

# **Verwaltungsvorschrift zur Erfassung, Bewertung und Sanierung von Grundwasserverunreinigungen (GWS-VwV)**

Vom 30. September 2005 (StAnz. Hess. S. 4243)

---

## **1. Anwendungsbereich**

(1) Diese Anforderungen gelten für Grundwasserverunreinigungen nach § 48 des Hessischen Wassergesetzes vom 6. Mai 2005 (GVBl. I S. 305), die auf eine oder mehrere örtliche Ursachen zurückzuführen und ausschließlich nach Wasserrecht zu beurteilen sind. Sie sind gleichzeitig die vom Wasserrecht zu bestimmenden Anforderungen an die Sanierung von Grundwasserverunreinigungen nach § 4 Abs. 4 Satz 3 des Bundes-Bodenschutzgesetzes vom 17. März 1998 (BGBl. I S. 502), zuletzt geändert durch Gesetz vom 9. Dezember 2004 (BGBl. I S. 3214).

(2) Diese Anforderungen gelten nicht für Grundwasserverunreinigungen, die auf einem flächenhaften Stoffeintrag aus diffusen Quellen, zum Beispiel durch Niederschläge oder die Ausbringung von Dünger oder Pflanzenschutzmitteln, beruhen. Sie gelten auch nicht für Belastungen des Grundwassers, die ausschließlich durch natürliche erdgeschichtliche Bedingungen oder von der Gesteinszusammensetzung verursacht worden sind (geogene Belastungen).

## **2. Geringfügigkeitsschwellenwerte**

(1) Bei Überschreitung der in Anlage 1.1 bis 1.3 angegebenen Geringfügigkeitsschwellenwerte ist eine Prüfung im Einzelfall durchzuführen und festzustellen, ob eine schädliche Grundwasserverunreinigung vorliegt. Die Geringfügigkeitsschwellenwerte in Anlage 1.1 bis 1.3 beziehen sich auf die Bestimmungsmethoden entsprechend Anlage 2.1 und 2.2. Bei Grundwasseruntersuchungen können auch andere, gleichwertige Verfahren eingesetzt werden. Für in Anlage 1.1 bis 1.3 nicht aufgeführte Schadstoffe können als Geringfügigkeitsschwellenwerte die Qualitätsziele im Anhang der Qualitätszielverordnung vom 26. Juli 2001 (GVBl. I S. 534) oder vergleichbare Werte verwendet werden. Die Prüfwerte für den Wirkungspfad Boden-Grundwasser nach Anhang 2 Nr. 3 der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung vom 12. Juli 1999 (BGBl. I S. 1554), geändert durch Art. 2 der Verordnung vom

23. Dezember 2004 (BGBl.1 S. 3758), bleiben unberührt.

(2) Die Geringfügigkeitsschwellenwerte können im Einzelfall um die örtliche geogene Belastung des Grundwassers erhöht werden.

### **3. Orientierende Untersuchungen und Detailuntersuchungen**

(1) Liegen der zuständigen Behörde Anhaltspunkte für eine Grundwasserverunreinigung vor, soll sie entsprechend der Bedeutung der Anhaltspunkte im Rahmen der Wasseraufsicht nach pflichtgemäßem Ermessen orientierende Untersuchungen zur Ermittlung des Sachverhalts durchführen, soweit nicht orientierende Untersuchungen nach § 3 Abs. 3 der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung erforderlich sind. Anhaltspunkte sind insbesondere erhöhte Schadstoffkonzentrationen in Brunnen und Grundwassermessstellen.

(2) Im Rahmen der orientierenden Untersuchungen ist vor allem zu ermitteln, ob die Geringfügigkeitsschwellenwerte überschritten werden, welche Ursachen dafür maßgeblich sind und inwieweit die Grundwasserverunreinigung einem oder mehreren Verantwortlichen zugeordnet werden kann.

(3) Bei Überschreitung der Geringfügigkeitsschwellenwerte haben die nach § 48 Abs. 1 des Hessischen Wassergesetzes Verantwortlichen Detailuntersuchungen durchzuführen, um zu ermitteln, ob eine Grundwasserverunreinigung vorliegt, die Maßnahmen, nach i 48 Abs. 1 des Hessischen Wassergesetzes erforderlich macht (schädliche Grundwasserverunreinigung), falls nicht ohnehin Detailuntersuchungen nach § 3 Abs. 4 und 5 der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung erforderlich sind.

### **4. Schädliche Grundwasserverunreinigung**

Für die Beurteilung, ob eine schädliche Grundwasserverunreinigung vorliegt, ist das Gefährdungspotenzial insbesondere

1. nach Art, Gefährlichkeit, räumlicher Verteilung und Menge der Schadstoffe sowie
2. nach den örtlichen Verhältnissen

abzuschätzen. Bei der Gefährlichkeit der Schadstoffe sind neben den Geringfügigkeitsschwellenwerten nach Nr. 2 weitere Stoffeigenschaften, wie die Abbaubarkeit sowie die Beweglichkeit der Stoffe im Grundwasser, zu berücksichtigen. Bei der räumlichen Verteilung und Menge der Schadstoffe sind insbesondere die im Grundwasser und Boden vorhandene Schadstoffmenge und die im Abstrom der Schad-

stoffquelle gegenüber dem Grundwasserzustrom zusätzliche Schadstofffracht zu bewerten. Die örtlichen Verhältnisse sind vor allem durch die hydrogeologischen Gegebenheiten, die Schutzbedürftigkeit, eingetretene oder zu erwartende Beeinträchtigungen sowie andere dort möglicherweise bereits vorhandene Belastungen bestimmt.

## 5. Sanierung

(1) Eine schädliche Grundwasserverunreinigung ist von den dafür Verantwortlichen zu sanieren. Die Sanierung umfasst in der Regel alle unter Berücksichtigung des Verhältnismäßigkeitsgrundsatzes erforderlichen Maßnahmen zur Beseitigung der schädlichen Grundwasserverunreinigung, insbesondere durch Herausnehmen oder Umwandeln der Schadstoffe, und schließt die Beseitigung ihrer Ursachen ein. Sanierungsmaßnahmen müssen dem Stand der Technik unter Berücksichtigung von Anhang 2 des Wasserhaushaltsgesetzes entsprechen. Die zuständige Behörde kann auf Antrag des Verantwortlichen im Einzelfall neuartige Verfahren, die nicht dem Stand der Technik entsprechen, anerkennen, wenn aufgrund wissenschaftlicher Erkenntnisse ein gleichwertiges Sanierungsergebnis zu erwarten ist wie bei Anwendung des Standes der Technik. Schädliche Verlagerungen von Schadstoffen innerhalb des Grundwassers sowie aus dem Grundwasser in oberirdische Gewässer und in andere Umweltbereiche sind zu vermeiden. Es muss hinreichend sichergestellt sein, dass die Durchführung der erforderlichen Maßnahmen durch den Sanierungsverantwortlichen in organisatorischer und finanzieller Hinsicht gewährleistet ist.

(2) Ist aufgrund der örtlichen Verhältnisse eine Beseitigung der schädlichen Grundwasserverunreinigung nach Abs. 1 Satz 2 mit verhältnismäßigen Maßnahmen nicht zu erwarten, kann mit Zustimmung der zuständigen Behörde ein abweichendes Sanierungsziel bestimmt werden, wenn

1. das Sanierungsziel im Zuge der Sanierungsmaßnahmen regelmäßig überprüft und angepasst wird, falls dies nach dem Stand der Technik möglich ist, und
2. dann noch verbleibende Gefahren durch sonstige Maßnahmen beseitigt werden.

Soweit das Sanierungsziel in einem überschaubaren Zeitraum mit einem verhältnismäßigen Aufwand nicht erreichbar ist, kann die zuständige Behörde Sicherungsmaßnahmen zulassen, wenn damit dauerhaft

1. eine Ausbreitung von Schadstoffen im Grundwasser verhindert wird,
2. Schadstoffe aus dem Grundwasser in oberirdischen Gewässern keine Gefahren verursachen und
3. durch die im Grundwasser verbleibenden Schadstoffe keine Gefahren, erheblichen Nachteile oder erheblichen Belästigungen für den Einzelnen oder die Allgemeinheit entstehen.

## **6. Belastetes Grundwasser**

(1) Grundwasser soll nach der Aufbereitung wieder dem Grundwasserleiter, im Regelfall im Oberstrom der Grundwasserverunreinigung, zugeführt werden, so dass großräumig Grundwasserstand und Grundwasserfließrichtung nicht beeinträchtigt werden; dabei können im Einzelfall die Einleitungsgrenzwerte schrittweise dem Sanierungsfortschritt angepasst werden, sofern eine Sanierung nicht in einem Aufbereitungsschritt erreichbar ist.

(2) Vor dem Einleiten in Abwasseranlagen oder oberirdische Gewässer ist belastetes Grundwasser nach dem Stand der Technik zu reinigen, falls nach Art der aufnehmenden Abwasseranlage oder des aufnehmenden Gewässers keine weitergehenden Anforderungen zu stellen sind. Die dem Stand der Technik entsprechenden Grenzwerte sind im Einzelfall festzulegen.

(3) Beim Einleiten in Abwasseranlagen mit anschließender Abwasserbehandlung kann die Leistungsfähigkeit der Abwasserbehandlungsanlage berücksichtigt werden, wenn eine gleichwertige Reinigungsleistung gewährleistet ist und eine Beeinträchtigung der Abwasseranlage und der dortigen Bediensteten sowie eine schädliche Verlagerung in andere Umweltbereiche ausgeschlossen sind. In diesem Fall sind anhand der Herkunft und der Zusammensetzung der Schadstoffe die Notwendigkeit einer Vorbehandlungsanlage zu prüfen und die Einleitungsgrenzwerte festzulegen. Die Zustimmung des Unternehmers der Abwasseranlagen ist einzuholen.

(4) Wenn im Einzelfall bei Sofortmaßnahmen, Pumpversuchen und Probenahmen angefallenes, belastetes Grundwasser in Abwasserbehandlungsanlagen eingeleitet werden soll, kann die Behörde geringere Anforderungen als nach Abs. 2 erforderlich zulassen, wenn

1. die eingeleitete Wassermenge so gering wie möglich gehalten wird und
2. Beeinträchtigungen von Abwasseranlagen und Gewässern, vor allem von oberirdischen Gewässern mit geringem Abfluss, vermieden werden.

Die satzungsrechtlichen Anforderungen bleiben unberührt.

## Anlage 1.1

### Geringfügigkeitsschwellenwerte für örtlich begrenzte Grundwasserverunreinigungen

#### Teil 1: Anorganische Parameter

1	2	3
Anorganische Parameter	Geringfügigkeitsschwellenwert	Basiswerte der natürlichen Grundwasserbeschaffenheit <sup>1*</sup> in mg/l
Antimon (Sb)	5 µg/l	0,4
Arsen (As)	10 µg/l	2,6
Barium (Ba)	340 µg/l	186
Blei (Pb)	7 µg/l	3,9
Bor (B)	740 µg/l	88
Cadmium (Cd)	0,5 µg/l	0,3
Chrom <sup>2</sup>	7 µg/l	2,4
Kobalt (Co)	8 µg/l	5,7
Kupfer (Cu)	14 µg/l	10,1
Molybdän (Mo)	35 µg/l	
Nickel (Ni)	14 µg/l	12,6
Quecksilber (Hg)	0,2 µg/l	0,15
Selen (Se)	7 µg/l	1,6
Thallium (Tl)	0,8 µg/l	
Vanadium (V) <sup>3</sup>	4 µg/l	

<sup>1</sup> Die Basiswerte der natürlichen Grundwasserbeschaffenheit beziehen sich auf Deutschland und beruhen auf dem flächengewichteten Mittel der 90-Perzentilwerte von 15 hydrogeologischen Bezugsräumen. Sind Basiswerte angegeben, sind vor Berücksichtigung der örtlichen geogenen Belastungen nach Nr. 2 Abs. 2 die Geringfügigkeitsschwellenwerte um den jeweiligen Basiswert zu verringern. Anschließend kann das Ergebnis um die örtliche geogene Belastung erhöht werden.

<sup>2</sup> Ist Chrom VI auszuschließen, kann der Wert der Trinkwasserverordnung von 50 µg/l verwendet werden.

<sup>3</sup> Der Geringfügigkeitsschwellenwert für Vanadium wird bis zum 31. Dezember 2007 ausgesetzt. Dieser Wert entspricht zwar dem aktuellen Wissen über die Humantoxizität von Vanadium und dem lebenslangen Schutz vor möglichen Wirkungen. Er beruht jedoch auf einer unvollständigen und nur strittig zu bewertenden Datenbasis. Mit der Aussetzung wird davon ausgegangen, dass die experimentelle Datenbasis zur Human- und Ökotoxizität ergänzt wird. Es wird vermutet, dass auf verbesserter Datenbasis der Geringfügigkeitsschwellenwert für Vanadium erhöht werden kann.

1	2	3
<b>Anorganische Parameter</b>	<b>Geringfügigkeitsschwellenwert</b>	<b>Basiswerte der natürlichen Grundwasserbeschaffenheit<sup>1*</sup> in mg/l</b>
Zink (Zn)	58 µg/l	49,8
Cyanid (CN) <sup>4</sup>	5 µg/l	
Fluorid (F <sup>-</sup> )	750 µg/l	270

### Anlage 1.2

## Geringfügigkeitsschwellenwerte für örtlich begrenzte Grundwasserverunreinigungen

### Teil 2: Organische Parameter

Organische Parameter	Geringfügigkeitsschwellenwert (m/l)
Summe PAK <sup>5</sup>	0,2
Anthracen, Benzo[a]pyren, Dibenz(a,h)anthracen	jeweils 0,01
Benzo[b]fluoranthren, Benzo[k]fluoranthren, Benzo[ghi]perylen, Fluoranthren, Indeno(123-cd)pyren	jeweils 0,025
Summe Naphthalin u. Methylnaphthaline	1
Summe LHKW <sup>6</sup>	20
Summe Tri- und Tetrachlorethen	10
1,2 Dichlorethan	2
Chlorethen (Vinylchlorid)	0,5

<sup>4</sup> Liegt kein freies Cyanid vor, gilt als Geringfügigkeitsschwellenwert der Wert der Trinkwasserverordnung von 50 µg/l.

<sup>5</sup> Summe PAK: Summe der polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffe ohne Naphthalin und Methylnaphthaline; in der Regel Bestimmung über die Summe von 15 Einzelsubstanzen gemäß Liste der US Environmental Protection Agency (EPA) ohne Naphthalin; ggf. unter Berücksichtigung weiterer maßgebender PAK (z. B. aromatische Heterocyclen wie Chinoline).

<sup>6</sup> Summe LHKW: Leichtflüchtige Halogenkohlenwasserstoffe, d. h. Summe der halogenierten C<sub>1</sub>- und C<sub>2</sub>-Kohlenwasserstoffe; einschließlich Trihalogenmethane. Die Geringfügigkeitsschwellenwerte zu Tri- und Tetrachlorethen, Dichlorethan und Chlorethen sind zusätzlich zu berücksichtigen.

Summe PCB und Einzelstoffe <sup>7</sup>	0,01
Kohlenwasserstoffe <sup>8</sup>	100
Summe alkylierte Benzole <sup>9</sup>	20
Benzol	1
MTBE	15
Phenol <sup>10</sup>	8
Nonylphenol	0,3
Summe Chlorphenole	1
Hexachlorbenzol	0,01
Summe Chlorbenzole	1
Epichlorhydrin	0,1

### Anlage 1.3

#### Geringfügigkeitsschwellenwerte für örtlich begrenzte Grundwasserverunreinigungen

Teil 3: Pflanzenschutzmittel, Biozide Wirkstoffe sowie sprengstofftypische Verbindungen

Pflanzenschutzmittel und Biozidprodukte (PSMBP)	Geringfügigkeitsschwellenwert (mg/l)
Summe PSMBP	0,5
PSMBP Einzelstoff	jeweils 0,1
Aldrin, Azinphos-methyl, Dieldrin, Endosulfan, Etrimfos, Fenitrothion, Fenthion, Heptachlor; Heptachlor-epoxid,	jeweils 0,01

<sup>7</sup> Summe PCB und Einzelstoffe: Summe der polychlorierten Biphenyle; in der Regel Bestimmung über die 6 Kongeneren nach Ballschmiter gemäß Altölverordnung (DIN 51527) multipliziert mit 5; ggf. z. B. bei bekanntem Stoffspektrum einfache Summenbildung aller maßgebenden Einzelstoffe (DIN 38407-F3), dann allerdings ohne Multiplikation.

<sup>8</sup> Bestimmung nach EN ISO 9377-2. Bei höheren Konzentrationen kann ggf. die Gravimetrie (nach ISO 9377-1-Entwurf) eingesetzt werden. Bei GC-Analyse bezieht sich der o. a. Wert auf die Kohlenwasserstoffsumme zwischen C<sub>10</sub> und C<sub>40</sub>.

<sup>9</sup> Einkernige Aromaten (BTEX), gesamt: Summe der Aromaten mit kurzer Seitenkette bis C<sub>3</sub>; der Geringfügigkeitsschwellenwert für Benzol ist wegen dessen Karzinogenität zusätzlich zu berücksichtigen.

<sup>10</sup> Derzeit steht für Phenol kein genormtes Verfahren zur Verfügung, dessen untere Anwendungsgrenze niedriger oder gleich dem Geringfügigkeitsschwellenwert ist. Es muss daher auf nicht genormte Verfahren zurückgegriffen werden, die nach den einschlägigen Regeln für Analysenverfahren zu validieren sind. Üblicherweise wird eine Bestimmung des Phenolindex durchgeführt. Bei positivem Befund ist eine Bestimmung der maßgebenden Einzelstoffe durchzuführen.

<b>Pflanzenschutzmittel und Biozidprodukte (PSMBP)</b>	<b>Geringfügigkeits- schwellenwert (mg/l)</b>
Parathion-ethyl	
Chlordan	0,003
Disulfoton	0,004
Diuron	0,05
Hexazinon	0,07
Malathion, Parathion-methyl	jeweils 0,02
Mevinphos	0,0002
Pentachlorphenol	0,1
Phoxim	0,008
Triazophos, Trifluralin	jeweils 0,03
Tributylzinn <sup>11</sup>	0,0001
Trichlorphon	0,002
Triphenylzinnverbindungen, Dibutylzinn- Verbindungen	0,01

<b>Sprengstofftypische Verbindungen</b>	<b>Geringfügigkeits- schwellenwert (mg/l)</b>
Nitropenta (PETN)	10
2-Nitrotoluol	1
3-Nitrotoluol	10
4-Nitrotoluol	3
2-Amino-4,6-Dinitrotoluol	0,2
4-Amino-2,6-Dinitrotoluol	0,2
2,4-Dinitrotoluol	0,05
2,6-Dinitrotoluol	0,05
2,4,6-Trinitrotoluol	0,2
Hexogen	1
2,4,6-Trinitrophenol (Pikrinsäure)	0,2
Nitrobenzol	0,7
1,3,5-Trinitrobenzol	100
1,3-Dinitrobenzol	0,3
Hexanitrodiphenylamin (Hexyl)	2

<sup>11</sup> Derzeit steht kein genormtes Verfahren zur Verfügung, dessen untere Anwendungsgrenze niedriger oder gleich dem Geringfügigkeitsschwellenwert ist. Es muss daher auf nicht genormte Verfahren zurückgegriffen werden, die nach den einschlägigen Regeln für Analysenverfahren zu validieren sind.

Tetryl	5
Octogen	175

## Anlage 2.1

### Bestimmungsmethoden

Teil 1: Metallionen, Halbmetallionen und sonstige Kationen, Anionen

Die hier genannten DIN-, DIN EN-, DIN EN ISO-Normen und technischen Regeln der Wasserchemischen Gesellschaft werden vom Beuth Verlag GmbH, Berlin, und von der Wasserchemischen Gesellschaft in der Gesellschaft Deutscher Chemiker, Wiley-VCH Verlag, Weinheim (Bergstraße), herausgegeben. Die genannten Verfahrensvorschriften sind beim Deutschen Patentamt in München archivmäßig gesichert niedergelegt.

Parameter	Bestimmungsmethode	Methodenhinweise	untere Anwendungsgrenze <sup>12</sup>
Antimon (Sb)	DIN 38405-32-2	AAS-Hydridtechnik	0,001 mg/l
	DIN 38405-32-1	Graphitrohr-AAS	0,002 mg/l
	DIN EN ISO 11885	ICP-OES	0,1 mg/l
	DIN 38406-29	ICP-MS	0,001 mg/l
Arsen (As)	DIN EN ISO 11969	AAS-Hydridtechnik	0,001 mg/l
	DIN EN ISO 11885	ICP-OES	0,1 mg/l
	DIN 38406-29	ICP-MS	0,001 mg/l
Barium (Ba)	DIN EN ISO 11885	ICP-OES	0,01 mg/l
	DIN 38406-28	Flammen-AAS	0,1 mg/l
	analog DIN EN ISO 5961	Graphitrohr-AAS	0,5 mg/l
	DIN 38406-29	ICP-MS	0,0005 mg/l
Blei (Pb)	DIN 38406-6-1	Flammen-AAS	0,5 mg/l
	DIN 38406-6-2	Graphitrohr-AAS	0,002 mg/l
	DIN EN ISO 11885	ICP-OES	0,1 mg/l
	DIN 38406-29	ICP-MS	0,0002 mg/l
Bor (B)	DIN EN ISO 11885	ICP-OES	0,05 mg/l
	DIN 38405-17	Spektralphotometrie	0,05 mg/l
	DIN 38406-29	ICP-MS	0,01 mg/l
Cadmium (Cd)	DIN EN ISO 5961-HA2	Flammen-AAS	0,05 mg/l
	DIN EN ISO 5961-HA3	Graphitrohr-AAS	0,0003 mg/l
	DIN EN ISO 11885	ICP-OES	0,01 mg/l
	DIN 38406-29	ICP-MS	0,0005 mg/l

<sup>12</sup> Die unteren Anwendungsgrenzen sind sowohl Stoff- als auch matrixabhängig.

Parameter	Bestimmungsmethode	Methodenhinweise	untere Anwendungsgrenze <sup>12</sup>
Chrom, gesamt (Cr, ges., Cr III)	DIN EN 1233-HA3	Flammen-AAS	0,5 mg/l
	DIN EN 1233-HA4	Graphitrohr-AAS	0,002 mg/l
	DIN EN ISO 11885	ICP-OES	0,01 mg/l
	DIN 38406-29	ICP-MS	0,001 mg/l
Chromat (Cr VI) <sup>13,14</sup>	DIN 38405-24	Spektralphotometrie	0,05 mg/l
	DIN EN ISO 10304-3	Ionenchromatographie	0,05 mg/l
Kobalt (Co)	DIN 38406-24-1	Flammen-AAS	0,2 mg/l
	DIN 38406-24-2	Graphitrohr-AAS	0,002 mg/l
	DIN EN ISO 11885	ICP-OES	0,01 mg/l
	DIN 38406-29	ICP-MS	0,0002 mg/l
Kupfer (Cu)	DIN 38406-7-1	Flammen-AAS	0,1 mg/l
	DIN 38406-7-2	Graphitrohr-AAS	0,002 mg/l
	DIN EN ISO 11885	ICP-OES	0,01 mg/l
	DIN 38406-29	ICP-MS	0,001 mg/l
Molybdän (Mo)	analog DIN EN ISO 5961	Graphitrohr-AAS	0,001 mg/l
	DIN EN ISO 11885	ICP-OES	0,03 mg/l
	DIN 38406-29	ICP-MS	0,0003 mg/l
Nickel (Ni)	DIN 38406-11-1	Flammen-AAS	0,2 mg/l
	DIN 38406-11-2	Graphitrohr-AAS	0,005 mg/l
	DIN EN ISO 11885	ICP-OES	0,002 mg/l
	DIN 38406-29	ICP-MS	0,001 mg/l
Quecksilber (Hg)	DIN EN 1483	Kaltdampftechnik-AAS	0,0001 mg/l
	DIN EN 12383	Kaltdampf-AAS (nach Anreicherung durch Amalgamtechnik)	0,00001 mg/l
Selen (Se)	DIN 38405-23-2	AAS-Hydridtechnik	0,001 mg/l
	DIN 38405-23-1	Graphitrohr-AAS	0,005 mg/l
	DIN EN ISO 11885	ICP-OES	0,1 mg/l
	DIN 38406-29	ICP-MS	0,01 mg/l
Thallium (Tl)	DIN 38406-26	Graphitrohr-AAS	0,005 mg/l
	DIN EN ISO 11885	ICP-OES	0,1 mg/l
	DIN 38406-29	ICP-MS	0,001 mg/l
Vanadium (V)	analog DIN EN ISO 5961	Graphitrohr-AAS	0,005 mg/l
	analog DIN EN ISO 5961	Flammen-AAS	1 mg/l 0,01 mg/l

<sup>13</sup> Steht kein genormtes Verfahren zur Verfügung, mit dem die Geringfügigkeitsschwelle erreicht bzw. unterschritten werden kann, muss auf nicht genormte Verfahren zurückgegriffen werden, die nach den einschlägigen Regeln für Analysenverfahren zu validieren sind. Das Verfahren ist zu beschreiben.

<sup>14</sup> Die Bestimmung von Chromat sollte nach chromatographischer Abtrennung von Chrom (III) mittels atomspektrometrischer Methode erfolgen.

Parameter	Bestimmungsmethode	Methodenhinweise	untere Anwendungsgrenze <sup>12</sup>
	DIN EN ISO 11885 DIN 38406-29	ICP-OES ICP-MS	0,0001 mg/l 0,301 mg/l
Zink (Zn)	E DIN 38406-8 DIN EN ISO 11885 DIN 38406-29	Flammen-AAS ICP-OES ICP-MS	0,05 mg/l 0,01 mg/l 0,001 mg/l
Chlorid (Cl <sup>-</sup> )	DIN 38405-1 DIN EN ISO 10304-1 DIN EN ISO 10304-4 DIN EN ISO 15682	photometrisch Ionenchromatographie Ionenchromatographie Fließanalytik	10 mg/l 0,1 mg/l 0,1 mg/l 1 mg/l
Cyanid, gesamt (CN <sup>-</sup> , ges.)	DIN 38405-13-1, DIN 38405-14-1 DIN EN ISO 14403	Spektralphotometrie Fließanalytik	0,02 mg/l 0,02 mg/l
Cyanid, leicht freisetzbar (CN <sup>-</sup> )	DIN 38405-13-2, DIN 38405-14-2 DIN EN ISO 14403	Spektralphotometrie Fließanalytik	0,02 mg/l 0,02 mg/l
Fluorid (F <sup>-</sup> )	DIN EN ISO 10304-1/-2 DIN 38405-4-1 DIN 38405-4-2	Ionenchromatographie Fluorid-Ionenselekt. Elekt- rode Bestimmung nach Auf- schluss u. Destillation	0,1 mg/l 0,1 mg/l 0,2 mg/l
Sulfat (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	DIN 38405-5 DIN EN ISO 10304-1	Gravimetrie Ionenchromatographie	20 mg/l 0,1 mg/l

## Anlage 2.2

### Bestimmungsmethoden

#### Teil 2: Organische Stoffgruppen und organische Einzelstoffe

Die hier genannten DIN-, DIN EN-, DIN EN ISO-Normen und technischen Regeln der Wasserchemischen Gesellschaft werden vom Beuth Verlag GmbH, Berlin, und von der Wasserchemischen Gesellschaft in der Gesellschaft Deutscher Chemiker, Wiley-VCH Verlag, Weinheim (Bergstraße), herausgegeben. Die genannten Verfahrensvorschriften sind beim Deutschen Patentamt in München archivmäßig gesichert niedergelegt.

Parameter	Bestimmungsmethode	Methodenhinweise	untere Anwendungsgrenze <sup>15</sup>
PAK <sup>16</sup>	DIN 38407-18	Hexan-Extraktion, HPLC-FLD	0,005-0,01 µg/l
	ISO 17993	Hexan-Extraktion, HPLC-FLD	0,005-0,01 µg/l
	DIN 38407-7-1 <sup>17</sup> (Screening)	HPTLC	
	DIN 38407-7-2 <sup>318</sup>	HPTLC	0,04 µg/l
	DIN 38409-13-2 <sup>319</sup> (Screening)	HPLTC	
LHKW	DIN EN ISO 10301 (F 4)	Pentan-Extraktion, GC-ECD Headspace, GC-ECD	0,01-50 µg/l 0,1-200 µg/l
	DIN EN ISO 15680	Purge- and Trap, GC-ECD oder GC-MS	0,01-1 µg/l
Chlorethen (Vinylchlorid)	DIN 38413-2	GC-FID	5 µg/l
	DIN EN ISO 15680	Purge- and Trap, GC-ECD oder CG-MS	0,02 µg/l
PCB	DIN 38407-2	Flüssigextraktion, GC-ECD	0,001-0,01 µg/l
	DIN EN ISO 6468 (F 1)	Flüssigextraktion, GC-ECD	0,001-0,01 µg/l
	DIN 38407-3-1 (Indikatorsubst.)	Hexan-Extraktion, GC-ECD	0,001 µg/l
	DIN 38407-3-2 (Peakmuster)	Hexan-Extraktion, GC-ECD	—
	DIN 38407-3-3	Hexan-Extraktion, GC-MS	0,01-0,1 µg/l
Kohlenwasserstoffe <sup>20</sup>	DIN EN ISO 9377-2	Extraktion mit Aceton/	0,1 mg/l

<sup>15</sup> Die unteren Anwendungsgrenzen sind sowohl Stoff- als auch matrixabhängig.

<sup>16</sup> Bei positivem Befund im Auswahltest, z. B. mittels Dünnschichtchromatographie nach DIN 38409-13-2 (Ergebnis > 50 ng/l), oder bei anders begründetem Verdacht sind zu Beginn des Untersuchungsablaufes sowie zwischendurch Probenextrakte zur Identifizierung von PAK-haltigen technischen Produkten und sonstigen branchenspezifischen Parametern mittels GC-MS zu untersuchen (GC-MS-Screening). Aufgrund der dabei gewonnenen Kenntnisse ist die Bestimmungsmethode für die Routinemessung festzulegen.

<sup>17</sup> Jeweils 4 PAK nach der Trinkwasserverordnung.

<sup>18</sup> Jeweils 4 PAK nach der Trinkwasserverordnung.

<sup>19</sup> Jeweils 4 PAK nach der Trinkwasserverordnung.

<sup>20</sup> Zur Bestimmung des Kohlenwasserstoffindex ist die gaschromatographische Methode der DIN EN ISO 9377-2 einzusetzen. Das GC-Verfahren ermöglicht, neben der Summenauswertung zusätzlich die Identifizierung von Einzelstoffen und ggf. die Bestimmung der Art des technischen Produktes. Wenn im Chromatogramm einzelne Messsignale auftreten, die üblicherweise in Mineralölgemischen nicht vorkommen, dann ist durch Wiederholung der Reinigung mit Florisil zu prüfen, ob es sich bei diesen Signalen um Kohlenwasserstoffe handelt. Im Falle von Kohlenwasserstoffen müssen die Signalintensitäten im Verhältnis zu den übrigen Kohlenwasserstoffen gleich bleiben. Bei verhältnismäßiger Abnahme der Signale ist die Reinigung ggf. mehrfach zu wiederholen. Höhere Konzentrationen (> 50 mg/l) können ggf. gravimetrisch nach E DIN EN ISO 9377-1 quantifiziert werden, wobei durch Verdunstung der niedersiedenden Anteile Minderbefunde in Betracht zu ziehen sind. Gleichzeitig erfasst diese Methode auch die höhersiedenden Kohlenwasserstoffe KW > C<sub>40</sub>

Parameter	Bestimmungsmethode	Methodenhinweise	untere Anwendungsgrenze <sup>15</sup>
	Überblicksanalyse	Petrolether, GC-FID Fingerprintidentifizierung: GC-FID ohne Quantifizierung	
Alkylierte Benzole (BTEX)	ISO 11423-1  DIN 38407-9-1 ISO 11423-2 DIN 38407-9-2 DINENISO 15680	Dampfraum, GC-FID  Dampf räum, GC-FID Pentan-Extraktion, GC-FID Pentan-Extraktion, GC-FID Purge- and Trap, GC-ECD oder GC-MS	5 µg/l  5 µg/l 5 µg/l 5 µg/l 0,02-0,05 µg/l
MTBE	DIN EN ISO 15680 (muss für  MTBE validiert werden) DIN 38 407-9	Purge- and Trap, GC/FID oder GC/MS Dampfraum, GC-MS	0,05 µg/l   1µg/l
Phenole <sup>21</sup> monovalente Phenole <sup>22</sup>  Phenolindex <sup>23</sup>	(E) ISO 3165-1  (E) ISO 8165-2  analog DIN EN 12673 (F 15) DIN 38409-16-2 DIN EN ISO 14402 (H 37)	Flüssigextraktion, GC-FID od. GC-ECD Derivatisierung, GC-ECD Derivatisierung, GC-MS Spektralphotometrie Fließanalytik	0,1 µg/l   0,1 µg/l 0,1 µg/l 10 µg/l 10 µg/l
Nonylphenole	ISO 18857-1	Flüssigextraktion, GC/MS	0,02.µg/l
Chlorphenole	DIN EN 12673 (F 15)	extraktive Derivatisierung mit Acetanhydrid/GC-E CD	0,1 µg/l
Chlorbenzole Cl <sub>1</sub> Cl <sub>3</sub> -Chlorbenzole  Cl <sub>3</sub> -Cl <sub>6</sub> -Chlorbenzole	ENISO 10301 (F4)  DIN EN ISO 6468 (F 1) DIN 38407-2	Headspace, GC-ECD Flüssigextraktion/GC-E CD Flüssigextraktion/GC-ECD	0,2-0,5 µg/l 0,001-0,01 µg/l 0,001-0,01 µg/l

<sup>21</sup> Steht kein genormtes Verfahren zur Verfügung, mit dem der Geringfügigkeitsschwellenwert erreicht bzw. unterschritten werden kann, muss auf nicht genormte Verfahren zurückgegriffen werden, die nach den einschlägigen Regeln für Analysenverfahren zu validieren sind. Das Verfahren ist zu beschreiben.

<sup>22</sup> Ausgewählte monovalente Phenole.

<sup>23</sup> Bei Überschreitung des Geringfügigkeitsschwellenwertes für den Phenolindex ist eine Bestimmung der Einzelstoffe durchzuführen.

Parameter	Bestimmungsmethode	Methodenhinweise	untere Anwendungsgrenze <sup>15</sup>
Epichlorhydrin	DIN EN 14207 (P 9)	Festphasenextraktion, GC/MS	0,1 µg/l
PSMBP			
SHKW + Organochlorpestizide <sup>24</sup>	DIN EN ISO 6468 (F 1) DIN 38407-2	Flüssigextraktion, GC-ECD (ggf. auch GC-MS)	0,001—0,0 µg/l
Organ. N- und P-Verbindungen <sup>25</sup>	DIN EN ISO 10695 (F 6)	Flüssigextraktion, GC-PND	0,1—1 µg/l
	DIN EN ISO 11369 (F 12)	Festphasenextraktion, GC-PND Festphasenextraktion, HPLC- UV-DAD	0,051—0,061 µg/l  0,025—0,1 µg/l
Phenoxyalkancarbonsäureherbizide	DIN 38407-14	Festphasenextraktion, GC-MS	0,05 µg/l
	DIN ISO 15913 (F 20)	Festphasenextraktion, GC-MS	0,05 µg/l
PSM (Auswahl)	DIN V 38407-11	Festphasenextraktion, HPTLC-AMD	0,05 µg/l
Organozinnverbindungen	DIN 38407-13	Hexan-Extraktion, GC/MS  oder GC/FPD oder GC/AED	0,01 µg/l
Nitropenta (PETN)	DIN 38407-21	Festphasenextraktion, HPLC- UV-DAD	0,1—0,5 µg/l
2-Nitrotoluol	DIN 38407-21  DIN 38407-17	Festphasenextraktion, HPLC- UV-DAD  Toluol-Extraktion oder Fest- phasenextraktion, GC/MS	0,1—0,5 µg/l  0,05 µg/l
3-Nitrotoluol	DIN 38407-21	Festphasenextraktion, HPLC- UV-DAD	0,1—0,5 µg/l

<sup>24</sup> Z. B. Aldrin, DDT, HCH-Gemisch.

<sup>25</sup> Ausgewählte organische Stickstoff- und Phosphor-Verbindungen, u. a. Triazinherbizide, Phenylharnstoffherbizide, Organophosphorsäurederivate.

Parameter	Bestimmungsmethode	Methodenhinweise	untere Anwendungsgrenze <sup>15</sup>
4-Nitrotoluol	DIN 38407-21 DIN 38407-17	Festphasenextraktion, HPLC-UV-DAD Toluol-Extraktion oder Fest- phasenextraktion, GC/MS	0,1—0,5 µg/1 0,05 µg/1
2-Amino-4,6-Dinitrotoluol	DIN 38407-21 DIN 38407-17	Festphasenextraktion, HPLC- UV-DAD Toluol-Extraktion oder Fest- phasenextraktion, GC/MS	0,1—0,5 µg/1 0,05 µg/1
4-Amino-2,6-Dinitrotoluol	DIN38407-21 DIN 38407-17	Festphasenextraktion, HPLC- UV-DAD Toluol-Extraktion oder Fest- phasenextraktion, GC/MS	0,1—0,5 µg/1 0,05 µg/1
2,4-Dinitrotoluol	DIN 38407-21 DIN 38407-17	Festphasenextraktion, HPLC-UV-DAD Toluol-Extraktion oder Fest- phasenextraktion, GC/MS	0,1—0,5 µg/1 0,05 µg/1
2,6-Dinitrotoluol	DIN 38407-21 DIN 38407-17	Festphasenextraktion, HPLC- UV-DAD Toluol-Extraktion oder Fest- phasenextraktion, GC/MS	0,1—0,5 µg/1 0,05 µg/1
2,4,6-Trinitrotoluol	DIN 38407-21 DIN38407-17	Festphasenextraktion, HPLC- UV-DAD Toluol-Extraktion oder Fest- phasenextraktion, GC/MS	0,1—0,5 µg/1 0,05 µg/1
Hexogen	DIN 38407-21	Festphasenextraktion, HPLC-UV-DAD	0,1—0,5 µg/1
2,4,6-Trinitrophenol (Pikrinsäure)	DIN 38407-21	Festphasenextraktion, HPLC-UV-DAD	0,1—0,5 µg/1

Parameter	Bestimmungsmethode	Methodenhinweise	untere Anwendungsgrenze <sup>15</sup>
Nitrobenzol	DIN 38407-17	Toluol-Extraktion oder Festphasenextraktion, GC/MS	0,05 µg/1
1,3,5-Trinitrobenzol	DIN 38407-21	Festphasenextraktion, HPLC-UV-DAD	0,1—0,5 µg/1
1,3-Dinitrobenzol	DIN 38407-21 DIN 38407-17	Festphasenextraktion, HPLC-UV-DAD Toluol-Extraktion oder Festphasenextraktion, GC/MS	0,1—0,5 µg/1 0,05 µg/1
Hexanitrodiphenylamin (Hexyl)	DIN 38407-21	Festphasenextraktion, HPLC-UV-DAD	0,1—0,5 µg/1
Tetryl	DIN 38407-21	Festphasenextraktion, HPLC-UV-DAD	0,1—0,5 µg/1
Oktofen	DIN 38407-21	Festphasenextraktion, HPLC-UV-DAD	0,1—0,5 µg/1