

Industrieschnee in Karlsruhe im Winterhalbjahr 2008/ 2009



Inhaltsverzeichnis

Aufgabenstellung	1
Was ist „Industrieschnee“?	1
Probenahme und Analytik	2
Die Niederschlagsereignisse	3
Bewertungsgrundlagen	3
Messergebnisse und Bewertung	4
Vergleich mit Industrieschnee aus Linz	6
Betrachtung des Wirkungspfades Boden-Mensch für BaP	8
Fazit	8

Anhang

Übersicht der Messwerte im Vergleich zu den Grenz- und Prüfwerten.....	9
Grenz- und Prüfwerte.....	10
Laborprüfberichte.....	11

Industrieschnee in Karlsruhe im Winterhalbjahr 2008/ 2009

Aufgabenstellung

Aufgrund wiederkehrender Niederschlagsereignisse von Industrieschnee im Westen des Stadtgebietes Karlsruhe war es 2008 Wunsch des Karlsruher Gemeinderates Industrieschnee im Winterhalbjahr 2008/ 2009 zu erfassen und auf seine Inhaltsstoffe zu analysieren. Seitens der Stadtverwaltung Karlsruhe wurde dazu folgendes festgelegt:

1. Probenahmeflächen zur Erfassung von Industrieschnee und Naturschnee im Klärwerk Karlsruhe.
2. Analyse von Industrie-/ Naturschneeproben auf folgende Stoffparameter:
Metalle: As, Cd, Cr ges., Cu, Ni, Pb, Zn, Hg, Tl, Se, Sb, Al, Fe, Mn
Anionen: Chlorid, Sulfat, Nitrat, Nitrit, Fluorid, Phosphat ges.
sowie pH-Wert und elektrische Leitfähigkeit;
Organische Parameter: TOC, AOX, PAK
3. Vergleich der Stoffkonzentrationen mit den Grenzwerten der Trinkwasserverordnung und den Prüfwerten der Bundesbodenschutzverordnung.

Was ist „Industrieschnee“?

Während der Wintermonate kommt es im Westen der Stadt Karlsruhe an wenigen Tagen lokal begrenzt zu Niederschlag von Industrieschnee. Betroffen hiervon sind häufig die Karlsruher Stadtteile:

- Knielingen
- Neureut
- Nordweststadt

Dazu müssen mehrere Faktoren zusammentreffen. Dies sind:

- Industrielle Wasserdampfemittenten
- Lufttemperaturen zwischen -3°C und -10°C
- Inversionswetterlage (obere Luftschicht: warm, untere Luftschicht kalt).

Industriebetriebe im Westen der Stadt haben einen hohen Ausstoß an Wasserdampf. Emittenten großer Wasserdampfmengen sind dort

- eine Papierfabrik
- eine Mineralölraffinerie
- ein Großkraftwerk

Der emittierte Wasserdampf kondensiert in niedriger Höhe (ca. 100 - 200 m) und bildet Eiskristalle, die als „Industrieschnee“ zu Boden sinken. Wegen der geringen Fallhöhe bildet dieser Schnee keine typische Kristallstruktur aus. Industrieschnee ist daher extrem feinkörnig bis pulverförmig. Naturschnee hingegen fällt aus Höhen von mehreren tausend Metern zur Erde. Auf dem Weg dorthin hat er genügend Zeit, die für Schnee typische Kristallstruktur auszubilden.

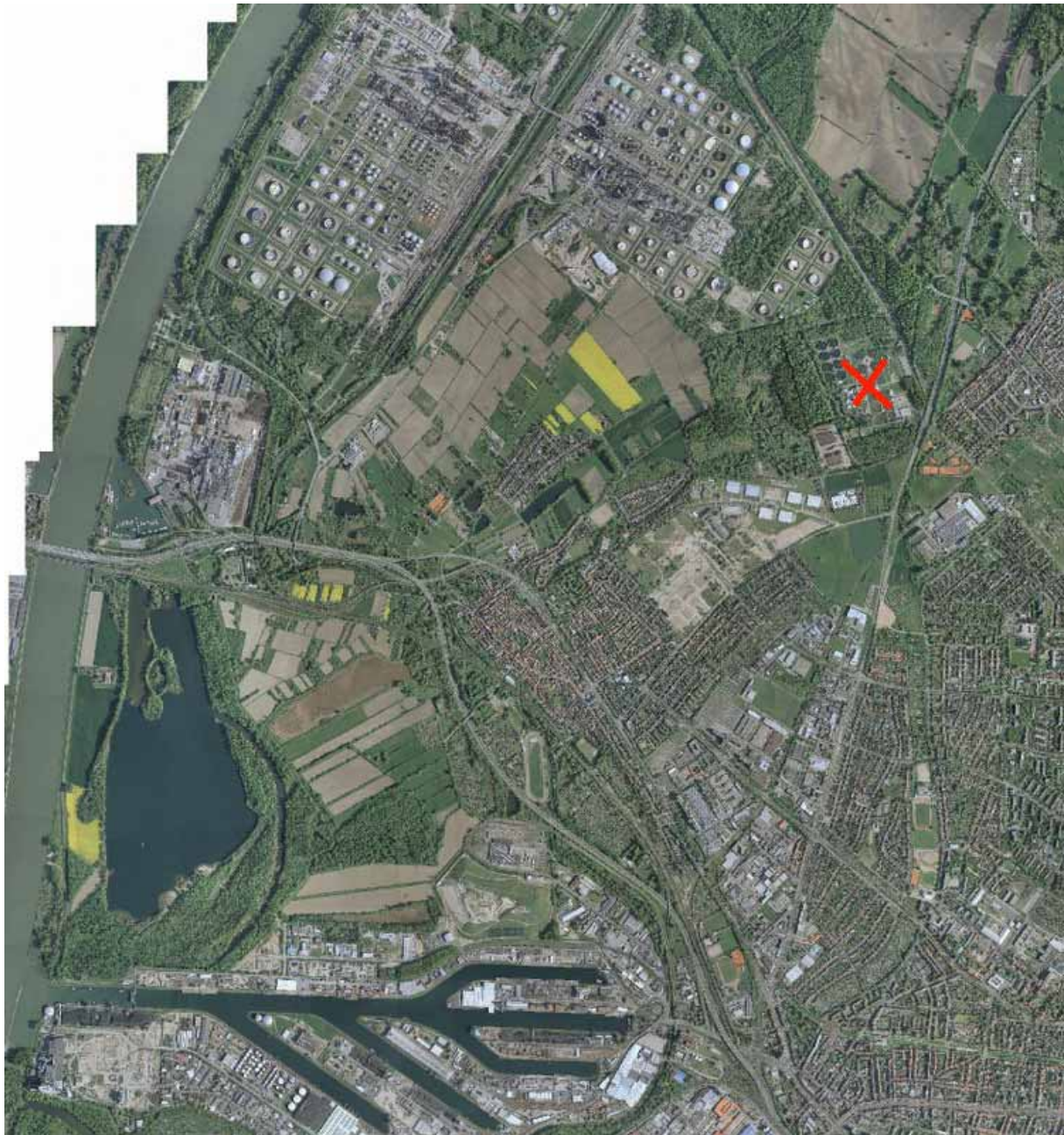


Bild 1: Industrielles Umfeld bei der Probenahme­fläche im Klärwerk Karlsruhe

Probenahme und Analytik

Zur Vorhersage der Wahrscheinlichkeit eines Industrieschneeereignisses wurde von Dezember 2008 bis Februar 2009 der meteorologische Vorhersagedienst der Lacunosa Wetterberatung Karlsruhe genutzt. Diese hatte den Auftrag, die zur Industrieschneebildung geeignete Wetterlage möglichst frühzeitig an das beauftragte Labor zu melden. Sobald eine solche Wettervorhersage vorlag, wurden die zur Erfassung und Beprobung des Schneeniederschlages vorgesehenen Kunststofffolien (Polypropylen, 2m x 4m) auf einer Wiesenfläche im Klärwerk Karlsruhe ausgelegt.

Die verwendete Folie wurde vorab einer Nullmessung unterzogen, um damit die Eigenbelastung der Auffangfolie in Bezug auf die zu untersuchenden Parameter zu ermitteln. Hierzu wurde die Folie im Labor mit 1000 ml dest. Wasser großflächig benetzt. Anschließend wurde das Wasser mittels Probeentnahmeschaufel wieder aufgenommen und analysiert. Die Messwerte dieser **Nullprobe** (W08-52777) stellen die Grundbelastung der verwendeten Foliencharge dar.



Bild 2: Probenahmeplatten auf einer Wiese im Klärwerk Karlsruhe

Niederschlagsereignisse

Mit einer Inversionswetterlage war erstmals am 30.12.2008 gerechnet worden. Da diese nicht eintrat, wurden die ausgelegten Folien wieder eingeholt, gereinigt und am 04.01.2009 erneut ausgelegt.

Naturschnee

Am 05./06.01.2009 kam es dann zunächst zu Naturschneeniederschlag, der am 07.01.2009 auf den ausgelegten Folien wie folgt beprobt wurde:

- Folie 1: 0,85 m² mit ca. 6 cm Naturschnee (1,5 l Tauwasser)
- Folie 2: 0,85 m² mit ca. 6 cm Naturschnee (1,8 l Tauwasser)

Die Naturschneeproben (Folie1 - A09-55022; Folie2 - A09-55023) wurden sodann auf die in den Prüfberichten (siehe Anhang) genannten Stoffparameter untersucht.

Industrieschnee

Nach erneuter Ankündigung einer Inversionswetterlage durch die Wetterberatung Lacunosa in Karlsruhe, wurden die Folienflächen 1+2 gereinigt und am 09.01.2009 ausgebracht. Begünstigt durch eine Inversionswetterlage, verbunden mit einer stark vorherrschenden Nebelsituation (rel. Feuchte ca. 100%), waren die Bedingungen zur Bildung von Industrieschnee gegeben. Dieser trat am 12.01.09 im Laufe des Vormittags ein und erstreckte sich über Teile von Knielingen, der Nordweststadt und die Kläranlage Karlsruhe-Neureut. Die mit Industrieschnee beaufschlagten Folienflächen wurden am 12.01.09 wie folgt beprobt:

- Folie 1: 2,89 m² mit ca. 0,5 cm Industrieschnee (1,4 l Tauwasser)
- Folie 2: 2,89 m² mit ca. 0,2 cm Industrieschnee (0,7 l Tauwasser)

Bewertungsgrundlagen

Mangels Grenz- oder Richtwerte zur Bewertung von Schneehaltsstoffen wurden hilfsweise die

- Grenzwerte der Trinkwasserverordnung 2001 (TVO)
- Prüfwerte der Bundesbodenschutzverordnung (BBodSchVO)
 - Wirkungspfad Boden-Grundwasser
 - Wirkungspfad Boden-Mensch (nur für Benzo[a]pyren (BaP))

zum Vergleich mit den Messergebnissen im Schneeniederschlag herangezogen.

Die TVO-Grenzwerte gehen dabei von einer lebenslangen täglichen Aufnahmemenge aus. Die Prüfwerte nach BBodSchVO dienen der Gefährdungsabschätzung, insbesondere der Feststellung von Menge und räumlicher Verteilung von Schadstoffen, ihrer Ausbreitungsmöglichkeiten sowie der Möglichkeit ihrer Aufnahme durch den Menschen.

Messergebnisse und Bewertung

Die aus den Schneeproben resultierenden Tauwassermengen wurden auf die in den Prüfberichten (siehe Anhang) genannten Parameter untersucht. Die Analytik erfolgte aus den unfiltrierten aufgetauten Schneeproben, so dass luftgetragene Partikel, absorbiert an Naturschnee oder Industrieschnee, mit erfasst wurden.

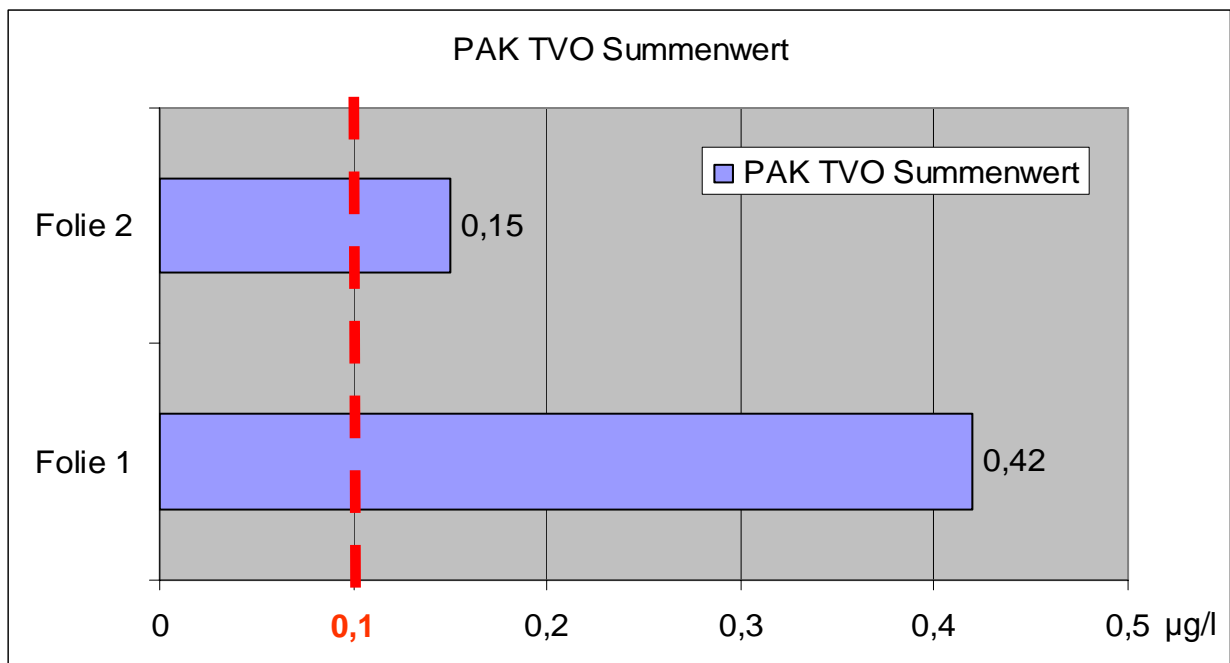
Die **Nullprobe (W09-52777-Folie1)** der Auffangfolie zeigte keine Auffälligkeiten. Lediglich der AOX-Gehalt war leicht erhöht. Allerdings könnte dies auch an der Beprobung liegen, da die mit dest. Wasser benetzte Folie mit der Entnahmeschaufel abgeschabt worden war.

Industrieschnee

Die Messwerte der beiden **Industrieschneeproben** (A09-55062- Folie1 und A09-55063- Folie2) vom Niederschlagsereignis am 12.01.09 im Klärwerk Karlsruhe zeigten maximal folgende **Überschreitungen** von Grenzwerten der TrinkwVO 2001 und/oder von Prüfwerten der BBodSchVO, Wirkungspfad Boden-Grundwasser:

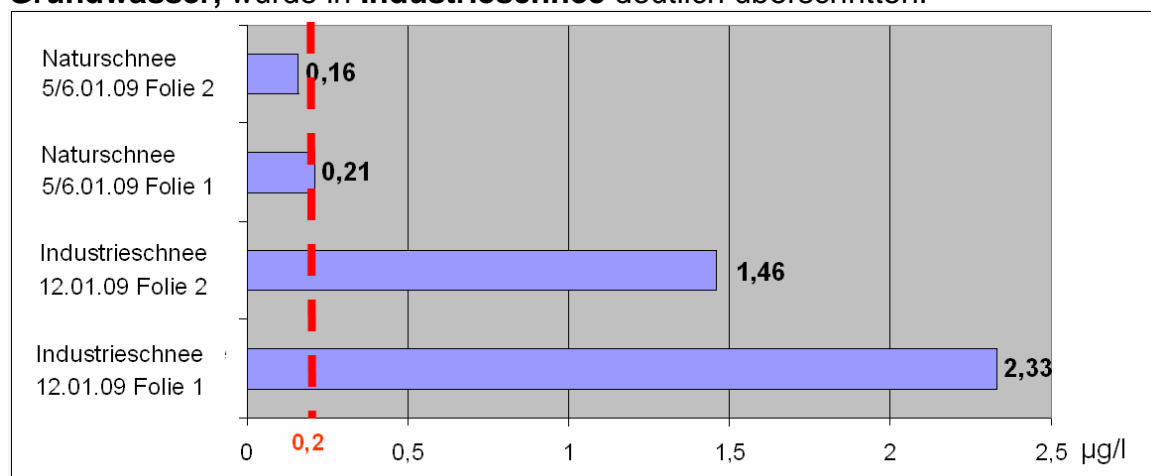
	BBodSchVO Prüfwerte Boden- Grundwasser	TVO- Grenzwerte 2001
▪ PAK TVO	-	ca. 4-fach
▪ PAK-Summe (EPA 15)	ca. 11-fach	-
▪ Kupfer	ca. 3-fach	-
▪ Blei	ca. 1-fach	ca. 3-fach
▪ Aluminium	-	ca. 5-fach
▪ Eisen gesamt	-	ca. 12-fach
▪ Mangan	-	ca. 3-fach

Der **PAK-Grenzwert nach TVO** (0,1 µg/l; 4 Einzelsubstanzen) wurde in **Industrieschnee** in beiden Proben überschritten:



Graphik 1: PAK-Gehalte (TVO) in Industrieschnee in Vergleich zum PAK-Grenzwert der TVO

Auch der **PAK-Prüfwert (0,2 µg/l; EPA 15)** der **BBodSchVO, Wirkungspfad Boden-Grundwasser**, wurde in **Industrieschnee** deutlich überschritten:



Graphik 2: PAK-Gehalte (EPA 15) in Schnee in Vergleich zum PAK-Prüfwert der BBodSchVO

Nachfolgende Stoffparameter in **Industrieschnee** waren lediglich gegenüber der Nullprobe angehoben:

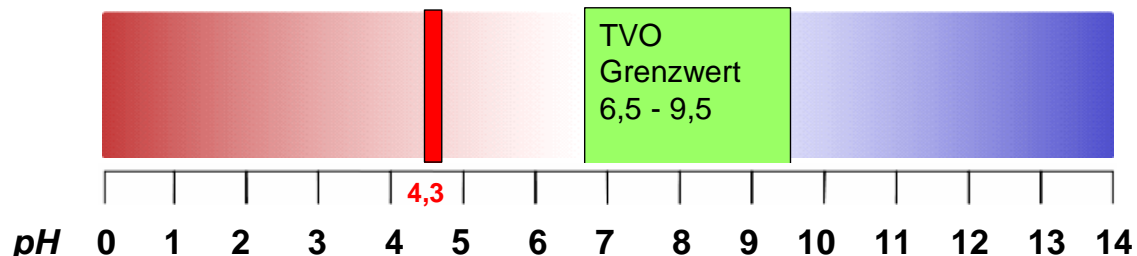
- Chlorid
- Sulfat
- Nitrat
- Phosphat
- elektrische Leitfähigkeit
- Chrom
- Zink

Grenz- oder Prüfwerte wurden jedoch nicht überschritten. Cadmium, Nickel und Quecksilber waren an der analytischen Bestimmungsgrenze. Der **pH-Wert im Industrieschnee** war neutral (7) bis leicht alkalisch (> 7) und damit **unauffällig**.

Naturschnee

In den zwei **Naturschneeproben** (A09-55022 - Folie1 und A09-55023 - Folie2) war - wie Graphik 2 zeigt - der **PAK-Gehalt (EPA 15) im Vergleich zum PAK-Prüfwert der BBodSchVO, Wirkungspfad Boden-Grundwasser**, gerade **grenzwertig** und weit geringer als in den Industrieschneeproben.

In **Naturschnee** auffällig war der **saure pH-Wert**, der mit pH 4,3 deutlich außerhalb des pH-Wertebereiches der Trinkwasserverordnung lag.



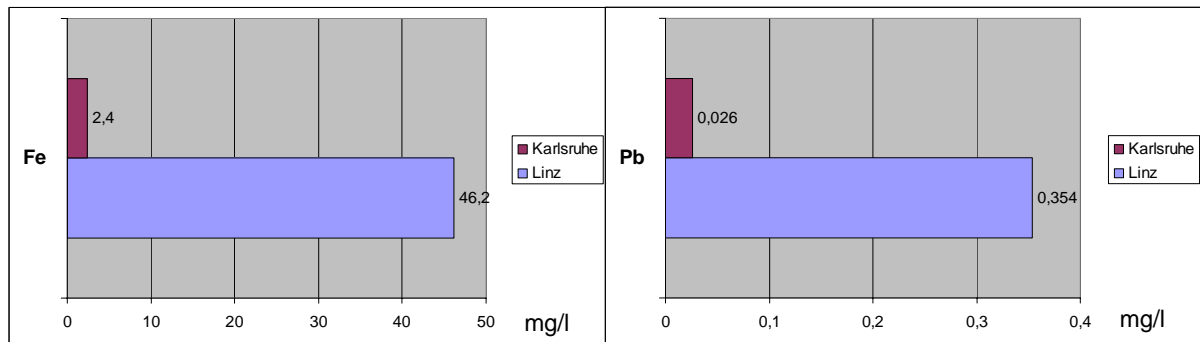
Graphik 3: pH-Wert von Naturschnee

Vergleich mit Industrieschnee aus Linz

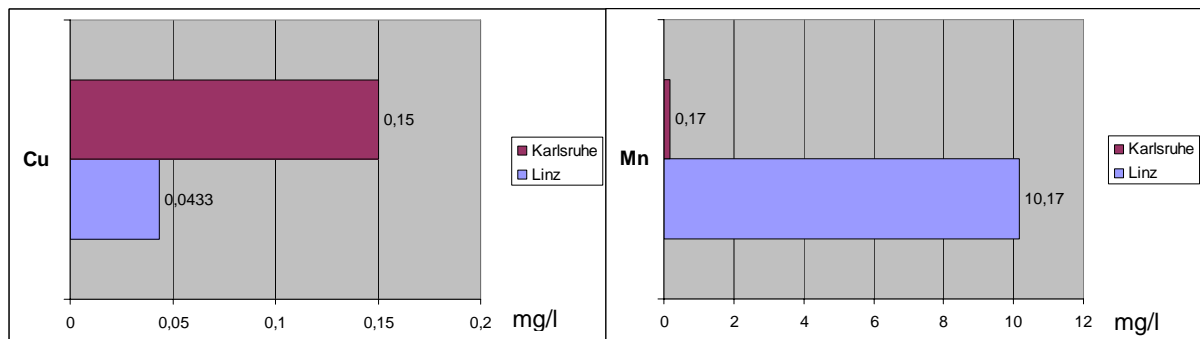
Wie Industrieschneeanalysen (unfiltriert) aus Linz aus dem Jahr 2000 zeigen, waren dort angehobene Stoffgehalte insbesondere bei Eisen, Blei, Kupfer und Mangan sowie den Anionen Nitrat, Chlorid, Sulfat und Phosphat aufgetreten.

Die **PAK-Summe nach TVO** (4 PAK-Kongenere) ist wegen der abweichenden Summenbildung (5 PAK-Kongenere) in Linz zwar nicht ganz identisch mit den Karlsruher PAK-Werten (TVO). Die PAK-Gehalte in Industrieschnee aus Linz im Jahr 2000 lassen jedoch erkennen, dass diese bei maximal rund dem Doppelten, der in Karlsruhe gemessenen PAK-Gehalte (TVO) liegen.

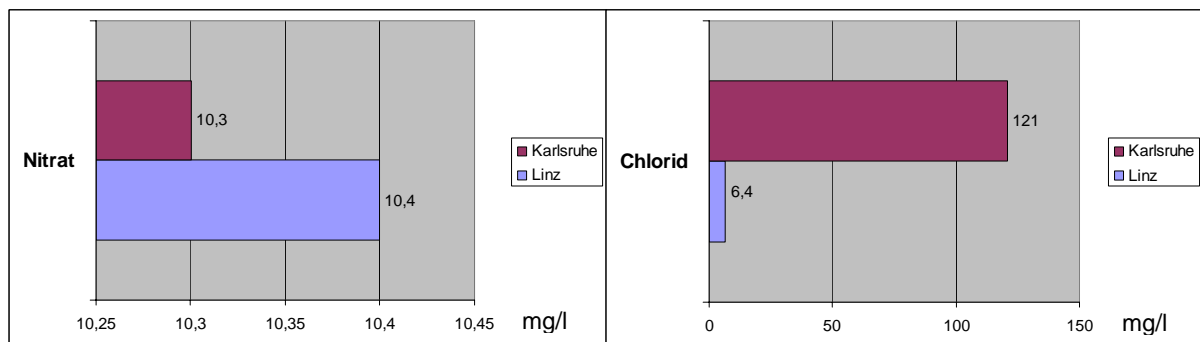
Maximale Stoffkonzentrationen in Industrieschneeniederschlag aus Karlsruhe 2009 und Linz im Jahr 2000 im Vergleich:



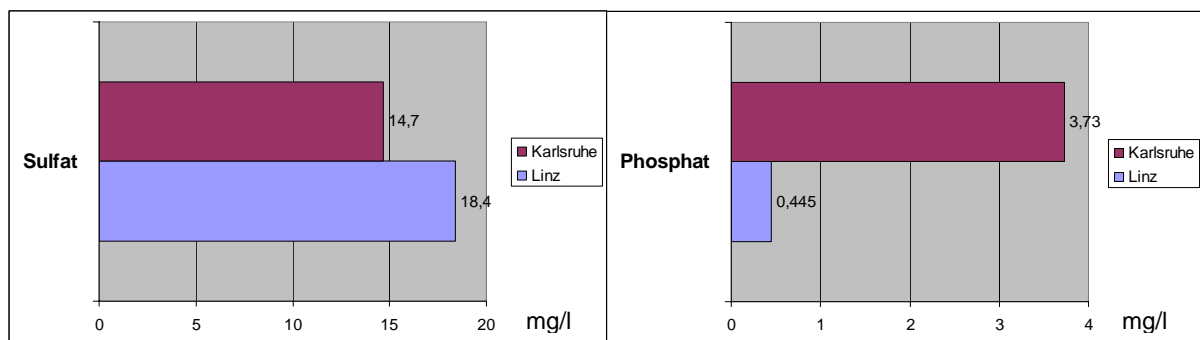
Graphik 4: Eisen und Blei



Graphik 5: Kupfer und Mangan



Graphik 6: Nitrat und Chlorid



Graphik 7: Sulfat und Phosphat

Betrachtung des Wirkungspfades Boden- Mensch für Benzo[a]pyren (BaP)

Überträgt man die Annahme einer oralen Benzo[a]pyren-Aufnahme eines Kleinkindes auf Spielplätzen (2 mg BaP/kg trocken) nach der BBodSchVO, Wirkungspfad Boden-Mensch, mit den dort üblicherweise zum Ansatz gebrachten Annahmen auf Industrieschnee, so würde dies eine BaP-Aufnahme von 1 µg/Tag erfordern. Um diese BaP-Menge über Karlsruher Industrieschnee aufzunehmen, müsste ein Kleinkind täglich etwa das fünffache der Schneemenge verzehren, die am 12.01.09 auf knapp drei Quadratmeter Fläche (ca. 0,2 µg BaP auf Folie 1) niederging.

Fazit

Die im Winterhalbjahr 2008/2009 in Karlsruhe aus dem einzigen Industrieschneeereignis am 12.01.09 untersuchten zwei Industrieschneeproben zeigen in der Summe eine deutlich höhere Belastung mit anorganischen und organischen Stoffen als Naturschnee im gleichen Zeitraum.

Zur Bewertung der Messergebnisse wurden hilfsweise die Grenzwerte der Trinkwasserverordnung 2001 sowie die Prüfwerte der Bundesbodenschutzverordnung, Wirkungspfad Boden-Grundwasser und Wirkungspfad Boden-Mensch herangezogen. Obwohl diesbezüglich Stoffgehalte im **Industrieschnee** deutlich überschritten wurden, ergibt sich - wegen der Seltenheit des Niederschlagsereignisses und wegen der notwendigen hohen oralen Aufnahmemenge - aus Sicht des Gesundheitsamtes Karlsruhe **kein gesundheitliches Risiko**.

Die **Naturschneeproben** zeigen dabei weitaus geringere Stoffkonzentrationen, die meist an der analytischen Bestimmungsgrenze liegen. Vergleichsweise auffällig war lediglich der saure pH-Wert.

Anhang

Übersicht der Messwerte im Vergleich zu den Grenz- und Prüfwerten

Parameter	Grenzwert TVO 2001	Prüfwert Grundwasser BBodschVO	Nullprobe	Naturschnee Folie 1	Naturschnee Folie 2	Industrie- schnee Folie 1	Industrie- schnee Folie 2	Einheit
			Messwert	Messwert	Messwert	Messwert	Messwert	
Chlorid	250	---	n.b.	2,8	2,9	121	98,7	mg/l
Sulfat	240	---	n.b.	n.b.	n.b.	14,7	9,5	mg/l
Nitrat	50	---	n.b.	3,8	3,9	10,3	7,5	mg/l
Nitrit	0,5	---	0,03	n.b.	n.b.	0,08	0,07	mg/l
Fluorid gelöst	1,5	0,75	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	mg/l
pH-Wert	>6,5 - < 9,5	---	7,01	4,41	4,3	7,56	6,96	
Temperatur (zu pH)			21,7	18,2	18,2	22,8	22,5	°C
elektr. LF bei 25°C	2790		12	38	35	474	396	µS/cm
Naphthalin	---	2	n.b.	n.b.	n.b.	0,2	0,2	µg/l
PAK TVO * (berechnet)	0,1	---	n.b.	n.b.	n.b.	0,42	0,15	µg/l
PAK EPA Liste (15)	---	0,2	0	0,21	0,16	2,33	1,46	µg/l
Arsen	0,01	0,01	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	mg/l
Cadmium	0,005	0,005	n.b.	n.b.	n.b.	0,0005	n.b.	mg/l
Chrom gesamt	0,05	0,05	n.b.	n.b.	n.b.	0,012	0,009	mg/l
Kupfer	2	0,05	n.b.	0,01	0,01	0,15	0,12	mg/l
Nickel	0,02	0,05	n.b.	0,014	n.b.	n.b.	n.b.	mg/l
Blei	0,01	0,025	n.b.	n.b.	n.b.	0,026	0,021	mg/l
Zink	---	0,5	0,02	0,12	0,07	0,29	0,26	mg/l
Selen	0,01	0,01	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	mg/l
Antimon	0,005	0,01	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	mg/l
Aluminium	0,2	---	0,02	0,06	0,07	0,98	0,8	mg/l
Eisen gesamt	0,2	---	n.b.	0,1	0,08	2,4	2	mg/l
Mangan gesamt	0,05	---	n.b.	0,03	0,03	0,17	0,09	mg/l
Quecksilber	---	0,001	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	mg/l

* Summe aus Benzo-b+k-fluoranthen, Indeno-1,2,3-cd-pyren, Benzo-g,h,i-perylen
n.b. = nicht bestimmbar (Bestimmungsgrenze)

Grenz- und Prüfwerte

Zur Bewertung wurden die nachfolgenden Grenzwerte der deutschen Trinkwasserverordnung (TVO 2001) sowie die Prüfwerte des Wirkungspfades Boden-Grundwasser nach der Bundesbodenschutzverordnung (BBodSchVO) herangezogen.

Parameter	Einheit	Grenzwert TVO 2001	Prüfwert Grundwasser BBodSchVO
Chlorid	mg/l	250	---
Sulfat	mg/l	240	---
Nitrat	mg/l	50	---
Nitrit	mg/l	0,5	---
Fluorid gelöst	mg/l	1,5	0,75
Phosphat gesamt	mg/l	---	---
pH-Wert	---	>6,5 - < 9,5	---
elektr. LF bei 25°C bei 20°C	µS/cm	2790 2500	---
TOC	mg/l	ohne anomale Veränderung	---
AOX	µg/l		
Summe LCKW	µg/l	10	10
Naphthalin	µg/l	---	2
PAK TrinkwVO	µg/l	0,1	---
PAK EPA Liste (15)	µg/l	---	0,2
Arsen	mg/l	0,01	0,01
Cadmium	mg/l	0,005	0,005
Chrom gesamt	mg/l	0,05	0,05
Kupfer	mg/l	2	0,05
Nickel	mg/l	0,02	0,05
Blei	mg/l	0,01	0,025
Zink	mg/l	---	0,5
Selen	mg/l	0,01	0,01
Antimon	mg/l	0,005	0,01
Aluminium	mg/l	0,2	---
Eisen gesamt	mg/l	0,2	---
Mangan gesamt	mg/l	0,05	---
Quecksilber	mg/l	---	0,001
Thallium	mg/l	---	---

Laborprüfberichte**Nullprobe****Probenummer:** W08-52777**Entnahmestelle:** Folie 1 - Nullprobe (mit 1000 ml dest. Wasser besprenkelt, 2h Standzeit)

Parameter	Methode	Messwert	Einheit	BG
Chlorid, IC	DIN EN ISO 10304	n.b.	mg/l	1
Sulfat	DIN EN ISO 10304	n.b.	mg/l	1
Nitrat	DIN EN ISO 10304	n.b.	mg/l	0,5
Nitrit	DIN 26777	0,03	mg/l	0,03
Fluorid, gelöst	DIN 38 405-D4	n.b.	mg/l	1
Phosphat, gesamt	DIN EN 1189	0,07	mg/l	0,04
pH-Wert	DIN 38 404-C5	7,01		
Temperatur (zu pH)	DIN 38 404-C4	21,7	°C	
elektr. LF (25°C)	DIN EN 27888	12	µS/cm	
TOC	DIN EN 1484	1,6	mg/l	1
AOX	DIN EN 1485	49	µg/l	10
Naphthalin	mittels GC-MSD	n.b.	µg/l	0,1
Acenaphthylen	mittels GC-MSD	n.b.	µg/l	0,01
Acenaphthen	mittels GC-MSD	n.b.	µg/l	0,01
Fluoren	mittels GC-MSD	n.b.	µg/l	0,01
Phenanthren	mittels GC-MSD	n.b.	µg/l	0,01
Anthracen	mittels GC-MSD	n.b.	µg/l	0,01
Fluoranthen	mittels GC-MSD	n.b.	µg/l	0,01
Pyren	mittels GC-MSD	n.b.	µg/l	0,01
Benzo-a-anthracen	mittels GC-MSD	n.b.	µg/l	0,01
Chrysen	mittels GC-MSD	n.b.	µg/l	0,01
Benzo-b+k-fluoranthen	mittels GC-MSD	n.b.	µg/l	0,02
Benzo-a-pyren (BaP)	mittels GC-MSD	n.b.	µg/l	0,01
Indeno-1,2,3-cd-pyren	mittels GC-MSD	n.b.	µg/l	0,01
Dibenzo-(a,h)-anthracen	mittels GC-MSD	n.b.	µg/l	0,01
Benzo-g,h,i-perylen	mittels GC-MSD	n.b.	µg/l	0,01
Summe PAK-EPA (16)	mittels GC-MSD	0	µg/l	
Summe PAK-EPA (15)	mittels GC-MSD	0	µg/l	
Arsen	DIN EN ISO 11969(D18)	n.b.	mg/l	0,001
Cadmium	DIN EN ISO 5961(E19)	n.b.	mg/l	0,0005
Chrom	DIN EN 1233(E10)	n.b.	mg/l	0,005
Kupfer	DIN 38406-E7	n.b.	mg/l	0,005
Nickel	DIN 38406-E11	n.b.	mg/l	0,01
Blei	DIN 38406-E6	n.b.	mg/l	0,005
Zink	DIN EN ISO 11885	0,02	mg/l	0,01
Selen	DIN 38405-D23	n.b.	mg/l	0,005
Antimon	DIN 38405-D32	n.b.	mg/l	0,005
Aluminium	DIN EN ISO 11885	0,02	mg/l	0,01
Eisen, gesamt	DIN EN ISO 11885	n.b.	mg/l	0,01
Mangan	DIN EN ISO 11885	n.b.	mg/l	0,01
Quecksilber	DIN EN 1483(E12)	n.b.	mg/l	0,0002
Thallium	DIN 38406-E26	n.b.	mg/l	0,001

n.b. = nicht bestimmbar; kleiner Bestimmungsgrenze (BG)

Naturschneeproben

Probenummer: A09-55022
Entnahmestelle: Folie 1 - Naturschnee vom 5/6.01.09
 Beprobte Fläche: 0,85 m² ; Neuschneeauflage: 6 cm
 Tauwassermenge: ca. 1,5L

Parameter	Methode	Messwert	Einheit	BG
Chlorid, IC	DIN EN ISO 10304	2,8	mg/l	1
Sulfat	DIN EN ISO 10304	n.b.	mg/l	1
Nitrat	DIN EN ISO 10304	3,8	mg/l	0,5
Nitrit	DIN 26777	n.b.	mg/l	0,03
Fluorid, gelöst	DIN 38 405-D4	n.b.	mg/l	1
Phosphat, gesamt	DIN EN 1189	0,25	mg/l	0,04
pH-Wert	DIN 38 404-C5	4,41		
Temperatur (zu pH)	DIN 38 404-C4	18,2	°C	
elektr. LF (25°C)	DIN EN 27888	38	µS/cm	
TOC	DIN EN 1484	1,0	mg/l	1
AOX	DIN EN 1485	n.b.	µg/l	10
Naphthalin	mittels GC-MSD	n.b.	µg/l	0,1
Acenaphthylen	mittels GC-MSD	0,01	µg/l	0,01
Acenaphthen	mittels GC-MSD	n.b.	µg/l	0,01
Fluoren	mittels GC-MSD	0,01	µg/l	0,01
Phenanthren	mittels GC-MSD	0,06	µg/l	0,01
Anthracen	mittels GC-MSD	0,03	µg/l	0,01
Fluoranthen	mittels GC-MSD	0,01	µg/l	0,01
Pyren	mittels GC-MSD	0,02	µg/l	0,01
Benzo-a-anthracen	mittels GC-MSD	n.b.	µg/l	0,01
Chrysen	mittels GC-MSD	n.b.	µg/l	0,01
Benzo-b+k-fluoranthen	mittels GC-MSD	n.b.	µg/l	0,02
Benzo-a-pyren (BaP)	mittels GC-MSD	n.b.	µg/l	0,01
Indeno-1,2,3-cd-pyren	mittels GC-MSD	n.b.	µg/l	0,01
Dibenzo-(a,h)-anthracen	mittels GC-MSD	n.b.	µg/l	0,01
Benzo-g,h,i-perylen	mittels GC-MSD	n.b.	µg/l	0,01
Summe PAK-EPA (16)	mittels GC-MSD	0,21	µg/l	
Summe PAK-EPA (15)	mittels GC-MSD	0,21	µg/l	
Arsen	DIN EN ISO 11969(D18)	n.b.	mg/l	0,001
Cadmium	DIN EN ISO 5961(E19)	n.b.	mg/l	0,0005
Chrom	DIN EN 1233(E10)	n.b.	mg/l	0,005
Kupfer	DIN 38406-E7	0,010	mg/l	0,005
Nickel	DIN 38406-E11	0,014	mg/l	0,01
Blei	DIN 38406-E6	n.b.	mg/l	0,005
Zink	DIN EN ISO 11885	0,12	mg/l	0,01
Selen	DIN 38405-D23	n.b.	mg/l	0,005
Antimon	DIN 38405-D32	n.b.	mg/l	0,005
Aluminium	DIN EN ISO 11885	0,06	mg/l	0,01
Eisen, gesamt	DIN EN ISO 11885	0,10	mg/l	0,01
Mangan	DIN EN ISO 11885	0,03	mg/l	0,01
Quecksilber	DIN EN 1483(E12)	n.b.	mg/l	0,0002
Thallium	DIN 38406-E26	n.b.	mg/l	0,001

n.b. = nicht bestimmbar; kleiner Bestimmungsgrenze (BG)

Überschreitungen von Grenzwerten der TVO 2001 und/ oder Prüfwerten der BBodschVO, Wirkungspfad Boden-Grundwasser, sind markiert.

Probenummer: **A09-55023**

Entnahmestelle: **Folie 2 - Naturschnee vom 5/6.01.09**

Beprobte Fläche: 0,85 m² ; Neuschneeauflage: 6 cm

Tauwassermenge: ca. 1,8L

Parameter	Methode	Messwert	Einheit	BG
Chlorid, IC	DIN EN ISO 10304	2,9	mg/l	1
Sulfat	DIN EN ISO 10304	n.b.	mg/l	1
Nitrat	DIN EN ISO 10304	3,9	mg/l	0,5
Nitrit	DIN 26777	n.b.	mg/l	0,03
Fluorid, gelöst	DIN 38 405-D4	n.b.	mg/l	1
Phosphat, gesamt	DIN EN 1189	n.b.	mg/l	0,04
pH-Wert	DIN 38 404-C5	4,30		
Temperatur (zu pH)	DIN 38 404-C4	18,2	°C	
elektr. LF (25°C)	DIN EN 27888	35	µS/cm	
TOC	DIN EN 1484	1,1	mg/l	1
AOX	DIN EN 1485	n.b.	µg/l	10
Naphthalin	mittels GC-MSD	n.b.	µg/l	0,1
Acenaphthylen	mittels GC-MSD	n.b.	µg/l	0,01
Acenaphthen	mittels GC-MSD	n.b.	µg/l	0,01
Fluoren	mittels GC-MSD	n.b.	µg/l	0,01
Phenanthren	mittels GC-MSD	0,04	µg/l	0,01
Anthracen	mittels GC-MSD	0,01	µg/l	0,01
Fluoranthren	mittels GC-MSD	0,05	µg/l	0,01
Pyren	mittels GC-MSD	0,03	µg/l	0,01
Benzo-a-anthracen	mittels GC-MSD	0,01	µg/l	0,01
Chrysen	mittels GC-MSD	0,02	µg/l	0,01
Benzo-b+k-fluoranthren	mittels GC-MSD	n.b.	µg/l	0,02
Benzo-a-pyren (BaP)	mittels GC-MSD	n.b.	µg/l	0,01
Indeno-1,2,3-cd-pyren	mittels GC-MSD	n.b.	µg/l	0,01
Dibenzo-(a,h)-anthracen	mittels GC-MSD	n.b.	µg/l	0,01
Benzo-g,h,i-perylen	mittels GC-MSD	n.b.	µg/l	0,01
Summe PAK-EPA (16)	mittels GC-MSD	0,16	µg/l	
Summe PAK-EPA (15)	mittels GC-MSD	0,16	µg/l	
Arsen	DIN EN ISO 11969(D18)	n.b.	mg/l	0,001
Cadmium	DIN EN ISO 5961(E19)	n.b.	mg/l	0,0005
Chrom	DIN EN 1233(E10)	n.b.	mg/l	0,005
Kupfer	DIN 38406-E7	0,010	mg/l	0,005
Nickel	DIN 38406-E11	n.b.	mg/l	0,01
Blei	DIN 38406-E6	n.b.	mg/l	0,005
Zink	DIN EN ISO 11885	0,07	mg/l	0,01
Selen	DIN 38405-D23	n.b.	mg/l	0,005
Antimon	DIN 38405-D32	n.b.	mg/l	0,005
Aluminium	DIN EN ISO 11885	0,07	mg/l	0,01
Eisen, gesamt	DIN EN ISO 11885	0,08	mg/l	0,01
Mangan	DIN EN ISO 11885	0,03	mg/l	0,01
Quecksilber	DIN EN 1483(E12)	n.b.	mg/l	0,0002
Thallium	DIN 38406-E26	n.b.	mg/l	0,001

n.b. = nicht bestimmbar; kleiner Bestimmungsgrenze (BG)

Überschreitungen von Grenzwerten der TVO 2001 und/ oder Prüfwerten der BBodschVO, Wirkungspfad Boden-Grundwasser, sind markiert.

Industrieschneeproben**Probenummer: A09-55062****Entnahmestelle: Folie 1 - Industrieschnee vom 12.01.09**Beprobte Fläche: 2,89 m² ; Industrieschneeauflage: 0,5cm

Tauwassermenge: ca. 1,4 L

Parameter	Methode	Messwert	Einheit	BG
Chlorid, IC	DIN EN ISO 10304	121	mg/l	1
Sulfat	DIN EN ISO 10304	14,7	mg/l	1
Nitrat	DIN EN ISO 10304	10,3	mg/l	0,5
Nitrit	DIN 26777	0,08	mg/l	0,03
Fluorid, gelöst	DIN 38 405-D4	n.b.	mg/l	1
Phosphat, gesamt	DIN EN 1189	3,73	mg/l	0,04
pH-Wert	DIN 38 404-C5	7,56		
Temperatur (zu pH)	DIN 38 404-C4	22,8	°C	
elektr. LF (25°C)	DIN EN 27888	474	µS/cm	
TOC	DIN EN 1484	n.a.	mg/l	1
AOX	DIN EN 1485	n.a.	µg/l	10
Naphthalin	mittels GC-MSD	0,2	µg/l	0,1
Acenaphthylen	mittels GC-MSD	0,10	µg/l	0,01
Acenaphthen	mittels GC-MSD	n.b.	µg/l	0,01
Fluoren	mittels GC-MSD	0,06	µg/l	0,01
Phenanthren	mittels GC-MSD	0,38	µg/l	0,01
Anthracen	mittels GC-MSD	0,11	µg/l	0,01
Fluoranthren	mittels GC-MSD	0,37	µg/l	0,01
Pyren	mittels GC-MSD	0,32	µg/l	0,01
Benzo-a-anthracen	mittels GC-MSD	0,13	µg/l	0,01
Chrysen	mittels GC-MSD	0,26	µg/l	0,01
Benzo-b+k-fluoranthren	mittels GC-MSD	0,25	µg/l	0,02
Benzo-a-pyren (BaP)	mittels GC-MSD	0,14	µg/l	0,01
Indeno-1,2,3-cd-pyren	mittels GC-MSD	0,10	µg/l	0,01
Dibenzo-(a,h)-anthracen	mittels GC-MSD	0,04	µg/l	0,01
Benzo-g,h,i-perylen	mittels GC-MSD	0,07	µg/l	0,01
Summe PAK-EPA (16)	mittels GC-MSD	2,53	µg/l	
Summe PAK-EPA (15)	mittels GC-MSD	2,33	µg/l	
Arsen	DIN EN ISO 11969(D18)	n.b.	mg/l	0,001
Cadmium	DIN EN ISO 5961(E19)	0,0005	mg/l	0,0005
Chrom	DIN EN 1233(E10)	0,012	mg/l	0,005
Kupfer	DIN 38406-E7	0,150	mg/l	0,005
Nickel	DIN 38406-E11	n.b.	mg/l	0,01
Blei	DIN 38406-E6	0,026	mg/l	0,005
Zink	DIN EN ISO 11885	0,29	mg/l	0,01
Selen	DIN 38405-D23	n.b.	mg/l	0,005
Antimon	DIN 38405-D32	n.b.	mg/l	0,005
Aluminium	DIN EN ISO 11885	0,98	mg/l	0,01
Eisen, gesamt	DIN EN ISO 11885	2,40	mg/l	0,01
Mangan	DIN EN ISO 11885	0,17	mg/l	0,01
Quecksilber	DIN EN 1483(E12)	n.b.	mg/l	0,0002
Thallium	DIN 38406-E26	n.b.	mg/l	0,001

n.b. = nicht bestimmbar; kleiner Bestimmungsgrenze (BG)

n.a. = nicht analysiert, zu geringe Probenmenge vorhanden

Überschreitungen von Grenzwerten der TVO 2001 und/ oder Prüfwerten der BBodschVO, Wirkungspfad Boden-Grundwasser, sind markiert.

Probenummer: **A09-55063**

Entnahmestelle: **Folie 2 - Industrieschnee vom 12.01.09**

Beprobte Fläche: 2,89 m² ; Industrieschneeaufgabe: 0,2cm

Tauwassermenge: ca. 0,7 L

Parameter	Methode	Messwert	Einheit	BG
Chlorid, IC	DIN EN ISO 10304	98,7	mg/l	1
Sulfat	DIN EN ISO 10304	9,5	mg/l	1
Nitrat	DIN EN ISO 10304	7,5	mg/l	0,5
Nitrit	DIN 26777	0,07	mg/l	0,03
Fluorid, gelöst	DIN 38 405-D4	n.b.	mg/l	1
Phosphat, gesamt	DIN EN 1189	2,83	mg/l	0,04
pH-Wert	DIN 38 404-C5	6,96		
Temperatur (zu pH)	DIN 38 404-C4	22,5	°C	
elektr. LF (25°C)	DIN EN 27888	396	µS/cm	
TOC	DIN EN 1484	n.a.	mg/l	1
AOX	DIN EN 1485	n.a.	µg/l	10
Naphthalin	mittels GC-MSD	0,2	µg/l	0,1
Acenaphthylen	mittels GC-MSD	0,06	µg/l	0,01
Acenaphthen	mittels GC-MSD	0,02	µg/l	0,01
Fluoren	mittels GC-MSD	0,07	µg/l	0,01
Phenanthren	mittels GC-MSD	0,42	µg/l	0,01
Anthracen	mittels GC-MSD	0,09	µg/l	0,01
Fluoranthren	mittels GC-MSD	0,25	µg/l	0,01
Pyren	mittels GC-MSD	0,18	µg/l	0,01
Benzo-a-anthracen	mittels GC-MSD	0,05	µg/l	0,01
Chrysen	mittels GC-MSD	0,11	µg/l	0,01
Benzo-b+k-fluoranthren	mittels GC-MSD	0,09	µg/l	0,02
Benzo-a-pyren (BaP)	mittels GC-MSD	0,05	µg/l	0,01
Indeno-1,2,3-cd-pyren	mittels GC-MSD	0,04	µg/l	0,01
Dibenzo-(a,h)-anthracen	mittels GC-MSD	0,01	µg/l	0,01
Benzo-g,h,i-perylen	mittels GC-MSD	0,02	µg/l	0,01
Summe PAK-EPA (16)	mittels GC-MSD	1,66	µg/l	
Summe PAK-EPA (15)	mittels GC-MSD	1,46	µg/l	
Arsen	DIN EN ISO 11969(D18)	n.b.	mg/l	0,001
Cadmium	DIN EN ISO 5961(E19)	n.b.	mg/l	0,0005
Chrom	DIN EN 1233(E10)	0,009	mg/l	0,005
Kupfer	DIN 38406-E7	0,120	mg/l	0,005
Nickel	DIN 38406-E11	n.b.	mg/l	0,01
Blei	DIN 38406-E6	0,021	mg/l	0,005
Zink	DIN EN ISO 11885	0,26	mg/l	0,01
Selen	DIN 38405-D23	n.b.	mg/l	0,005
Antimon	DIN 38405-D32	n.b.	mg/l	0,005
Aluminium	DIN EN ISO 11885	0,80	mg/l	0,01
Eisen, gesamt	DIN EN ISO 11885	2,00	mg/l	0,01
Mangan	DIN EN ISO 11885	0,09	mg/l	0,01
Quecksilber	DIN EN 1483(E12)	n.b.	mg/l	0,0002
Thallium	DIN 38406-E26	n.b.	mg/l	0,001

n.b. = nicht bestimmbar; kleiner Bestimmungsgrenze (BG)

n.a. = nicht analysiert; zu geringe Probenmenge vorhanden

Überschreitungen von Grenzwerten der TVO 2001 und/ oder Prüfwerten der BBodschVO, Wirkungspfad Boden-Grundwasser, sind markiert.