orgánicamente y extraíbles (EOX)	Extracción con Pentano, Hexano o Heptano. Incineración a compuestos Halogeno-Hidrogeno (X-H). Determinación por Titulación y Coulometria	DIN 38409-H 8: 09.84	0,02 mg/L
Carbon Organico Total (TOC)	Transformación de Carbono orgánico a CO ₂	DIN EN 1484: 08.97 (H14) ISO 8245: 03.99	0,1 mg/L
Plaguicidas y herbicidas que contienen (N y P)	Enriquecimiento a Material RP 18. Elusión con solventes. Medición con GC-PND	DIN 38 407-F6: 04.95 ISO 15913: 04.00	0,05 µg/L
Otros plaguicidas y herbicidas	Enriquecimiento a Material RP 18. Elusión con solventes. Medición con HPLC-UV	DIN EN ISO 11369: 11.97 (F12)	0,05 µg/L
Ácidos Phenoxyalcancarboxilados	Después de extracción solidolíquida y derivatización. Medición con GC-MS	DIN 38 407-F14: 10.94 DIN 38407-F20: 09.00	0,05 µg/L

3.2 investigaciones de gases de suelos

Adición:

Tabla 8 Procedimientos químicos para la determinación de los gases de suelos.

Parámetro de análisis	Indicaciones del procedimiento	Método
Compuestos orgánicos con puntos de ebullición bajos	1. Enriquecimiento con carbon activado o con XAD-4 y Desorción con solventes orgánicos. Medición con GC-MS o GC-FID o GC-PID	VDI 3865 Blatt 3: 06.98
	2. Procedimiento directo o con un envase de recolección de gases. Medición con GC-MS o GC-FID o GC-PID	E VDI 3865 Blatt 4: 07.99

3.3 Procedimiento para la evaluación de la introducción de contaminantes desde superficies contaminadas en agua freática.

Las concentración y cargas de contaminantes en lixiviados y la introducción de contaminantes en el agua freática (subterránea) en el área de transición entre la zona no saturada y la zona saturada (sitio de enjuiciamiento) pueden ser apreciados o tazados. Se dan de otra manera circunstancias favorables que permitan un muestreo de lixiviados en el sitio de enjuiciamiento. La apreciación puede ser ejecutada a través de cálculos y conclusiones retro

Esto puede realizarse con muestreos del agua subterránea en la parte superior (entrada) de la corriente y en la parte inferior (salida) de la corriente con consideración de la concentración de sustancias en corriente de entrada al sitio contaminado, de la dilución de contaminantes y del comportamiento de los contaminantes en las zonas saturada e insaturada del suelo así como del inventario de contaminantes en el suelo. Esto en base a investigaciones in-situ o en base a investigaciones de laboratorio de los materiales de suelos (elusión o extracción), durante determinaciones de sustancias inorgánicas en especial durante la elusión con agua según lo indicado en la tabla 2. También cuando se utilicen modelos de transporte. Las concentraciones de sustancias en los lixiviados pueden ser igualadas con extractos de suelos saturados en el sitio de muestreo. Apreciaciones bajo la consideración de resultados de análisis según la tabla 6 son permisibles, siempre que la igualdad de los resultados en especial en relación a los resultados obtenidos para extractos de suelos saturados sea asegurada. Resultados analíticos solo pueden ser utilizados cuando se aplique una filtración como se señala en el punto 3.1.2 de este ordenamiento. Cuando se determinen sustancias orgánicas a partir de pruebas con columnas de suelos con consideración de las condiciones del sitio en el punto de muestreo y en especial en relación al tiempo de contacto, esto se hará según los procedimientos establecidos en la tabla 7.

Los resultados de análisis de lixiviados, agua subterránea, extractos y lixiviados artificiales (eluidos) son de documentarse con el procedimiento de análisis utilizado. El pronóstico y apreciación de la composición y cargas de los lixiviados para el área de

transición entre la zona saturada e la insaturada del suelo son de fundamentarse y mostrarse. Para esta apreciación son de utilizarse procedimientos que hayan sido ya utilizados con éxito. En cada caso deberá de realizarse un peritaje para preguntas específicas.

Indicación: Para el mejoramiento de la base de datos y para la elaboración de una metodología para el pronóstico de producción de lixiviados es llevado a cabo el proyecto “Pronóstico de la introducción de contaminante en el agua freática a través de lixiviados” el cual es apoyado por el ministerio federal de educación y ciencia de Alemania (BMBF).

De manera complementaria son de seguirse las siguientes indicaciones:

Cuando en caso de un cambio de un suelo o en un sitio contaminado sea de esperarse una intrusión de lixiviados ácidos, de un agente solvente o de un cambio de potencial de redox son de utilizarse otros procedimientos de extracción.

Para la apreciación de la introducción de contaminantes para el área de transición entre la zona saturada e la insaturada del suelo son de considerarse la capacidad de biodegradación y de absorción de la zona no saturada del suelo. En ello son importantes y deberán considerarse los siguientes criterios:

(a) Profundidad a el nivel freático, (b) tipo de suelo, (c) contenido de sustancia orgánica (humus), (d) valor de pH, (e) tasa de recarga del acuífero, tasa de infiltración, (f) movilidad y biodegradación de contaminantes y sustancias.

Debido a los conocimientos científicos que yacen sobre este tema la influencia de estos factores sobre la retención de los contaminantes en la zona no saturada del suelo es de evaluarse. La aplicación de modelos de transporte es útil para este fin. Durante un muestreo directo y análisis de lixiviados son de considerarse la dinámica de cambios climáticos.

4 Aseguramiento de la calidad

Las exigencias que a continuación se describen representan las exigencias mínimas. Es de comprobarse en cada caso si son suficientes y si son adecuadas a los cuestionamientos y tareas de cada caso en particular.

4.1 Muestreo y almacenamiento de muestras

La determinación de el sitio y puntos de muestreo así como de la profundidad de muestreo son de realizarse por personal calificado.

Adición: para evitar que sucedan perdidas de información deberá de ejecutar el muestreo la misma persona que realiza el informe o por lo menos durante el muestreo deberá estar esta persona presente.

El muestreo, el transporte de muestras así como su almacenamiento deberán de ser realizadas de tal manera que una influenciación debida al procedimiento de trabajo, a los materiales y equipo así como a las condiciones de almacenamiento sobre las características químicas, fisicoquímicas y biológicas del material de muestreo pueda ser excluida en lo posible.

El muestreo es de documentarse. Esta documentación deberá contener todas las informaciones relevantes para los análisis de laboratorio y la evaluación e interpretación de resultados, en especial datos acerca de: la hora y fecha del muestreo, el muestreador, la localización de la superficie a ser explorada, localización de los puntos de muestreo en esta superficie, la denominación de la superficie, la profundidad de muestreo, los horizontes del suelo según las reglas geológicas de cartografiado de estratos, un índice o perfil de horizontes y estratos, el procedimiento de muestreo y perforación, el uso de la superficie actual y pasado, informaciones sobre actividades realizadas sobre la superficie previas a la contaminación, Las normas que atañen al caso y las reglas e indicaciones técnicas validas que deberán acatarse para asegurar la calidad.

Adición: Un interpretación uniforme y una documentación uniforme es la premisa fundamental para poder interpretar y evaluar los resultados de exploraciones y muestreos.

Además de los datos e informaciones arriba mencionadas que son requeridas por el reglamento de protección de suelos de Alemana en su anexo 1 son de especial importancia para la protocolización de las exploraciones sobre superficies federales los siguientes rubros:

- 1) Denominación de la muestra,
- 2) Un mapa o esquema con la localización de los puntos de muestreo dentro del área explorada,
- 3) Las condiciones meteorológicas,
- 4) Los métodos geológicos para la extracción de muestras,

- 5) Características de los puntos de muestreo como lo son intervalo de perforación, profundidad de perforación, sellamiento
- 6) Perfil de horizontes y estratos,
- 7) Descripción de el tipo, localización y distribución de materiales ajenos (como lo son residuos, materiales de construcción etc) y sus fracciones gravimétricas,
- 8) Indicaciones y observaciones a simple vista acerca de la contaminación y acerca de sucesos relevantes,
- 9) Tipo de muestra (muestra simple o compuesta),
- 10) Tipo y denominación del equipo de muestreo,
- 11) Datos de los contenedores de muestras; botellas de vidrio u otras,
- 12) Datos sobre la conservación y almacenamiento de las muestras,
- 13) Informaciones acerca de análisis y pruebas realizadas en el sitio de muestreo,
- 14) Los resultados y documentación del procedimiento de perforación con perfiles de los núcleos de perforación,
- 15) Excavaciones u otros procedimientos de obtención de muestras son de documentarse gráficamente y en dado caso de completarse con material fotográfico,

Para la documentación de los perfiles geológicos son de utilizarse las simbologías y métodos reconocidos, Excavaciones son de documentarse en tres dimensiones y no solo en la profundidad. Una descripción lineal de los perfiles y horizontes estratigráficos no es suficiente, esta deberá de darse en tres dimensiones.

4.2 Manejo de muestras y su análisis

Medidas internas y externas para asegurar la calidad de los análisis son de llevarse a cabo, de vigilarse y documentarse en especial a lo referente a la reproductividad, precisión y rectitud de los resultados de los análisis e investigaciones.

Medidas internas de control de la calidad de las investigaciones y análisis son:

- 1) Ejecución independiente de determinaciones múltiples,
- 2) Calibración de equipos y materiales de prueba,
- 3) Utilización de materiales certificados o utilización de materiales de referencia internos en los laboratorios de análisis para comprobar la calidad y reproductividad de la mediciones y su rectitud,
- 4) Controles de plausibilidad de los resultados de los análisis,

Medidas de control de calidad externas son:

- 1) Tomar parte en determinaciones comparativas y en especial en determinaciones en círculo entre distintos laboratorio con las mismas muestras.

El rango y los límites inferiores de determinación son de darse explícitamente. El procedimiento de determinación es de elegirse de tal manera que tantos los valores de prueba, de toma de medidas y de prevención sean distinguibles y evaluables. Tales procedimientos son de documentarse.

Adición: Los informes escritos de los análisis. Estos informes deberán contener además de las informaciones ya mencionadas, los siguientes datos:

- 1) Procedimiento de muestreo y extracción de muestras del suelo,
- 2) Cantidad de muestra,
- 3) Fecha y hora de la toma de la muestra y para muestras que contengan sustancias volátiles la fecha del análisis,
- 4) El rango y los límites inferiores de determinación debidos a los equipos utilizados,
- 5) Inseguridad estadística de medición de los análisis realizados, exactitud de método de análisis utilizado en relación a la homogeneidad de la muestra utilizada y en relación a la inseguridad de la toma de muestras en el caso de que esta sea conocida,
- 6) Método de análisis y sus posibles desviaciones,
- 7) Fracciones de las distintas partes de la muestra, concentración referida a sustancia seca determinada a 105°C,

Debido al significado de las decisiones que se apoyan en los resultados de la fase orientadora de las exploraciones de caracterización son de realizarse por lo general determinaciones dobles. Para el caso de muestras que contengan sustancias volátiles son de tomarse 2 muestras, que hayan sido tomadas de la misma zona petrográfica y de ser posible a la misma profundidad y que puedan resultar comparativas. Ambas muestras son de analizarse. El orden de la serie de muestras durante el muestreo es de documentarse. En el tren del muestreo durante la fase de exploración detallada son de tomarse y ejecutarse en aproximadamente 20 % de las muestras determinaciones dobles. Para muestras que contengan sustancias volátiles son suficientes por regla general la toma de dos muestras de la misma profundidad y su análisis. Para análisis de aguas y gases de suelos son determinaciones dobles continuas no necesarias. Son ejecutadas determinaciones dobles por el laboratorio de pruebas, son de darse y documentarse los resultados de los análisis de cada determinación en el informe. Desviaciones marcadas de los resultados analíticos también son de documentarse y darse en el informe. Es de ponerse a disposición del laboratorio las cantidades de muestra necesarias para la ejecución de determinaciones analíticas dobles, esto es de acordarse de manera anterior entre el muestreador y el laboratorio antes de llevarse a cabo el muestreo.

4.3 Evaluación

Como es conocido tienen la estrategia de muestreo, el procedimiento geológico de obtención de muestras (perforación y toma de muestra), el transporte y el almacenamiento de muestras una influencia decisiva sobre los resultados de los análisis de muestras de suelos. El reglamento de la ley de protección de suelos no contiene procedimientos concretos para la evaluación por ello deja la elección del procedimiento de evaluación al libre albedrío de la autoridad que ejecuta la evaluación debido a la gran cantidad de circunstancias y cuestionamientos específicos de cada caso. Es por ello que los límites permisibles contenidos en la ley y que han sido dado como medida de la contaminación para la evaluación de los resultados analíticos del muestreo son de utilizarse como valores de "Orientación" y son de utilizarse con el cuidado específico a cada caso y no podrán ser utilizados como único fundamento de una decisión.

5 índice de símbolos y abreviaturas

5.1 Unidades de medicion

1 ng (Nanogramo) = 10^{-9} g = 0,000 000 001 Gramo
1 µg (Mikrogramo) = 10^{-6} g = 0,000 001 Gramo
1 mg (Milligramo) = 10^{-3} g = 0,001 Gramo
1 kg (Kilogramo) = 10^3 g = 1000 Gramo
1 µm (Mikrometro) = 10^{-6} m = 0,000 001 Metro
1 mm (Millimetro) = 10^{-3} m = 0,001 Metro
1 cm (Centímetro) = 10^{-2} m = 0,01 Metro
1 ha (Hectárea) = 10^4 m² = 10000 metros cuadrados
°C = Grados Celsius

5.3 Instrumentos y métodos analíticos

AAS	Espectrometría de Absorción Atómica
ET AAS	Espectrometría de Absorción Atómica con excitación electro-termal
ICP-AES	Espectrometría de Emisión Atómica con Inducción Conectada de Plasma
GC	Cromatografía de gases
HPLC	Cromatografía líquida de alto rendimiento o presión
DAD	Dioden-Array-Detector
ECD	Detector de Electrones
FID	Detector de Ionización de Flama
FD	Detector de Fluorescencia
UV	Detector de Luz Ultravioleta
MS	Espectrometro de masa

5.3 Otras abreviaturas

TS o SS	Sustancia seca
I-Teq	Equivalente Tóxico Internacional
PTFE	Polytetrafluorethylen

6 Congeneres del PCB (PCB6) según Ballschmiter:

Nr. 28: 2,4,4' Trichlorbiphenyl
Nr. 52: 2,2',5,5' Tetrachlorbiphenyl
Nr. 101: 2,2',4,5,5' Pentachlorbiphenyl
Nr. 138: 2,2',3,4,4',5' Hexachlorbiphenyl
Nr. 153: 2,2',4,4',5,5' Hexachlorbiphenyl
Nr. 180: 2,2',3,4,4',5,5' Heptachlorbiphenyl

Los 16 PAH de la EPA:

1-2 Anillos	3 Anillos	3-4 Anillos	Más de 4 anillos
Naphthalin	Phenanthren	Benz(a)anthracen	Benzo(a)pyren
Acenaphthylene	Anthracen	Chrysen	Dibenz(a,h)anthracen
Acenaphthen	Fluoranthen	Benzo(b)fluoranthen	Indeno(1,2,3-cd)pyren
Fluoren	Pyren	Benzo(k)fluoranthen	Benzo(g,h,i)perylene

6 Normas, reglas técnicas, métodos y fuentes bibliográficas.

6.1 Normen

DIN EN ISO 10301: 08.97

Wasserbeschaffenheit – Bestimmung leichtflüchtiger halogener Kohlenwasserstoffe – Gaschromatographische. Verfahren (ISO 10301: 1997); Deutsche Fassung EN ISO 10 301:1997 (F4)

DIN EN ISO 10304-1: 04.95

Wasserbeschaffenheit – Bestimmung der gelösten Anionen. Fluorid, Chlorid, Nitrit, Orthophosphat, Bromid, Nitrat und Sulfat mittels Ionenchromatographie Teil 1: Verfahren für gering belastete Wässer (ISO 10304-1: 1992); Deutsche Fassung EN ISO 10304-1: 1995 (D 19)

DIN EN ISO 10304-3: 11.97

Wasserbeschaffenheit – Bestimmung der gelösten Anionen mittels Ionenchromatographie – Teil 3: Bestimmung von Chromat, Iodid, Sulfit, Thiocyanat und Thiosulfat (ISO 10304-3: 1997); Deutsche Fassung EN ISO 10304-3: 1997 (D 22)

E DIN ISO 10381-1: 02.96

Bodenbeschaffenheit – Probenahme – Teil 1: Anleitung zur Aufstellung von Probenahmeprogrammen (ISO/DIS 10381-1: 1995)

E DIN ISO 10381-2: 02.96

Bodenbeschaffenheit – Probenahme – Teil 2: Anleitung für Probenahmeverfahren (ISO/DIS 10381-2: 1995)

E DIN ISO 10381-3: 02.96

Bodenbeschaffenheit – Probenahme – Teil 3: Anleitung zur Sicherheit (ISO/DIS 10381-3: 1995)

E DIN ISO 10381-4: 02.96

Bodenbeschaffenheit – Probenahme – Teil 4: Anleitung für das Vorgehen bei der Untersuchung von natürlichen, naturnahen und Kulturstandorten (ISO/DIS 10381-4: 1995)

E DIN ISO 10381-5: 12.98

Bodenbeschaffenheit – Probenahme – Teil 5: Anleitung für das Vorgehen bei der Untersuchung von Bodenkontaminationen auf urbanen und industriellen Standorten (ISO/DIS 10381-5)

E DIN ISO 10382: 02.98

Bodenbeschaffenheit – Gaschromatographische Bestimmung des Gehaltes an polychlorierten Biphenylen (PCB) und Organopestiziden (OCP) (ISO/CD 10382:1995)

ISO/DIS 10382: 11.00

Bodenbeschaffenheit – Bestimmung von Organochlorpestiziden und polychlorierten Biphenylen – Gaschromatographisches Verfahren mittels Elektroneneinfangdetektor

DIN ISO 10390: 05.97

Bodenbeschaffenheit – Bestimmung des pH-Wertes (ISO 10390:1994)

DIN ISO 10694: 08.96

Bodenbeschaffenheit – Bestimmung von organischem Kohlenstoff und Gesamtkohlenstoff nach trockener Verbrennung (Elementaranalyse) (ISO 10694: 1995)

ISO/ TR 11046: 06.94

Soil quality – Determination of mineral oil content –Methods by infrared spectrometry and gas chromatographic method

ISO/TR 11046: 06.94

Bodenbeschaffenheit – Bestimmung des Mineralölgehaltes – Verfahren mittels Infrarot-Spektrometrie und gaschromatographisches Verfahren

E DIN ISO 11047: 06.95

Bodenbeschaffenheit – Bestimmung von Cadmium, Chrom, Cobalt, Kupfer, Blei, Mangan, Nickel und Zink –Flammen- und elektrothermisches atomabsorptionsspektrometrisches Verfahren (ISO/DIS 11047)

ISO 11047: 05.98

Bodenbeschaffenheit – Bestimmung von Cadmium, Chrom, Kobalt, Kupfer, Blei, Mangan, Nickel und Zink – Flammen- und elektrothermisches atomabsorptionsspektrometrisches Verfahren

DIN ISO 11074-1: 06.97

Bodenbeschaffenheit – Wörterbuch – Teil 1: Begriffe und Definitionen aus dem Bereich Bodenschutz und Bodenkontamination (ISO 11074-1: 1996)

ISO 11074-2:11.98

Bodenbeschaffenheit – Wörterbuch – Teil 2: Begriffe und Definitionen zur Probenahme

DIN ISO 11261: 05.97

Bodenbeschaffenheit- Bestimmung von Gesamtstickstoff – Modifiziertes Kjeldahl-Verfahren (ISO 11261: 1995)

E DIN ISO 11262: 06.94

Bodenbeschaffenheit – Bestimmung von Cyaniden

E DIN ISO 11262: 06.94

Bodenbeschaffenheit – Bestimmung von Cyanid (ISO/ CD 11262: 1993)

ISO/DIS 11262: erscheint 2001

Soil Quality – Determination of Cyanide

ISO/DIS 11264: 10.00

Soil quality - Determination of herbicides using HPLC with UV detection

DIN ISO 11265: 06.97

Bodenbeschaffenheit – Bestimmung der spezifischen elektrischen Leitfähigkeit (ISO11265:1994/Cor.1:1996)

E DIN ISO 11272: 01.94

Bodenbeschaffenheit – Bestimmung der Trockenrohddichte (ISO/ DIS 11272: 1992)

DIN ISO 11272: 01.01 (in Vorbereitung)

Bodenbeschaffenheit – Bestimmung der Trockenrohddichte (ISO 11272:1998)

E DIN ISO 11277: 06.94

Bodenbeschaffenheit – Bestimmung der Partikelgrößen-verteilung in Mineralböden – Verfahren durch Sieben und Sedimentation nach Entfernen der löslichen Salze, der organischen Substanz und der Carbonate (ISO/ DIS 11277: 1994)

ISO 11277: 05.98

Bodenbeschaffenheit – Bestimmung der Partikelgrößenverteilung in Mineralböden – Verfahren mittels Sieben und Sedimentation

DIN EN ISO 11369: 11.97 (F 12)

Wasserbeschaffenheit – Bestimmung ausgewählter Pflanzenbehandlungsmittel – Verfahren mit der Hochauflösungs- Flüssigkeitschromatographie mit UV-Detektion nach Fest- Flüssig-Extraktion (ISO 11369: 1997); Deutsche Fassung EN ISO 11369: 1997

DIN ISO 11464: 12.96

Bodenbeschaffenheit – Probenvorbehandlung für physikalisch-chemische Untersuchungen (ISO/ DIS 11464:1994)

DIN ISO 11465: 12.96

Bodenbeschaffenheit – Bestimmung des Trockenrückstandes und des Wassergehalts auf Grundlage der Masse – Gravimetrisches Verfahren (ISO 11465: 1993)

DIN ISO 11466: 06.97

Bodenbeschaffenheit – Extraktion in Königswasser löslicher Spurenelemente (ISO 11466: 1995)

DIN EN ISO 11732: 09.97 (E 23)

Wasserbeschaffenheit – Bestimmung von Ammoniumstickstoff mit der Fließanalyse (CFA und FIA) und spektrometrischer Detektion (ISO 11732: 1997); Deutsche Fassung EN ISO 11732: 1997

DIN EN ISO 11885: 04.98

Wasserbeschaffenheit – Bestimmung von 33 Elementen durch induktiv gekoppelte Plasma-Atom-Emissionsspektrometrie (ISO 11885: 1996); Deutsche Fassung EN ISO 11885: 1997

DIN EN 1189: 12.96 (D 11)

Wasserbeschaffenheit – Bestimmung von Phosphor – Photometrisches Verfahren mittels Ammoniummolybdat; Deutsche Fassung EN 1189:1996

DIN EN ISO 11969: 11.96

Wasserbeschaffenheit – Bestimmung von Arsen – Atomabsorptionsspektrometrie (Hydridverfahren)

DIN EN 1233: 08.96

Wasserbeschaffenheit – Bestimmung von Chrom – Verfahren mittels Atomabsorptionsspektrometrie; Deutsche Fassung EN 1233: 1996

DIN EN 12338: 10.98 (E 31)

Wasserbeschaffenheit – Bestimmung von Quecksilber - Verfahren nach Anreicherung durch Amalgamierung ; Deutsche Fassung EN 12338: 1998

DIN EN 12673: 05.99

Wasserbeschaffenheit – Gaschromatographische Bestimmung einiger ausgewählter Chlorphenole in Wasser; Deutsche Fassung EN 12673: 1998

DIN 1319-3: 05.9

Grundlagen der Messtechnik – Teil 3: Auswertung von Messungen einer einzelnen Messgröße, Messunsicherheit

DIN 1319-4: 12.85

Grundbegriffe der Messtechnik; Behandlung von Unsicherheiten bei der Auswertung von Messungen

DIN 1319-4: 02.99

Grundlagen der Messtechnik – Teil 4: Auswertung von Messungen; Messunsicherheit

DIN EN ISO 13395: 12.96 (D 28)

Wasserbeschaffenheit – Bestimmung von Nitritstickstoff, Nitratstickstoff und der Summe von beiden mit der Fließanalytik (CFA und FIA) und spektrometrischer Detektion (ISO 13395: 1996); Deutsche Fassung EN ISO 13395:1996

E DIN ISO 13877: 06.95

Bodenbeschaffenheit – Bestimmung von polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) – Hochleistungs- Flüssigkeitschromatographie-(HPLC) Verfahren (ISO/DIS 13877)

DIN ISO 13877: 01.00

Bodenbeschaffenheit – Bestimmung von polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffen – Hochleistungs- Flüssigkeitschromatographie-(HPLC-) Verfahren (ISO 13877: 1998)

E DIN ISO 14154: 10.97

Bodenbeschaffenheit – Bestimmung von ausgewählten Chlorphenolen in Böden – Gaschromatographisches Verfahren (ISO/CD 14154: 1997)

E DIN ISO 14154: 06.98

Bodenbeschaffenheit – Bestimmung von ausgewählten Chlorphenolen in Böden – Gaschromatographisches Verfahren (ISO/CD 14154:1998)

E DIN EN ISO 14403: 05.98

Wasserbeschaffenheit – Bestimmung des gesamten Cyanids und des freien Cyanids mit der kontinuierlichen Fließanalytik (ISO/DIS 14403: 1998); Deutsche Fassung prEN ISO 14403: 1998

E DIN ISO 14507: 02.96

Bodenbeschaffenheit – Probenvorbehandlung für die Bestimmung von organischen Verunreinigungen in Böden (ISO/DIS 14507)

DIN EN 1483: 08.97

Wasserbeschaffenheit – Bestimmung von Quecksilber; Deutsche Fassung EN 1483: 1997 (E 12)

DIN EN 1485: 11.96

Wasserbeschaffenheit – Bestimmung adsorbierbarer organisch gebundener Halogene (AOX); Deutsche Fassung EN1485:1996

ISO/DIS 14869-1: 02.98

Bodenbeschaffenheit – Bestimmung des Gesamtgehalts von Spurenelementen – Teil 1: Aufschluss mit Flusssäure und Perchlorsäure

ISO/DIS 14869-2: 02.98

Bodenbeschaffenheit – Bestimmung des Gesamtgehalts von Spurenelementen – Teil 2: Alkalischer Schmelzaufschluss

ISO/DIS 15009: 12.98

Bodenbeschaffenheit – Gaschromatographische Bestimmung des Gehalts an flüchtigen aromatischen Kohlenwasserstoffen, Naphthalen und flüchtigen halogenierten Kohlenwasserstoffen – Purge-und-Trap-Verfahren mit thermischer Desorption

ISO 15913: 04.00

Wasserbeschaffenheit – Bestimmung ausgewählter phenoxyalkanischer Herbizide, Bentazon und Hydroxynitrilen mittels Gaschromatographie und Massenspektrometrie nach Fest-Flüssig-Extraktion und Derivatisierung

ISO/CD 16703: 12.00

Soil quality – Determination of mineral oil content by gas chromatography

IIISO/CD 16772: XX.2001

Soil Quality – Determination of Mercury in Aqua Regia Soil Extracts

DIN EN ISO/IEC 17025: 04.00

Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien (ISO/IEC 17025: 1999);
Dreisprachige Fassung EN ISO/IEC 17025: 2000

DIN 18123: 11.96

Baugrund – Untersuchung von Bodenproben – Bestimmung der Korngrößenverteilung

DIN 19682-2: 04.97

Bodenuntersuchungsverfahren im Landwirtschaftlichen Wasserbau – Felduntersuchungen – Teil 2:
Bestimmung der Bodenart

DIN 19683-2: 04.97/IN 19683-2: 04.73

Bodenuntersuchungsverfahren im Landwirtschaftlichen Wasserbau – Physikalische
Laboruntersuchungen, Bestimmung der Korngrößenzusammensetzung nach Vorbehandlung mit
Natriumpyrophosphat

DIN 19683-12: 04.73

Bodenuntersuchungsverfahren im Landwirtschaftlichen Wasserbau – Physikalische
Laboruntersuchungen, Bestimmung der Rohdichte

DIN 19684-3: 08.00

Bodenuntersuchungsverfahren im Landwirtschaftlichen Wasserbau – Chemische Laboruntersuchungen.
Teil 3: Bestimmung des Glühverlustes und des Glührückstandes

DIN 19711: 04.75

Hydrogeologische Zeichen

DIN 19730:06.97

Bodenbeschaffenheit – Extraktion von Spurenelementen mit Ammoniumnitratlösung

DIN 19731:05.98

Bodenbeschaffenheit – Verwertung von Bodenmaterial

DIN 19734:01.99

Bodenbeschaffenheit – Bestimmung von Chrom(VI) in phosphatgepufferter Lösung

E DIN 19738: 05.00

Bodenbeschaffenheit – Resorptionsverfügbarkeit von organischen und anorganischen Schadstoffen aus
kontaminierten Bodenmaterial

DIN 19999: 05.84

Begriffe im Wasserwesen – Übersicht über genormte Benennungen

DIN EN 25663: 11.93

Wasserbeschaffenheit; Bestimmung des Kjeldahl-Stickstoffs; erfahren nach Aufschluß mit Selen (ISO
5663:1984); Deutsche Fassung EN 25663: 1993

DIN EN 25813: 01.93 (G 21)

Wasserbeschaffenheit – Bestimmung des gelösten Sauerstoffs – Iodometrisches Verfahren (ISO 5813:
1983); Deutsche Fassung EN 25813: 1992

DIN EN 25814: 11.92 (G 22)

Wasserbeschaffenheit – Bestimmung des gelösten Sauerstoffs – Elektrochemisches Verfahren (ISO
5814: 1990); Deutsche Fassung EN 25814: 1992

DIN EN 26777: 04.93 (D 10)

Wasserbeschaffenheit – Bestimmung von Nitrit – Spektrometrisches Verfahren (ISO 6777: 1984);
Deutsche Fassung EN 26777: 1993

DIN EN 27888: 11.93 (C 8)

Wasserbeschaffenheit – Bestimmung der elektrischen Leitfähigkeit (ISO 7888: 1985); Deutsche Fassung
EN 27888:1993

DIN 32645: 05.94

Chemische Analytik – Nachweis-, Erfassungs- und Bestimmungsgrenze – Ermittlung unter
Wiederholungsbedingungen – Begriffe, Verfahren, Auswertung

DIN 38402-A 12: 06.85

Probenahme aus stehenden Gewässern

DIN 38402-A 13: 12.85

Probenahme aus Grundwasserleitern

DIN 38402-A 15: 07.86

Probenahme aus Fließgewässern

DIN 38404-C 5: 01.84

Bestimmung des pH-Wertes

DIN 38405-D 1: 12.85

Bestimmung der Chlorid-Ionen

DIN 38405 – 4: 07.85

Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung – Anionen (Gruppe D);
Bestimmung von Fluorid (D 4)

DIN 38405-D 5: 01.85

Bestimmung der Sulfat-Ionen

DIN 38405-D 9: 05.79

Bestimmung des Nitrat-Ions

DIN 38405-13: 02.81

Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung – Anionen (Gruppe D);
Bestimmung von Cyaniden (D 13)

DIN 38405-D 14: 12.88

Bestimmung von Cyaniden in Trinkwasser und gering belastetem Grund- und Oberflächenwasser

DIN 38405-23: 10.94

Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung – Anionen (Gruppe D) –
Teil 23: Bestimmung von Selen mittels Atomabsorptionsspektrometrie (AAS) (D 23)

DIN 38405-24: 05.87

Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung – Anionen (Gruppe D) –
Teil 24: Photometrische Bestimmung von Chrom(VI) mittels 1,5- Diphenylcarbazid (D 24)

Abweichung für Böden – Bestimmung aus dem Eluat nach **DIN 38414-S 4: 10.84**

DIN 38405-D 26: 04.89

Photometrische Bestimmung des gelösten Sulfids

DIN 38405-D 32: 05.00

Bestimmung von Antimon mittels Atomabsorptionsspektrometrie

DIN 38406-E 5: 10.83

Bestimmung des Ammonium-Stickstoffs

DIN 38406-6: 07.98

Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung – Kationen (Gruppe E) –
Bestimmung von Blei mittels Atomabsorptionsspektrometrie (AAS) (E 6)

DIN 38406-7: 09.91

Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung; Kationen (Gruppe E);
Bestimmung von Kupfer mittels Atomabsorptionsspektrometrie (AAS) (E 7)

DIN 38406-8: 10.80

Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung; Kationen (Gruppe E);
Bestimmung von Zink (E 8)

DIN 38406-11: 09.91

Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung; Kationen (Gruppe E);
Bestimmung von Nickel mittels Atomabsorptionsspektrometrie (AAS) (E 11)

DIN 38406-E 13: 07.92

Bestimmung von Kalium mittels Atomabsorptionsspektrometrie (AAS) in der Luft-Acetylen-Flamme

DIN 38406-E 14: 07.92

Bestimmung von Natrium mittels Atomabsorptionsspektrometrie (AAS) in der Luft-Acetylen-Flamme

DIN 38406-24: 03.93

Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung; Kationen (Gruppe E);
Bestimmung von Cobalt mittels Atomabsorptionsspektrometrie (AAS) (E 24)

DIN 38406-E 26: 07.97

Bestimmung von Thallium mittels Atomabsorptionsspektrometrie im Graphitrohrföfen

DIN 38406-E 28: 05.98

Bestimmung von gelöstem Barium mittels Atomabsorptionsspektrometrie (AAS)

DIN 38406-E 29: 05.99

Bestimmung von 61 Elementen durch Massenspektrometrie mit induktiv gekoppelten Plasma (ICP-MS)

DIN 38406-E 32: 05.00

Bestimmung von Eisen mittels Atomabsorptionsspektrometrie

DIN 38406-E 33: 06.00

Bestimmung von Mangan mittels Atomabsorptionsspektrometrie

DIN 38407-2: 02.93

Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung; Gemeinsam erfassbare Stoffgruppen (Gruppe F); Gaschromatographische Bestimmung von schwerflüchtigen Halogenkohlenwasserstoffen (F 2)

DIN 38407-3: 07.98

Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung; Gemeinsam erfassbare Stoffgruppen (Gruppe F); Teil 3: Gaschromatographische Bestimmung von polychlorierten Biphenylen (F 3)

DIN V 38407-F 6: 04.95

Bestimmung ausgewählter organischer Stickstoff- und Phosphorverbindungen mittels Gaschromatographie nach Anreicherung durch Flüssig-Flüssig-Extraktion

DIN 38407-8: 10.95

Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung; Gemeinsam erfassbare Stoffgruppen (Gruppe F); Bestimmung von sechs polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) in Wasser mittels Hochleistungs-Flüssigkeitschromatographie (HPLC) mit Fluoreszenzdetektion (F 8)

DIN 38407-9: 05.91

Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung; Gemeinsam erfassbare Stoffgruppen (Gruppe F); Bestimmung von Benzol und einigen Derivaten mittels Gaschromatographie (F 9)

DIN 38407-F 14: 10.94

Bestimmung von Phenoxyalkancarbonsäuren mittels Gaschromatographie und massenspektrometrischer Detektion nach Fest-Flüssig-Extraktion und Derivatisierung

DIN 38407-F 18: 05.99

Bestimmung von 15 polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) durch Hochleistungs-Flüssigkeitschromatographie (HPLC) mit Fluoreszenzdetektion

DIN 38407-F 20: 09.00

Bestimmung von Bentazon, Bromoxynil und acht ausgewählten Phenoxyalkancarbonsäuren mittels Gaschromatographie und massenspektrometrischer Detektion nach Fest-Flüssig-Extraktion und Derivatisierung

DIN 38409-H 1: 01.87

Bestimmung des Gesamttrockenrückstandes, des Filtrat trockenrückstandes und des Glührückstandes

DIN 38409-H 8: 09.84

Bestimmung der extrahierbaren organisch gebundenen Halogene (EOX)

DIN 38409-H 16: 06.84

Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung; Summarische Wirkungs- und Stoffkenngrößen (Gruppe H); Bestimmung des Phenol-Index

DIN 38409-H 41: 12.80

Bestimmung des chemischen Sauerstoffbedarfs (CSB) im Bereich über 15 mg/L

DIN 38413-P 2: 05.88

Bestimmung von Vinylchlorid (Chlorethen) mittels gaschromatographischer Dampfzuchtanalyse

DIN 38414-2: 11.85

Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung; Schlamm und Sedimente (Gruppe S); Bestimmung des Wassergehaltes und des Trockenrückstandes bzw. der Trockensubstanz (S 2)

DIN 38414-4: 10.84

Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung; Schlamm und Sedimente (Gruppe S); Bestimmung der Eluierbarkeit mit Wasser (S 4)

DIN 38414-S 17: 11.89

Bestimmung von ausblasbaren und extrahierbaren, organisch gebundenen Halogenen

DIN 38414-20: 01.96

Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung – Schlamm und Sedimente (Gruppe S) – Teil 20: Bestimmung von sechs polychlorierten Biphenylen (PCB) (S 20)

DIN 38414-S 22: 09.00

Bestimmung des Gefriertrockenrückstandes und Herstellung der Gefriertrockenmasse eines Schlammes

E DIN 38414-S 23: 03.2000

Bestimmung von 15 polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) durch Hochleistungs-Flüssigkeitschromatographie (HPLC) und Fluoreszenzdetektion

DIN 38414-24: 04.98

Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung – Schlamm und Sedimente (Gruppe S) – Teil 24: Bestimmung von polychlorierten Dibenzodioxinen (PCDD) und polychlorierten Dibenzofuranen (PCDF) (S 24)

DIN 38414-S 24: 10.00

Bestimmung von polychlorierten Dibenzodioxinen (PCDD) und polychlorierten Dibenzofuranen (PCDF)

DIN 4021: 10.90

Baugrund – Aufschluss durch Schürfe und Bohrungen sowie Entnahme von Proben

DIN 4022

Baugrund und Grundwasser; Benennen und Beschreiben von Boden und Fels, **Teil 1: 09.87**

Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben im Boden und im Fels, **Teil 2: 03.81** Schichtenverzeichnis für Bohrungen im Fels (Festgestein), **Teil 3: 05.82**

Schichtenverzeichnis für Bohrungen mit durchgehender Gewinnung von gekernten Proben im Boden (Lockergestein). Diese Normen sind nur in Verbindung mit der Bodenkundlichen Kartieranleitung zu verwenden.

DIN 4023: 03.84

Baugrund- und Wasserbohrungen, Zeichnerische Darstellung der Ergebnisse

Hinweis: Diese Norm ist nur in Verbindung mit der Bodenkundlichen Kartieranleitung zu verwenden

DIN 4030

Beurteilung betonangreifender Wässer, Böden und Gase Teil 1: 06.91 Grundlagen und Grenzwerte
Teil 2: 06.91 Entnahme und Analyse von Wasser- und Bodenproben

DIN 4049 Hydrologie

Teil 1: 12.92 Grundbegriffe

Teil 2: 04.90 Begriffe der Gewässerbeschaffenheit

Teil 3: 10.94 Begriffe zur quantitativen Hydrologie

Teil 5: 04.90 Begriffe – Unterirdisches Wasser

E DIN 4124: 08.00

Baugruben und Gräben – Böschungen, Verbau, Arbeitsraumbreiten

DIN EN 45001: 05.90

Allgemeine Kriterien zum Betreiben von Prüflaboratorien; Identisch mit EN 45001: 1989

DIN 51084: 07.90

Prüfung von oxidischen Roh- und Werkstoffen für Keramik, Glas und Glasuren – Bestimmung des Gehaltes an Fluorid Hinweis: Bestimmung des Gesamtgehaltes, Abweichung für Böden – Schmelzaufschluss und ionometrische Messung

DIN 51527-1: 05.87

Prüfung von Mineralölerzeugnissen; Bestimmung polychlorierter Biphenyle (PCB) – Flüssigchromatographische Vortrennung und Bestimmung sechs ausgewählter PCB mittels eines Gaschromatographen mit Elektronen-Einfang- Detektor (ECD)

DIN 52101: 03.88

Prüfung von Naturstein und Gesteinskörnungen – Probenahme Hinweis:

Mit Erscheinen von **DIN EN 932-1** wurde **DIN 52101** ersetzt, bleibt jedoch Referenzverfahren nach BbodSchV

Ergänzung:

ISO 5667-1 Technical Corrigendum 1: 02.96

Wasserbeschaffenheit – Probenahme – Teil 1: Anleitung zur Aufstellung von Probenahmeprogrammen; Korrektur 1

DIN EN 25667-2: 07.93

Wasserbeschaffenheit – Probenahme – Teil 2: Anleitung zur Probenahmetechnik (ISO 5667-2: 1991); Deutsche Fassung EN 25667-2: 1993

DIN EN ISO 5667-3: 04.96

Wasserbeschaffenheit – Probenahme – Teil 3: Anleitung zur Konservierung und Handhabung von Proben (ISO 5667 - 3:1994); Deutsche Fassung EN ISO 5667-3: 1995 (A 21)

ISO 5667-4: 04.87

Wasserbeschaffenheit – Probenahme – Teil 4: Hinweise zur Probenahme aus natürlichen und künstlichen Seen

ISO 5667-6: 12.90

Wasserbeschaffenheit – Probenahme – Teil 6: Hinweise zur Probenahme aus Fließgewässern

ISO 5667-11: 03.93

Wasserbeschaffenheit – Probenahme – Teil 11: Hinweise zur Probenahme von Grundwasser

ISO/DIS 5667-18: 10.99

Wasserbeschaffenheit – Probenahme – Teil 18: Anleitung zur Probenahme von Grundwasser in belasteten Böden

DIN EN ISO 5961: 05.95

Wasserbeschaffenheit – Bestimmung von Cadmium durch Atomabsorptionsspektrometrie (ISO 5961: 1994); Deutsche Fassung EN ISO 5961: 1995 (E 19)

DIN EN ISO 6468: 02.97

Wasserbeschaffenheit – Bestimmung ausgewählter Organoinsektizide, Polychlorbiphenyle und Chlorbenzole; Gaschromatographisches Verfahren nach Flüssig-Flüssig-Extraktion (ISO 6468: 1996); Deutsche Fassung EN ISO 6468: 1996

DIN EN ISO 7027: 04.00 (C 2)

Wasserbeschaffenheit – Bestimmung der Trübung

DIN EN ISO 7887: 12.94 (C 1)

Wasserbeschaffenheit – Untersuchung und Bestimmung der Färbung

DIN EN ISO 7980: 07.00 (E 3)

Wasserbeschaffenheit – Bestimmung von Calcium und Magnesium – Verfahren mittels Atomabsorptionsspektrometrie (ISO 7980: 1986); Deutsche Fassung EN ISO 7980:2000

ISO/ DIS 8165-2: 01.97

Water quality – Determination of Selected Monohydric Phenols by Derivatisation and Gas Chromatography

ISO 8165-2: 07.99

Wasserbeschaffenheit – Bestimmung ausgewählter Phenole – Teil 2: Verfahren mittels Derivatisierung und Gaschromatographie

ISO 8245: 03.99

Wasserbeschaffenheit – Anleitung zur Bestimmung des gesamten organischen Kohlenstoffs (TOC) und des gelösten organischen Kohlenstoffs (DOC)

DIN EN 932-1: 11.96

Prüfverfahren für allgemeine Eigenschaften von Gesteinskörnungen – Teil 1: Probenahmeverfahren; Deutsche Fassung EN 932-1: 1996

ISO 9377-2: 10.00

Wasserbeschaffenheit – Bestimmung des Kohlenwasserstoff- Index – Teil 2: Verfahren nach Lösemittelextraktion und Gaschromatographie

E DIN EN ISO 9377-4: 07.99 (H 53)

Wasserbeschaffenheit – Bestimmung des Kohlenwasserstoff- Index – Teil 4: Verfahren nach Lösemittelextraktion und Gaschromatographie (ISO/DIS 9377-4: 1999); Deutsche Fassung prEN ISO 9377-4: 1999

DIN ISO 9964-3: 08.96 (E 27)

Wasserbeschaffenheit – Bestimmung von Natrium und Kalium mittels Flammenphotometrie

6.2 Reglas técnicas y metodos

ZH 1/183: 04.97

Regeln für Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Arbeit in kontaminierten Bereichen, Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften – Fachausschuß Tiefbau, Ausgabe April 1997

Hinweis: ZH 1/183 wird ersetzt durch BGR 128/2000: Berufsgenossenschaftliche Regeln für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit; BG-Regeln Kontaminierte Bereiche – Fachausschuss Tiefbau der BGZ, aktualisierte Fassung 2000, Carl Heymanns Verlag KG, Köln

VDI-Richtlinie 3865: Messen organischer Bodenverunreinigungen

Blatt 1: Messen leichtflüchtiger halogenierter Kohlenwasserstoffe, Messplanung für Bodenluft-Untersuchungsverfahren (Okt. 1992);

Blatt 2: Techniken für die aktive Entnahme von Bodenluftproben (Januar 1998);

Blatt 3: Messen organischer Bodenverunreinigungen; Gaschromatographische Bestimmung von niedrigsiedenden organischen Verbindungen in Bodenluft nach Anreicherung an Aktivkohle oder XAD-4 und Desorption mit organischen Lösungsmitteln (Entwurf November 1996)

VDI-Richtlinie 3865: Messen organischer Bodenverunreinigungen

Blatt 3: Messen organischer Bodenverunreinigungen – Gaschromatographische Bestimmung von niedrigsiedenden organischen Verbindungen in Bodenluft nach Anreicherung an Aktivkohle oder XAD-4 und Desorption mit organischen Lösungsmitteln (Juni 1998)

E VDI-Richtlinie 3865: Messen organischer Bodenverunreinigungen

Blatt 4: Messen organischer Bodenverunreinigungen – Gaschromatographische Bestimmung von niedrigsiedenden organischen Verbindungen in Bodenluft durch Direktmessung (Juli 1999)

VDI-Richtlinie 3499, Blatt 1: Messen von Emissionen – Messen von Reststoffen. Messen von polychlorierten Dibenzodioxinen und -furanen in Rein- und Rohgas von Feuerungsanlagen mit der Verdünnungsmethode, Bestimmung in Filterstaub, Kesselasche und in Schlacken. VDI-Handbuch Reinhaltung der Luft, Band 5 (Entwurf März 1990)

Arbeitsgruppe Bodenkunde der Geologischen Landesämter und der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (1994): **Bodenkundliche Kartieranleitung.– 4. Auflage,** berichtigter Nachdruck Hannover 1996, E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung Stuttgart
Die „Ergänzung der KA4 um stadtbodenspezifische Besonderheiten“ der Ad-hoc-Arbeitsgruppe Boden des Bund-Länder-Ausschusses Bodenforschung (Stand März 2000) ist zu beachten. Sie kann über das Geologische Landesamt NRW bezogen werden und soll in die Neuauflage der BK im Jahr 2002 eingearbeitet werden.

Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen (LUA NRW): Bestimmung von polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) in Bodenproben.

Merkblätter LUA NRW Nr. 1, Essen 1994

Hessische Landesanstalt für Umwelt (LfU HE): Bestimmung von Polycyclischen Aromatischen Kohlenwasserstoffen in Feststoffen aus dem Altlastenbereich.

Handbuch Altlasten, Band 7, Wiesbaden 1998

Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten (VDLUFA): Methodenbuch, Band VII Umweltanalytik, VDLUFA-Verlag Darmstadt 1996

Klärschlammverordnung Anhang 1: 04.92

Punkt 1.3.3.2: Bestimmung der polychlorierten Dibenzodioxine und polychlorierten Dibenzofurane
DVWK 129/1995

Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau e.V.: Bodenkundliche Untersuchungen im Felde zur Ermittlung von Kennwerten zur Standortcharakterisierung – Teil I: Ansprache der Böden, DVWK-Regeln zur Wasserwirtschaft; H.129, 42 S., Bonn

DVWK 136/1999

Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau e.V.: Bodenkundliche Untersuchungen im Felde zur Ermittlung von Kennwerten zur Standortcharakterisierung – Teil II: Ableitungen zum Wasser- und Lufthaushalt von Böden, DVWK-Regeln zur Wasserwirtschaft; H. 136, 29 S., Bonn

NLFB/BGR (1991)

Symbolschlüssel Geologie, Hannover

Umweltbundesamt (1995)

Methodenhandbuch Bodenschutz I, UBA Texte 10/95

Umweltbundesamt (1995)

Handlungsanleitung für Schadstoffuntersuchungen in Böden

Teil I Vorbemerkungen und theoretische Grundlagen

Teil II Handlungsanleitung, UBA Texte 26/95

Arbeitskreis Stadtböden (1997)

Empfehlungen des Arbeitskreises Stadtböden der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft für die bodenkundliche Kartierung urban, gewerblich, industriell und montan überformter Flächen (Stadtböden), 2. Aufl., Teil 1: Feldführer, Teil 2: Handbuch, Kiel

Ad-hoc-Arbeitsgruppe Boden des Bund-Länder-Ausschusses

Bodenforschung (2000)

Stadtbodenkartierung

Ergänzung der KA4 um stadtbodenspezifische Besonderheiten

Ad-hoc-Arbeitsgruppe Boden (1996)

Anleitung zur Entnahme von Bodenproben, Geol. Jb., Reihe G, H.1, Hannover 1996, 39 Seiten,

E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung Stuttgart

ITVA (1995)

Ingenieurtechnischer Verband Altlasten: Arbeitshilfe F2-1, Aufschlussverfahren zur Feststoffprobengewinnung für die Untersuchung von Verdachtsflächen und Altlasten

DVWK 125 (1999)

Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau: Methoden für die Beschreibung der Grundwasserbeschaffenheit

DVWK 128 (1992)

Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau: Entnahme und Untersuchungsumfang von Grundwasserproben, DVWK-Regeln zur Wasserwirtschaft,

H. 128, 36 Seiten

DVWK Merkblatt 245 (1997)

Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau: Tiefenorientierte Probenahme aus Grundwassermessstellen, DVWK-Regeln zur Wasserwirtschaft, H. 245

DVGW W 115: 02.77

Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches: Bohrungen bei der Wassererschließung, DVGW-Regelwerk, Merkblatt W 115, 19 Seiten

DVGW-Merkblatt W 112 Entwurf: 05.00

Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches: Entnahme von Wasserproben bei der Erschließung, Gewinnung und Überwachung von Grundwasser

DVGW W 115 Entwurf: 02.00

Bohrungen zur Erkundung, Gewinnung und Beobachtung von Grundwasser

DVGW W 121: 10.88

Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches: Bau und Betrieb von Grundwasserbeschaffenheitsmessstellen, DVGW-Regelwerk, Merkblatt W 121, 19 Seiten

6.2 Bezugsquellen

Die in dieser Verordnung aufgeführten Normen, Technischen Regeln und sonstige Methodenvorschriften sind zu beziehen:

- a) Handbuch der Bodenuntersuchung: Terminologie, Verfahrensvorschriften und Datenblätter; physikalische, chemische, biologische Untersuchungsverfahren: gesetzliche Regelwerke
Hrsg.:DIN Deutsches Institut für Normung e. V. Berlin, Wien, Zürich: Beuth-Verlag Grundwerk – 2000
ISBN 3-410-14590-7,
 - b) DIN- und ISO-Normen und Normentwürfe, VDI-Richtlinien: Beuth-Verlag GmbH,10772 Berlin
 - c) Bodenkundliche Kartieranleitung:E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, 70176 Stuttgart
 - d) VDLUFA-Methodenbuch:VDLUFA-Verlag, 64293 Darmstadt
 - e) Merkblatt LUA NRW: Landesumweltamt NRW, 45023 Essen
 - f) Handbuch Altlasten LfU HE: Hessische Landesanstalt für Umwelt, 65022 Wiesbaden
 - g) ZH 1/183: Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften, Fachausschuss Tiefbau, 81241 München
- DVGW Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e. V., Merkblätter:
Wirtschafts- und Verlagsgesellschaft, Bonn DVWK Merkblätter: GFA Gesellschaft zur Förderung der Abwassertechnik, Theodor-Heuss-Allee 17, 53773 Hennef