

Zentrale / Sekretariat		044 738 39 00 info@bachema.ch
Allgemeine Beratung / Berichte	Felix Bühler	Dr. sc. nat. 044 738 39 48 buehler@bachema.ch
	Lara Cayo	MSc ETH Umwelt-Natw. 044 738 39 20 cayo@bachema.ch
	Olaf Haag	Dipl. Natw. ETH 044 738 39 50 haag@bachema.ch
	Simone Peter	Dr. sc. nat. 044 738 39 92 s.peter@bachema.ch
	Sabine Ruckstuhl	Dr. sc. nat. 044 738 39 54 ruckstuhl@bachema.ch
	Annette Rust	Dr. sc. nat. 044 738 39 52 rust@bachema.ch
Probenahme	Michael Aegerter	044 738 39 53 aegerter@bachema.ch
	Thomas Fischer	044 738 39 78 fischer@bachema.ch
	Gerhard Schacht	044 738 39 58 schacht@bachema.ch
	Christian Widmer	044 738 39 62 widmer@bachema.ch
Anorganisches Labor	Patric Iten	Dipl. Chem. FH 044 738 39 30 iten@bachema.ch
	Roman Germann	Dipl. Chem. FH 044 738 39 32 germann@bachema.ch
Organisches Labor	Urs Maier	Dipl. Ing. Chem. HTL 044 738 39 42 maier@bachema.ch
	Nina Bendixen	MSc ZFH 044 738 39 57 bendixen@bachema.ch
Mikrobiologisches Labor	Sabrina Veitz	Dipl. biomed. Analytikerin HF 044 738 39 64 veitz@bachema.ch
Geschäftsleitung	Olaf Haag, Sabine Ruckstuhl, Annette Rust	



Bachema AG – seit rund 60 Jahren im Dienste ihrer Kunden und der Umwelt

Im Zentrum der Bachema-Dienstleistungen stehen seit der Gründung chemisch-analytische und bakteriologische Untersuchungen in den Bereichen Grundwasser und Gewässerschutz sowie der Trinkwasserhygiene. Die Resultate unserer Laboranalysen lassen Einflüsse aus Deponien, Altlasten und anderen Umweltbelastungen erkennen. Seit Ende der achtziger Jahre erfordern zudem das Recycling von Baurestmassen und ihre ordnungsgemässe Deponierung analytische Dienstleistungen. Darüber hinaus analysieren wir industrielle und gewerbliche Feststoffe und Rückstände.

Zu den Dienstleistungen unseres mikrobiologischen Labors zählen die Überwachung von Trinkwasserversorgungsanlagen im Rahmen von Selbstkontrollen, die Legionellenkontrolle sowie mikrobiologische Untersuchungen von Lebensmittelproben.

Klare Berichterstattung

Wir stellen unsere Untersuchungsergebnisse übersichtlich dar, ordnen sie, stellen sie wenn möglich und sinnvoll entsprechenden Richtwerten oder gesetzliche Anforderungen gegenüber und kommentieren sie, wenn nötig oder gewünscht. Dabei profitieren Sie vom grossen Daten- und Erfahrungsfundus sowie vom laborspezifischen Know-how der Bachema im chemisch-analytischen und/oder bakteriologischen Bereich. Das ermöglicht Ihnen, die Resultate der Analytik richtig zu gewichten und die Grenzen ihrer Aussagekraft zu erkennen.

Neutral und unabhängig

Die Bachema AG ist zu 100 Prozent im Besitz der Geschäftsleitung und einzelner leitender MitarbeiterInnen. Dies erlaubt uns ein von aussen unbeeinflusstes Vorgehen und gibt uns in jeder Hinsicht eine neutrale Position.

Partner unserer Auftraggeber

Wir bearbeiten ausschliesslich chemische und bakteriologische Analysenaufträge. Unser Kerngeschäft ist es, auf hohem technisch-wissenschaftlichem Niveau optimale Labordienstleistungen zu erbringen. Auf Grund unseres grossen Erfahrungsschatzes bieten wir nach Bedarf ergänzende Interpretationen der Analysenresultate an. Dabei verstehen wir uns als unterstützender Partner von Ihnen, unseren Auftraggebern.

Wasser



Prüfumfang		Seite
Trinkwasserqualität		6
01	Allgemeine Charakterisierung und Mineralisierung	7
02	Überwachung von Grund- und Quellwasser	7
03	Ausführliche Trinkwasserüberwachung an der Fassung	7
B1	Bakteriologische Trinkwasseruntersuchung	7/41
Technische Wasserqualität		8
04K	Kreislaufwasser in Heiz-/Kühlsystemen	9
04S	Speisewasser für Dampfsterilisatoren	9
05	Grundwasser für Wärmepumpen	9
06	Betonaggressivität	9
Grund-, Sicker- und Abwasser		10
07	Abwasser	11
08	Hauptinhaltsstoffe und Schadstoffe aus Altlasten	11
09	Alle Parameter der Altlastenverordnung (nur Altlasten-Parameter)	11
Preisliste Wasseruntersuchungen		
Einzelparameter: Standard-Wasserparameter		12
Elemente		13
Übrige Wasserparameter		14
Physikalische Parameter und gelöste Gase		14
Organische Summenparameter		15
Organische Prüfumfänge mit Einzelparametern		16/17
Organische Prüfumfänge nach Altlastenverordnung (AltIV)		18
Weitere Prüfumfänge für spezielle Anwendungsgebiete		19
Probenahme von Grundwasser aus Bohrungen und von übrigen Wasserproben		45

Trinkwasserqualität

Standardprogramme



Für die Ermittlung der chemischen Trinkwasserqualität haben wir 3 Standardprogramme zusammengestellt. In unserem Standardprogramm **01** wird die Mineralisierung ermittelt und die allgemeinen chemischen und physikalischen Parameter untersucht. Diese Messungen geben Hinweise auf geologische Einflüsse des Grund- und Quellwassers. Damit kann das Wasser in seinen Grundeigenschaften charakterisiert werden. Des Weiteren können die Resultate allfällige starke Belastungen durch Stickstoff-Dünger anzeigen. Das etwas weiter greifende Standardprogramm **02** zeigt

zusätzlich die Sauerstoffkonzentration des Grundwassers an, womit Rückschlüsse auf die Redoxbedingungen gezogen werden können. Auch können allfällige Einflüsse von Oberflächen- oder Abwasser aus Kläranlagen sichtbar gemacht werden. Das Standardprogramm **03** analysiert zusätzlich zu den Parametern der generellen Charakterisierung allfällige anthropogene Schadstoffe, die in einem Einzugsgebiet von Grundwasser vorhanden sein könnten. Je nach Fragestellung und Situation lassen sich zu untersuchende Parameter einzeln zusammenstellen.

Schadstoffe sind in der Regel individuell auf Verdacht zu untersuchen. Auf den Seiten 12-19 sind für Wasseranalysen die Einzelparameter sowie weitere situationspezifische Prüfumfänge ersichtlich, die einzeln oder zusätzlich zu den Standardprogrammen bestellt werden können.

Das häufigste Untersuchungsprogramm für die regelmässige Trinkwasserüberwachung ist das Programm **B1**, die mikrobiologische Untersuchung auf aerobe, mesophile Keime (AMK) und die Fäklindikatorkeime *Escherichia coli* und Enterokokken.

Allgemeine Charakterisierung und Mineralisierung

- Quelfassungen, die als Trinkwasser genutzt werden.
- Sämtliche Wasserproben, von denen die Hauptinhaltsstoffe, die Mineralisierung untersucht werden soll.
- Das Programm liefert zusätzlich Hinweise auf Beeinflussung durch Oberflächenwasser und/oder Landwirtschaft.

Überwachung von Grund- und Quellwasser

- Überwachung (auch längerfristig) von Quellen oder Grundwasserfassungen, die für Trinkwasser genutzt werden.
- Redoxbedingungen, Einfluss von Oberflächenwasser.

Ausführliche Trinkwasserüberwachung an der Fassung

- Untersuchung bei Neuerschliessung oder Überwachung von Grundwasserfassungen, die für Trinkwasser genutzt werden.
- Einfluss durch Siedlungen, belastete Standorte und/oder Intensivlandwirtschaft und geogene Belastungen.

Standardprogramme

Prüfumfang	01	02	03	TBDV	GSchV	AltIV
Preis in Fr.	280.–	340.–	1500.–			

Physikalische und anorganische Parameter

Sinnenprüfung (Aussehen, Farbe, Geruch) und Trübung				•		
Elektrische Leitfähigkeit und pH-Wert						
Sauerstoff, Sauerstoffsättigung						
m-Wert (Säurekapazität bis pH 4.3), Karbonathärte						
Gesamthärte, Calcium, Magnesium						
Natrium, Kalium				•		
Chlorid, Nitrat, Sulfat				•	•	
Ammonium, Nitrit				•	•	•
Fluorid, ortho-Phosphat				•		•
Berechnung Kalk-Kohlensäure-Gleichgewicht						
Elementscreening (gelöst, Elemente s. S. 13)				•		

Organische Parameter

Gelöster organischer Kohlenstoff (DOC)				•	•	
Kohlenwasserstoff Index C ₁₀ -C ₄₀				•		
Flüchtige organische Verbindungen (Purge-and-Trap-Analytik, s. S. 54)				•	•	•
Pestizide (LC/MS-Analytik, s. S. 56, entsprechend PESTmax)				•	•	

Verordnung des EDI über Trinkwasser sowie Wasser in öffentlich zugänglichen Bädern und Duschanlagen

Gewässerschutzverordnung

Altlastenverordnung

TBDV		
GSchV		
AltIV		

B1

Bakteriologische Trinkwasseruntersuchung

Zur hygienischen Überwachung von Trinkwasser gehört auch die regelmässige

bakteriologische Untersuchung auf aerobe mesophile Keime, *Escherichia coli* und Enterokokken.

Siehe auch Seite 41/43 «Bakteriologische Wasserqualität».

Bakteriologische Untersuchung

Prüfumfang	B1			TBDV		
Preis in Fr.	100.–					
Aerobe mesophile Keime				•		
<i>Escherichia coli</i>				•		
Enterokokken				•		

Verordnung des EDI über Trinkwasser sowie Wasser in öffentlich zugänglichen Bädern und Duschanlagen

TBDV		
------	--	--

Rabatte: für 3–9 gleiche Untersuchungen 10%, ab 10 Untersuchungen 15%, für Gesamtprojekte und periodische Untersuchungen spezielle Rabatte

Technische Wasserqualität

Standardprogramme

Wasser für spezielle technische Anwendungen muss gewisse Anforderungen erfüllen, um einen problemlosen Betrieb zu gewährleisten. Die chemischen Inhaltsstoffe können mit Werkstoffen, Beton oder anderen wasserführenden Installationen reagieren und so unerwünschte Effekte zeitigen.

Unsere Standardprogramme ermöglichen, Probleme im Kreislaufwasser von Heizungen, Sterilisatoren und Wärmepumpen zu erkennen.

Wenn diese Erkenntnisse in Planung und Wartung einbezogen werden, können Probleme beim Betrieb vermieden werden.

04K Kreislaufwasser

- Wasser aus geschlossenen Kreisläufen von Wärmetauschern, Heizungs-, Kühlkreisläufen. Vergleich mit Anforderungswerten gemäss SWKI-Richtlinie BT102-01.

04S Speisewasser für Dampfsterilisatoren

- Vergleich mit Anforderungswerten gemäss SN EN 285 für Dampfsterilisatoren.

Grundwasser für Wärmepumpen

- Ermittlung der Eigenschaften von Grundwasser zur Abschätzung der Eignung für Wärmepumpen.
- Ermittlung der berechneten Grössen des Kalk-Kohlensäuregleichgewichtes, der Korrosionsindizes gemäss DIN EN 12502-3 und der Redoxparameter für eine Einschätzung der Redoxbedingungen.

Betonaggressivität

- Ermittlung der Eigenschaften eines Wassers im Hinblick auf Betonaggressivität.
- Vergleich mit Anforderungswerten gemäss SN EN 206.

Standardprogramme

Prüfumfang	04K	04S	05	06	SWKI BT 102-01	SN EN 285	SN EN 206
Preis in Fr.	380.–	540.–	580.–	400.–			

Physikalische und anorganische Parameter

Sinnenprüfung (Aussehen, Farbe, Geruch) und Trübung						•	
Elektrische Leitfähigkeit					•	•	
pH-Wert					•	•	•
Trockenrückstand						•	
Sauerstoff, Sauerstoffsättigung					•		
Kohlensäure kalkaggressiv (experimentell)							•
Silikate						•	
m-Wert (Säurekapazität bis pH 4.3), Karbonathärte							
Gesamthärte, Calcium, Magnesium					•	•	•
Natrium, Kalium							
Chlorid					•	•	
Nitrat							
Sulfat					•		•
Ammonium							•
Nitrit							
ortho-Phosphat						•	
Sulfid							•
Berechnung Kalk-Kohlensäure-Gleichgewicht							•
Blei, Cadmium (gelöst)						•	
Eisen (gelöst und gesamt)	nur gesamt	nur gelöst			•	•	
Mangan (gelöst und gesamt)							
Summe Schwermetalle nach Ph. Eur. (berechnet)						•	

Organische Parameter

Gelöster organischer Kohlenstoff (DOC)					•		
--	--	--	--	--	---	--	--

Kreislaufwasser	SWKI BT 102-01
Dampfsterilisatoren	SN EN 285
Betonaggressivität	SN EN 206

Kombination obiger Programme	Parameter	Preis in Fr.
Programm 05 und 06 kombiniert 05+06	Sinnenprüfung, Trübung, Leitfähigkeit, pH-Wert, Sauerstoff, Kohlensäure kalkaggressiv (experimentell), Silikate, m-Wert, Ca, Mg, Na, K, Cl, NO ₃ , SO ₄ , NH ₄ , NO ₂ , PO ₄ , S, Fe (gelöst und gesamt), Mn (gelöst und gesamt), DOC	680.–

Rabatte: für 3–9 gleiche Untersuchungen 10%, ab 10 Untersuchungen 15%, für Gesamtprojekte und periodische Untersuchungen spezielle Rabatte



Grund-, Sicker- und Abwasser

Standardprogramme

Mit Schadstoffen belastetes Abwasser kann unsere Gewässer verunreinigen. Deshalb sieht die Gewässerschutzverordnung (GSchV) Einleitbedingungen für Abwasser in ein Gewässer (bzw. in die Kanalisation) vor. Bezüglich organischen Schadstoffen sind in der GschV Summenparameter definiert, deren Konzentrationen situationsbezogen nicht überschritten werden dürfen.

Grundwasser im Einzugsgebiet von Altlasten und Verdachtsflächen kann durch Schadstoffe gefährdet werden.

Für die analytisch-chemischen Untersuchungen von durch Altlasten beeinflusstes Grund- und gefasstes Sickerwasser legt die Altlastenverordnung (AltIV) einen Katalog häufig vorkommender Schadstoffe fest. Diese organischen und anorganischen Einzelsubstanzen sind mit toxikologisch begründeten Konzentrationswerten versehen.

Werden diese Konzentrationswerte überschritten, müssen in der Regel Massnahmen getroffen werden.

Of beeinflusst durch Stoffe das Grundwasser, die nicht im AltIV-Katalog festgehalten sind. Für diesen Fall verordnet die AltIV im Anhang 1 zu Artikel 9 und 10, Absatz 1, dass ein belasteter Standort nach der Gewässerschutzverordnung (GSchV) beurteilt werden muss bzw. wird der entsprechende Konzentrationswert hergeleitet (Umwelt-Vollzugshilfe BAFU Nr. 1333, Herleitung von Konzentrationswerten und Feststoff-Grenzwerten).

Abwasser

- Alle Parameter der Gewässerschutzverordnung (GSchV), allgemeine Anforderungen für die Einleitung eines Abwassers in die Kanalisation (GSchV, Anhang 3.2, Ziffer 2, Kolonne 2).
- Je nach Ursprung des Abwassers oder bei Einleitung in ein Gewässer sind spezifische Zusatzanalysen erforderlich.

Hauptinhaltsstoffe und Schadstoffe aus Altlasten

- Alle Parameter mit Konzentrationswert der Altlastenverordnung (AltIV), Anhang 1.
- Hauptinhaltsstoffe und organische Summenparameter zur Charakterisierung des Wassers.

Nur Altlasten-Parameter

- Alle Parameter mit Konzentrationswert der Altlastenverordnung (AltIV), Anhang 1.
- ohne Hauptinhaltsstoffe, ohne Summenparameter.

Standardprogramme

Prüfumfang	07	08	09	GSchV	AltIV
	Preis in Fr.				
	700.–	1900.–	1350.–		

Physikalische und anorganische Parameter

Elektrische Leitfähigkeit und pH-Wert				•	
Sauerstoff, Sauerstoffsättigung, Sinnenprüfung (Aussehen, Farbe, Geruch) und Trübung					
Karbonathärte und Gesamthärte, m-Wert (Säurekapazität bis pH 4.3), Calcium, Magnesium, Natrium, Kalium Eisen und Mangan (gelöst)					
Chlorid, Nitrat, Sulfat, Phosphat					
Fluorid, Ammonium, Nitrit					•
ortho-Phosphat					
Cyanid (Grundwasser frei, Abwasser leicht freisetzbar)				•	•
Sulfid					
Schwermetalle gesamt im Abwasser: As, Pb, Cd, Cr, Co, Cu, Mo, Ni, Zn				•	
Schwermetalle und Spurenelemente nach AltIV: Sb, As, Pb, Cd, Cr, Cr-VI, Co, Cu, Ni, Hg, Ag, Zn, Sn (Grundwasser: gelöst, gefasstes Sickerwasser: gesamt)					•
Alle Elemente aus Elementscreening (s. S. 13) inkl. Chrom-VI (Grundwasser: gelöst, gefasstes Sickerwasser: gesamt)					

Organische Parameter

Kohlenwasserstoff-Index C ₁₀ -C ₄₀ (Bestimmungsgrenze Grundwasser: 0.005 mg/L, Abwasser: 0.1 mg/L)				•	
FOCI, POX (flüchtige organische Halogenverbindungen)				•	
Organische Summenparameter: DOC, AOX (adsorbierbare organische Halogenverbindungen; Grundwasser: gelöst, gefasstes Sickerwasser: gesamt)					
Organische Einzelstoffanalysen: Flüchtige Verbindungen (Purge-and-Trap-Analytik, inkl. C ₅ -C ₁₀ -Aliphate), Semivolatiles (PAK, PCB, Phenole, Nitroverbindungen, Aniline)					•

Zusätzliche Analysen zu Standardprogrammen

Durchsichtigkeit nach Snellen und GUS (gesamte ungelöste Stoffe)	85.–			•	
Chrom-VI	100.–			•	
Nitrit	45.–			•	
AOX	200.–			•	
Gelöster organischer Kohlenstoff (DOC)	85.–			•	
Biologischer Sauerstoffbedarf, 5 Tage (BSB ₅)	170.–			•	
Bor (gelöst)			30.–		

Gewässerschutzverordnung (Grundwasser)

GSchV

Altlastenverordnung

AltIV

Preisliste

Wasser

Einzelparameter: Standard-Wasserparameter					
Parameter / Prüfumfang		Messprinzip	Referenzmethode	BG	BU %
Ammonium	NH ₃ /NH ₄ ⁺	Photometrie	DIN ISO 15923-1	0.01 mg/L	6–12
Bromid	Br ⁻	IC	DIN EN ISO 10304-1	0.01 mg/L	6–12
Calcium	Ca ²⁺	IC	DIN EN ISO 14911	0.1 mg/L	12–24
Chlorid	Cl ⁻	IC	DIN EN ISO 10304-1	0.1 mg/L	6–12
Elektrische Leitfähigkeit und pH-Wert		Conductometrie Potentiometrie	ISO 7888 DIN EN ISO 10523	5 µS/cm 1–14	2–6
Fluorid	F ⁻	IC elektrochemisch mit ISE	DIN EN ISO 10304-1 DIN 38405-D4	0.1 mg/L	6–12
Kalium	K ⁺	IC	DIN EN ISO 14911	0.1 mg/L	12–24
m-Wert (Säurekapazität bis pH 4.3) Karbonathärte		potentiometrische Titration bis pH 4.3	ISO 9963-1	0.05 mmol/L 0.5 °fH	2–6
Magnesium	Mg ²⁺	IC	DIN EN ISO 14911	0.1 mg/L	12–24
Natrium	Na ⁺	IC	DIN EN ISO 14911	0.1 mg/L	12–24
Nitrat	NO ₃ ⁻	IC	DIN EN ISO 10304-1	0.1 mg/L	6–12
Nitrit	NO ₂ ⁻	Photometrie	DIN ISO 15923-1	0.005 mg/L	6–12
p-Wert (Basenkapazität oder Säurekapazität bis pH 8.2)		potentiometrische Titration bis pH 8.2	ISO 9963-1	0.05 mmol/L	2–6
ortho-Phosphat	PO ₄ ³⁻	Photometrie	DIN ISO 15923-1	0.01 mg/L	6–12
Sauerstoff gelöst	O ₂	oxymetrische Titration nach Winkler optischer Sensor für Feldmessung	DIN EN ISO 25813 DIN EN ISO 5814	0.1 mg/L	2–6
Sinnenprüfung {1} (Farbe, Geruch, Aussehen) und Trübung SINTRU		organoleptische Prüfung Nephelometrie	DIN EN ISO 7027	– 0.1 TE/F	– 12–24
Sulfat	SO ₄ ²⁻	IC	DIN EN ISO 10304-1	0.1 mg/L	6–12

BG: Bestimmungsgrenze / BU: Bestimmungsunsicherheit (S. 62)
{1}: Methode nicht im akkreditierten Bereich

Preisabstufung:

Anzahl Parameter aus Tabelle Standard-Wasserparameter pro Probe

1 =	45.–	4 =	117.–	7 =	157.–	10 =	202.–	13 =	262.–
2 =	72.–	5 =	135.–	8 =	162.–	11 =	222.–	14 =	282.–
3 =	94.–	6 =	148.–	9 =	182.–	12 =	242.–	15 =	302.–

Rabatte: für 3–9 gleiche Untersuchungen 10%, ab 10 Untersuchungen 15%, für Gesamtprojekte und periodische Untersuchungen spezielle Rabatte

Preisliste

Wasser

Elemente		Prüfumfänge				Verordnung			
Parameter	Messprinzip	BG		BU %	AE1e (gelöst)/ AE1a (gesamt)	ESce (gelöst)/ ESca (gesamt)	AltIV	TBDV	GschV
		Grundwasser mg/L	Abwasser und Eluate mg/L						

Verordnungselemente

Aluminium	Al	ICPMS, ICPOES	0.01	0.05	12-24				•	
Antimon	Sb	ICPMS	0.001	0.005	12-24			•	•	
Arsen	As	ICPMS	0.001	0.005	12-24			•	•	•
Barium	Ba	ICPMS, ICPOES	0.005	0.01	12-24					
Blei	Pb	ICPMS, ICPOES	0.0005	0.005	12-24			•	•	•
Bor	B	ICPOES, ICPMS	0.01	0.05	12-24				•	
Cadmium	Cd	ICPMS, ICPOES	0.00005	0.0001	12-24			•	•	•
Chrom	Cr	ICPMS, ICPOES	0.0005	0.002	12-24				•	•
Chrom-VI (100.-)	Cr-VI	LC-ICPMS	0.002	0.002	12-24			•	•	•
Eisen	Fe	ICPOES, ICPMS	0.005	0.01	12-24				•	
Kobalt	Co	ICPMS, ICPOES	0.001	0.002	12-24			•		•
Kupfer	Cu	ICPMS, ICPOES	0.001	0.002	12-24			•	•	•
Mangan	Mn	ICPMS, ICPOES	0.005	0.01	12-24				•	
Molybdän	Mo	ICPMS, ICPOES	0.001	0.002	12-24					•
Nickel	Ni	ICPMS, ICPOES	0.001	0.002	12-24			•	•	•
Quecksilber	Hg	Kaltdampf-AFS	0.00001	0.0002	12-24			•	•	•
Selen	Se	ICPMS	0.001	0.002	12-24				•	
Silber	Ag	ICPMS	0.001	0.005	12-24			•	•	•
Uran	U	ICPMS	0.0001	0.0005	12-24				•	
Zink	Zn	ICPMS, ICPOES	0.001	0.02	12-24			•	•	•
Zinn	Sn	ICPMS, ICPOES	0.001	0.002	12-24			•		•

Weitere Elemente

Beryllium	Be	ICPMS	0.005	0.01	12-24					
Jod (100.-)	I	ICPMS basisch	0.01	0.01	12-24					
Lithium	Li	ICPMS, IC	0.005	0.01	12-24					
Strontium	Sr	ICPMS, ICPOES	0.005	0.01	12-24					
Thallium	Tl	ICPMS	0.001	0.005	12-24					
Vanadium	V	ICPMS	0.001	0.005	12-24					

BG: Bestimmungsgrenze / BU: Bestimmungsunsicherheit (S. 62)

Preisabstufung Elemente aus obiger Liste Anzahl Elemente pro Probe

1 =	80.-	4 =	210.-
2 =	130.-	5 =	240.-
3 =	170.-	>5 =	260.-

Andere Elemente

Seltenerden-, Edelmetalle und weitere:
bis 5 Elemente gemäss Preisabstufung Elemente
jedes zusätzliche Element + 30.-

Probenaufschluss

für Gesamtgehaltsbestimmung **50.-**

Prüfumfänge

AltIV-Elemente gelöst AE1e	360.-
AltIV-Elemente gesamt AE1a	410.-
Elementscreening gelöst ESce	260.-
Elementscreening gesamt ESca	310.-

Spezialtarife Grund- und Trinkwasser

Eisen gelöst	40.-
Mangan gelöst	40.-
Calcium, Magnesium, Natrium, Kalium s. Seite 12	

Referenzmethoden

ICPMS: DIN EN ISO 17294-2
ICPOES: EN ISO 11885
Kaltdampf-AFS: DIN ISO 17852
ICPMS basisch: DIN EN 15111

Rabatte: für 3-9 gleiche Untersuchungen 10%, ab 10 Untersuchungen 15%, für Gesamtprojekte und periodische Untersuchungen spezielle Rabatte

Preisliste

Wasser

Übrige Wasserparameter						
Parameter		Preis in Fr.	Messprinzip	Referenzmethode	BG	BU %
Bromat	BrO ₃ ⁻	60.–	IC	Bachema	0.005 mg/L	6–12
Chlorat	ClO ₃ ⁻	60.–	IC	Bachema	0.01 mg/L	6–12
Chlorit	ClO ₂ ⁻	60.–	IC	Bachema	0.005 mg/L	6–12
Cyanid frei	CN ⁻	60.–	IC-Amperometrie	Metrohm Appl. P52	0.005 mg/L	6–12
Cyanid leicht freisetzbar oder gesamt	CN ⁻	120.–	IC-Amperometrie nach Abtrennung	Metrohm Appl. P52	0.005 mg/L	6–12
Gesamthärte als CaCO₃ inkl. Ca und Mg Einzelwerte	°fH, Ca ²⁺ , Mg ²⁺	72.–	IC ICPOES	DIN EN ISO 14911 EN ISO 11885	1 °fH 0.1 mmol/L 0.1 °fH 0.01 mmol/L	12–24
Harnstoff	CO(NH ₂) ₂	70.–	Photometrie nach enzymatischer Spaltung	Bachema	0.05 mg/L	6–12
Kohlensäure kalkaggressiv (experimentell) {1}	CO ₂	70.–	potentiometrische Titration	DIN EN 13577	5 mg/L	–
Jodid	I ⁻	80.–	IC	Bachema	0.05 mg/L	6–12
Phosphor gesamt	P	80.–	Photometrie nach Aufschluss	EN ISO 6878	0.01 mg/L	2–6
Silikat	SiO ₂	60.–	Photometrie	DIN 38405-21	0.05 mg/L	2–6
Stickstoff gesamt (TNb)	N	85.–	IR-Detektion nach thermischer Oxidation	DIN EN 12260	0.1 mg/L	6–12
Sulfid	S ₂ ⁻	80.–	Polarographie	Metrohm Appl. 199/3	0.01 mg/L	6–12
Sulfit	SO ₃ ²⁻	80.–	Polarographie	Metrohm Appl. 199/3	0.1 mg/L	6–12

Physikalische Parameter und gelöste Gase						
Parameter / Prüfumfang		Preis in Fr.	Messprinzip	Referenzmethode	BG	BU %
Chlor wirksam, gesamt {1} ChlorL	Cl ₂	40.–	Photometrie (mit DPD)	Standard Methods 4500-Cl EN ISO 7393-2	0.05 mg/L	–
Durchsichtigkeit nach Snellen		25.–	optisch-volumetrische Bestimmung	EDI Abwasser Kp. 11	> 60 bzw. 2.5 cm	–
GUS gesamte ungelöste Stoffe		60.–	Gravimetrie	EDI Oberflächenwasser Kp. 7 DIN 38409 Teil 2	10 mg/L (1 mg/L)	6–12
Oberflächenspannung		70.–	Tensiometer	EDI Abwasser Kp. 11 DIN EN 14370	1 dyn/cm	6–12
Trockenrückstand		80.–	Gravimetrie	DIN 38409-1	10 mg/L (1 mg/L)	2–6

BG: Bestimmungsgrenze / BU: Bestimmungsunsicherheit (S. 62)
{1}: Methode nicht im akkreditierten Bereich

Rabatte: für 3–9 gleiche Untersuchungen 10%, ab
10 Untersuchungen 15%, für Gesamtprojekte und
periodische Untersuchungen spezielle Rabatte

Preisliste

Wasser

Wasser

Organische Summenparameter						
Parameter / Prüfumfang		Preis in Fr.	Messprinzip	Referenzmethode	BG	BU %
AOX Grundwasser gelöst, Abwasser gesamt Adsorbierbare organische Halogenverbindungen	Cl	200.–	Coulometrie nach Verbrennung	DIN EN ISO 9562	2 µg/L	12–24
AOX-SPE in salzhaltigen Wässern	Cl	250.–	Coulometrie nach Verbrennung nach Abtrennung an Festphase	DIN EN ISO 9562	10 µg/L	12–24
BSB₅ (Biological Oxygen Demand) Biochemischer Sauerstoffbedarf	O ₂	170.–	Oxitop	DIN EN 1899-H55	10 mg/L	–
CSB (Chemical Oxygen Demand) Chemischer Sauerstoffbedarf	O ₂	70.–	Photometrie	DIN ISO 15705	5.0 mg/L	2–6
DOC (Dissolved Organic Carbon) Gelöster organischer Kohlenstoff	C	85.–	IR-Detektion nach nasschemischer oder thermischer Oxidation,	DIN EN 1484	0.05 mg/L 1 mg/L	6–12
EOX Extrahierbare organische Halogenverbindungen	Cl	250.–	Coulometrie nach Extraktion	ISO 9562	1 µg/L	12–24
FOCI, POX Flüchtige organische Halogenverbindungen	Cl	200.–	Coulometrie nach Ausblasen	DIN 38409-H25	5 µg/L	12–14
GC-Fingerprint GCFW		180.–	GC-FID und ECD nach Extraktion	Bachema	qualitativ	–
GC-MS mit Identifikation {1} Identifikation unpolarer bis mittelpolarer GC-gängiger Verbindungen		nach Aufwand	GC-MS nach Extraktion	Bachema	–	–
GC-MS-Screening Identifikation unpolarer bis mittelpolarer GC-gängiger Verbindungen mit halb-quantitativer Gehaltsangabe		950.–	GC-MS nach saurer und basischer Extraktion	BAFU-UV W-27a	ca. 0.1 µg/L (halb-quantitativ)	–
Kohlenwasserstoff-Index C₁₀-C₄₀ KWIWA (Abwasser)		180.–	GC-FID nach Extraktion	EN ISO 9377-2	0.1 mg/L	12–24
Kohlenwasserstoff-Index C₁₀-C₄₀ KWIW Spurenbereich (Grundwasser/Trinkwasser)		200.–	GC-FID nach Large Volume Injection	DIN EN ISO 9377-2 Modifiziert für Spurenbereich	0.005 mg/L	12–24
Kohlenwasserstoffe flüchtig und BTEX KWFLW Summe C ₅ -C ₁₀ -Aliphate und BTEX		180.–	Head Space-GC-MS	DIN 38407-43	0.5 µg/L 100 µg/L Summe C ₅ -C ₁₀ -Aliphate	12–24
LC-MS Suspect-Screening {1} Substanznachweis anhand einer Liste von Verdachtssubstanzen		nach Aufwand	LC-HRMS	Bachema-eigene Entwicklungen, basierend auf W. Schulz, T. Lucke et al., Non-Target Screening in der Wasseranalytik - Leitfaden zur Anwendung der LC-ESI-HRMS für Screening-Untersuchungen (2019). Download unter http://www.wasserchemische-gesellschaft.de s. auch Forumbeitrag S.57		
LC-MS Non-Target-Screening {1} Identifikation unbekannter Verbindungen						
Oxidierbarkeit KMnO ₄ -Verbrauch	KMnO ₄	50.–	nasschemische Oxidation mit KMnO ₄	DIN EN ISO 8467 EDI Abwasser Kp. 45/9	0.5 mg/L	6–12
Phenole gesamt (Phenolindex)		80.–	Photometrie nach Extraktion	DIN 38409-H16 EDI Abwasser Kp. 52	0.002 mg/L	6–12
Phenole wasserdampfflüchtig		80.–	Photometrie nach Destillation	DIN 38409-H16 EDI Abwasser Kp. 52	0.02 mg/L	6–12
TOC (Total Organic Carbon) Totaler organischer Kohlenstoff	C	85.–	IR-Detektion nach nasschemischer oder thermischer Oxidation	DIN EN 1484	0.05 mg/L 1 mg/L	6–12
TOC nach USP/Ph. Eur	C	85.–	IR-Detektion nach nasschemischer Oxidation	USP (643)/Ph. Eur. 2.2.44	0.05 mg/L	6–12

BG: Bestimmungsgrenze / BU: Bestimmungsunsicherheit (S. 62)
{1}: Methode nicht im akkreditierten Bereich

Rabatte: für 3–9 gleiche Untersuchungen 10%, ab
10 Untersuchungen 15%, für Gesamtprojekte und
periodische Untersuchungen spezielle Rabatte

Preisliste

Wasser

Organische Prüfumfänge mit Einzelparametern					
Parametergruppe / Prüfumfang	Preis in Fr.	Messprinzip	Referenzmethode	BG	BU %
Aniline und Chloraniline ANILAltV beinhaltet alle in der AltIV enthaltenen Anilin-Substanzen und weitere gemäss AltIV hergeleiteten Konzentrationswerte: Anilin, Chloraniline, Dichloraniline, Trichloraniline, Toluidine, Dimethylaniline, N,N-Dimethylanilin, Chlormethylaniline, Trimethylanilin	290.–	SPME-GC-MS/MS	Bachema	0.1 µg/L	12–24
weitere verwandte Verbindungen ANILweiter 2-Chlor-5-(Trifluormethyl)anilin, 6-Chlor-2-Methylanilin, 1,4-Diethoxybenzol, Diphenylamin, 2-Ethoxyanilin, Nitrobenzol, 2-Nitrotoluol, 4-Nitrotoluol	200.–	SPME-GC-MS/MS	Bachema	0.1 µg/L	12–24
Als Zusatz zu den AltIV-Anilinen und Chloranilinen	60.–				
Bisphenol A, BADGE und Hydrolyseprodukte BPA+BADGE Bisphenol F (zusätzlich)	290.– 40.–	LC-MS/MS	Bachema	1 µg/L Summe 5 µg/L	12–24
BTEX BTEXW Benzol, Toluol, Ethylbenzol, Xylole	150.–	Head Space-GC-MS	DIN 38407-43	0.5 µg/L Summe 1 µg/L	12–24
Chlorthalonil-Metaboliten 3 Substanzen Chlortha3 R417888, R471811, SYN507900	250.–	LC-MS/MS	Bachema	0.02 µg/L	12–24
Chlorthalonil-Metaboliten 8 Substanzen Chlortha8 R417888, R418503*, R471811, R611965*, R611968, SYN507900, SYN548580, SYN548581	350.–	LC-MS/MS	Bachema	0.02 µg/L (0.05 µg/L)*	12–24
Chlorierte Lösungsmittel CLMW Dichlormethan (Methylenchlorid), Trichlormethan (Chloroform), 1,1,1-Trichlorethan, Tetrachlorkohlenstoff, Trichlorethen (Tri), Tetrachlorethen (Per), cis-1,2-Dichlorethen, Vinylchlorid	150.–	Head Space-GC-MS	DIN 38407-43	0.5 µg/L	12–24
Chlorierte Lösungsmittel bei PER-Verunreinigungen CLMPERW Tetrachlorethen (Per), Trichlorethen (Tri), cis-1,2-Dichlorethen, Vinylchlorid	230.–	GC-MS nach Anreicherung mit Purge-and-Trap	EPA 524.2 DIN EN ISO 15680	0.05 µg/L	12–24
Chlorpestizide CLPW Hexachlorcyclohexane (HCH), Hexachlorbenzol (HCB), Drins, Endosulfane, DDT, DDD, DDE, Heptachlorepoide, Chlordane, Methoxychlor, Heptachlor	250.–	GC-MS/MS nach Flüssig-Flüssig-Extraktion	DIN 38407-37	0.01 µg/L	12–24
Nur einzelne Substanzen (bis max. 3)	200.–				
Chloridazon und Metaboliten CLZ Chloridazon, Desphenylchloridazon, Methyl-desphenylchloridazon, Isochloridazon	250.–	LC-MS/MS	Bachema	0.02 µg/L	12–24
Glyphosat GlyW Glyphosat, AMPA, Glufosinat	350.–	LC-MS/MS	Bachema	0.02 µg/L	12–24
Lösungsmittelsubstanzen LSMg Aceton*, Acetonitril*, tert-Butanol (TBA), 1,4-Dioxan, Ethanol*, Ethylacetat, Methylacetat, Methylethylketon, Methylisobutylketon, Methyl-tert-butylether (MTBE), Propanol-1, Propanol-2, Tetrahydrofuran (THF)	290.–	SPME-GC-MS/MS	Bachema	0.5 µg/L (10 µg/L)*	24–48
Nur einzelne Substanzen (bis max. 3)	200.–				
MTBE und ETBE Benzinzusatzstoffe MTBE&ETBEW Methyltertiärbutylether, Ethyltertiärbutylether	150.–	Head Space-GC-MS	DIN 38407-43	0.5 µg/L	12–24
PAK (Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe) PAKW 16 Einzelsubstanzen nach EPA inkl. Benzo(a)pyren	240.–	GC-MS/MS nach Flüssig-Flüssig-Extraktion	DIN ISO 28540	0.01 µg/L Summe 0.10 µg/L	12–24
PCB Polychlorierte Biphenyle PCBW PCB 28, PCB 52, PCB 101, PCB 118, PCB 138, PCB 153, PCB 180 Berechnung der Summe nach AltIV	240.–	GC-MS/MS nach Flüssig-Flüssig-Extraktion	DIN 38407-37	0.002 µg/L Summe 0.05 µg/L	12–24

* spezielle Bestimmungsgrenze

BG: Bestimmungsgrenze / BU: Bestimmungsunsicherheit (S. 62)

Rabatte: für 3–9 gleiche Untersuchungen 10%, ab 10 Untersuchungen 15%, für Gesamtprojekte und periodische Untersuchungen spezielle Rabatte

Preisliste

Wasser

Wasser

Organische Prüfumfänge mit Einzelparametern					
Parametergruppe / Prüfumfang	Preis in Fr.	Messprinzip	Referenzmethode	BG	BU %
Triazin-Pestizide PESTklein Atrazin, Desethylatrazin, Simazin, Terbutylazin	250.–	LC-MS/MS	Bachema	0.02 µg/L	12–24
Pestizide PESTmax Grundwasserrelevante Pestizidsubstanzen und Transformationsprodukte (Metaboliten). Gesamtübersicht der Substanzen auf Seite S. 56. Nur einzelne Substanzen (bis max. 3)	600.– 250.–	LC-MS/MS	Bachema	0.02 µg/L	12–24
Perfluorierte Verbindungen PFASWklein PFHxS, PFOS, PFOA	250.–	LC-MS/MS	Bachema	0.02 µg/L	24–48
Perfluorierte Verbindungen PFASWgross PFOS, PFOA, Perfluorbutylsulfonat und -hexylsulfonat, Perfluorcarbonsäuren C5 bis C10	350.–	LC-MS/MS	Bachema	0.02 µg/L	24–48
Phenole, Chlorphenole und Nitroverbindungen PhenolW Phenol, Kresole, 2-Chlorphenol, 2,4-Dichlorphenol, 2,4,6-Trichlorphenol, Pentachlorphenol, Nitrobenzol, Dinitrotoluole (2,4 / 2,6), Nitrophenole (2 / 4), 2,4-Dinitrophenol*, 2,4-Dimethylphenol, 4-Chlor-3-methylphenol Nur einzelne Substanzen (bis max. 3)	290.– 200.–	GC-MS/MS nach Derivatisierung und Extraktion	Bachema DIN 38407-27	0.1 µg/L (5 µg/L)*	24–48
Phthalate PHTAL Dimethyl-, Diethyl-, Dibutyl-, Benzylbutyl-, Bis(2-ethylhexyl)- und Di-n-octylphthalat	250.–	GC-MS nach Flüssig-Flüssig-Extraktion	EN ISO 18856	0.1 µg/L	24–48
Flüchtige organische Verbindungen mit Purge-and-Trap-Analytik PUT Enthält chlorierte Lösungsmittel-Substanzen, BTEX, MTBE, ETBE, wasserlösliche Kohlenwasserstoffe und weitere flüchtige Verbindungen. Gesamtübersicht aller 64 flüchtigen Verbindungen auf Seite 54. Nur einzelne Substanzen aus der Purge-and-Trap-Liste (bis max. 3)	290.– 200.–	GC-MS nach Anreicherung mit Purge-and-Trap	EPA 524.2 DIN EN ISO 15680	0.05 µg/L	12–24
Sprengstoffe SPRW Di-, Trinitrobenzol, Dinitrotoluole, TNT, Aminonitrotoluole, Hexogen, Octogen, PETN, Nitroglycerin, Diphenylamin, N-Nitrosodiphenylamin	350.–	LC-MS/MS	Bachema	0.1 µg/L	12–24
Süsstoffe SÜSS Acesulfam, Aspartam, Cyclamat, Saccharin, Sucralose*	250.–	LC-MS/MS	Bachema	0.01 µg/L (0.05 µg/L)*	12–24
Triazole TRIAZOL Benzotriazol*, Tolyltriazol, 5,6-Dimethylbenzotriazol	250.–	LC-MS/MS	Bachema	0.01 µg/L (0.02 µg/L)*	12–24
Tracer Substanzen in Abwasser WATR beinhaltet alle 12 Leitsubstanzen gemäss GSchV: Acesulfam, Acetyl-Sulfamethoxazol*, Amisulprid, Benzotriazol*, Candesartan, Carbamazepin, Citalopram, Clarithromycin*, Cyclamat, Diclofenac, Hydrochlorothiazid, Irbesartan, Mecoprop, Metoprolol, Sucralose*, Sulfamethoxazol, Tolyltriazol, Venlafaxin, 5,6-Dimethylbenzotriazol Nur einzelne Substanzen (bis max. 3)	350.– 250.–	LC-MS/MS	Bachema DIN 38407-47	0.01 µg/L (0.02-0.05 µg/L)*	12–24
Mikroverunreinigungen im Oberflächengewässer gemäss GSchV WOMVGschV Gesamtübersicht der Substanzen und BG auf Seite 56.	350.–	LC-MS/MS	Bachema	0.01 µg/L (0.005 µg/L)*	12–24
Mikroverunreinigungen im Oberflächengewässer WOMVmax Gesamtübersicht der Substanzen und BG auf Seite 56.	700.–	LC-MS/MS	Bachema	0.01 µg/L (0.005, 0.02, 0.05 µg/L)*	12–24

* spezielle Bestimmungsgrenze
BG: Bestimmungsgrenze / BU: Bestimmungsunsicherheit (S. 62)

Rabatte: für 3–9 gleiche Untersuchungen 10%, ab 10 Untersuchungen 15%, für Gesamtprojekte und periodische Untersuchungen spezielle Rabatte

Preisliste

Wasser

Organische Prüfumfänge nach Altlastenverordnung (AltIV)						
	Bestimmungs- grenze (BG)		Flüchtige Ver- bindungen mit Purge- and-Trap	Flüchtige Stoffe («AHR- Liste»)	Semi- volatiles	Total organi- sche Stoffe nach AltIV
		Prüfumfang	PUT	FAHRW	SEMW	TALV
		Preis in Fr.	290.–	230.–	700.–	1200.–
Chlorierte Lösungsmittel CLMW, CLMWA Dichlormethan (Methylenchlorid), Trichlormethan (Chloroform), 1,1,1-Trichlorethan, Tetrachlorkohlenstoff, Trichlorethen (Tri), Tetrachlorethen (Per), cis-1,2-Dichlorethen, Vinylchlorid	0.5 µg/L	150.–	enthalten in Purge-and-Trap-Analyse PUT für flüchtige, organische Inhibitstoffe, s. dazu S. 54			
Chlorierte Lösungsmittel aus PER-Verunreinigungen CLMPERW Tetrachlorethen (Per), Trichlorethen (Tri), cis-1,2-Dichlorethen, Vinylchlorid	0.05 µg/L	230.–				
BTEX BTEXW Benzol, Toluol, Ethylbenzol, Xylole	0.5 µg/L	150.–				
Kohlenwasserstoffe flüchtig und BTEX KWFLW Summe C ₅ -C ₁₀ -Aliphate und BTEX	0.5 µg/L 100 µg/L Summe C ₅ -C ₁₀ - Aliphate	180.–				
Chlorierte Lösungsmittel und BTEX CLMBTEXW	0.5 µg/L	180.–				
MTBE und ETBE (Benzinzusatzstoffe) MTBE&ETBE	0.5 µg/L	150.–				
Als Zusatz zu anderen Prüfumfängen mit flüchtigen organischen Verbindungen		40.–				
Flüchtige organische Verbindungen mit Purge-and-Trap-Analytik PUT Enthält chlorierte Lösungsmittel-Substanzen, BTEX, MTBE, ETBE, wasserlösliche Kohlenwasserstoffe und weitere flüchtige Verbindungen. Gesamtübersicht aller 64 flüchtigen Verbindungen auf Seite 54.	0.05 µg/L 10 µg/L Summe C ₅ -C ₁₀ -Aliphate	290.–				
Nur einzelne Substanzen der Purge-and-Trap-Liste (bis max. 3)		200.–				
PAK (Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe) PAKW 16 Einzelsubstanzen nach EPA inkl. Benzo(a)pyren	0.01 µg/L 0.10 µg/L Summe	240.–				
Phenole, Chlorphenole und Nitroverbindungen PhenoIW Phenol, Kresole, 2-Chlorphenol, 2,4-Dichlorphenol, 2,4,6-Trichlor- phenol, Pentachlorphenol, Nitrobenzol, Dinitrotoluole (2,4 / 2,6) Nitrophenole (2 / 4), 2,4-Dinitrophenol, 2,4-Dimethylphenol, 4-Chlor- 3-methylphenol	0.1 µg/L (5 µg/L für 2,4-Dinitro- phenol)	290.–				
Nur einzelne Substanzen (bis max. 3)		200.–				
Aniline und Chloraniline ANILAIIV Anilin, Chloraniline, Dichloraniline, Trichloraniline, Toluidine, Dime- thylaniline, N,N-Dimethylanilin, Chlormethylaniline, Trimethylanilin	0.1 µg/L	290.–				
PCB (Polychlorierte Biphenyle) PCBW PCB 28, PCB 52, PCB 101, PCB 118, PCB 138, PCB 153, PCB 180 Berechnung der Summe nach AltIV	0.002 µg/L 0.05 µg/L Summe	240.–				

Rabatte: für 3–9 gleiche Untersuchungen 10%, ab
10 Untersuchungen 15%, für Gesamtprojekte und
periodische Untersuchungen spezielle Rabatte

Preisliste

Wasser

Wasser

Weitere Prüfumfänge für spezielle Anwendungsgebiete			
Anwendungsgebiet / Prüfumfang	Parameter	Preis in Fr.	Referenz
Mineralwasser MinW Für die Charakterisierung von Mineralwasser wichtige Parameter	Sinnenprüfung, Trübung, Leitfähigkeit, pH-Wert, Silikate, m-Wert, Ca, Mg, Na, K, Cl, NO ₃ , SO ₄ , F, Br, NH ₄ , NO ₂ , PO ₄ , S, DOC, Metalle gelöst: As, Ba, Pb, B, Cd, Chrom-VI, Fe, Li, Mn, Hg, Sr, I, U	950.–	
Epoxidharz-sanierte Trinkwasserleitungen, Standard EpoxiKlein Trinkwasseruntersuchung bei der speziellen Situation von mit Epoxidharz sanierten Trinkwasserleitungen, Standarduntersuchung	Sinnenprüfung, Trübung, TOC, aerobe, mesophile Keime	145.–	Informationsschreiben der Kantonschemiker Nr. 165, betreffend der Rohrrinnensanierung von Trinkwasserleitungen in Hausinstallationen mittels Epoxidharzen, BAG Bulletin Nr. 31/12, S. 543-549
Epoxidharz-sanierte Trinkwasserleitungen, erweitert EpoxiGross Trinkwasseruntersuchung bei der speziellen Situation von mit Epoxidharz sanierten Trinkwasserleitungen, inkl. organischer Einzelparameter	Sinnenprüfung, Trübung, TOC, aerobe, mesophile Keime, Bisphenol A, BADGE, einschliesslich dessen Hydrolyseprodukte, GC-Fingerprint	615.–	
Schwermetalle aus Trinkwasserinstallationen SMWT Schwermetalle, die in Trinkwasserleitungen und -armaturen vorhanden sein und ins Trinkwasser migrieren können	Pb, Cd, Cr, Cu, Fe, Ni, Zn (Gesamtgehalte)	310.–	H.-S. Walker: Schwermetalle im Trinkwasser, Schweiz. Messprogramm 2004/2005. gwa 6/2006.
Enthärtungsanlagen: Auswirkung auf das Trinkwasser HartWT Parameter, die den Einfluss einer Enthärtungsanlage auf das Trinkwasser aufzeigen	pH-Wert, Leitfähigkeit, Ca, Mg, (Gesamthärte), Na, Cl, DOC, aerobe, mesophile Keime	260.–	Bachema-eigene Erfahrungen
Gereinigtes Wasser Ph. Eur. ReinstW	Sinnenprüfung, Trübung, NO ₃ , TOC nach Ph. Eur., koloniebildende, aerobe Keime, Summenwert der ausfällbaren Schwermetalle (ohne Angabe der Einzelresultate)	345.–	Europäische Pharmakopöe
Chemische Badewasserkontrolle BADTBDV für öffentliche Schwimm- und Hallenbäder nach TBDV	Trübung, pH-Wert, Bromat, Chlorat, Harnstoff, Summe Trihalomethane	300.–	TBDV
Chemische Badewasserkontrolle BADSIA für öffentliche Schwimm- und Hallenbäder nach SIA	Trübung, pH-Wert, Säurekapazität, Harnstoff, TOC	150.–	SIA-Norm 385/9
Trihalomethane HALO organisch-chemische Badewasserkontrolle bei Anwendung von Aktivchlor	Summe der Trihalomethane, berechnet als Chloroform	150.–	TBDV / SIA-Norm 385/9
Bakteriologische Trinkwasserkontrolle erweitert B1EW	Sinnenprüfung und Trübung, aerobe, mesophile Keime, <i>Escherichia coli</i> , Enterokokken	110.–	TBDV
Naturbad-Badeteiche bteichEW bakteriologische und chemisch erweiterte Untersuchung von Badewasser öffentlicher, künstlich angelegter Badeteiche	Phosphat-P, pH-Wert, <i>Escherichia coli</i> , Enterokokken, <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	165.–	TBDV

Rabatte: für 3–9 gleiche Untersuchungen 10%, ab 10 Untersuchungen 15%, für Gesamtprojekte und periodische Untersuchungen spezielle Rabatte

Boden und Feststoffe



Die Bachema AG untersucht mit modernsten wissenschaftlichen Methoden und Laborgeräten Proben aus Kulturböden, Verdachtsflächen, Baurestmassen, Industrieabfällen, Verbrennungsrückständen und

Recyclingmaterialen. Zur Untersuchung von Feststoffproben gehört auch die richtige Vorbereitung und Aufbereitung des Probenmaterials. Von jeder Probe wird ein Aliquot während 12 Monaten aufbewahrt.

Wir bieten sowohl Standardprogramme als auch individuelle Analysen an, die wir präzise auf die Kundenbedürfnisse abstimmen.



Prüfumfang	Seite
Schadstoffe im Kulturboden nach Verordnung über Belastungen des Bodens (VBBo)	22
11 Schadstoffe im Oberboden, Schwermetall-Totalgehalte	23
12 Vier Schwermetalle und PAK	23
13 Lösliche anorganische Schadstoffe im Oberboden	23
Aushub, Abfallstoffe und Altlasten nach Verordnung über die Vermeidung und Entsorgung von Abfällen (VVEA)	24
15 VVEA Feststoff-Programm: Schwermetalle und Summe PAK inkl. Benzo(a)pyren	25
16 VVEA Feststoff-Programm: Schwermetalle und Kohlenwasserstoff-Index	25
17 VVEA Feststoff-Programm: Schwermetalle und Kohlenwasserstoff-Index, Summe PAK inkl. Benzo(a)pyren	25
18 VVEA Feststoff-Programm	25
19 VVEA Feststoff- und Eluat-Programm	25
Eluattest nach VVEA	26
23 VVEA-Eluattest neutral (VVEA-Eluattest 2)	27
24 VVEA-Eluattest sauer: Schwermetalle (VVEA-Eluattest 1)	27
25 Vollständiger VVEA-Eluattest (Test 1 und 2)	27
Gebäudeschadstoffe	28
Chemische Untersuchungen in Gebäudeabbruchmaterialien	29
Säuleneluattest nach Altlastenverordnung (AltIV)	30
33 AltIV-Schwermetalle	31
34 AltIV-Anorganika und flüchtige Organika	31
35 Gesamte AltIV-Stoffliste	31
Virtueller Eluattest	30/37
Preisliste Boden- und Feststoffproben	
Elemente	32
Anorganische Einzelparameter	33
Organische Gruppen- und Summenparameter	33
Organische Prüfumfänge mit Einzelparametern	34
Organische Prüfumfänge nach VVEA	35
Prüfumfänge für spezielle Anwendungsgebiete	36
Aufbereitung von Feststoffen, Extraktion bzw. Probenaufschluss, Eluattests	37
Ablaufschema Aufbereitung von Feststoffen	38-39

Schadstoffe im Kulturboden

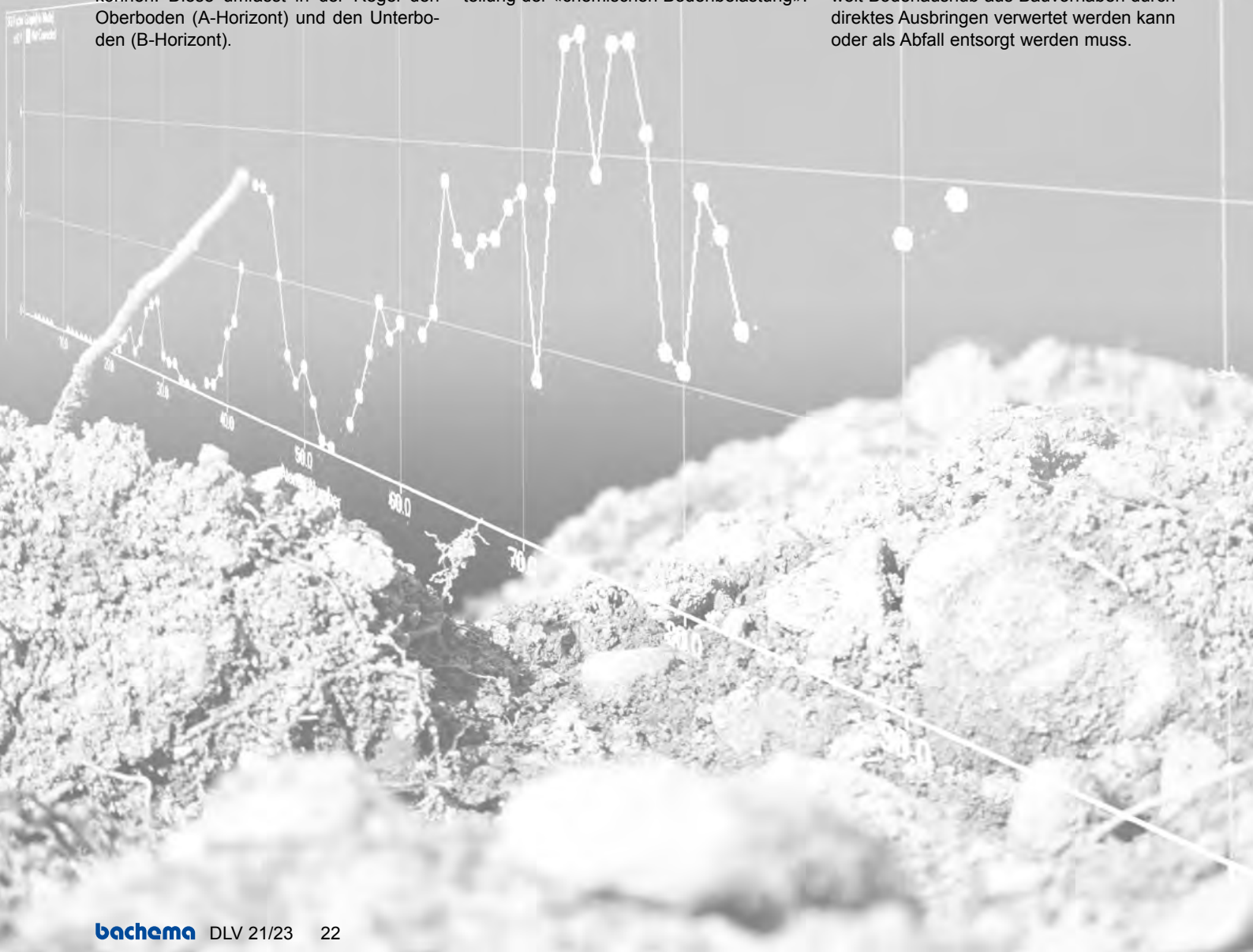
Verordnung über Belastungen des Bodens (VBBo)/Standardprogramme



Als Kulturboden definiert das Umweltschutzgesetz (USG) die oberste, unversiegelte Erdschicht, in der Pflanzen wachsen können. Diese umfasst in der Regel den Oberboden (A-Horizont) und den Unterboden (B-Horizont).

Die Verordnung über Belastungen des Bodens (VBBo) enthält Richt-, Prüf- und Sanierungswerte für Schadstoffe für die Beurteilung der «chemischen Bodenbelastung».

In der Wegleitung über die Verwertung von ausgehobenem Boden (WBo) kann anhand von Kriterien entschieden werden, inwieweit Bodenaushub aus Bauvorhaben durch direktes Ausbringen verwertet werden kann oder als Abfall entsorgt werden muss.



Schadstoffe im Oberboden, Schwermetall-Totalgehalte

- Totalgehalt der Schwermetalle nach Extraktion mit Salpetersäure nach Verordnungen über Belastungen des Bodens (VBBo), Anhang 1, Tabelle 1.1, Richtwerte.

Vier Schwermetalle und PAK

- Blei, Cadmium, Kupfer und Zink und die Summe der PAK-Substanzen und Benzo(a)pyren nach VBBo, Anhang 1, Tabelle 1.3 Sanierungswerte bzw. Anhang 2, Tabelle 1.2 Werte für PAK.

Lösliche anorganische Schadstoffe im Oberboden

- löslicher Gehalt der Schwermetalle nach Extraktion in 0.1 molarer Natriumnitratlösung nach VBBo, Anhang 1, Tabelle 1.1 Richtwerte.

Standardprogramme

Probenaufbereitung

Aufbereitung (Entfeuchten, Sieben, Mahlen), Lagern und Entsorgen bis 1.5 kg Probe (wird 1 x bei jeder Feststoffprobe verrechnet, ist nicht im Prüfumfang enthalten)	50.–
Zuschlag Probemenge grösser als 1.5 kg	10.–/kg

Prüfumfang	11	12	13
Preis in Fr.	350.–	450.–	250.–

VBBo	WBo

Schwermetalle

Blei			
Cadmium			lösl. n. VBBo
Chrom			
Kupfer			lösl. n. VBBo
Molybdän			
Nickel			lösl. n. VBBo
Quecksilber		zusätzlich 30.–	
Zink			lösl. n. VBBo
Aufschluss für die Elementanalyse nach VBBo			

•	•
•	•
•	•
•	•
•	•
•	•
•	•
•	•
•	•

Organische Zusatzanalysen

Kohlenwasserstoff-Index C10-C4) KWIA	180.–		
PAK nach EPA (16 Einzelsubstanzen) PAKA	240.–		
PAK nur Summe und Benzo(a)pyren PAKS	200.–		
PCB PCBVBo	240.–		
Chlorpestizide CLPVBo	250.–		
Dioxine und Furane (Richtpreis für externe Analyse inkl. Versand)	650.–		
Organischer Kohlenstoff (für Abschätzung von Humusgehalt) TOCB	120.–		
Fluor (gesamt)	180.–		

•	•
•	•
•	•
•	•
•	•
•	•
•	•
•	•
•	•

Verordnung über die Belastung des Bodens
Wegleitung Bodenaushub

VBBo	WBo

Boden und Feststoffe

Aushub, Abfallstoffe und Altlasten

Verordnung über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen (VVEA)/
Standardprogramme



Aushub, Abfallstoffe

Abfallstoffe, Asphalt, Bauaushub, Bauschutt, Bahnschotter und Altlasten dürfen nicht unbesehen entsorgt werden. Ihre Handhabung wird in der «Verordnung über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen» (VVEA) geregelt.

Im Folgenden sind die chemisch-analytischen Standardprogramme zusammengestellt, welche die Parameterkataloge der zu prüfenden Schadstoffe mit den zugehörigen Richtwerten beinhalten.

Schotter/Aushub Gleisbereich

Für Schotteruntersuchungen im Eisenbahngleisbereich nach Gleisaushubsrichtlinie werden 15 bis 20 kg Material benötigt. In der Regel werden nur der Kohlenwasserstoff-Index C₁₀-C₄₀ und die PAK bestimmt.



VVEA Feststoff-Programm-Kombinationen

Am häufigsten verwendete VVEA-Feststoffprogramme ohne flüchtige Inhaltsstoffe für rasche Übersicht über Schwermetall (SMF)-, PAK- und Mineralöl-Kontaminationen (KW-Index).

VVEA Feststoff-Programm

- Gesamtgehalte in der Feststoffprobe, ohne Eluatparameter.
- mit TOC400.
- inkl. flüchtige organische Verbindungen: dafür Probe in luftdichte Honiggläser abfüllen und schnellstmöglich ins Labor transportieren.

VVEA Feststoff- und Eluat-Programm

- Alle Gesamtgehalte und Eluatwerte zur Klassierung nach VVEA, alle Deponie-typen A, B, C, D und E
- Flüchtige Substanzen: dafür Probe in luftdichte Honiggläser abfüllen und schnellstmöglich ins Labor transportieren.

Der organische Kohlenstoff (TOC) oder TOC400 (Freisetzung bis 400°C) kann wahlweise zu allen 5 VVEA-Programmen dazu bestellt bzw. ausgewählt werden.

Standardprogramme

Probenaufbereitung

Aufbereitung (Entfeuchten, Sieben, Mahlen), Lagern und Entsorgen bis 1.5 kg Probe (wird 1 x bei jeder Feststoffprobe verrechnet, ist nicht im Prüfumfang enthalten)	50.-
Zuschlag Probemenge grösser als 1.5 kg	10.-/kg

Prüfumfang	15	16	17	18	19
Preis in Fr.	450.-	430.-	550.-	1200.-	2100.-

VVEA-Klassierung			
Typ A	Typ B	Typ C	Typ D, E

Probenparameter

Trockensubstanz, Originalprobe					
--------------------------------	--	--	--	--	--

Cyanide und Elemente

Cyanid gesamt					
Chrom-VI (Bestimmung aus 24h-Eluat aus Mahlung <0.1 mm)					
Schwermetall-Fingerprint, Element-Übersicht mit RFA					

Organische Summen- und Einzelparameter

TOC400	zusätzlich 100.-	zusätzlich 100.-	zusätzlich 100.-		
TOC (organischer Kohlenstoff)	zusätzlich 100.-	zusätzlich 100.-	zusätzlich 100.-	zusätzlich 100.-	zusätzlich 100.-
Kohlenwasserstoff-Index C ₁₀ -C ₄₀					
Summe PAK und Benzo(a)pyren					
Kohlenwasserstoffe flüchtig (C ₅ -C ₁₀ -Aliphate)					
Benzol					
BTEX (Monozyklische Aromaten)					
Chlorierte Lösungsmittel (CLM)					
PCB nach AHR/AltIV					
PAK nach EPA (16 Einzelsubstanzen)					

Parameter aus 24h-VVEA-Eluat

pH-Wert, elektrische Leitfähigkeit, Eluattest					
Anteil wasserlöslicher Salze (Trockenrückstand)					
Fluorid, Ammonium, Nitrit					
ortho-Phosphat					
Cyanid (frei)					
Sulfid, Sulfit					
Schwermetalle / Elemente (Al, As, Ba, Pb, Cd, Cr, Cr-VI, Co, Cu, Ni, Hg, Zn, Sn)					
DOC (gelöster organischer Kohlenstoff)					

Verordnung über die Vermeidung und Entsorgung von Abfällen

VVEA

Rabatte: für 3–9 gleiche Untersuchungen 10%, ab 10 Untersuchungen 15%, für Gesamtprojekte und periodische Untersuchungen spezielle Rabatte

Eluattest nach VVEA

Standardprogramme



Wenn Abfallstoffe die Kriterien der VVEA erfüllen, können sie auf den entsprechenden Deponien der Typen B, C, D und E abgelagert werden. Zu diesen Kriterien gehören eine Palette von hauptsächlich anorganischen Parametern, deren Konzentrationen in Eluaten ermittelt werden. Um die Eluate zu erhalten, werden mit der Feststoffprobe zwei verschiedene 24h-Eluat-tests durchgeführt:

Für Test 1 wird als Elutionsmittel kontinuierlich mit Kohlendioxid gesättigtes Wasser verwendet, das für die Elution von Schwermetallen ein leicht saures Milieu ergibt (Simulation von saurem Regen).

Für Test 2 wird als Elutionsmittel destilliertes Wasser verwendet. In diesem Test werden für die Summe der organischen Verbindungen der DOC-Gehalt, sowie wichtige Anorganika bestimmt.



VVEA-Eluattest neutral

- Neutrales 24h-Eluat (VVEA-Eluattest 2).
- Alle Eluat-Parameter zur Klassierung des Abfallstoffes für die Entsorgung auf einer Deponie des Typs B.

VVEA-Eluattest sauer: Schwermetalle

- Saures CO₂-Eluat (VVEA-Eluattest 1).
- Alle 12 Schwermetalle aus dem sauren Eluat sowie zusätzlich Chrom-VI (Chromat) aus dem neutralen Eluat.

Vollständiger VVEA-Eluattest

- Beide VVEA-Eluattests: Test 1 und Test 2.
- VVEA-Eluatparameter für Schwermetalle sowie die übrigen Eluatparameter nach VVEA aus dem neutralen Eluattest zur Klassierung des Abfallstoffes für die Entsorgung auf einer Deponie des Typs C.

Standardprogramme

Prüfumfang	VVEA-Klassierung		
	23	24	25
Preis in Fr.	350.–	420.–	900.–

VVEA-Eluattest 1: CO₂-saures Wassereluat, 24h, für Schwermetalle

Parameter	23	24	25	Typ B	Typ C	Typ D	Typ E
Eluattest, pH-Wert							
Aluminium					•		
Arsen					•		
Barium					•		
Blei					•		
Cadmium					•		
Chrom total					•		
Kobalt					•		
Kupfer					•		
Nickel					•		
Quecksilber					•		
Zink					•		
Zinn					•		

VVEA-Test 2: neutrales Wassereluat, 24h, für Anorganika und Organika

Parameter	23	24	25	Typ B	Typ C	Typ D	Typ E
Eluattest, Leitfähigkeit, pH-Wert					•		
Anteil wasserlöslicher Salze (Trockenrückstand aus VVEA-Eluat)				•	•		•
Fluorid				•	•		
Ammonium				•	•		
Nitrit				•	•		
ortho-Phosphat					•		
Cyanid (frei)				•	•	•	•
Sulfid					•		
Sulfit					•		
Chrom-VI					•		
Gelöster organischer Kohlenstoff (DOC)				•	•		

Verordnung über die Vermeidung und Entsorgung von Abfällen

VVEA

Boden und Feststoffe

Die Originalprobe, aus der das Eluat hergestellt wird, wird rückgestellt. Falls keine weiteren Analysen bei der Feststoffprobe anfallen, wird für die Rückstellprobe Fr. 15.– verrechnet.

Rabatte: für 3–9 gleiche Untersuchungen 10%, ab 10 Untersuchungen 15%, für Gesamtprojekte und periodische Untersuchungen spezielle Rabatte

Gebäudeschadstoffe

VVEA/BAFU-Richtlinien



Gebäudeschadstoffe

Bei Rückbauten und Sanierungen werden Materialien freigesetzt, welche Schadstoffe wie Asbest, PAK, PCB etc. beinhalten. Für die Arbeitssicherheit, das Recycling und die Entsorgung müssen die Schadstoffgehalte bekannt sein.

Proben zur Untersuchung auf Asbest müssen in dicht verschlossenen Probebehältern angeliefert werden, um eine Querkontamination mit anderen Proben zu verhindern. Das gilt auch für Proben mit potentiell festgebundenem Asbest, z.B. Plättlikleber, Eternitplatten usw. Am besten kann man dafür starke, transparente und luftdicht verschliessbare Plastiksäcke (z.B. «Minigrip»-Beutel) verwenden und die Probe mindestens doppelt in diesen Plastiksäcken verpacken.

Bestimmung von PAK im Bindemittel von Asphaltbelägen

Für die Bestimmung von PAK im Bindemittel von Asphaltbelägen wird ca. 1 kg Probenmaterial eingesetzt. Die Extraktion des Bindemittels erfolgt in einem externen Baustofflabor. In unserem Labor wird mittels Dünnschicht-Chromatographie die PAK-Konzentration im Bindemittel von Asphaltbelägen bestimmt und – falls nötig – mittels GC/MS bestätigt.

Korrosionsschutzarbeiten

Bei der Sanierung von Metallkonstruktionen im Freien (Druckleitungen, Brücken, Träger etc.) werden alte Korrosionsschutzanstriche entfernt. Um eine Umweltkontamination zu vermeiden und Schutzmassnahmen für die Arbeiten zu planen, werden Schutzanstriche auf PCB, Schwermetalle und Chromat untersucht.

Preisliste

Gebäudeschadstoffe

Chemische Untersuchungen in Gebäudeabbruchmaterialien

Parameter / Prüfumfang	Preis in Fr.	Aufbereitung in Fr.*	Messprinzip	Referenzmethode	BG	BU %
------------------------	--------------	----------------------	-------------	-----------------	----	------

Baumaterialien mit Verdacht auf Asbest

Asbest, qualitativ ASBEST (mit halb-quantitativer Gehaltsangabe)	80.–	bei >50g: 20.–	Polarisationsmikroskopie nach Veräscherung und Ansäuerung	EPA 600/R-93/116	0.1%	halb-quant.
zusätzliche Differenzierung Amphibolasbest	30.–					

Farbanstriche, Korrosionsschutzanstriche (innen bzw. aussen)

Chlorparaffine CPFa in Farbanstrichen und anderen Materialien mit organischer Matrix wie Fugen, halb-quantitativ	180.–	20.–	GC-MS/MS nach Extraktion	Bachema	0.5 g/kg	halb-quantitativ
Chrom-VI mit basischer Extraktion in Farbanstrichen CrVIFarb	240.–	20.–	ICPMS nach basischer Extraktion	DIN 15192	10 mg/kg	
PAK Summe und Benzo(a)pyren PAKFa	200.–	20.–	GC-MS/MS nach Extraktion	Bachema	20 mg/kg 2 mg/kg	12–24
PCB PCBFa	180.–	20.–	GC-MS/MS nach Extraktion	Bachema	10 mg/kg (Summe)	12–24
PCB und Chlorparaffine (halb-quantitativ) PCBCPFa	200.–	20.–				
Schwermetallfingerprint (halb-quantitativ) SMFsemi	150.–	20.–	RFA, geschüttet, halb-quantitativ			
Schwermetallfingerprint (halb-quantitativ), PCB und Chlorparaffine (halb-quantitativ) SMPCBFa	300.–	20.–				

Dichtungsmaterialien

PCB in Fugen PCBf	180.–	–	GC-MS/MS nach Extraktion	DIN EN 15308 BAFU UV-4013	10 mg/kg (Summe)	12–24
PCB und Chlorparaffine (halb-quantitativ) in Fugen PCBCPF	200.–	–				

Bodenbeläge

PAK im Bindemittel von Asphaltbelägen PAKT	300.–	50.–	HPTLC nach spezieller Extraktion in Toluol oder GC-MS	DIN 38407-7	3000 mg/kg im Bindemittel 200 mg/kg im Ausbauphase	24–48
PAK aus Extrakt im Bindemittel von Asphaltbelägen aus Toluol-Extrakt PAKTT	150.–	–	HPTLC aus Toluol-Extrakt von Kunde			
Sportbeläge zur Entsorgung SPORT Trockensubstanz, Glührückstand, Antimon, Blei, Cadmium, Chrom, Quecksilber, Zink, EOX	670.–	180.–	spezielle Aufbereitung notwendig mit Ultrazentrifugalmühle unter Kühlung, verschiedene Analysemethoden (s. Seite 32-34)			

Holz, Altholz

PCP (Pentachlorphenol) in Holz PCPH	290.–	100.–	GC-MS/MS nach Derivatisierung und Extraktion	Deutsche Altholzverordnung Bachema	0.1 mg/kg	24–48
HCH-Verbindungen inkl. Lindan in Holz HCHHolz	200.–	100.–	GC-MS/MS nach Extraktion	EPA 8270D	0.005 mg/kg	24–48

Zwischenbodenfüllung mit Schlacke

Schadstoffscreening Zwischenbodenschlacke Schwermetalle und PAK, nach VVEA 15Schla	450.–	50.–	für PAK Summe und Benzo(a)pyren mit GC-MS/MS nach spezieller Extraktion, spezielle BG	Bachema	2 mg/kg (Summe) 0.2 mg/kg (BaP)	12–24
---	-------	------	---	---------	------------------------------------	-------

* Die Aufbereitung wird pro Probe nur einmal verrechnet.
BG: Bestimmungsgrenze / BU: Bestimmungsunsicherheit (S. 62)

Rabatte: für 3–9 gleiche Untersuchungen 10%, ab 10 Untersuchungen 15%, für Gesamtprojekte und periodische Untersuchungen spezielle Rabatte

Säuleneluattest nach AltIV

Altlastenverordnung (AltIV)/Standardprogramme



Für die Durchführung eines Säuleneluattests nach AltIV benötigt das Labor 10–20 kg gut durchlässiges Material. Für toniges Material ist der Test nur eingeschränkt geeignet. Die Probenmaterialaufbereitung und das Packen einer zuverlässig eluierenden Säule sind aufwändig. Die Durchführung des Tests inklusive Analytik benötigt eine Zeitspanne von 2 bis 3 Wochen. Es werden für jede Probe Säuleneluate der Wasser-Feststoff-Verhältnisse W/F 0.25, W/F 3 und W/F 6 beprobt und analysiert.

Im Bericht erscheinen deshalb je Probe drei Resultatkolonnen. Gültig für den Vergleich mit den AltIV-Konzentrationswerten ist der jeweils höchste Messwert je Parameter (BAFU-Vollzugshilfe Messmethoden im Abfall- und Altlastenbereich, BAFU-UV).

Virtueller Eluattest

Für organische Schadstoffe können aus den Gesamtgehalten des Feststoffes die Eluatkonzentrationen rechnerisch abgeschätzt werden (Richtlinie für die Durch-

führung von Eluattest gemäss Altlastenverordnung). Neben der Kenntnis der Gesamtgehalte der betreffenden organischen Schadstoffe muss auch der Gehalt an organischem Kohlenstoff bekannt sein. Mit den Resultaten des virtuellen Eluattests kann eine erste Abschätzung durchgeführt werden. Sind die Konzentrationswerte nach AltIV weder deutlich über- noch deutlich unterschritten, ist in jedem Fall der virtuelle Eluattest mit einem Labor-Eluattest zu ergänzen.



AltIV-Schwermetalle

- Schwermetalle der AltIV in den drei Eluaten mit W/F 0.25, 3 und 6.

AltIV-Anorganika und flüchtige Organika

- Anorganika (Schwermetalle, Anionen, Ammonium) und flüchtige Organika der AltIV in den drei Eluaten mit W/F 0.25, 3 und 6.

Gesamte AltIV-Stoffliste

- gesamte Stoffliste der AltIV in den drei Eluaten mit W/F 0.25, 3 und 6.

Nur ausgewählte Schadstoffe

Es können auch einzelne Schadstoffparameter ausgewählt werden, die für den entsprechenden Standort relevant sind. Die ausgewählten Parameter werden in allen drei Eluaten (W/F 0.25, W/F 3 und W/F 6) bestimmt, jedoch die Analysenkosten nur für jeweils zwei Eluate verrechnet. Der pH-Wert, die elektrische Leitfähigkeit, die Trübung und der DOC-Gehalt werden in allen drei Eluaten bestimmt, ohne zusätzliche Verrechnung.

Standardprogramme

Testdurchführung

Packen der Säule und Testdurchführung (ist nicht im Preis des Prüfumfangs enthalten)	1150.-		
--	---------------	--	--

	Prüfumfang	33	34	35	AltIV
	Preis in Fr	720.-	1500.-	2700.-	

Schwermetalle

Antimon					•
Arsen					•
Blei					•
Cadmium					•
Chrom					•
Chrom-VI					•
Kobalt					•
Kupfer					•
Nickel					•
Quecksilber					•
Silber					•
Zink					•
Zinn					•

Anorganische und organische Parameter

Fluorid					•
Ammonium					•
Nitrit					•
Cyanid frei					•
DOC (gelöster, organischer Kohlenstoff), pH-Wert, Leitfähigkeit, Trübung					
Kohlenwasserstoffe flüchtig (C ₅ -C ₁₀ -Aliphate)					•
Flüchtige, organische Inhaltsstoffe mit Purge-and-Trap, inkl. BTEX, MTBE, halogenierte Kohlenwasserstoffe					•
PCB (Polychlorierte Biphenyle)					•
Phenole, Chlorphenole und Nitroverbindungen					•
Aniline und Chloraniline					•
PAK (Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe) nach EPA (16 Einzelsubstanzen)					•

Altlastenverordnung

AltIV

Boden und Feststoffe

Rabatte: für 3–9 gleiche Untersuchungen 10%, ab 10 Untersuchungen 15%, für Gesamtprojekte und periodische Untersuchungen spezielle Rabatte

Preisliste

Boden und Feststoffe

Elemente		Bestimmungsgrenzen mg/kg TS						
Parameter	Messprinzip	CHNS	CIC	ICPOES ICPMS AFS / AAS		RFA	SMF / SMF-semi	VVEA
				Aluminium	Al			
Antimon	Sb	ICPMS, RFA			0.1	2		•
Arsen	As	HRICPMS, ICPMS, RFA			1	2		•
Barium	Ba	ICPMS, ICPOES, RFA			2	100		
Beryllium	Be	HRICPMS, ICPMS			0.5			
Bismut	Bi	HRICPMS			0.1			
Blei	Pb	ICPMS, ICPOES, RFA			1	5		•
Bor	B	ICPOES			5			
Brom	Br	CIC, RFA	1			2		
Cadmium	Cd	HRICPMS, ICPMS, RFA			0.1	0.5		•
Calcium	Ca	ICPOES, RFA			500	100		
Cäsium	Cs	RFA				10		
Cer	Ce	HRICPMS, RFA			0.5	10	nur SMF	
Chlor	Cl	CIC, RFA	10			100		
Chrom	Cr	ICPMS, ICPOES, RFA			1	10		•
Chrom-VI	Cr-VI	siehe Prüfumfang CrVIF			0.02			•
Dysprosium	Dy	HRICPMS			0.1			
Eisen	Fe	ICPOES, RFA			5	150		
Erbium	Er	HRICPMS			0.1			
Europium	Eu	HRICPMS, ICPMS			0.1			
Fluor	F	CIC	10					
Gadolinium	Gd	HRICPMS			0.1			
Gallium	Ga	HRICPMS, ICPMS, RFA			0.5	2		
Germanium	Ge	HRICPMS, RFA			0.5	5		
Gold	Au	HRICPMS, ICPMS			0.1			
Hafnium	Hf	HRICPMS			0.1			
Holmium	Ho	HRICPMS			0.1			
Indium	In	HRICPMS			0.1			
Iridium	Ir	HRICPMS, ICPMS			0.5			
Jod	I	RFA				10		
Kalium	K	ICPOES, RFA			50	500		
Kobalt	Co	ICPMS, ICPOES, RFA			0.5	30		
Kohlenstoff	C	CHNS	1000					
Kupfer	Cu	ICPMS, ICPOES, RFA			1.0	5		•
Lanthan	La	HRICPMS, RFA			0.1	10		
Lithium	Li	HRICPMS, ICPMS			10			
Magnesium	Mg	ICPOES, RFA			100	1000	nur SMF	
Mangan	Mn	ICPOES, RFA			1	100		
Molybdän	Mo	ICPMS, RFA			0.25	10		
Natrium	Na	ICPOES			500			
Neodym	Nd	HRICPMS, RFA			0.1	20	nur SMF	
Nickel	Ni	ICPMS, ICPOES, RFA			1	2		•
Niob	Nb	HRICPMS, RFA			0.5	10		
Palladium	Pd	HRICPMS, ICPMS			0.5			
Phosphor	P	ICPOES, RFA			10	150		
Platin	Pt	HRICPMS, ICPMS			0.1			
Praseodym	Pr	HRICPMS			0.1			
Quecksilber	Hg	Kaltdampf-AFS / -AAS			0.01			•
Rhenium	Re	HRICPMS			0.1			
Rhodium	Rh	HRICPMS			0.1			
Rubidium	Rb	HRICPMS, ICPMS, RFA			1	20		
Ruthenium	Ru	HRICPMS			0.1			
Samarium	Sm	HRICPMS			0.1			
Scandium	Sc	HRICPMS			0.1			
Schwefel	S	CHNS, CIC, ICPOES, RFA	1000	1	10	100		
Selen	Se	HRICPMS, ICPMS, RFA			5	2		
Silber	Ag	HRICPMS, ICPMS, RFA			0.1	2		
Silizium	Si	ICPOES, RFA			4000	1500		
Stickstoff	N	CHNS	100					
Strontium	Sr	ICPOES, RFA			5	20		
Tantal	Ta	HRICPMS			0.5			
Tellur	Te	HRICPMS, ICPMS			0.5			
Terbium	Tb	HRICPMS			0.1			
Thallium	Tl	HRICPMS, ICPMS, RFA			0.1	2		
Thorium	Th	HRICPMS, ICPMS			0.1			
Thulium	Tm	HRICPMS			0.1			
Titan	Ti	HRICPMS, ICPMS, RFA			10	600		
Uran	U	HRICPMS, ICPMS, RFA			0.1	10		
Vanadium	V	HRICPMS, ICPMS, RFA			0.5	5		
Wasserstoff	H	CHNS	1000					
Wolfram	W	HRICPMS, ICPMS, RFA			0.1	10		
Ytterbium	Yb	HRICPMS			0.1			
Yttrium	Y	HRICPMS			0.1			
Zink	Zn	ICPMS, ICPOES, RFA			1	2		•
Zinn	Sn	ICPMS, ICPOES, RFA			1	2		
Zirkonium	Zr	HRICPMS, ICPMS			1			

Preisabstufung Elemente				
		ICPOES ICPMS RFA AFS / AAS	CHNS	CIC
1	=	80.–	90.–	180.–
2	=	130.–	180.–	220.–
3	=	170.–	210.–	260.–
4	=	210.–	240.–	300.–
5	=	240.–		
jedes zusätzliche Element		+30.–		

Spezielle Prüfumfänge	Preis in Fr.
Chrom-VI im Feststoff CrVIF *Bestimmung aus 24h-Eluat aus Mahlung <0.1 mm und LC-ICPMS	150.–
Schwermetall-Fingerprint mit RFA SMF für gesteinsähnliche Proben, quantitativ, enthält alle Elemente der VVEA (ausser Cr-VI)	260.–
Halb-quantitativer Fingerprint mit RFA {1} SMFsemi zur halb-quantitativen Bestimmung der Hauptkomponenten, nicht zur Spurenanalyse geeignet	150.–
Seltenerdmetalle SeltF (Metalle der Seltenen Erden, SEE, REE, Rare Earth Elements) mit ICPMS / HRICPMS: Ce, Dy, Er, Eu, Gd, Ho, La, Nd, Pr, Sc, Sm, Tb, Th, Y, Yb	540.– zuzgl. Aufschluss
Edelmetalle EdelF Edelmetalle mit ICPMS / HRICPMS: Ag, Au, Ir, Pd, Pt, Rh, Ru	300.– zuzgl. Aufschluss

Aufschlüsse für nass-chemische Analysen (ICP)	Preis in Fr.
Druckaufschluss mit Königswasser	50.–
Totalaufschluss mit Flusssäure	100.–
Offener Aufschluss mit Königswasser	150.–

Referenzmethoden	BU %
AFS /AAS: DIN EN ISO 17852, EPA 7473	12-24
CHNS: Hekatech / DIN ISO 10684	6-12
CIC: ASTM D5987	12-24
HRICPMS: Bachema	12-24
ICPMS, LC-ICPMS: DIN 38406-29	12-24
ICPOES: EN ISO 11885	12-24
RFA: Bachema	24-48

BU: Bestimmungsunsicherheit (S. 62)
{1}: Methode nicht im akkreditierten Bereich

Rabatte: für 3–9 gleiche Untersuchungen 10%, ab 10 Untersuchungen 15%, für Gesamtprojekte und periodische Untersuchungen spezielle Rabatte

Preisliste

Boden und Feststoffe

Anorganische Einzelparameter						
Parameter		Preis in Fr.	Messprinzip	Referenzmethode	BG	BU %
Chlor gesamt	Cl	180.–	Coulometrie nach Verbrennung	Bachema	5 mg/kg	6–12
Cyanid gesamt CYB	CN	120.–	IC-Amperometrie nach Aufschluss	Metrohm Appl. P52	0.25 mg/kg	12–24
Glührückstand		80.–	Gravimetrie, Verglühen in Muffelofen	DIN EN 15935	0.1% v.TS	2–6
Fluor gesamt	F	180.–	Conductometrie nach Aufschluss	VBBö/DIN 38405-D4	40 mg/kg	6–12
pH-Wert im Boden pHBo CaCl ₂ - und Wasserauszug		40.–	Potentiometrie	VBBö/DIN EN 15933	–	2–6
Trockensubstanz (TS)		50.–	Trocknen im Umluftofen bei 105°C oder IR-Waage	Bachema DIN 12880	0.1%	2–6
Wasserlöslicher Anteil / lösliche Salze (ohne Eluatansatz)		80.–	Gravimetrie, Trockenrückstand im VVEA-Eluat	DIN 38409-1	10 mg/L (entspricht 100 mg/kg)	2–6

Organische Gruppen- und Summenparameter						
Parameter		Preis in Fr.	Messprinzip	Referenzmethode	BG	BU %
AOX Adsorbierbare organische Halogenverbindungen	Cl	200.–	Coulometrie nach Verbrennung	DIN 38414-18	5 mg/kg	12–24
EOX EOXB Extrahierbare organische Halogenverbindungen	Cl	250.–	Coulometrie nach Extraktion	Bachema	0.05 mg/kg (für Sportbeläge: 5 mg/kg)	12–24
GC Fingerprint GCFF		180.–	GC-FID- und ECD-Detektion	Bachema	qualitativ	–
GC-MS mit Identifikation Identifikation unpolarer bis mittelpolarer GC-gängiger Verbindungen		nach Aufwand	GC-MS nach Extraktion	Bachema	–	–
Kohlenstoff organisch und anorganisch TOC (organischer C), TIC (anorganischer C) und totaler Kohlenstoff Ctot	C	150.–	CHNS-Analyser	Hekatech, DIN EN 15936	0.1% v. TS	6–12
TOC oder TIC einzeln		120.–				
Kohlenstoff (Gradientenverfahren) TOC400 (Freisetzung bis 400°C) und ROC restlicher oxidierbarer C TOC400ROC	C	150.–	Verbrennung im Temperaturgradientenverfahren, IR-Detektion	DIN EN 19539	0.1 % v. TS	6–12
TOC400 oder ROC einzeln		120.–				
Kohlenwasserstoff-Index C₁₀-C₄₀ KWIA		180.–	GC-FID nach Extraktion	EN 14039 ISO 16703	10 mg/kg	12–24
Kohlenwasserstoffe flüchtig und BTEX KWFLB Summe C ₅ -C ₁₀ Aliphate und BTEX		180.–	Head Space-GC-MS nach Extraktion	BAFU-UV	Aliphate 500 µg/kg BTEX 5 µg/kg je Substanz	24–48
Phenole gesamt (Phenolindex) PHGI		100.–	Photometrie nach basischer Extraktion	DIN 38409-16	0.2 mg/kg	24–48

BG: Bestimmungsgrenze / BU: Bestimmungsunsicherheit (S. 62)

Rabatte: für 3–9 gleiche Untersuchungen 10%, ab 10 Untersuchungen 15%, für Gesamtprojekte und periodische Untersuchungen spezielle Rabatte

Preisliste

Boden und Feststoffe

Organische Prüfumfänge mit Einzelparametern					
Parameter / Prüfumfang	Preis in Fr.	Messprinzip	Referenzmethode	BG	BU %
Aniline und Chloraniline ANILB Anilin, Chloraniline, Dichloraniline, Trichloraniline, Tolidine, Dimethylaniline, N,N-Dimethylanilin, Chlormethylaniline, Trimethylanilin	290.–	SPME-GC-MS/MS nach Extraktion	Bachema BAFU-UV	0.01mg/kg	24–48
Chlorpestizide CLPBA / CLPBVBBo Hexachlorcyclohexane (HCH), Hexachlorbenzol (HCB)*, Drins, Endosulfane*, DDT, DDD, DDE, Heptachlorepoxyde, Chlordane, Methoxychlor, Heptachlor	250.–	GC-MS/MS nach Extraktion	EPA 8081B Bachema	0.5 µg/kg (10 µg/kg)*	12–24
Nur einzelne Substanzen (bis max. 3)	200.–				
Flammenschutzmittel FLAB PeBDE, OcBDE, DeBDE, HBCD, TBBPA, DeBB, BDEs, DE-71, DE-79	290.–	GC-ECD nach Extraktion	DIN EN 62321	20-200 mg/kg	24–28
PAK (Polyzyklische, aromatische Kohlenwasserstoffe) PAKA 16 Einzelsubstanzen nach EPA inkl. Benzo(a)pyren	240.–	GC-MS/MS nach Extraktion mit ASE	BAFU-UV EPA8270 Bachema	0.05 mg/kg Summe 0.50 mg/kg	12–24
PAK Summe und Benzo(a)pyren PAKS	200.–	GC-MS/MS nach Extraktion	BAFU-UV	Benzo(a)pyren 0.05 mg/kg Summe PAK 0.50 mg/kg	12–24
PAK im Bindemittel von Asphaltbelägen PAKT	300.–	HPTLC nach spezieller Extraktion in Toluol	DIN 38407-7	3000 mg/kg im Bindemittel 200 mg/kg im Ausbauphosphalt	12–24
PCB (Polychlorierte Biphenyle) PCBA PCB 28, PCB 52, PCB 101, PCB 118, PCB 138, PCB 153, PCB 180	240.–	GC-MS/MS nach Extraktion	DIN EN 15308	2 µg/kg Summe 50 µg/kg	12–24
Perfluorierte Verbindungen klein PFASBklein PFHxS, PFOS, PFOA	250.–	LC-MS/MS nach Extraktion	Bachema	1 µg/kg	24–48
Perfluorierte Verbindungen gross PFASBgross PFOS, PFOA, Perfluorbutylsulfonat und -hexylsulfonat, Perfluorcarbonsäuren C5 bis C10	350.–	LC-MS/MS nach Extraktion	Bachema	1 µg/kg	24–48
Phenole, Chlorphenole und Nitroverbindungen PHGC Phenol, Kresole, 2-Chlorphenol, 2,4-Dichlorphenol, 2,4,6-Trichlorphenol, Pentachlorphenol, Nitrobenzol, Dinitrotoluole (2,4 / 2,6), Nitrophenole (2 / 4), 2,4-Dinitrophenol*, 2,4-Dimethylphenol, 4-Chlor-3-methylphenol	290.–	GC-MS/MS nach Derivatisierung und Extraktion	Bachema DIN 38407-27	0.01 mg/kg (0.5 mg/kg)*	24–48
Nur einzelne Substanzen (bis max. 3)	200.–				
Sprengstoffe SPRB Di-, Trinitrobenzol, Dinitrotoluole, TNT, Aminonitrotoluole, Hexogen, Octogen, PETN, Nitroglycerin, Diphenylamin, N-Nitrosodiphenylamin*	350.–	LC-MS/MS nach Extraktion	Bachema	1 µg/kg	24–48
Pestizide PESTB Alachlor, Ametryn, Atrazin, Bromacil, Carbendazim, Chlortoluron, Cyanazin, DEET, Desethylatrazin, Desethylterbutylazin, Desisopropylatrazin, Desmetryn, Diazinon, 2,6-Dichlorbenzamid, Diflubenuron, Diuron, Irgarol, Isoproturon, Metalaxyl, Metamitron, Metazachlor, Metolachlor, Metribuzin, Oxadixyl, Penconazol, Prometryn, Propazin, Propiconazol, Simazin, Terbutryn, Terbutylazin	350.–	LC-MS/MS nach Extraktion	Bachema	1 µg/kg	24–48
Flüchtige organische Verbindungen VOGB Enthält chlorierte Lösungsmittel-Substanzen, BTEX, MTBE, ETBE, wasserlösliche Kohlenwasserstoffe und weitere flüchtige Verbindungen. Gesamtübersicht aller 64 flüchtigen Verbindungen auf Seite 54.	290.–	Head Space-GC-MS nach Extraktion	Bachema DIN EN ISO 22155	5 µg/kg Summe C ₅ -C ₁₀ -Aliphate 500 µg/kg	24–48
Nur einzelne Substanzen aus der Purge-and-Trap-Liste (bis max. 3)	200.–				

* spezielle Bestimmungsgrenze

BG: Bestimmungsgrenze / BU: Bestimmungsunsicherheit (S. 62)

Rabatte: für 3–9 gleiche Untersuchungen 10%, ab 10 Untersuchungen 15%, für Gesamtprojekte und periodische Untersuchungen spezielle Rabatte

Preisliste

Boden und Feststoffe

Organische Prüfumfänge nach VVEA

		Flüchtige Verbindungen Volatiles	Flüchtige Stoffe nach VVEA	Total organische Stoffe nach VVEA	Semi-volatiles	Total organische Stoffe nach AltIV
	Prüfumfänge	VOCB	FlüVVEA	ToVVEA	SEMB	TALVB
	Preis in Fr.	290.–	230.–	750.–	700.–	1200.–
Chlorierte Lösungsmittel CLMB Dichlormethan (Methylenchlorid), Trichlormethan (Chloroform), 1,1,1-Trichlorethan, Tetrachlorkohlenstoff, Trichlorethen (Tri), Tetrachlorethen (Per), cis-1,2-Dichlorethen, Vinylchlorid	150.–	enthalten in Liste für flüchtige, organische Inhalstoffe, s. dazu S. 54				
BTEX BTEXB Benzol, Toluol, Ethylbenzol, Xylole	150.–					
Kohlenwasserstoffe flüchtig und BTEX KWFLB Summe C ₅ -C ₁₀ -Aliphate und BTEX	180.–					
Chlorierte Lösungsmittel und BTEX CLMBTEXB	180.–					
Benzinzusatzstoffe MTBE und ETBE MTBE&ETBEB	150.–					
Als Zusatz zu anderen Prüfumfängen mit flüchtigen organischen Verbindungen	40.–					
Flüchtige organische Verbindungen VOCB Enthält chlorierte Lösungsmittel-Substanzen, BTEX, MTBE, ETBE, wasserlösliche Kohlenwasserstoffe und weitere flüchtige Verbindungen. Gesamtübersicht aller 64 flüchtigen Verbindungen auf Seite 54.	290.–					
Nur einzelne Substanzen aus der Purge-and-Trap-Liste (bis max. 3)	200.–					
Kohlenwasserstoff-Index C₁₀-C₄₀ KWIA	180.–					
PAK (Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe) PAKA 16 Einzelsubstanzen nach EPA inkl. Benzo(a)pyren	240.–					
PAK Summe und Benzo(a)pyren PAKS	200.–					
Kohlenwasserstoff-Index C₁₀-C₄₀ und Summe PAK und Benzo(a)pyren KWPAK	330.–					
Phenole, Chlorphenole und Nitroverbindungen PHGC Phenol, Kresole, 2-Chlorphenol, 2,4-Dichlorphenol, 2,4,6-Trichlorphenol, Pentachlorphenol, Nitrobenzol, Dinitrotoluole (2,4 / 2,6), Nitrophenole (2 / 4), 2,4-Dinitrophenol, 2,4-Dimethylphenol, 4-Chlor-3-methylphenol	290.–					
Nur einzelne Substanzen (bis max. 3)	200.–					
Aniline und Chloraniline ANILB Anilin, Chloraniline, Dichloraniline, Trichloraniline, Toluidine, Dimethylaniline, Chlormethylanilin, Nitrotoluole	290.–					
PCB (Polychlorierte Biphenyle) PCBA PCB 28, PCB 52, PCB 101, PCB 118, PCB 138, PCB 153, PCB 180 Berechnung der Summe nach AHR und AltIV	240.–					

Boden und Feststoffe

Rabatte: für 3–9 gleiche Untersuchungen 10%, ab 10 Untersuchungen 15%, für Gesamtprojekte und periodische Untersuchungen spezielle Rabatte

Preisliste

Boden und Feststoffe

Weitere Prüfumfänge für spezielle Anwendungsgebiete			
Anwendungsgebiet / Prüfumfang	Parameter	Preis in Fr.	Referenz
Kunststoffe für Sportplätze, Feststoffanalysen ESSMFest Schadstoffgehalte für die Umweltverträglichkeit von Kunstrasen, Dampfschicht und Granulate für Verfüllung	Probenaufschluss, Blei, Cadmium, Chrom, Zink, Brom, Chlor	550.–	Richtlinie für die Umweltverträglichkeit von elastischen Kunststoffbelägen auf Freianlagen, Eidgenössische Sportschule Magglingen, ESSM 105d/ März 1997
	zuzügl. Aufbereitung Kunststoffe (Zerkleinerung mit Spezialmühle unter Kühlung)	180.–	
Kunststoffe für Sportplätze: 24h-Eluat und Analysen im Eluat ESSM24	Eluattest, DOC (gelöster, organischer Kohlenstoff)	165.–	
Kunststoffe für Sportplätze: 48h-Eluat und Analysen im Eluat ESSM48	Eluattest, Oberflächenspannung, Blei, Cadmium, Chrom, Zink, Zinn, DOC, Nitrikantentoxizität (externe Analyse)	1925.–	
Kunststoffe für Sportplätze: Organische Zusatzparameter im 48h-Eluat ESSM48+	Purge-and-Trap EPA 524.2, Phenole, Chlorphenole und Nitroverbindungen, Aniline, PAK	800.–	
Sportbeläge zur Entsorgung SPORT	Glührückstand, Antimon, Blei, Cadmium, Chrom, Quecksilber, Zink, Aufschluss EOX	650.–	
	zuzügl. Aufbereitung Kunststoffe (Zerkleinerung mit Spezialmühle unter Kühlung)	180.–	
Sollwerte für Kompost gemäss ChemRRV KOMPOST	Trockensubstanz, Glührückstand, Stickstoffgehalt, Blei, Cadmium, Calcium, Kalium, Kupfer, Magnesium, Nickel, Phosphor, Quecksilber, Zink, Summe PAK und Benzo(a)pyren	920.–	ChemRRV
Holzabfälle gemäss Vollzugshilfe BAFU HOLZ Analysenparameter für Altholz (ohne Aufbereitung)	Arsen, Blei, Cadmium, Chrom, Kupfer, Quecksilber, Zink, Summe PCB und 7 PCB-Kongenere: PCB 28, PCB 52, PCB 101, PCB 118, PCB 138, PCB 153, PCB 180, Summe PAK, Benzo(a)pyren, Pentachlorphenol, Chlor, Fluor	1340.–	VeVA-Vollzugshilfe, Teil Holzabfälle: Kontrolle der Qualität von Holzabfällen www.bafu.admin.ch
Schwermetalle in gesteinsähnlichen Proben SMF	Quantitativer Schwermetallfingerprint mit Röntgenfluoreszenzanalyse; enthält alle Elemente der VVEA (ausser Cr-VI), Matrixelemente	260.–	VVEA
Halb-quantitative Bestimmung der Hauptkomponenten (nicht zur Spurenanalyse geeignet) SMFsemi	Halb-quantitativer Schwermetallfingerprint mit Röntgenfluoreszenzanalyse	150.–	
Metalle der seltenen Erden SeltF Seltenerdmetalle SEE, REE, Rare Earth Elements mit ICPMS / ICPOES	Ce, Dy, Er, Eu, Gd, Ho, La, Nd, Pr, Sc, Sm, Tb, Th, Y, Yb (zuzügl. Aufschluss)	540.–	
Edelmetalle EdelF mit ICPMS / ICPOES	Ag, Au, Ir, Pd, Pt, Rh, Ru (zuzügl. Aufschluss)	300.–	
Polychlorierte Biphenyle (PCB) in Trafoöl PCBTr Öl aus Transformatoren	Summe PCB und Typisierung, 7 PCB-Kongenere: PCB 28, PCB 52, PCB 101, PCB 118, PCB 138, PCB 153, PCB 180	240.–	VVEA

Rabatte: für 3–9 gleiche Untersuchungen 10%, ab 10 Untersuchungen 15%, für Gesamtprojekte und periodische Untersuchungen spezielle Rabatte

Preisliste

Boden und Feststoffe

Boden und Feststoffe

Aufbereitung Feststoffproben, Aufbereitungsprogramme und Einzelaufbereitungsschritte		
Aufbereitung / Prüfumfang	Preis in Fr.	Referenz
Aufbereitung allgemein von Feststoffproben (mineralische Matrix) 0Auf Trocknen, Brechen, Mahlen, Lagern und Entsorgen, bis 1.5 kg Probenmenge	50.–	
Aufbereitung von zusätzlicher Probenmenge über 1.5 kg, je kg	10.–	
Feinmahlung von vorzerkleinerten Probe (<2 mm)	20.–	
Aufbereitung von Gleisschotterproben bis 20 kg AufSchott	100.–	Gleisaushubrichtlinie, BAV/BUWAL September 2002
Aufbereitung von Holzproben 0.5–1 m³ AufHolzGr Zerkleinern mit Shredder, Homogenisieren, Teilen, Trocknen, Mahlen mit Spezialmühle, Lagern und Entsorgen	450.–	BAFU, Kontrolle der Qualität von Holzabfällen 2016
Aufbereitung von Holzproben kleine Menge AufHolzKI Trocknen, Mahlen mit Spezialmühle, Lagern und Entsorgen bis 1.5 kg Probenmenge	100.–	BAFU, Kontrolle der Qualität von Holzabfällen 2016
Aufbereitung von Kunststoffen AufKunst Trocknen, Zerkleinern mit versch. Spezialmühlen unter Kühlung bis 1.5 kg Probenmenge	180.–	
Aufbereitung für Teilproben von Mischprobe , bis zur feingebrochenen Probe (<2 mm) Preis je Teilprobe	30.–	
Herstellen von Mischprobe	15.–	
Vorzerkleinern und Schneiden von Betonbohrkernen	30.–	
Zerkleinern mit Spezialmühle unter Kühlung (Kunststoffe, Vegetationsproben etc.)	130.–	
Handsortierung nach Aufwand	96.– / Std.	
Rückstellprobe (Registrierung, Lagerung, Entsorgung (ohne Analysen))	15.–	
Rückversand von aufbereitetem Probenmaterial	20.–	
Zerkleinern, homogen mahlen von Proben mit Metallanteilen oder reinen Metallproben (Elektronikschrott, KVA-Rückstände, Verbrennungsrückstände, Schlacken) mit spezieller Scheibenschwingmühle bis 3 kg 3-8 kg 8-20 kg	250.– 450.– 600.–	
Bestimmung des partikulären Nichteisen-(NE)-Metallanteils >2mm in KVA-Schlacke hands>2 gemäss BAFU-Standardmethode, bis 35 kg Probenmenge	500.–	BAFU-UV

Extraktion und Probenaufschluss		
Aufbereitung	Preis in Fr.	Referenz
Druckaufschluss mit Salpetersäure oder Königswasser	50.–	BAFU-UV
Extraktion nach VBBo für Totalgehalt	50.–	VBBo
Extraktion nach VBBo für löslichen Gehalt	50.–	VBBo
Hochdruckaufschluss mit Flusssäure	100.–	
Offener Aufschluss mit Königswasser	150.–	

Eluattests		
Testdurchführung	Preis in Fr.	Referenz
Eluattest nach VVEA oder DIN je Ansatz mit Bestimmung von Leitfähigkeit und / oder pH-Wert	80.–	BAFU-UV DIN EN 12457-4
Säuleneluattest nach AltIV, Packen der Säule und Testdurchführung	1150.–	BAFU-UV
Spezielle Eluate nach Aufwand	155.– / Std.	
Virtueller Eluattest	200.–	BAFU-UV

Rabatte: für 3–9 gleiche Untersuchungen 10%, ab 10 Untersuchungen 15%, für Gesamtprojekte und periodische Untersuchungen spezielle Rabatte

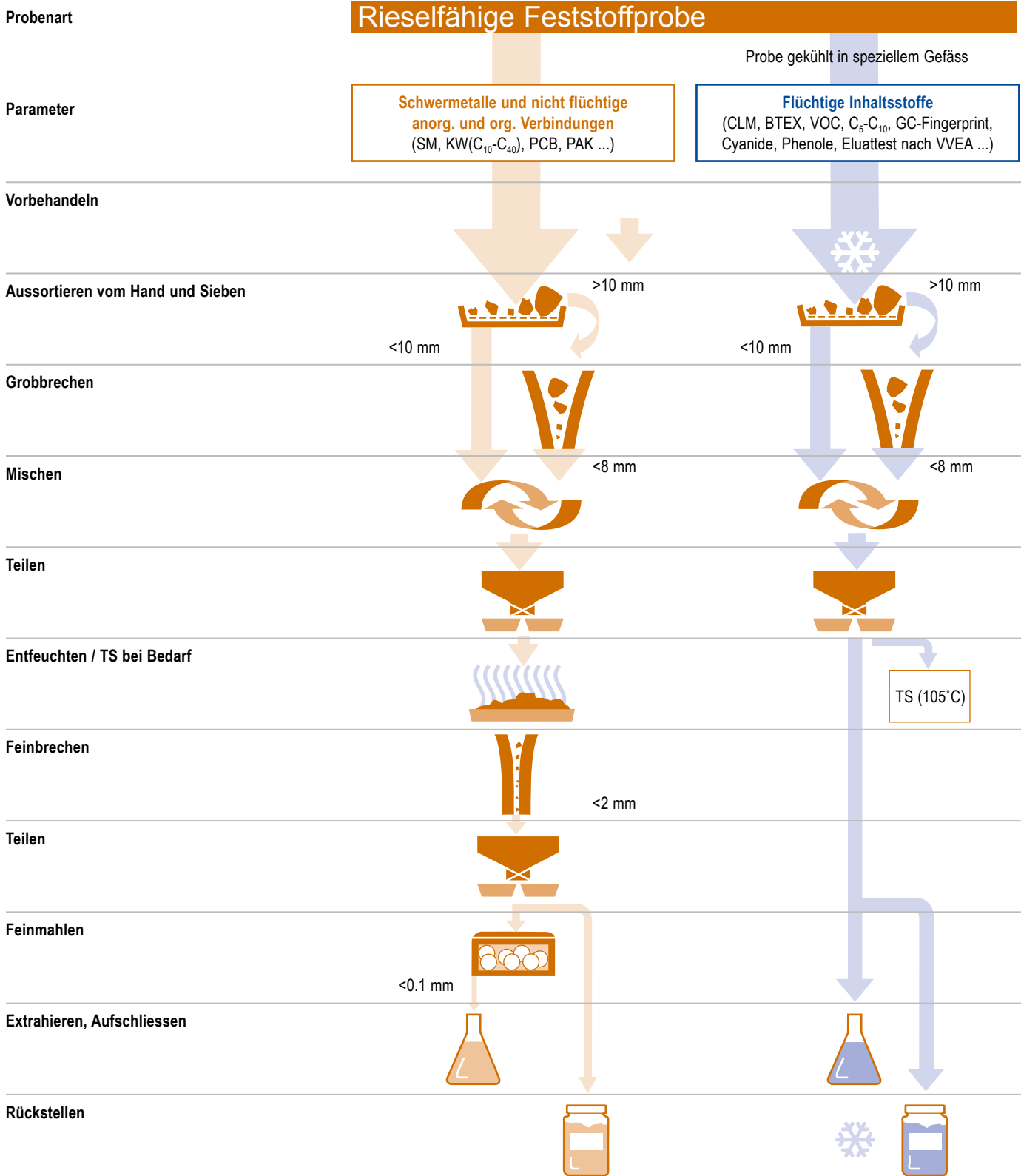
Aufbereitung von Feststoffen

Feststoffe müssen vor der Analyse einen Aufbereitungsprozess durchlaufen. Die chemischen Untersuchungen werden immer aus einem kleinen repräsentativen Teil der Originalprobe durchgeführt. Die Herausforderung besteht darin, aus einer Gesamtprobe von mehreren Kilogrammen eine repräsentative Teilprobe von wenigen Gramm herzustellen.

Dabei gilt es, die Zusammenhänge zwischen der Korngrösse und der Minimalmenge für einen repräsentativen Anteil zu berücksichtigen.

Die Probenaufbereitung muss in Teilschritten durchgeführt werden, wobei die eingesetzte Menge für den nächsten Teilschritt immer von der maximalen Korngrösse abhängt.

Das Schema zeigt die Probenaufbereitung rieselfähiger und nicht rieselfähiger Proben, getrennt in nicht flüchtige und flüchtige Verbindungen.



Rieselfähig – nicht rieselfähig

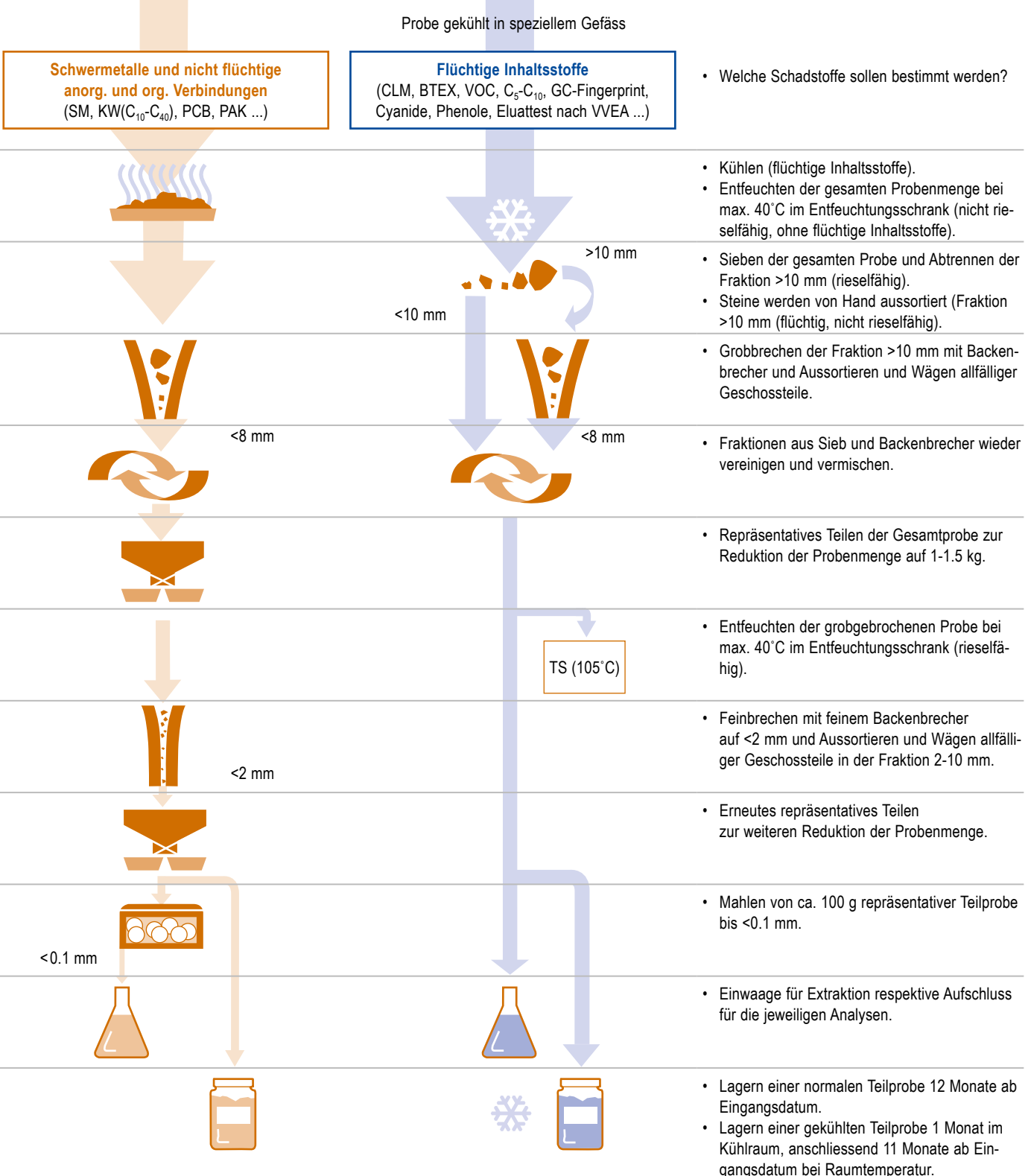
Rieselfähige Proben werden zuerst auf <10 mm grob gebrochen. Dann wird eine repräsentative Teilprobe von ca. 1 kg bei max. 40°C entfeuchtet. Nicht rieselfähige Proben (Lehm) hingegen müssen zuerst entfeuchtet werden. Erst dann kann der Zerkleinerungsprozess beginnen.

Flüchtig – nicht flüchtig

Flüchtige Schadstoffe (z.B. Benzin) verdampfen beim Trocknen der Probe weitgehend. Für die Bestimmung von leicht flüchtigen Substanzen kann deshalb keine Vortrocknung durchgeführt werden.

Müssen flüchtige Inhaltsstoffe analysiert werden, werden für die Probenahme gasdichte Gefäße verwendet (z.B. Honigglas), und die Proben werden gekühlt transportiert, gelagert und aufbereitet.

Nicht rieselfähige Feststoffprobe



Mikrobiologische Analysen



Die Standardprogramme für die mikrobiologische Untersuchung von Wasserproben umfassen alle bakteriologischen Parameter für die entsprechenden Probenotypen gemäss Verordnung des EDI über Trinkwasser sowie Wasser in öffentlich zugänglichen Bädern und Duschanlagen (TBDV).

Das Bundesamt für Gesundheit (BAG) publiziert und aktualisiert laufend Höchstwerte für Legionellen im Wasser in speziellen Situationen wie zum Beispiel in Spitälern und Pflegeheimen. In diesen Situationen ist ein Ansatz mit tieferer Nachweisgrenze (<100 KBE/L) erforderlich (Bachema-Prüfumfang **B10**). Aber auch Anforderungswerte für Kühltürme sind in der BAG-Broschüre zu Legionellen und Legionellose vorhanden. Kühlturmwasser weisen in der

Regel eine starke Hintergrundflora auf, weshalb in dieser Situation unser 5-fach-Ansatz mit minimaler Aufkonzentrierung die sichersten numerischen Werte erzielen können (Bachema-Prüfumfang **B6**, Bestimmungsgrenze <1000 KBE/L)

Das mikrobiologisch Labor führt auch Untersuchungen an Lebensmittelproben durch. Dazu haben wir Standardprogramme zusammengestellt für zum Verzehr bereite Produkte oder Speisen. Je nach Zutaten der Produkte enthalten die Standardprogramme potentiell kritische mikrobiologische Parameter. Die Programme können entsprechenden Produkten zugeordnet werden, um ihre mikrobiologische Qualität bis zum Ende der Haltbarkeit zu überwachen.

Je nach eigenem Qualitätsmanagement mit der Definition der Kontrollpunkte (engl. **Hazard Analysis Critical Control Points**, dem HACCP-Konzept) können auch individuelle, kundenspezifische Untersuchungsprogramme zusammengestellt werden.

B1 und B2

B1 Trinkwasser ab Quellen und Trinkwasserverteilnetz

- mikrobiologische Indikatorparameter gemäss TBDV.
- Überwachung von Trinkwasserversorgungen gemäss Qualitätssicherungskonzept.

B2 Trinkwasser in Behältern oder aus Wasserspendern, Eis als Zusatz für Getränke oder Speisen

- Fäkalindikatorkeime und *Pseudomonas aeruginosa* gemäss TBDV.

B3, B4 und B5

B3 Hallenbad-/Freibadwasser

- Badewasser aus chemisch aufbereiteten Schwimmbädern gemäss TBDV.

B4 Badewasser aus Bio-Badeteichen

- Badewasser aus künstlich angelegten Bio-Badeteichen mit biologischer Wasseraufbereitung gemäss TBDV.

B5 Badewasser aus natürlichen Oberflächenwässern

- Wasser aus Seen und Flüssen zum Baden gemäss BAG.

B6, B10

B6 Warmwasser, Wasser aus Klimaanlage

- Warmwasser, Duschwasser gemäss TBDV.
- Luftbefeuchterwasser von Klimaanlage, Kühlturmwater nach BAG.

B10 Wasser mit Aerosolbildung bei Exposition empfindlicher Leute / Spa-Badeanlagen

- Duschwasser in Spitälern, Pflegeinstitutionen etc.
- Badewasser mit Aerosol-Bildung, wie in Whirlpool-Anlagen gemäss TBDV.

Standardprogramme bakteriologische Wasserqualität

Prüfumfang	B1	B2	B3	B4	B5	B6 B10	TBDV	BAG/ BAFU	BAG
	Preis in Fr.	100.–	100.–	100.–	100.–	70.–			
Aerobe, mesophile Keime (AMK)							•		•
<i>Escherichia coli</i>							•	•	
Enterokokken							•	•	
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>							•		
Legionellen (inkl. serologische Differenzierung)							•		•

Zusätzlich empfohlene chemische Untersuchungsparameter

Gesamthärte, Nitrat (zur Deckung der Informationspflicht)	85.–						•		
pH-Wert, Trübung, Bromat, Chlorat, Trihalomethane, Harnstoff BADTBDV			300.–				•		
pH-Wert und Phosphat-Phosphor (zusätzlich zu B4)				65.–			•		
Verordnung des EDI über Trinkwasser sowie Wasser in öffentlich zugänglichen Bädern und Duschanlagen (TBDV)							TBDV		
Beurteilung der Badewasserqualität von See- und Flussbädern BAUF/BAG 2013								BAG/ BAFU	
Empfohlene Grenzwerte, Broschüre Legionellen und Legionellose, BAG online									BAG

Lebensmittel

Bakteriologische Prüfumfänge für die Untersuchung von Lebensmitteln

LM01 bis LM06

Für die Kontrolle von fertigen Lebensmittelprodukten definieren die jeweiligen Branchenverbände mikrobiologische Richtwerte. Alternativ können auch vom Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen BLV Richtwerte festgelegt werden.

Die Standardprogramme eignen sich für die Kontrolle der jeweiligen Produkte oder Speisen, die zum Verzehr bereit sind.

LM01 Getränke aus Automaten.

LM02 Mit fermentierten Produkten zubereitete Speisen, die kalt konsumiert werden.

LM03 Patisseriewaren oder mit (nicht fermentierten) Milchprodukten zubereitete Speisen, die kalt konsumiert werden.

LM04 Produkte oder Speisen, mit vorgängig aufgewärmten Zutaten (Fleisch oder Fisch, jedoch ohne Getreide-Zutaten), die warm oder kalt konsumiert werden.

LM05 Mischprodukte mit Getreide-Zutaten.

LM06 Auf Schimmel anfällige Produkte (z.B. Smoothies).

Standardprogramme mikrobiologische Untersuchungen von Lebensmitteln

Prüfumfang	LM01	LM02	LM03	LM04	LM05	LM06
Preis in Fr.	65.–	80.–	100.–	100.–	130.–	40.–
Aerobe, mesophile Keime (AMK)						
<i>Enterobacteriaceae</i>						
<i>Escherichia coli</i>						
Staphylokokken, Koagulase-positive						
<i>Bacillus cereus</i>						
Pilze (Hefe und Schimmel)						
Probenvorbereitung						

Preisliste

Bakteriologische Einzelparameter

Bakteriologische Einzelparameter			
Parameter	Preis in Fr.	Messprinzip	Referenzmethode
Aerobe, mesophile Keime (AMK)	40.–	Plattenguss, 30°C (3 Tage Inkubation)	EN ISO 6222, mod. gem. TBDV ISO 4833
<i>Bacillus cereus</i>	50.–	Ausstrich (1 Tag Inkubation)	ISO 7932
<i>Clostridium perfringens</i>	50.–	Membranfiltration (2 Tage anaerobe Inkubation)	ISO 14189
Coliforme Keime	50.–	Membranfiltration (1 Tag Inkubation)	ISO 9308-1
<i>Enterobacteriaceae</i>	35.–	Plattenguss (1 Tag Inkubation)	ISO 21528-2
Enterokokken	35.–	Membranfiltration (2 Tage Inkubation)	ISO 7899-2
<i>Escherichia coli</i>	35.–	Membranfiltration / Plattenguss (1 Tag Inkubation)	ISO 16649-1, bzw. validiert bezüglich ISO 9308-1
Hefen und Schimmel	40.–	Ausstrich (5 Tage Inkubation)	ISO 21527
Koloniezahl bei 22 oder 36 °C	40.–	Plattenguss (3 bzw. 2 Tage Inkubation)	EN ISO 6222
Legionellen inkl. serologischer Differenzierung LEG1 (BG <1000 KBE/L) LEG10 (BG <100 KBE/L)	150.–	Ausstrich nach Aufkonzentrierung bzw. Membranfiltration (10 Tage Inkubation), serologische Identifizierung von <i>L. pneumophila</i>	ISO 11731
Listerien qualitativ, mit Voranreicherung	70.–	Ausstrich nach Voranreicherung (3 Tage Inkubation)	ISO 11290-1
Listerien quantitativ, ohne Voranreicherung	50.–	Ausstrich (2 Tage Inkubation)	ISO 11290-2
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	35.–	Membranfiltration (1-3 Tage Inkubation)	ISO 16266
<i>Salmonella</i> spp. (qualitativer Nachweis)	100.–	Ausstrich nach Voranreicherung (3–4 Tage Inkubation)	ISO 6579-1
Staphylokokken, Koagulase-positive	50.–	Ausstrich (2 Tage Inkubation)	ISO 6888-1
Sulfitreduzierende Clostridien	50.–	Membranfiltration (2 Tage anaerobe Inkubation)	ISO 6461-2

Spezielle Dienstleistung Mikrobiologie		
Parameter	Preis in Fr.	Referenz
Lagerung von Lebensmitteln bis ans Ende der Haltbarkeit in temperaturüberwachtem Gastro-Kühlschrank	15.–	HyV

Weitere Prüfumfänge für spezielle Anwendungsgebiete			
Anwendungsgebiet / Prüfumfang	Parameter	Preis in Fr.	Referenz
EU-Trinkwasserparameter EU Parameter gemäss Trinkwasser-Richtlinie EU, 98/83/EU	Koloniezahl bei 22° und 36°C, <i>Escherichia coli</i> , Enterokokken, coliforme Keime	180.–	98/83/EU
Bakteriologische Trinkwasseruntersuchung erweitert B1EW mit Trübung und Sinnesprüfung	Aerobe, mesophile Keime, <i>Escherichia coli</i> , Enterokokken, Aussehen, Farbe, Geruch, Trübung	110.–	TBDV
Trinkwasseruntersuchung zur Abdeckung der Informationspflicht für Wasserversorgungen B1Info	Aerobe, mesophile Keime, <i>Escherichia coli</i> , Enterokokken, Calcium, Magnesium und der daraus berechneten Gesamthärte in °fH, Nitrat	185.–	TBDV, VKCS Interpretationshilfe Nr. 20
Legionellenkontrollen in Spitälern und Heimen B10 Sonderfälle Spitälern und Pflegeheimen erfordern eine tiefe Bestimmungsgrenze <100 KBE/L bei der Legionellenkontrolle	<i>Legionella pneumophila</i> , <i>Legionella species</i> , inkl. Serotypisierung, aerobe, mesophile Keime	170.–	BAG Broschüre Legionellen und Legionellose
Untersuchung von Wasser aus zahnärztlichen Behandlungstühlen ZAHNARZT	Aerobe, mesophile Keime, <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Legionella pneumophila</i> , <i>Legionella species</i> , inkl. Serotypisierung (BG <1000 KBE/L)	205.–	

BG: Bestimmungsgrenze

Rabatte: für 3–9 gleiche Untersuchungen 10%, ab 10 Untersuchungen 15%, für Gesamtprojekte und periodische Untersuchungen spezielle Rabatte

Probenahme / Beratung

Chemisch-technische Beratung

Für Probenahmen aus Grundwassermessstellen mit Pumpe und Feldmessungen steht unser erfahrenes und optimal ausgerüstetes Probenehmersteam zur Verfügung. Auch andere Probenahmen von Wasserproben aller Art entnehmen wir für Sie fachgerecht.

Für die Probenahme durch den Kunden stellt die Bachema AG für alle Untersuchungen geeignete Probenahmeflaschen und Probencontainer zur Verfügung. Probenahmeflaschen werden in den entsprechenden Versandkisten kostenlos zugesandt.

Eine Übersicht aller Probenahmegefässe, mit detaillierten Angaben über die Auswahl der richtigen Probenahmeflaschen und Hinweisen zur Probenahme finden Sie auf den Seiten 46 und 47.

Bestellungen von Flaschen und Versandkisten zur Probenahme sind über das Internet möglich:

www.bachema.ch → Probenahme → Gefässbestellung für Probenahme

Preisliste

Probenahme, technische Beratung und Projektbegleitung












Probenahme von Grundwasser aus Bohrungen und von übrigen Wasserproben		
Dienstleistung	Preis in Fr.	Bemerkung/Referenz
Ausleihe und Versand von Probenahmebehältern und passenden Versandkisten für alle Proben zur Untersuchung bei der Bachema AG	kostenlos	Information und Bestellung: www.bachema.ch → Probenahme
Rückversand oder Rücktransport ins Labor	auf Kosten der Kunden	oft ist ein rascher Rücktransport erforderlich (z.B. mit Nachtexpress-Post)
Arbeitszeit / Reisezeit für die Probenahme von Wasserproben durch erfahrene Bachema-Probennehmer	96.– / Std.	
Fahrzeug für Probenahme	1.00 / km	
Probenahmen aus Kleinfilterrohr (Piezometer) mit Tauchpumpe abgestufter Preis bei mehreren Probenahmestellen (jeweils ohne Arbeitszeit):		gemäss Praxishilfe Grundwasserprobenahme Buwal 2003
1 Probe mit Vorpumpen und Entnahme inkl. Infrastruktur, Feldparameter	270.–	
2 Proben mit Vorpumpen und Entnahme inkl. Infrastruktur, Feldparameter	380.–	
3 Proben mit Vorpumpen und Entnahme inkl. Infrastruktur, Feldparameter	480.–	
Jede weitere Probe	100.–	
Zusatzkosten bei Probenahme tiefer als 50 m (bis 70 m) pro Probe gepumpt inkl. Infrastruktur	100.–	
Schöpfproben aus Bohrungen (keine oder nur sehr wenig Vorpumpmenge), inkl. Infrastruktur und Feldparameter	80.–	

Technische Beratung und Projektbegleitung		
Dienstleistung	Preis in Fr.	
Arbeitszeit wissenschaftlicher Mitarbeiter für spezielle Berichterstattung, Beurteilungen, chemisch-technische Projektbegleitung, spezielle IT- und Programmierdienstleistungen	180.– / Std.	
Spezielle Laborarbeit, Methodenentwicklung, inkl. Material, Geräte und Infrastruktur	155.– / Std.	
GC-MS Identifikation unbekannter Substanzen	200.– / Std.	
Sekretariatsarbeit	100.– / Std.	
Arbeitszeit für Hilfsarbeiten im Labor, Probenahme, Kurierdienst	96.– / Std.	

Probenahmeflaschen Wasser

Bestellung Probenahmeflaschen: www.bachema.ch → Probenahme → Gefässbestellung

Instruktion zur Probenahme: www.bachema.ch → Probenahme → Anleitungen

		Standardprogramme										
	WL1000 Hauptparameter allgemeine Wasser- analytik inkl. DOC	1	2	3	4K 4S	5	6	7	8	9	1-Liter-PET-Flasche (Blindwert DOC <0.05 mg/L C) Flasche mit Probe vorspülen und anschliessend ganz füllen.	
	pH pH-Wert	1	2	3	4S	5	6	7	8		250-mL-Braunglasflasche mit Glasstopfen Unter Vermeidung von Turbulenzen blasenfrei abfüllen. Probe temperaturisiert transportieren.	
	O2 Sauerstoff nach Winkler		2	3		5				8	Geeichte 250-mL-Klarglasflasche mit abgeschrägtem Glasstopfen Der durch die Eichung ermittelte Inhalt ist auf der Flasche eingeritzt. Der zugehörige Stopfen ist mit derselben Nummer versehen. Durch Eintauchen des Probenahmeschlauchs blasenfrei und unter Vermeidung von Turbulenzen abfüllen, anschliessend mit den beiden mitgelieferten Winklerreagenzien versetzen. Probe im Dunkeln aufbewahren.	
	GC40 (3 Flaschen) Flüchtige organische Parameter (Purge- and-Trap, BTEX, CLM usw.)			3	3	3			8	9	40-mL-Glasflasche mit Septum und Schraubdeckel Spezial-Septumflasche für flüchtige organische Verbindungen. Pro Probestelle 3 Flaschen blasenfrei ohne Vorspülen abfüllen (enthält Natriumhydrogensulfat als Konservierungsmittel). Überprüfung durch Überkopfdrehen der Flaschen. Flaschen nicht vor Probenahme öffnen, nicht in der Nähe von Benzin oder sonstigen Lösungsmitteln lagern (Garagen, Reservakanister usw.). Probe so rasch wie möglich ins Labor transportieren.	
	AOX (2 Flaschen) AOX, FOCl							7	7	8	250-mL-Sovirel-Flasche mit Schraubdeckel Pro Probestelle 2 Flaschen mit Probe vorspülen und ganz füllen.	
	MET1 (gelöst) MET2 (gesamt) Schwermetalle gelöst bzw. gesamt			3	4K 4S	5	5	7	8	9	250-mL-spezial-Nalgenflasche (Grundwasser) bzw. Glasflasche (Abwasser und gefasstes Sickerwasser) Für gelöste Gehalte (MET1) Probe mit Hilfe des Spritzensets filtrieren, Flaschen mit wenig Probe vorspülen. Bei schlecht filtrierbaren Wasserproben genügen 100 mL. Für Gesamtgehalte (MET2, Abwasser, Sickerwasser) 250-mL-Glasflasche nach Vorspülen direkt füllen.	
	WL500 Cyanid Sulfid Sulfit						6	7	8	9	500-mL-PET-Flasche Flasche mit Probe vorspülen und anschliessend ganz füllen. Anschliessend Natriumhydroxyd (weisses Plätzchen) aus mitgeliefertem Röhrchen beigegeben.	
	KW Kohlenwasserstoff- Index			3				7	8		1-Liter-Klarglasflasche mit Schliffstopfen Speziell gereinigte Glasflasche. Flasche ohne Vorspülen ganz füllen.	
	GC1000 Nicht flüchtige organische Inhaltsstoffe (PAK, PCB, Pheno- le, Aniline)								8	9	1-Liter-Braunglasflasche mit Schliffstopfen Flasche mit Probe vorspülen und ganz füllen.	
	LC/GC100 Pestizide und weitere Mikroverun- reinigungen			3							100-mL-Braunglasflasche mit Schliffstopfen Flasche mit Probe vorspülen und ganz füllen.	
	CO₂agg Kohlensäure kalkaggressiv (experimentell)						6				500-mL-Braunglasflasche mit Schraubdeckel und vorgelegtem CaCO₃ Flasche mit Probe ganz füllen, nicht vorspülen.	

Probenahmebehältnisse für Feststoffe

Bei Feststoffproben ist die Probenmenge im Wesentlichen abhängig von der maximalen Korngrösse des Probengutes. Die minimale Probenmenge richtet sich nach dem in der Probe vorhandenen Maximalkorn (gemäss BAFU-UV, Stand 2017, S. 19/20). Z.B. sind bei einer Maximalkorngrösse von rund 5 cm mindestens 10 kg Probematerial für die Gewinnung einer repräsentativen Teilprobe notwendig.



Im Labor wird die gesamte angelieferte Probe aufbereitet.

Für Laboruntersuchungen von nicht flüchtigen Inhaltsstoffen ist eine Probenmenge von 1 bis 2 Kilogramm ausreichend (Korngrösse bis 1 cm). Für den Eluattest nach Altlastenverordnung wird mindestens 10 kg Probenmenge benötigt.

Für flüchtige Inhaltsstoffe sollten die Proben in gasdichte Probengefässe (Honigglas

mit Twist-Off-Deckel) abgefüllt und so rasch wie möglich ins Labor transportiert werden.

Proben mit Asbest-Verdacht müssen doppelt verpackt in luftdichten Behältnissen angeliefert werden. An der äusseren Verpackung darf es keinen Staub haben.




	Kohlenwasserstoff-Index (C ₁₀ -C ₂₀) Schwermetalle, PCB, PAK, übrige nicht flüchtige Verbindungen	Kunststoffbehälter in verschiedenen Grössen Proben der grössten Korngrösse entsprechend in repräsentativer Menge abfüllen.
	Flüchtige organische Parameter (VOC), BTEX, CLM, C ₅ -C ₁₀ -KW, Phenole, Aniline, Cyanide	Honigglas mit Twist-Off-Deckel Für die Analyse von flüchtigen organischen Verbindungen muss zusätzlich ein Probenaliquot in einem gasdichten Gefäss abgefüllt werden. Proben rasch und so rasch wie möglich ins Labor transportieren.

Probenahmeflaschen Mikrobiologie

Proben für die mikrobiologische Untersuchung müssen in sterile Behältnisse abgefüllt werden. Bei Wasserproben ab Hahn wird die Probe unter kontinuierlichem Fließen unter Vermeidung von Turbulenzen

abgefüllt. Die Proben müssen rasch und möglichst temperaturisoliert oder gekühlt ins Labor transportiert werden, so dass sie innerhalb von 24 Stunden nach der Probenahme im Labor verarbeitet werden können.

Bei längeren Transport- oder Lagerungszeiten kann sich die Mikroorganismenpopulation so stark verändern, dass das Resultat nicht mehr aussagekräftig ist.

		Standardprogramme						
	B250 für Prüfumfänge mit max. 2 Parametern mit Nachweis in 100 mL	B1			B5 B6 B10	250 mL-Flasche, steril Unter kontinuierlichem Fließen nach genügend Vorlauf Flasche ohne Vorspülen füllen. Auf saubere, sterile Handhabung achten.		
	B250Thio für Proben, die ein oxidierendes Desinfektionsmittel enthalten (z.B. Chlor)		B3			250-mL-Flasche, steril mit Natriumthiosulfat-Zusatz Flasche ohne Vorspülen füllen. Auf saubere, sterile Handhabung achten.		
	B500 für Prüfumfänge mit 3-4 Parametern mit Nachweis in 100 mL	B2	B4			500 mL-Flasche, steril Unter kontinuierlichem Fließen nach genügend Vorlauf Flasche ohne Vorspülen füllen. Auf saubere, sterile Handhabung achten. (Für Proben, die ein oxidierendes Desinfektionsmittel enthalten (z.B. Chlor), die analoge Flasche mit Natriumthiosulfat-Zusatz B500Thio verwenden)		

Transport- und Versandkisten

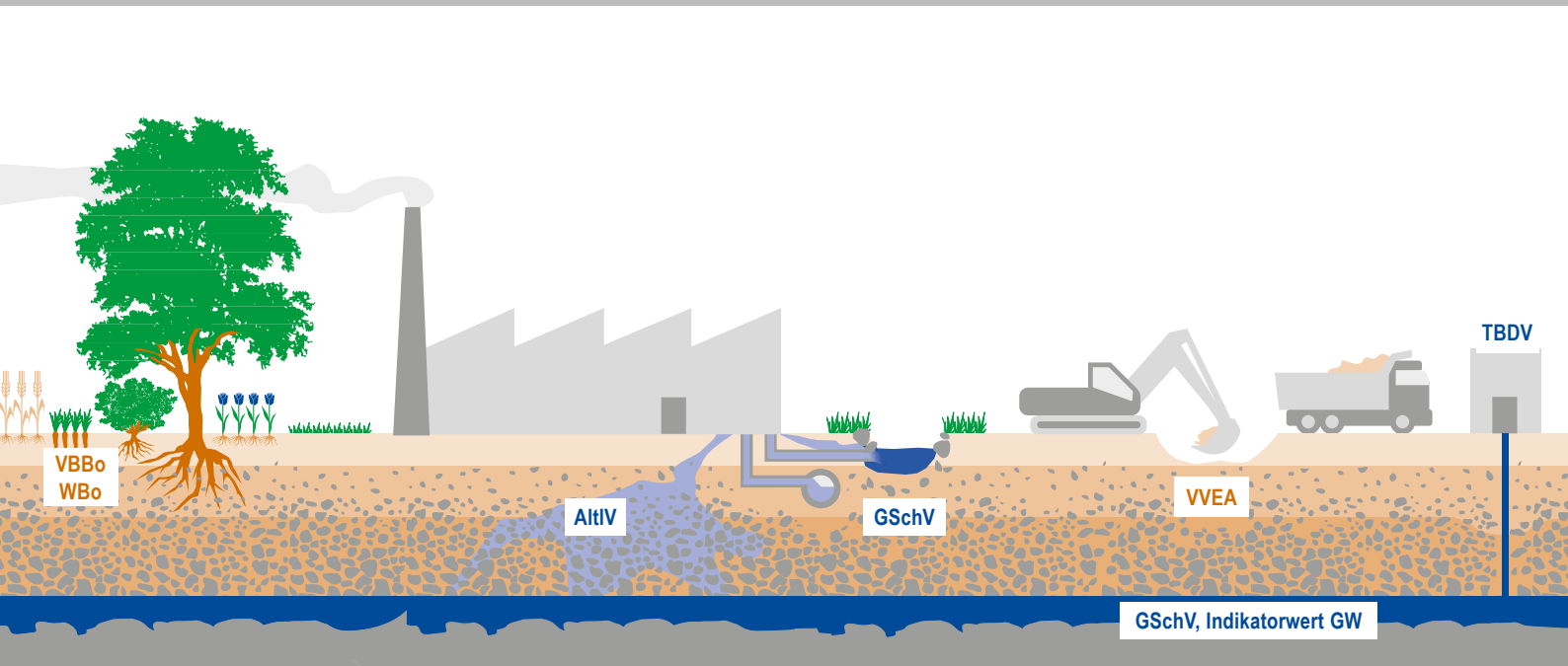
	Transportkisten für Probenahme und Postversand Verschiedene Grössen mit passenden Einsätzen
---	---

Lagerung und Entsorgung von Feststoffproben

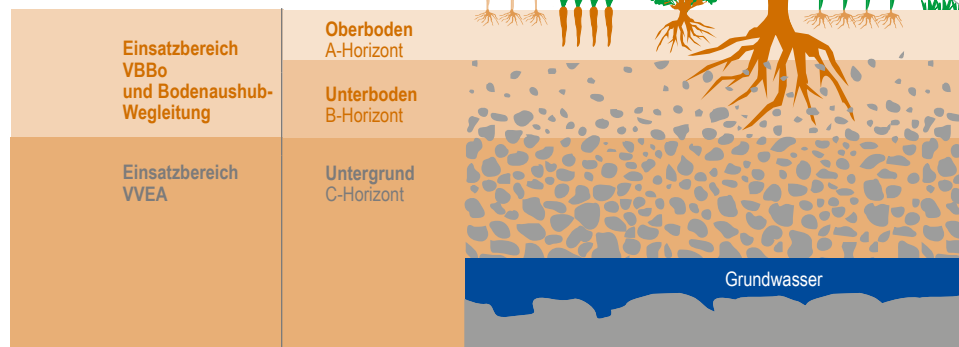
	Alle Feststoffproben werden nach Möglichkeit in den Originalbehältnissen gelagert, bis zur Herausgabe der Resultate. Danach werden teil-aufbereitete Aliquote bis zum Ablauf der Lagerungsfrist (12 Monate ab Eingangsdatum) im Feststoffprobenarchiv gelagert. Für die Entsorgung werden die Feststoffproben in einer Mulde gesammelt und fachgerecht entsorgt.
--	--

Geltungsbereich

der wichtigsten gesetzlichen Anforderungen



Bereich Kulturboden



Trinkwasser, Grundwasser, gefasstes Sickerwasser, Abwasser

AltIV	Verordnung über die Sanierung von belasteten Standorten (Altlastenverordnung)	<p>Zweck: Die AltIV soll sicherstellen, dass belastete Standorte saniert werden, wenn sie zu schädlichen oder lästigen Einwirkungen führen oder wenn die konkrete Gefahr besteht, dass solche Einwirkungen entstehen.</p> <p>Messmethoden: Prüfverfahren für die Ermittlung von in der AltIV geregelten Konzentrationswerten von Schadstoffen sind in der BAFU-Vollzugshilfe Umwelt «Messmethoden im Abfall- und Altlastenbereich» festgelegt (BAFU-UV).</p>
GSchV	Gewässerschutzverordnung	<p>Zweck: Die GSchV legt die praktisch-rechtliche Basis für den Grundwasser- und Gewässerschutz. Die GSchV hilft, ober- und unterirdische Gewässer vor nachteiligen Einwirkungen zu schützen und deren nachhaltige Nutzung zu ermöglichen. Dazu regelt sie unter anderem die Anforderungen an die Wasserqualität von Gewässern, die Abwasserbeseitigung und den planerischen Schutz der Gewässer. Die GSchV enthält numerische Anforderungen an Grund- und Oberflächenwasser, das zur Trinkwasseraufbereitung verwendet wird.</p> <p>Messmethoden: Im Zusammenhang mit gefasstem Sickerwasser aus belasteten Standorten (Deponien) sind die Methoden in der BAFU-UV festgelegt. Im Zusammenhang mit Trinkwasser können für gewisse Parameter analytische Referenzmethoden (ISO Normen) in der TBDV vorgegeben sein. Des weiteren gilt auch da die BAFU-UV.</p>
Indikatorwert GW	Wegleitung Grundwasserschutz	<p>Zweck: Indikatorwerte für anthropogen nicht beeinflusstes Grundwasser finden sich in der Vollzugshilfe «Wegleitung Grundwasserschutz», Teil des Moduls Vollzugshilfe Grundwasserschutz des BAFU.</p> <p>Messmethoden: Die Wegleitung Grundwasserschutz definiert keine Referenzmethoden.</p>
TBDV	Verordnung des EDI über Trinkwasser sowie Wasser in öffentlich zugänglichen Bädern und Duschanlagen	<p>Zweck: Die TBDV regelt die Aufbereitung, die Bereitstellung und die Qualität von Trinkwasser als Lebensmittel und von Wasser als Gebrauchsgegenstand (Duschwasser, Badewasser).</p> <p>Messmethoden: Für über die Methode definierte Parameter werden die jeweiligen ISO-Normen für die analytischen Referenzmethoden beigezogen. Insbesondere die mikrobiologischen Anforderungen in der TBDV basieren auf Kultivierungsmethoden, die über die Referenzmethode definiert sein müssen. Bei der Bestimmung der aeroben, mesophilen Keime wird in der TBDV eine spezielle Modifikation der ISO-Norm in der Bebrütungstemperatur vorgegeben. Aber auch gewisse chemische Summenparameter (z.B. der Kohlenwasserstoff-Index C₁₀-C₄₀) bedarf einer eindeutigen Referenzmethode, um die Analysenresultate vergleichen zu können.</p>

Boden, Aushub und Abbruchmaterial, Abfälle

VVEA	Verordnung über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen (VVEA)	<p>Zweck: Die VVEA soll Menschen, Tiere, Pflanzen, ihre Lebensgemeinschaften sowie die Gewässer, den Boden und die Luft vor schädlichen oder lästigen Einwirkungen schützen, die durch Abfälle erzeugt werden, und die Belastung der Umwelt durch Abfälle vorsorglich begrenzen. Die VVEA regelt insbesondere die Zuordnung von Abfallstoffen zu den verschiedenen Deponietypen (A-E).</p> <p>Messmethoden: Prüfverfahren für die Ermittlung von in der VVEA geregelten Anforderungswerten von Schadstoffen sind in der BAFU-Vollzugshilfe Umwelt «Messmethoden im Abfall- und Altlastenbereich» festgelegt (BAFU-UV).</p>
VBBo	Verordnung über Belastungen des Bodens	<p>Zweck: Zur langfristigen Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit regelt die VBBo: a) die Beobachtung, Überwachung und Beurteilung der chemischen, biologischen und physikalischen Belastung von Böden b) die Massnahmen zur Vermeidung nachhaltiger Bodenverdichtungen und Erosion c) die Massnahmen beim Umgang mit ausgehobenem Boden d) die weitergehenden Massnahmen der Kantone bei belasteten Böden (Art. 34 Umweltschutzgesetz, USG)</p> <p>Messmethoden: Für die Aufbereitung der Feststoffproben sowie für den Säureaufschluss zur Bestimmung von Schwermetallgehalten ist in der VBBo das jeweilige Vorgehen definiert. Die Bestimmung der organischen Schadstoffe richtet sich in der Regel nach den Messverfahren der BAFU-UV.</p>
WBo	Wegleitung über die Verwertung von ausgehobenem Boden (Wegleitung Bodenaushub)	<p>Die Wegleitung über die Verwertung von ausgehobenem Boden bezieht sich auf Boden im Sinne des Umweltschutzgesetzes. Bodenkundlich betrachtet sind dies in der Regel der A-Horizont und der B-Horizont (vgl. nebenstehende Abbildung). Die Wegleitung enthält Kriterien, anhand deren entschieden werden kann, inwieweit Bodenaushub aus Bauvorhaben durch direktes Ausbringen verwertet werden kann oder als Abfall entsorgt werden muss. Die Beurteilung und Verwertung bzw. Entsorgung von mineralischem Aushub (C-Horizont) ist in der VVEA geregelt.</p>

Trinkwasser, Grundwasser, Abwasser und Eluate

	Trinkwasser	GSchV		AltIV	Oberflächen- und Abwasser (GSchV)			VVEA-Eluate		
		TBDV Höchstwert Richtwert (R)	Anforderung Grundwasser für Trinkwasserzwecke		Indikatorwert GW-Qualität Wegleitung GW-Schutz	Konzentrationswerte für Eluate	Anforderung Fließgewässer	Anforderung Einleitung Gewässer	Anforderung Einleitung Kanalisation	Grenzwert Typ B
pH-Wert			Δ 0.5			6.5–9.0	6.5–9.0		6–12	
Schwermetalle und übrige Elemente										
Aluminium / Barium	Al / Ba mg/L	0.2							10 / 5	
Antimon	Sb mg/L	0,005		0.01					0.1 AW	
Arsen	As mg/L	0.01	<0.005	0.05		0.1 ges.	0.1 ges.		0.1	
Blei	Pb mg/L	0.01	<0.001	0.05	0.001	0.5 ges.	0.5 ges.		1	
Cadmium	Cd mg/L	0.003	<0.00005	0.005	0.00005	0.1 ges.	0.1 ges.		0.1	
Chrom	Cr mg/L	0.05	<0.002		0.002	2 ges.	2 ges.		2	
Chrom-VI	Cr VI mg/L	0.02		0.02		0.1			0.1	
Eisen	Fe mg/L	0.2	Δ 0.3							
Kobalt	Co mg/L			2		0.5 ges.	0.5 ges.		0.5	
Kupfer	Cu mg/L	1	<0.002	1.5	0.002	0.5 ges.	1 ges.		0.5	
Mangan	Mn mg/L	0.05	Δ 0.05							
Molybdän	Mo mg/L						1 ges.			
Nickel	Ni mg/L	0.02	<0.005	0.7	0.005	2 ges.	2 ges.		2	
Quecksilber	Hg mg/L	0.001	<0.00001	0.001	0.00001	0.001 Vers.	0.001 Vers.		0.01	
Selen	Se mg/L	0.01	<0.005							
Silber	Ag mg/L	0.1		0.1		0.1 Gal.	0.1 Gal.			
Zink	Zn mg/L	5	<0.005	5	0.005	2 ges.	2 ges.		10	
Zinn	Sn mg/L			20					2	
Haupt- und Nebenbestandteile										
Ammonium	NH ₄ mg/L	0.5/0.1 (red/ox)	0.5/0.1 (red/ox)	<0.1	0.5 OW	0.2 (N)	2 (N) Kom.		0.5 (N)	5 (N)
Chlorid	Cl mg/L		40	<40						
Bromid	Br mg/L			Δ 0.05						
Cyanid (frei (f), gesamt (ges.), leicht freisetzbar (lf))	CN mg/L	0.05 (ges.)		<0.025 (f)	0.05 (f)		0.1 (lf)	0.5 (lf)	0.02 (f)	0.1 ³ (f)
Fluorid	F mg/L	1.5		Δ 0.5	1.5				2	10
Natrium	Na mg/L	200		Δ 25						
Nitrat	NO ₃ mg/L	40	25	<25		25				
Nitrit	NO ₂ mg/L	0.1		Δ 0.05	0.1 OW		0.3 (N) Kom.		1	1
Phosphat	PO ₄ -P mg/L	1 (ww)		Δ 0.05						10
Sulfat	SO ₄ mg/L		40	<40						
Sulfid / Sulfit	S mg/L									0.1 / 1
Organische Summenparameter										
AOX (Adsorbierbares Organochlor)	Cl mg/L		0.01	<0.01			0.08 Kom.			
DOC (Gel. organischer Kohlenstoff)	C mg/L	2 (TOC, R)	2	<2		1–4	10 Kom.		20	20
BSB5 (Biochem. Sauerstoffbedarf)	O ₂ mg/L					2–4	20 Kom.			
Flüchtige, halogenierte Verbindungen										
1,2-Dichlorethan	µg/L	3	1	<1	3		100 Gal.	100 Gal.		
1,1-Dichlorethan	µg/L	Summe FHKW	1	<1	30					
1,2-Dichlorethan	µg/L	Summe FHKW	1	<1	50					
Dichlormethan (Methylenchlorid)	µg/L	20	1	<1	20					
Tetrachlorethan (Per)	µg/L	10	1	<1	40		100 Gal.	100 Gal.		
Tetrachlormethan	µg/L	2	1	<1	2					
1,1,1-Trichlorethan	µg/L	Summe FHKW	1	<1	2000					
Trichlorethan (Tri)	µg/L	10	1	<1	70		100 Gal.	100 Gal.		
Trichlormethan (Chloroform)	µg/L	Summe THM	1	<1	40					
Vinylchlorid	µg/L	0.5	1	<0.1	0.5					
Summe FHKW	Cl µg/L	10					100	100		
Summe THM	µg/L	50								
Übrige organische Schadstoffe										
NTA	µg/L	200		<3						
EDTA	µg/L	200		<5						
Kohlenwasserstoffe, flüchtig (C ₂ –C ₁₀)	µg/L		1 Einz.	<1 Einz.	2000					
Kohlenwasserstoff-Index (C ₁₀ –C ₄₀)	µg/L	20	1 Einz.	<1 Einz.			10'000	20'000		
BTEX Summe	µg/L	3	1	<1	Einz.					
MTBE (Benzinzusatzstoff)	µg/L	5 (inkl. ETBE)		<2	200					
Polyzyklische aromatische KW (PAK)	µg/L	0.1 ^{1,2}	0.1 ² Einz.	<0.1 Einz. ²	Einz.					
Polychlor. Biphenyle (Summe PCB)	µg/L				0.1					
Pestizide u. rel. Metaboliten, einzeln	µg/L	0.1	0.1	<0.1		0.1				
Pestizide u. rel. Metaboliten, Summe	µg/L	0.5		<0.5						
Phenole wasserdampflich (Phenol)	µg/L			<5	Einz.					

Werte Schwermetalle, Haupt- und Nebenbestandteile und organische Summenparameter in mg/L

Flüchtige halogenierte Verbindungen und übrige organische Schadstoffe in µg/L

ww Warmwasser

ges. gesamt

Einz. Einzelsubstanz

Gal. Galvanik

¹ Summe 4 TBDV

² Benzo(a)pyren 0.01

³ Deponie-Typ D 0.02 mg/L

Deponie-Typ E 0.3 mg/L

n.n. nicht nachweisbar

Δ höchste Abweichung gegenüber naturnahem Zustand

AW AWEL Zürich

OW Oberflächengewässer

Vers. Versorgungs- und Entsorgungsbetriebe

EW Erfahrungswert

Kom. Kommunales Abwasser

Schadstoffe in Aushub, Abfällen und Boden

Alle Werte in mg/kg TS

		Aushub-, Abraum- und Abbruchmaterial							Humus/Boden nach VBBo							Referenz
		VVEA							VBBo Richtw.	VBBo Prüfwerte		VBBo Sanierungswert		Wegl. Richtw.	Wegl. Prüfw.	Erdkruste (Chemie der Elemente)
Typ A / «unverschmutzt»	Typ A / «schwach verschmutzt»	Deponietyp B	Deponietyp C	Deponietyp D	Deponietyp E	Zementwerk Rohmaterial	Richtwert	Prüfwert Pflanzenbau	Prüfwert direkte Bodenaufnahme	Sanierungswert Familiengärten	Sanierungswert Landwirtschaft	Wegl. Richtw. Bodenaushub Richt- & U-Wert	Wegl. Bodenaushub Prüfwert			
Allgemeine Parameter																
Glühverlust (in Gew.-%)	GV	1	5	5												
Organischer Kohlenstoff	Corg		10 000	20 000	20 000	20 000	50 000									
Lösliche Salze	LS			5 000	30 000		50 000									
Anorganika																
Antimon	Sb	3	15	30		50	50	30								0.2
Arsen	As	15	15	30		50	50	30								1.8
Barium	Ba															390
Beryllium	Be															2
Blei	Pb	50	250	500		2000	2000	500	50	200	300	1000	2000	50	200	13
Cadmium	Cd	1	5	10		10	10	5	0.8	2	10	20	30	0.8	2	0.16
Chrom gesamt	Cr	50	250	500		1000	1000	500	50					50	200	122
Chrom-VI (Eluierbarkeit)	Cr-VI	0.05	0.05	0.1		0.5	0.5									
Cyanid gesamt	CN	0.5														
Fluor	F								700							
Kobalt	Co							250								29
Kupfer	Cu	40	250	500		5000	5000	500	40	150		1000	1000	40	150	68
Molybdän	Mo								5							1.2
Nickel	Ni	50	250	500		1000	1000	500	50					50	100	99
Quecksilber	Hg	0.5	1	2	5	5	5	1	0.5					0.5	1	0.08
Selen	Se															0.05
Thallium	Tl							3								0.7
Vanadium	V															136
Zink	Zn	150	500	1000		5000	5000	2000	150			2000	2000	150	300	76
Zinn	Sn							100								2.1
Organika																
Chlorierte Lösungsmittel	CLM	0.1	0.5	1	1	1	5	10						0.1		
Polychlorierte Biphenyle	PCB	0.1 ¹	0.5 ¹	1 ¹	1 ¹	1 ¹	10 ¹	10 ¹		0.2 ²	0.1 ²	1 ²	3 ²	0.02 ²	0.1 ²	
Kohlenwasserstoffe flüchtig	C ₅ -C ₁₀	1	5	10	10	10	100	100						1		
Kohlenwasserstoff-Index	C ₁₀ -C ₄₀	50	250	500	500	500	5000	5000						50		
Monocyclische aromat. KW	BTEX	1	5	10	10	10	100	10						1		
Benzol	Ben	0.1	0.5	1	1	1	1	1						0.1		
Polycyclische aromat. KW	PAK	3 ³	12.5 ³	25 ³	25 ³	25 ³	250 ³	250 ³	1 ³	20 ³	10 ³	100 ³		1 ³	10 ³	
Benzo(a)pyren	BaP	0.3	1.5	3	3	3	10	3	0.2	2	1	10		0.2	1	
Dioxine & Furane	PCDD/F				1000 ⁴	1000 ⁴			5 ⁴	20 ⁴	20 ⁴	100 ⁴	1000 ⁴	5 ⁴	20 ⁴	
∑ DDT-DDD-DDE	DDT													0.002	2	
∑ Aldrin-Dieldrin-Endrin	Ald													0.002	2	
∑ HCH	HCH													0.001	1	
Chlordan	Chld														1	
Endosulfan	Endsulf														1	

- 1 Summe (6 PCB-Kongenerne: 28, 52, 101, 138, 153, 180) x 4.3
- 2 Summe (7 PCB-Kongenerne: 28, 52, 101, 118, 138, 153, 180)
- 3 Summe (16 EPA-PAK)
- 4 in ng I-TEQ/kg TS

Referenzwerte

	Seite
Purge-and-Trap	54
GC-Fingerprint, GC-MS-Screening	55
LC-MS/MS: Target-Analytik und LC-MS-Screenings	56-57
Perfluorierte Chemikalien: Wissenswertes zum Vorkommen und zur Analytik	58
Analysen auf Gebäudeschadstoffe	59
Verwendung von Probenahmebehältnissen und Probenhandhabung	60
Der Umgang mit Schwebstoffen und Sedimenten in Wasserproben	61
Bestimmungsunsicherheit	62
Umgang mit Bestimmungsunsicherheiten in der Mikrobiologie	63
Verzeichnis der Abkürzungen	64
Allgemeine Geschäftsbedingungen der Bachema AG, Unternehmensleitbild	65
Kontakt, Öffnungszeiten, Situationsplan	66

Purge-and-Trap

Flüchtige organische Inhaltsstoffe in Wasser- und Feststoffproben

Vorkommen der Einzelsubstanzen in Kontaminationsarten und Stoffgruppen	Benzinbestandteile und -zusatzstoffe			Chlorierte Lösungsmittel, Trihalomethane, halogenierte Aliphate / Aromate und deren und Abbauprodukte					
	BTEXW BTEXB	TBDV, VVEA	AltIV	CLMW CLMB	CLM- PERW	Trihalomethane TBDV	FHKW TBDV	LCKW VVEA	FHKW AltIV
1 Dichlordifluormethan F12							•		
2 Chlormethan							•		
3 Vinylchlorid				■	■		•		•
4 Brommethan							•		
5 Chlorethan							•		
6 Trichlorfluormethan F11							•		
7 1,1-Dichlorethen							•		•
8 Dichlormethan (Methylenchlorid)				■	■		•	•	•
9 trans-1,2-Dichlorethen							•		•
10 1,1-Dichlorethan							•		•
11 2,2-Dichlorpropan							•		
12 cis-1,2-Dichlorethen				■	■		•	•	•
13 Trichlormethan (Chloroform)				■	■	•		•	•
14 Bromchlormethan							•		
15 1,1,1-Trichlorethan				■	■		•	•	•
16 1,1-Dichlorpropan							•		•
17 Tetrachlorkohlenstoff				■	■		•	•	•
18 1,2-Dichlorethan							•		•
19 Benzol	■	■	•						
20 Trichlorethen (Tri)				■	■		•	•	•
21 1,2-Dichlorpropan							•		•
22 Bromdichlormethan						•			
23 Dibrommethan							•		
24 cis-1,3-Dichlorpropan							•		
25 Toluol	■	■	•						
26 trans-1,3-Dichlorpropan							•		
27 1,1,2-Trichlorethan							•		
28 1,3-Dichlorpropan							•		
29 Tetrachlorethen (Per)				■	■		•	•	•
30 Dibromchlormethan						•			
31 1,2-Dibromethan							•		•
32 Chlorbenzol									•
33 1,1,1,2-Tetrachlorethan							•		
34 Ethylbenzol	■	■	•						
35 m-Xylol	■	■	•						
36 p-Xylol	■	■	•						
37 o-Xylol	■	■	•						
38 Styrol									
39 Isopropylbenzol	■	■							
40 Bromoform						•			
41 1,1,2,2-Tetrachlorethan							•		•
42 1,2,3-Trichlorpropan							•		
43 n-Propylbenzol	■	■							
44 Brombenzol	■	■							
45 1,3,5-Trimethylbenzol	■	■							
46 2-Chlortoluol									
47 4-Chlortoluol									
48 tert.-Butylbenzol	■	■							
49 1,2,4-Trimethylbenzol	■	■							
50 sec.-Butylbenzol	■	■							
51 p-Isopropyltoluol	■	■							
52 1,3-Dichlorbenzol									•
53 1,4-Dichlorbenzol									•
54 n-Butylbenzol	■	■							
55 1,2-Dichlorbenzol									•
56 1,2-Dibrom-3-Chlorpropan							•		
57 1,2,4-Trichlorbenzol									•
58 Hexachlorbutadien									
59 Naphthalin	■	■							
60 1,2,3-Trichlorbenzol									
61 Freon F113							•		
62 MTBE (Methyltertiärbutylether)	■	■	•						
63 ETBE (Ethyltertiärbutylether)	■	■							
64 1,3,5-Trichlorbenzol									
C ₅ -C ₁₀ Aliphate	■	■	•						

Purge-and-Trap nach EPA 524.21 Fr. 290.-/Probe

nur einzelne Substanzen (bis max. 3)
Fr. 200.-/Probe

In der Purge-and-Trap-Analyse nach EPA werden standardmässig 64 flüchtige Verbindungen erfasst. Die Reihenfolge ist durch das Auftreten der Signale im Gas-Chromatogramm definiert.

Im Falle von Verunreinigungen, die durch Benzin verursacht worden sind, können 17 Substanzen und die aliphatischen Kohlenwasserstoffe C₅-C₁₀ nachweisbar sein (markierte Felder in den Spalten «BTEX»). Die BTEX-Substanzen (Benzol, Toluol, Ethylbenzol und die Xylole) bilden ein Summen-Anforderungswert sowohl in der TBDV als auch in der VVEA.

Bei der Mehrzahl der Verbindungen aus der Purge-and-Trap-Analyse handelt es sich um halogenierte Kohlenwasserstoffe, zum Beispiel chlorierte Lösungsmittel (CLM), Freone, Reaktionsprodukte der Wasserchlorung (Trihalomethane), halogenierte Aromaten sowie Zwischenprodukte aus dem CLM-Abbau.

In der TBDV gibt es einen Höchstwert für flüchtige Halogenkohlenwasserstoffe (FHKW), der aus der Summe aller halogenierten Substanzen mit einem Grundgerüst von 1 bis 3 C-Atomen gebildet wird (ausgenommen sind die Trihalomethane, deren Summe ein eigener Höchstwert in der TBDV hat). In der VVEA gibt es Höchstanforderungen für die entsprechenden Deponietypen für die Summe der chlorierten Lösungsmittel, die auch in unserem Prüfumfang **CLMB** untersucht werden.

Die Purge-and-Trap-Analytik empfiehlt sich überall dort, wo Verschmutzungen mit flüchtigen, halogenierten Verbindungen oder Kohlenwasserstoffen untersucht oder abgeklärt werden müssen. Die Liste umfasst auch alle flüchtigen, halogenierten Verbindungen der Altlastenverordnung.

Mit der Purge-and-Trap-Anreicherung können sehr tiefe Spurenkonzentrationen in Wasserproben erfasst werden. Die Bestimmungsgrenze liegt mit dieser Methode bei 0.05 µg/L je Einzelsubstanz.

Mit Head Space-GC-MS-Analytik liegt die Bestimmungsgrenze in Wasserproben bei 0.5 µg/L je Einzelsubstanz. Diese Methode wird bei den Prüfumfängen der Substanzgruppen angewandt — ausser für den Prüfumfang **CLMPERW**, dort wird die Purge-and-Trap-Anreicherung durchgeführt, um die Resultate (Vinylchlorid) mit den Konzentrationswerten der AltIV vergleichen zu können.

Bei Feststoffproben liegt die Bestimmungsgrenze bei 5 µg/kg je Einzelsubstanz.

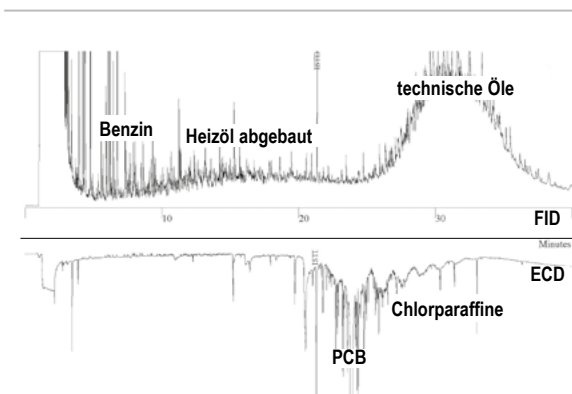
¹ EPA: Environmental Protection Agency (amerikanische Umweltbehörde)

GC-Fingerprint, GC-MS-Screening

Im Gegensatz zu gezielten Analysen (engl. target analysis) wie zum Beispiel bei der Purge-and-Trap-Methode nach EPA 524.2 (S. 54) wird bei Fingerprint- und Screening-Analysen nach unbekanntem Substanzen oder Substanzgemischen gesucht (nontarget analysis). Zuerst werden die organischen Substanzen aus der Probe extrahiert und danach gaschromatografisch aufgetrennt. Die Substanzen werden dann entweder mit einer Kombination von Flam-

men-ionisation und Electron-Capture (FID/ECD) oder mit einem Massenspektrometer (MS) detektiert und aufgezeichnet. Für die GC-Fingerprint Untersuchung wird das aufgezeichnete Chromatogramm qualitativ ausgewertet. Bei der MS-Aufzeichnung kann anschliessend ein Vergleich des Massenspektrums mit einer Spektrenbibliothek durchgeführt werden. Im Idealfall resultiert eine genaue Identifikation einzelner Substanzen.

Die Bachema AG bietet drei verschiedene non-target Methoden an, welche nachfolgend detaillierter beschrieben sind. Allen drei Methoden gemeinsam ist, dass sie sich auf gaschromatografisch erfassbare flüchtige bis schwerflüchtige Substanzen beschränken.

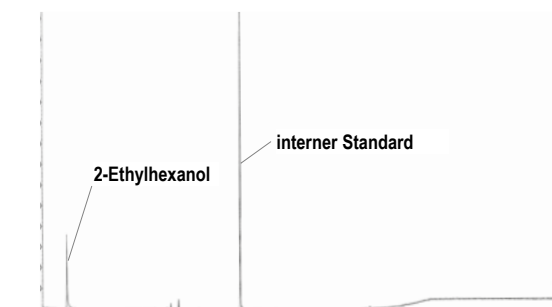


FID- und ECD-Chromatogramm (unten) einer kontaminierten Bodenprobe

GC-Fingerprint

Bei dieser Methode wird ein Extrakt der Probe mittels Gaschromatographie aufgetrennt und mit FID und ECD detektiert. Der GC-Fingerprint eignet sich besonders für Kontaminationen im Altlastenbereich. Bei Kohlenwasserstoff-Belastungen kann die Art der Verunreinigung typisiert werden (Benzin, Heizöl, Hydrauliköl, Teeröl inkl. PAK, Biodiesel usw.). Mit dem ECD-Detektor können chlorierte Lösungsmittel, PCB, Chlorparaffine und Phthalate nachgewiesen werden. Der Untersuchungsbericht der Bachema enthält jeweils eine qualitative Auswertung des Chromatogramms.

Preis in Fr.	
GC-Fingerprint GCFW, GCOFF	180.-
Bei Feststoffen: Aufbereitung	50.-

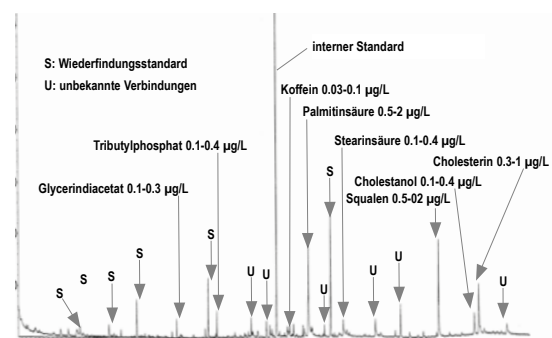


Chromatogramm einer beanstandeten Trinkwasserprobe

GC-MS-Analyse mit Identifikation

Bei dieser Methode wird ein Extrakt der Probe mittels Gaschromatographie aufgetrennt und mit dem Massenspektrometer (MS) detektiert. Von jeder aufgezeichneten Substanz wird ein Massenspektrum aufgezeichnet, welches mit Spektrenbibliotheken verglichen wird. Im Idealfall resultiert eine genaue Identifikation der Substanz. Die GC-MS-Analyse mit Identifikation eignet sich für gezielte, fallabhängige Abklärungen, z.B. wenn einzelne Signale im oben beschriebenen GC-Fingerprint genauer identifiziert werden sollen. Der Untersuchungsbericht der Bachema enthält jeweils eine detaillierte Auswertung des Chromatogramms mit halbquantitativen Konzentrations-schätzungen.

Preis in Fr.	
GC-MS-Identifikation mit Identifikation	200.- / Std. Aufwand



Chromatogramm einer Flusswasserprobe, welche wenige hundert Meter unterhalb des Auslaufs einer Kläranlage entnommen wurde.

GC-MS-Screening für Wasserproben

Diese Methode ist eine Weiterentwicklung der GC-MS-Analyse mit Identifikation. Im Unterschied dazu werden zwei Extraktionen bei unterschiedlichem pH-Wert durchgeführt. So werden saure und basische Substanzen wie Phenole und Aniline besser erfasst. Im Weiteren wird stärker angereichert als bei den oben genannten Analysen. Die Auswertung beinhaltet eine aufwändige Datenaufbereitung (Spektrendeconvolution, Wiederfindungsberechnung u.a.), und eine halb-quantitative Abschätzung der Konzentration. Das GC-MS-Screening eignet sich für den Spurenbereich (ca. 0.1 bis 1 µg/L), z.B. für schwach belastetes Grundwasser. Weil die Methode hoch empfindlich ist, stösst sie bei stärker kontaminierten Proben schnell an ihre Grenzen. Im Weiteren muss damit gerechnet werden, dass viele Substanzen nicht identifiziert werden können (siehe Beispiel links). Der Untersuchungsbericht der Bachema enthält jeweils eine detaillierte Auswertung des Chromatogramms mit halbquantitativen Konzentrations-schätzungen.

Preis in Fr.	
GC-MS-Screening	950.-
Identifikation unpolarer-mittelpolarer GC-gängiger Verbindungen	

LC-MS/MS: Target-Analytik und LC-MS-Screenings

Substanzen	PEST max	WOMV max	WOMV GSchV	Substanzen	PEST max	WOMV max	WOMV GSchV
Preis in Fr.	600.–	700.–	350.–	Preis in Fr.	600.–	700.–	350.–
Arzneimittel				Weitere Pestizid-Wirkstoffe und -Metaboliten			
Acetyl-Sulfamethoxazol ²				Desethyl-Terbutylazin			
Amisulprid				Desisopropyl-Atrazin			
Atenolol				Desmetryn			
Azithromycin				Desphenylchloridazon			
Bezafibrat				Diazinon			
Candesartan				Dichlorprop			
Carbamazepin				Diflubenzuron			
Citalopram				Dimethachlor-ESA			
Clarithromycin ²				Dimethachlor-OXA			
Diclofenac				Dimethenamid-ESA			
Hydrochlorothiazid				Dimethoat			
Irbesartan				Diuron			
Mefenaminsäure				Epoxiconazol			
Metoprolol				Ethofumesat ²			
Naproxen				Fluometuron			
Sotalol				Imidacloprid			
Sulfamethazin				Iprovalicarb			
Sulfamethoxazol				Irgarol			
Trimethoprim				Isochloridazon			
Venlafaxin				Isoproturon			
Kontrastmittel				Isoproturon-desmethyl			
Diatrizoat (Amidotrizoesäure)				Linuron			
Iohexol ²				MCPA			
Iomeprol				Mecoprop			
Iopamidol				Mesotrion			
Iopromid				Metalaxyl			
Industriechemikalie				Metamitron			
Benzotriazol ²				Metamitron-desamino			
Estron				Metazachlor			
Tolyltriazol				Metazachlor-ESA			
Triclosan				Metazachlor-OXA			
5,6-Dimethylbenzotriazol				Methoxyfenozid			
Künstlicher Süsstoff				Methyl-desphenylchloridazon			
Acesulfam				Metolachlor			
Cyclamat				Metolachlor-ESA			
Saccharin				Metolachlor-NOA			
Sucralose ³				Metolachlor-OXA			
Pestizid-Wirkstoffe und -Metaboliten				Metrribuzin			
2,4-Dichlorphenoxyessigsäure (2,4-D)				Monuron			
2,6-Dichlorbenzamid				Napropamid			
Alachlor				Nicosulfuron ¹			
Alachlor-ESA				Norflurazon			
Alachlor-OXA				Oxadixyl			
Ametryn				Penconazol			
Atrazin				Pirimicarb			
Azoxystrobin				Prometryn			
Bentazon				Propamocarb			
Boscalid				Propazin			
Bromacil				Propazin-2-hydroxy			
Carbendazim				Propiconazol			
Chloridazon				Pyrimethanil			
Chlorpyrifos ¹				Simazin			
Chlorpyrifos-methyl				Sulcotrion			
Chlorthalonil Metabolit R417888				Tebuconazol			
Chlorthalonil Metabolit R471811				Terbutryn			
Chlorthalonil Metabolit SYN507900				Terbutylazin			
Chlortoluron				Terbutylazin SYN 545666 (LM6)			
Cyanazin				Terbutylazin-2-hydroxy			
Cyproconazol				Terbutylazin-desethyl-2-hydroxy			
Cyprodinil				Thiacloprid			
DEET				Thiacloprid-amid			
Desethylatrazin				Thiamethoxam			

Die Bestimmungsgrenze (BG) liegt beim Prüfumfang **PESTmax** bei 0.02 µg/L.
 Die BG liegt bei den Prüfumfängen **WOMVmax** und **WOMVGSchV** bei 0.01 µg/L.
 Bei dieser Substanz * liegt die BG über dem spezifischen Anforderungswert der GSchV.
 Weitere spezifische BG: ¹0.005 µg/L, ²0.02 µg/L, ³0.05 µg/L.

«Mikroverunreinigungen» im Grund- oder Oberflächenwasser: damit bezeichnet man organische und anorganische Verunreinigungen anthropogener Herkunft, die in Konzentrationen von Mikro- bis Nanogramm pro Liter vorkommen. Aus der Humanmedizin und aus Haushalten stammen beispielsweise Antibiotika, Schmerzmittel (z.B. Diclofenac) oder Süsstoffe (z.B. Acesulfam). Aus Industrie und Gewerbe stammen Oberflächenbehandlungsmittel (perfluorierte Verbindungen), Flammschutzmittel oder Schwermetalle. Aus der Landwirtschaft stammen hauptsächlich Pflanzenschutzmittel (Pestizide).

Analytik von Mikroverunreinigungen

Organische Mikroverunreinigungen sind meistens polar und somit gut wasserlöslich. Um sie im Spurenbereich im Wasser nachzuweisen, ist die Kopplung der Massenspektrometrie (MS) an die Flüssigchromatographie (LC, liquid chromatography) die Methode der Wahl. Bei der LC-MS/MS-Technik werden zwei Massenspektrometer nacheinander geschaltet. Damit kann eine sehr hohe Empfindlichkeit erreicht werden.

Prüfumfänge mit Target-Analytik

Bei der Suche nach Zielsubstanzen und deren Quantifizierung – der Target-Analytik – ist die Voraussetzung, dass es die Reinstanz gibt, aus der die Verdünnungsreihen für die Quantifizierung hergestellt werden können.

Die Bachema AG hat diverse Programme für die quantitative Bestimmung von Mikroverunreinigungen im Wasser zusammengestellt. Im Prüfumfang **PESTMax** sind die in unserem Labor validierten grundwasserrelevanten Pestizidsubstanzen und Transformationsprodukte enthalten (inkl. 3 Chlorthalonil-Metaboliten). In nebenstehender Tabelle sind die aktuell vertretenen Substanzen aufgelistet.

Die beiden Prüfumfänge **WOMVMax** und **WOMVGSchV** enthalten Mikroverunreinigungen, die für Oberflächengewässer relevant sind. Der Prüfumfang **WOMVGSchV** enthält die organischen Mikroverunreinigungs-Substanzen, die gemäss Gewässerschutzverordnung, (GSchV) Anhang 2 einen Anforderungswert für Oberflächengewässer haben.



LC-MS-Screenings

Ergänzend zur Target-Analytik von Mikroverunreinigungen bietet die Bachema AG ausserhalb des akkreditierten Bereichs auch LC-MS-Screenings an. Dazu wird ein hochauflösendes Massenspektrometer genutzt, das durch die Bestimmung exakter Molekülmassen dazu in der Lage ist, nebst einer Vielzahl bekannter Verbindungen auch bislang unbekannte Substanzen zu erfassen. Durch die gleichzeitige Messung von MS/MS-Fragmentspektren erhält man die Möglichkeit, unbekannte Substanzen zu identifizieren.

Bei LC-MS-Screenings können Proben grundsätzlich nach Verdachtssubstanzen (Suspect-Screening) oder unbekannten Substanzen (Non-Target-Screening) durchsucht werden. Beide Methoden sind im Vergleich zur Target-Analytik nicht quantitativ, erweitern aber die Anzahl der untersuchbaren Substanzen um ein Vielfaches. Die Möglichkeiten für Suspect- und Non-Target-Screenings sind sehr vielfältig. Damit man sich nicht im «Substanzendschubel» verliert, sollte die individuelle Fragestellung klar definiert sein, bevor an die Analyse herangegangen wird. Beispielsweise können Proben miteinander verglichen werden. Ohne jede einzelne Substanz kennen zu wollen, kann man sich ein «Bild» der generellen Belastung machen. Falls man einzelne Substanzen identifizieren möchte, muss man vorgängig Kriterien für die Auswahl der Signale treffen, denn aufgrund des hohen Auswerteaufwandes können nie alle Signale innert nützlicher Frist ausgewertet werden. Beispiele von Auswahlkriterien:

- die intensivsten Signale in einem Chromatogramm
- Signale, die in einer Probe aber nicht in einer anderen Probe vorkommen
- nur halogenierte Verbindungen

Anwendungsbereich von LC-MS-Screenings

In verschiedensten Wasserproben (z.B. Grundwasser, Oberflächenwasser, gereinigtem Abwasser), aber auch in wässrigen Extrakten aus Feststoffen kann mittels LC-MS-Screenings nach polaren, ionisierbaren Substanzen gesucht werden. Dabei können üblicherweise Substanzen erfasst werden, die:

Target-Analytik	Suspect-Screening	Non-Target-Screening
Suche nach Zielsubstanzen und Quantifizierung	Suche nach Substanzen, die in der Probe vermutet werden	Suche nach unbekanntem Substanzen
Konzentrationsbestimmung von Mikroverunreinigungen (z.B. Pflanzenschutzmitteln) in Grund-, Oberflächen- oder Abwasser (mittels Referenzstandards)	Wasserproben können aufgrund exakt bestimmbarer Molekülmassen auf viele Substanzen durchsucht werden (auch nachträglich noch, wenn die Messung bereits erfolgt ist). Dabei können je nach Fragestellung Substanzlisten mit dutzenden bis hunderten Substanzen verwendet werden. Positive Befunde können durch nachträgliche Messung von Referenzstandards bestätigt und quantifiziert werden.	Welche Substanzen stecken hinter den grössten Signalen? Vergleichende Analyse: Welche Substanzen kommen in der einen, aber nicht in der anderen Probe vor (z.B. vor und nach der Einleitung von Abwasser)? Wiederholte Analysen über längeren Zeitraum: Wie verändert sich die Zusammensetzung der Schadstoffe?

- ein Molekulargewicht zwischen 100 und 1000 g/mol aufweisen,
- polar bis mittelpolar sind (ca. $-2 < \log K_{ow} < 5$),
- nicht flüchtig sind,
- ionisierbar mit der Elektrospray-Ionisation sind, das heisst mindestens ein Heteroatom N, O, S, P in der Struktur aufweisen (dazu gibt es jedoch Ausnahmen).

Auswertung Suspect-Screening

Bei einem Suspect-Screening werden die gemessenen Proben nach Verdachtssubstanzen durchsucht. Werden in den Proben gewisse Substanzen oder Substanzgruppen erwartet, können diese mittels ihrer chemischen Summenformel über ihre exakten Masse gesucht werden. Dies ist mit bis zu mehreren hundert Substanzen möglich. Werden Verdachtssubstanzen in diesem ersten Schritt gefunden, gelten sie als noch nicht sicher identifiziert und erhalten den Identifikationslevel 3 (siehe Identifikationschema). Ziel der weiteren Auswertung ist es, das Identifikationslevel jeder Verdachtssubstanz zu verbessern bis hin zur eindeutigen Identifikation einer Substanz (Level 1), welche nur mittels eines Referenzstandards erreichbar ist.

Auswertung Non-Target-Screening


Bei einem Non-Target-Screening wird im HRMS-Fullscan automatisiert nach Signalen gesucht, die in einem vorher definierten

Retentionszeitenfenster auftreten. In einer belasteten Probe können hunderte bis tausende Signale entstehen, die entsprechend viele Substanzen repräsentieren. Für jede Probe entsteht so eine Liste von Signalen, die jeweils durch eine exakte Masse, eine Retentionszeit und eine Intensität charakterisiert sind. Um diese Liste zu erstellen ist eine aufwändige Auswertung eines erfahrenen Analytikers notwendig, da sie nur teilweise automatisiert stattfinden kann. Die Auswertung beruht auf vielen Schritten, die sicherstellen, dass eine gute Datenqualität entsteht, so dass möglichst wenige falsch positive und falsch negative Resultate rapportiert werden.

Grundsätzlich erhält jedes Signal in dieser Liste das Identifikationslevel 5, das aber durch weitere Auswerteschritte immer noch verbessert werden kann. Zu diesem Zweck können für beide Screening-Varianten alle Peaks mit einer MS/MS-Spektren-Datenbank abgeglichen werden. Der Bachema AG steht dafür eine Datenbank mit mehreren tausend Substanzen zur Verfügung. Bei einem positiven Datenbankabgleich kann so für einen kleinen Teil der Peaks Identifikationslevel 2 erreicht werden, was einer sehr guten, aber noch nicht eindeutigen Identifikation einer Substanz entspricht.

	Preis in Fr.
LC-MS-Screening	200.– / Std. Aufwand

Identifikationsschema für Target-, Suspect- und Non-Target-Screenings (abgeleitet von Schymanski et al. 2015 Anal Bioanal Chem)

			Level	Identifikation	zu erreichendes Resultat	wird erreicht durch
Target-Screening	Suspect-Screening	Non-Target-Screening	1	maximal	bestätigte Struktur	Abgleich mit Referenzstandard
			2		wahrscheinliche Struktur	Abgleich mit MSMS-Datenbanken
			3		mögliche Struktur	Abgleich mit Chemikaliendatenbanken bzw. -listen
			4		Summenformel	Analyse von HRMS- & MS/MS-Massenspektren
			5	minimal	Masse	HRMS-Fullscan-Messung

Perfluorierte Chemikalien: Wissenswertes zum Vorkommen und zur Analytik

Aufgrund ihrer chemischen Eigenschaften sind per- und polyfluorierte Alkylverbindungen (PFAS) für verschiedene technische Anwendungen sehr geeignet und werden in der Industrie in grossen Mengen verwendet. Ihr vielseitiger Einsatz führt dazu, dass die Verbindungen in zahlreichen Grundwasservorkommen messbar sind.

Eigenschaften

PFAS sind sehr temperatur- und säurestabil und sowohl wasser- als auch fettabweisend. Diese Eigenschaften machen die PFAS zu beliebten Industriechemikalien. Sie sind in zahlreichen Alltagsgegenständen zu finden (funktionale Regenbekleidung, Teflonpfannen, Feuerlöschschäume etc.). Der Gebrauch dieser Gegenstände führt zu diffusen Einträgen in die Umwelt, in der Schweiz geschieht dies hauptsächlich über das Abwasser. Es gilt zudem einzelne grössere Punktquellen zu beachten (z.B. Feuerwehrübungsplätze, Brandplätze, ausgebrachter PFAS-haltiger Schlamm aus der Papierindustrie (in Deutschland)). Sind PFAS in die Umwelt gelangt, findet man sie trotz ihrer geringen Wasserlöslichkeit in der aquatischen Umwelt, wo sie aufgrund ihrer hohen Stabilität lange nachgewiesen werden können. Entsprechend sind einzelne PFAS, z.B. perfluorierte Oktansulfonsäure (PFOS) oder perfluorierte Oktansäure (PFOA), seit 2009 in die Liste der POPs (persistent organic pollutants) der Stockholm Konvention aufgenommen worden, womit ihre Herstellung und Verwendung eingeschränkt wird.

Gesetzliche Grundlagen

In der Schweiz regelt die Chemikalien-Risikoreduktions-Verordnung (ChemRRV, Anhang 1.16 bzw. 2.11) den Einsatz von PFOS und PFOA. In der Altlasten-Verordnung findet sich kein Konzentrationswert für PFAS.

Prüfmfänge mit perfluorierten Verbindungen

Wasserproben	Preis in Fr.
Perfluorierte Verbindungen klein PFASWklein PFOS, PFOA, PFHxS (jeweils lineare und nicht lineare Isomere)	250.–
Perfluorierte Verbindungen gross PFASWgross PFBS, PFHxS, PFOS, PFPeA, PFHxA, PFHpA, PFOA, PFNA, PFDA (jeweils lineare und nicht lineare Isomere)	350.–
Feststoffproben (Aufbereitungskosten bis 1.5 kg Probenmenge: Fr. 50.– pro Probe)	
Perfluorierte Verbindungen klein PFASBklein PFOS, PFOA, PFHxS (jeweils lineare und nicht lineare Isomere)	250.–
Perfluorierte Verbindungen gross PFASBgross PFBS, PFHxS, PFOS, PFPeA, PFHxA, PFHpA, PFOA, PFNA, PFDA (jeweils lineare und nicht lineare Isomere)	350.–

Es wurden aber basierend auf der BAFU-Vollzugshilfe «Herleitung von Konzentrationswerten und Feststoff-Grenzwerten» in einigen Kantonen Konzentrationswerte bestimmt. Diese sind beim BAFU einsehbar.¹ In der Verordnung des EDI über Trinkwasser sowie Wasser in öffentlich zugänglichen Bädern und Duschanlagen (TBDV) sind PFOS und Perfluorhexansulfonsäure (PFHxS) mit einem Höchstwert von je 0.3 µg/L und PFOA mit 0.5 µg/L aufgeführt.

Eine Vielzahl an Verbindungen: Herausforderungen bei der Analytik

Bei den PFAS handelt es sich um ein Gemisch von verschiedenen perfluorierten Kohlenstoffketten mit unterschiedlichen Kettenlängen (verzweigt, unverzweigt) und einer Sulfon- bzw. Carbonsäuregruppe. Die Vielzahl der Verbindungen wird nach Anzahl C-Atome in den Kohlenstoffketten gruppiert (-pentan-, -hexan-, -heptan-, -octan-, -nonan-, -decan-, -undecan-, z.B. hat die perfluorierte Oktansäure, PFOA, acht Kohlenstoff-Atome). Analytisch ist es zu aufwändig, diese Vielzahl an Verbindun-

gen einzeln zu erfassen, daher werden bei der Analyse ebenfalls Gruppen anhand der Anzahl C-Atome gebildet und Isomere zusammengefasst.

Dadurch entsteht bei der Quantifizierung eine Unschärfe. Dieses Vorgehen entspricht jedoch dem Stand der Technik und wird auch in der ISO-Norm DIN 38407-42 angewendet. Das heisst, im Moment werden gemessene Konzentrationen von Isomergemischen mit Referenzwerten von Einzelverbindungen verglichen. Beim BAFU ist eine Vollzugshilfe für PFAS in Arbeit, welche dieses Vorgehen in Frage stellen könnte. Es empfiehlt sich, den aktuellen Stand beim Vollzug beim BAFU regelmässig zu überprüfen.

Dienstleistungen der Bachema AG

Probenahme: Da PFAS auch im Probenahmeequipment vorkommen, ist eine kontaminationsfreie Probenahme wichtig. Gerne führen wir Grundwasserprobenahmen für Sie durch.

Analytik: Wir bieten zwei PFAS-Programme an (jeweils für Wasserproben als auch für Feststoffe). Das Programm **PFASWklein** beinhaltet nur PFOS, PFOA und PFHxS, welche einerseits hauptsächlich in der Umwelt nachgewiesen werden und andererseits einen Höchstwert in der TBDV aufweisen. Das Programm **PFASWgross** beinhaltet perfluorierte Carbonsäuren mit Kettenlängen C₅-C₁₀ und ausgewählte perfluorierte Sulfonsäuren (Kettenlängen C₄, C₆, C₈). Zudem bieten wir auch weitere Verbindungen in der Einzelanalyse an (zurzeit noch nicht im akkreditierten Bereich): 6:2-FTS (6:2-Fluor-telomersulfonsäure oder auch als H₄PFOS bezeichnet), 8:2-FTS und EtFOSAA. Es gibt eine Vielzahl weiterer Isomere bzw. Isomergemische und Telomere, welche wir nicht bestimmen, die aber in der Umwelt eher untergeordnet vorkommen.

Referenz

¹ Konzentrationswerte BAFU: Konzentrationswerte für Stoffe, die nicht in Anhang 1 oder 3 AltIV enthalten sind, Download unter <https://www.bafu.admin.ch/dam/bafu/de/dokumente/altlasten/fachinfo-daten/konzentrationswerte.pdf>



Aktuell werden vermehrt Rückbauten und Sanierungen von Gebäuden vorgenommen. Die entsprechenden Gebäude stammen oftmals aus einer Zeit, als Materialien und Hilfsstoffe eingesetzt wurden, welche wir heute als Schadstoffe bezeichnen. Namentlich sind dies Asbest, PCB (polychlorierte Biphenyle), Chlorparaffine, PAK (polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe, Teer) und Holzschutzmittel. Die Bachema AG analysiert schon seit Jahrzehnten Gebäudeschadstoffe und hat auf diesem Gebiet ein entsprechend grosses Knowhow.

Vorkommen und Verbote

In der Schweiz ist die Verwendung von **Asbest** seit 1990 verboten. Bei älteren Gebäuden können aber immer noch asbesthaltige Materialien eingebaut sein. Dies sind z.B. Brandabschottungen, Isolationen im Innen- und Aussenbereich, Dichtungen, Dämmstoffe sowie Baumaterialien wie Eternitplatten.

Auch bei den **PCB**, die als Weichmacher und Flammschutzmittel in Dichtungsfugen oder in Anstrichen angewendet wurden, gibt es Produkte, die bis heute überdauert haben. Dies obwohl in der Schweiz 1972 PCB für offene Anwendungen verboten und 1986 das Totalverbot für das Inverkehrbringen erlassen worden ist. **Chlorparaffine** haben ähnliche technische Eigenschaften wie PCB und finden sich daher als Additive in ähnlichen Produkten wie PCB (Fugen, Anstriche etc.). Ein Verbot für die kurzkettingen Verbindungen (C10-C13) trat 2006 in Kraft. Die Gehaltsbestimmung von Chlorparaffinen in den verschiedenen Produk-

Anlieferung von Proben mit Verdacht auf Asbest

Bitte beachten Sie bei der Anlieferung für Proben mit Verdacht auf Asbest folgende Punkte:

- Verwenden Sie starke und luftdicht verschliessbare Probengefässe, z.B. dicht verschliessbare Kunststoffgefässe (können bei Bachema bezogen werden) oder Plastiksäcke («Minigrip»-Beutel).
- Doppelt verpackt: die erste dichte Verpackung muss immer in einer äusseren, ebenfalls dichten Verpackung sein. An der äusseren Verpackung darf es keinen Staub mehr haben.
- Auch Proben am Stück (z.B. Eternit-Platten, Kermikplatten mit Kleber, Novilon-Stücke etc.) müssen doppelt verpackt, luftdicht verschlossen angeliefert werden.
- Stellen Sie uns in Begleitung der Proben separat (z.B. per Email) die vollständige Probenliste zur Verfügung, die mit der Beschriftung auf den Behältnissen der angelieferten Proben übereinstimmt.

Die Probenahme sollte durch eine geschulte Fachperson (Gebäudeschadstoffdiagnostiker) entnommen werden. Die Mitgliederliste der von der SUVA anerkannten Fachpersonen finden Sie unter der Website der SUVA, im Speziellen unter www.forum-asbest.ch/adressliste/. Weitere nützliche Informationen zu Gebäudeschadstoffen, insbesondere Asbest finden Sie auf www.suva.ch und www.fages.org.

ten ist aufgrund der Vielzahl von Isomeren und Chlorierungsgraden sehr anspruchsvoll. Eine analytische Unterteilung in die verschiedenen Kettenlängen kann mit angemessenem Aufwand nur mit grosser Unsicherheit gemacht werden.

PAK findet man vor allem in Klebstoffen, Teerbelägen und Dachabdichtungen oder als Holzschutzmittel im Aussenbereich (z.B. Eisenbahnschwellen). Hier wurde ein Verbot 1970 durchgesetzt. Trotzdem gibt es auch bei den PAK diverse Beläge und Bauteile, welche heute noch in Gebrauch sind. Holzschutzmittel wie **PCP** (Pentachlorphenol) und **Lindan** wurden oft als Kombinationspräparate verwendet. Ein Verbot dieser Produkte trat 1989 in Kraft.

Gesetzliche Grundlagen bei Rückbautätigkeiten

Die Verordnung über die Sicherheit und den Gesundheitsschutz der Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer schreibt bei Bauarbeiten vor, dass gesundheitliche Risiken bei Bautätigkeiten bewertet und erforderliche Massnahmen geplant werden müssen. Die Grundlage zu diesen Bewertungen liefern Laboranalysen. Auch auf der Seite der entstehenden Bauabfälle ergibt sich ein Analysenbedarf: Immer mehr Baumaterialien werden wiederverwertet, sofern sie «unverschmutzt» sind. Die seit 2016 gültige VVEA beinhaltet die «Ermittlungspflicht», die vorschreibt, dass im Rahmen des Baubewilligungsgesuchs Angaben über die Art, Qualität und Menge der anfallenden Abfälle gemacht werden müssen, wenn umwelt- und gesundheitsgefährdende Stoffe zu erwarten sind (Art. 16).

Korrosionsschutzanstriche im Freien

Bei Sanierungen von z.B. Brücken, Masten von Hochspannungsleitungen oder Druckleitungen sind die Auswirkungen auf die Umwelt beim Entfernen der alten Korrosionsschutzanstriche abzuschätzen (s. Mitteilungen zur Luftreinhalteverordnung Nr. 12, BUWAL 2002, Korrosionsschutz im Freien). Hier bietet die Bachema AG die entsprechenden Analysen an. Nebst PAK und PCB gehören auch Schwermetalle (Mennige) sowie Chromat nach basischer Extraktion (DIN 15192) zu den geforderten Analysen.

Analysen auf Gebäudeschadstoffe bei der Bachema AG

Untersuchungen auf Asbest erfolgen mit der Polarisationsmikroskopie nach Veräscherung und Ansäuerung und resultiert in einer halb-quantitative Gehaltsangabe mit einer Klassierung der Asbest-Art. Bei einer Verbundprobe, die aus verschiedenen Baumaterialien besteht (z.B. Plattenkleber mit Resten der Platten), wird nur das Material untersucht, das unter Verdacht steht, Asbest zu enthalten (also z.B. der Kleber). Falls das andere Verbundmaterial ebenfalls Asbest enthalten könnte, sollte daraus eine zweite Probe erstellt und diese separat auf Asbest untersucht werden.

Untersuchungen von Farbanstrichen oder Dichtungsmaterialien auf PCB können einem vereinfachten Verfahren mit geringerer Empfindlichkeit als bei Deponiefragestellungen unterzogen werden, was weniger Kosten verursacht. Die höhere Bestimmungsgrenze genügt für die Abschätzung bzgl. Arbeitnehmerschutz oder mögliche Umweltauswirkungen während der Sanierungsarbeiten.

PAK-Gehalte in Bindemitteln von Asphaltbelägen werden auch gemäss der neuen VVEA via den Probenaufbereitungsschritt der Bindemittlextraktion ermittelt, obwohl der Grenzwert sich auf das Gesamtmaterial bezieht. Die Bindemittlextraktion wird vor allem aus labortechnischen Überlegungen eingesetzt, damit die PAK-Bestimmung genügend präzise und kontaminationsfrei erfolgt.



Zur Erlangung von korrekten Messresultaten ist die Probenahme der erste wichtige Schritt. Eine Laborprobe muss den beprobten Boden, den beprobten Abfall oder das beprobte Wasser in der jeweiligen Heterogenität gut repräsentieren. Dazu gibt es einige wertvolle Vollzugshilfen und Merkblätter¹⁻³. Weniger Augenmerk wird in diesen Vollzugshilfen auf den zweiten Schnitt zum guten Messresultat gelegt: Der Weg der Probe ins Labor.

Es gibt einige Fallstricke zu beachten, denn schon auf den Weg ins Labor ist die Probe Veränderungsprozessen unterworfen: Chemischer und biologischer Abbau der Zielsubstanz, Verdampfung bei sehr flüchtigen Verbindungen, Adsorption an die Wände ungeeigneter Gefässe sowie Kontamination durch Gefässe sind die wichtigsten.

Die ISO 17025 stellt Anforderungen

Das Thema ist bei ISO 17025 akkreditierten Labors stark im Fokus. Werden Proben untersucht, bei welchen die Sorgfaltspflicht beim Transport verletzt wurde, und der Kunde besteht trotz entsprechender Information durch das Labor auf der Prüfung, muss im Bericht ein Kommentar dazu angebracht werden.

Gefässe und Probentransport

Der Sorgfaltspflicht kann mit folgenden Regeln Rechnung getragen werden und oben genannte Veränderungsprozesse unterdrücken:

Geeignete Gefässe sind bei der Messung von fast allen Verbindungen wichtig. Organische Moleküle neigen dazu, an die Gefässwand zu adsorbieren und sind dadurch nicht mehr für die Analyse verfügbar. Plastikgefässe sind daher bei der Messung von organischen Verbindungen zu vermeiden (Ausnahmen: Glyphosat, NTA/EDTA, PFAS). Bei Untersuchungen auf flüchtige Verbindungen in Feststoffproben muss ein luftdichtes Glasgefäss randvoll ohne Luft-

einschluss abgefüllt werden. Luftdichte Gefässe sind bei Gasen (O₂) und Messungen, die durch Gase beeinflusst werden, wichtig. Z.B. kann der pH-Wert durch das CO₂ in der Atmosphäre verändert werden.

Sterile Gefässe sind für Proben mit mikrobiologischen Analysen zu verwenden.

Stabilisierung durch Chemikalien

wie Säuren, Basen und andere Stoffe oder Filtration ist je nach Parameter ebenfalls sehr zu empfehlen. Diese Chemikalien bzw. Filter und Spritzen sollten idealerweise durch das Labor zur Verfügung gestellt werden. Ansonsten läuft man Gefahr, eine Verschmutzung in die Probe einzubringen. Eine chemische Stabilisierung ist immer substanzspezifisch. Das heisst, bei der Messung unterschiedlicher Substanzen in derselben Probe müssen unter Umständen mehrere Probengefässe gefüllt und mit verschiedenen Konservierungsmitteln behandelt werden. Die genauen Anforderungen pro Parameter finden Sie in unserem Dienstleistungsverzeichnis auf Seite 46/47 und in der BAFU-UV.

Schnelle Anlieferung der Probe ins Labor ist ein Muss. So sind Proben für bakteriologische Analysen schon 24 Stunden nach Probenahme für den Zeitpunkt der Probenahme nicht mehr aussagekräftig messbar, können sich doch die Bakterien auf dem Weg ins Labor sowohl vermehren als auch ihre Teilungsfähigkeit verlieren, wodurch sie nicht mehr nachweisbar sind. Ebenfalls kritisch ist die Zeitspanne für flüchtige Verbindungen. Interne Versuche der Bachema AG haben gezeigt, dass schon nach ein bis zwei Tagen Verluste im hohen Prozentbereich resultieren. Obwohl bei einigen Parametern die Zeitspanne zwischen Probenahme und Laboranalyse unproblematisch



ist (z.B. alle Feststoffe, die nicht auf flüchtige Verbindungen analysiert werden müssen sowie Schwermetalle im Wasser), empfehlen wir generell, am Freitag keine Wasserprobenahmen durchzuführen, wenn die Proben nicht gleichentags im Labor abgegeben werden können.

Kühlung der Probe verlangsamt in der Regel die Veränderungsprozesse und ist daher in jedem Fall zu empfehlen.

Die Bachema AG unterstützt Sie!

Damit die Qualität der Untersuchung durch den Transport ins Labor nicht beeinträchtigt wird, unterstützen wir Sie: der Versandservice von Probenahmegefässen ist kostenlos. Wenn Sie uns vier Tage vor der Probenahme Ihre Bestellung über die Homepage, per email oder per Telefon mitteilen, erhalten Sie rechtzeitig alle erforderlichen Materialien für Ihre Probenahme, inkl. praktische Rücksendebox mit Rücksendeetikette (die Rücksendung muss vom Kunden frankiert werden). Bitte teilen Sie uns bei der Bestellung der Gefässe jeweils auch Ihr Analysenprogramm mit, weil je nach Parameter andere Gefässe und pro Probe bis zu 10 verschiedene Flaschen (und entsprechende Hilfsmittel) nötig sind.

Literatur:

- ¹ Praxishilfe «Grundwasserprobenahme», Vollzug Umwelt, BUWAL, heute BAFU.
- ² Handbuch «Probenahme und Probenvorbereitung für Schadstoffuntersuchungen in Böden», Vollzug Umwelt, BUWAL, heute BAFU.
- ³ Vollzug Umwelt «Probenahme fester Abfälle», BAFU

Checkliste für den Transport von Proben ins Labor	
generelle Punkte (gilt sowohl für Wasser- als auch für Feststoffproben)	
<ul style="list-style-type: none"> • Proben schnellstmöglich ins Labor liefern. • Anlieferung im Labor kurz vor dem Wochenende oder per Post am Samstag vermeiden. • Proben kühl transportieren. • Proben immer in geeigneten Gefässen transportieren. 	
speziell für Wasserproben	speziell für Feststoffproben
<ul style="list-style-type: none"> • Luftdichte Gefässe und blasenfreie Abfüllung bei der Analyse von gelösten Gasen und flüchtigen Verbindungen. • Proben durch vom Labor gelieferte Chemikalien stabilisieren. 	<ul style="list-style-type: none"> • Luftdichte Gefässe bei der Analyse von flüchtigen Verbindungen. • Bei Material mit grossen Steinen: (ggf. separate) Probe mit Feinanteil erstellen, um sie in luftdichte Glasgefässe abzufüllen.

Der Umgang mit Schwebstoffen und Sedimenten in Wasserproben

Wasserproben können Schwebstoffe oder sich rasch absetzende Sedimente enthalten. In diesen Fällen stellt sich die Frage, ob nur der im Wasser gelöste Anteil oder der Gesamtgehalt der Schadstoffe, d.h. die gelösten und die an Partikel gebundenen Schadstoffe, erfasst werden sollen. Je nach Zusammenhang kann das eine oder das andere zutreffen. Die beiden folgenden Beispiele sollen dies veranschaulichen.

Entscheidend ist die Fragestellung

Stammt eine Probe aus einer Grundwassermessstelle und dient sie dazu, die Belastung eines Standorts gemäss Altlastenverordnung zu beurteilen, dürfen die an Partikel gebundenen Schadstoffe nicht miterfasst werden. Dahinter steht die Überlegung, dass in einem Grundwasserleiter nur «gelöste» Schadstoffe transportiert werden können, an Partikel gebundene Schadstoffe jedoch nicht. Die Partikel in der Probe sind in der Regel Abrieb des Gesteins, in welches die Grundwassermessstelle abgeteufelt wurde. Beim Pumpvorgang werden diese Partikel aufgewirbelt und gelangen so in die Probe. Solche «Probenahmeartefakte» sind für die Beurteilung des Standorts nicht relevant.

Eine andere Situation liegt vor, wenn Grundwasser zwecks Trockenlegung einer Baugrube abgepumpt wird und beurteilt werden soll, ob das abgepumpte Wasser gemäss Gewässerschutzverordnung in ein Gewässer oder in die Kanalisation eingeleitet werden darf. In diesem Fall müssen auch die an Partikel gebundenen Schadstoffe miterfasst werden, denn auch diese werden ins Gewässer resp. in die Kanalisation transportiert.

Konsequenzen für die Probenahme und Probenvorbereitung

Je nach Entscheid, ob nur die «gelösten» oder auch die an Partikel gebundenen Schadstoffe berücksichtigt werden sollen, ist bei bestimmten Parametern bereits bei der Probenahme anders vorzugehen. Sollen beispielsweise in einer Grundwasserprobe ausschliesslich die «gelösten» Schwermetalle erfasst werden, ist die Abtrennung der an Partikel gebundenen Schadstoffe bereits im Feld vorzunehmen, typischerweise mittels Membranfiltration der Probe bei 0.45 µm. Bei organischen Schadstoffen sollte auf eine Filtration verzichtet werden, weil diese Schadstoffe an das Filtermaterial adsorbieren und folglich Minderbefunde auftreten können. Bei organischen Schadstoffen erfolgt die Abtrennung der an Partikel gebundenen Schadstoffe im Labor, meist durch Setzenlassen der Partikel über Nacht und anschliessende Extraktion und Analyse des Überstandes. Die Abtrennung der Partikel und die Extraktion des Überstandes sollten möglichst rasch nach der Probenahme erfolgen um zu verhindern, dass gelöste Schadstoffe an Partikel oder an der Gefässwand adsorbieren und dadurch nicht mehr miterfasst werden.

Handelt es sich hingegen um eine Wasserprobe, in der auch die an Partikel gebundenen Schadstoffe (Gesamtgehalte) erfasst werden sollen, werden bei der Bestimmung von organischen Parametern allfällige in der Probe enthaltene Schwebstoffe mitextrahiert. Bei der Bestimmung von Schwermetallen ist zudem ein Säureaufschluss erforderlich, um die an oder in den Partikeln vorhandenen Metalle zugänglich zu machen.

Konvention «gelöst» — «gesamt»

Die Trennung zwischen «gelösten» Anteilen und Gesamtgehalten erfolgt gemäss gültiger Konvention bei Schwermetallen, Anionen und Kationen sowie beim gelösten, organischen Kohlenstoff (DOC) mittels Membranfiltration bei 0.45 µm. Bei den organischen Schadstoffen erfolgt die Trennung durch Setzenlassen über Nacht. Dies bedeutet, dass Anteile der jeweiligen Analyten, welche an Feinpartikeln gebunden sind, die einen Durchmesser von <0.45 µm haben resp. die sich über Nacht nicht absetzen, den «gelösten» Schadstoffen zugerechnet werden¹.

Kommunikation zwischen Auftraggeber, Probenehmer und Labor

Die folgende Tabelle soll bei der Entscheidung helfen, ob nur die gelösten Anteile oder die Gesamtgehalte der Schadstoffe berücksichtigt werden sollen und weist auf die bei der Probenahme und Probenvorbereitung zu beachtenden Punkte hin. Da die Unterscheidung von «gelöst» und «gesamt» je nach Parameter bereits zum Zeitpunkt der Probenahme vorgenommen werden muss, kommt der rechtzeitigen und guten Kommunikation zwischen Auftraggeber, Probenehmer und Labor eine besondere Bedeutung zu. Im Analysenauftrag sollte ausser den gewünschten Parametern auch angegeben sein, ob diese «gelöst» oder «gesamt» analysiert werden sollen.

Literatur:

¹ BAFU-Umweltvollzugshilfe Messmethoden im Abfall- und Altlastenbereich, BAFU-UV

Umgang mit Schwebstoffen in Wasserproben		
	Gelöste Gehalte	Gesamtgehalte
Typische Fragestellungen	Belasteter Standort nach AltIV, Schutzgut Grundwasser (Beprobung des Grundwassers via eine Grundwassermessstelle oder Beprobung des Eluats nach Durchführung eines Eluat-tests nach AltIV)	Abwasser, welches in ein Gewässer eingeleitet wird nach GSchV Belasteter Standort nach AltIV, Schutzgut Oberflächengewässer
Probenahme	Filtration vor Ort (Metalle) Stark versandete Grundwassermessstellen sind ungünstig	Möglichst repräsentative Probenahme bezüglich Partikel
Probenvorbereitung anorganische Parameter (Schwermetalle)	Filtration über Membranfilter mit Porengrösse von 0.45 µm	Säureaufschluss (Bei gut wasserlösliche Komponenten wie z.B. Ammonium, Fluorid etc. kann auch filtriert werden, falls es das analytische Verfahren erfordert.)
Probenvorbereitung organische Parameter	Über Nacht Absetzen-lassen, Messung erfolgt im Überstand	Extraktion der Gesamtprobe (inkl. Schwebstoffe)



Bestimmungsunsicherheit

Das Thema der Mess- oder Bestimmungsunsicherheit (BU) ist komplex und fordert sowohl Anwender als auch das Analyselabor. Bereits die «Ur-Norm» für Qualitätssicherung von Prüflaboren, die EN 45001, hat die Schätzung der BU gefordert, wenn dies der Auftraggeber verlangte. Dass Analyseergebnisse streuen können und damit die Interpretation der Ergebnisse beeinflusst werden, ist den Laboranalytikern längst bekannt. Bis weit in die 90er Jahre wurde die BU einfach gehandhabt: Der Analytiker unterschied zwischen zwei Typen von Fehlern, dem systematischen Fehler und dem zufälligen Fehler. Der zufällige Fehler wurde mit einer statistischen Anzahl von Experimenten ermittelt und mittels Fehlerfortpflanzungsgesetz wurden die verschiedenen Fehlerbeiträge zu einer Grösse verrechnet. Der systematische Fehler wurde mangels Kenntnis des sogenannten «wahren Wertes» nicht ermittelt, es wurde lediglich versucht, ihn mittels Referenzmaterialien und Ringversuchen unter Kontrolle zu halten. Der Kunde wurde im Analysenbericht nicht mit der BU des Ergebnisses konfrontiert. Heute ist es für ein akkreditiertes Labor Pflicht, die Unsicherheiten von Prüfergebnissen in einer numerischen Grösse auszuweisen.

Grundlage für die Ermittlung der Bestimmungsunsicherheit (BU)

Bei der Ermittlung der BU berufen sich die akkreditierten Laboratorien weitgehend auf den GUM, den Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement, 1993 erstmals herausgegeben von der ISO (International Standardisation Organisation). In diesem Leitfaden werden die beiden Fehlertypen – zufälliger und systematischer – derart kombiniert, dass eine einzige Zahl die gesamte Unsicherheit eines Prüfmethodeparameters beschreibt. Benutzt man noch das Verfahren des Erweiterungs-Faktors, das ebenfalls im GUM beschrieben ist, wird

die BU zusätzlich mit einer statistischen Bestimmtheit versehen, beispielsweise 95% bei der Verwendung eines Faktors von $k=2$. Bei diesem Beispiel spricht der GUM von der kombinierten erweiterten Unsicherheit mit Vertrauensbereich von 95%.

Die BU bei der Bachema AG

Die Bachema AG klassifiziert seine Prüfmethodeparameter in verschiedene BU-Klassen. Diese Klassifizierung macht eine robuste Aussage über die Verlässlichkeit und Interpretierbarkeit eines Analyseergebnisses. Beispielsweise wird für die Analyse von PAK in Wasser eine BU Klasse von 12–24% ausgewiesen. Dies bedeutet, dass ein entsprechendes Ergebnis kaum genauer ist als $\pm 12\%$, jedoch innerhalb von $\pm 24\%$ des berichteten Wertes liegt, dies mit einer Wahrscheinlichkeit von 95%. In der heutigen Anwendung werden 4 Klassen unterschieden:

- a) 2–6%
- b) 6–12%
- c) 12–24%
- d) 24–48%

Die BU als Klasse ist die Antwort der Bachema auf die Forderung der ISO EN 17025 «Prüflaboratorien müssen über Verfahren für die Schätzung der Messunsicherheit verfügen und diese anwenden». Die BU der Bachema beinhaltet sämtliche Unsicherheitsbeiträge ab dem Eingang der Probe ins Labor:

- Probenvorbereitung (Homogenisierung, Mischung, Teilung)
- Probenaufbereitung (Extraktion, Aufschluss, Anreicherung, Aufreinigung)
- Verdünnung, Messung und Quantifizierung

Die entsprechende Klasse bezieht sich auf Analyseergebnisse im relevanten Konzentrationsbereich und hat eine statistische Sicherheit von 95%. Für Ergebnisse bei der Bestimmungsgrenze (BG) ist die deklarierte BU in der Regel nicht anwendbar, hier muss mit einem zusätzlichen Un-

sicherheitsfaktor von 3 und mehr gerechnet werden.

Ermittlung und Überprüfung der BU

Damit die ausgewiesene BU verlässlich für alle Proben anwendbar ist, hat die Bachema AG ein dreistufiges Verfahren zur Ermittlung und Überprüfung entwickelt und etabliert. In einem ersten Schritt wird die BU eines Prüfmethodeparameters auf zwei Arten ermittelt:

- a) aufgrund von statistischen Validierungsexperimenten (s. GUM Methode A),
- b) aufgrund von geschätzten Fehlerbeiträgen von Arbeitsschritten der jeweiligen Prüfmethode (s. GUM Methode B).

In einem zweiten Schritt wird dem Prüfmethodeparameter eine der vier festgelegten Klassen zugeordnet. Dass sich die beiden Ergebnisse der BU aus a) und b) bzgl. der Klasse widersprechen, kommt vor. In diesem Fall wird jeweils die höhere BU festgelegt und ausgewiesen. In einem endlosen dritten Schritt wird die BU-Klasse mittels Vergleichsmessungen kontinuierlich überprüft. Dazu werden arbeitstäglich Messungen mit Proben von bekanntem Gehalt gemacht und die Abweichung des Ergebnisses vom bekannten Referenzwert berechnet. Ist die Abweichung innerhalb der BU-Klasse, welche der Analysenmethode zugeordnet ist, dann ist die BU Klasse bestätigt. Diese erfolgreiche Bestätigung der BU Klasse ist auch eine der Grundlagen, wie Analyseergebnisse aus Kundenproben validiert werden.

Bestimmungsunsicherheit und seine Wirkung im Vollzug

Die eigentliche Herausforderung im Zusammenhang mit der BU ist, deren Berücksichtigung im Vollzug.

Aus der Geschwindigkeitsüberwachung im Strassenverkehr kennen wir einen möglichen Umgang mit der BU. Hier wird die ermittelte maximale Unsicherheit jeweils vom ermittelten Wert abgezogen. Dadurch ist die ausgewiesene Geschwindigkeit auf dem Bussenzettel meist tiefer als die effektive. Werden die Messgeräte optimiert und die ermittelte BU dadurch tiefer, sind die «freien Kilometer» jedoch plötzlich geringer. In der Umweltanalytik ist theoretisch ein gleiches Vorgehen denkbar. Dort, wo bei der Festlegung der Grenz- und Richtwerte die BU nicht berücksichtigt worden ist, würde sie eine Heraufsetzung der Grenzwerte um den Betrag der BU bewirken. Momentan gängige Praxis ist jedoch, den Grenzwert mit dem erhaltenen Resultat direkt zu vergleichen. Bei Umweltproben – anders als bei Geschwindigkeitsmessungen – variiert die BU von Parameter zu Parameter, von Probe zu Probe und von Labor zu Labor.



Umgang mit Bestimmungsunsicherheiten in der Mikrobiologie

In der Mikrobiologie werden im Gegensatz zur chemischen Analytik nicht Teile in Molekül- oder Atom-Grösse gemessen sondern viel grössere Partikel, nämlich Lebewesen, einzelne Zellen. Bei den klassischen Kultivierungsmethoden, die genormt und häufig angewendet werden, haben diese Lebewesen sogar die Eigenschaft, dass sie sich vermehren können. Diese «Teile», um die es bei der Analytik in der Mikrobiologie geht, verhalten sich grundlegend anders als bei chemischen Messverfahren. Deshalb müssen die Resultate auch anders interpretiert bzw. statistisch angegangen werden.

Molekülkonzentrationen in der Chemie

Bei chemischen Messmethoden werden in der Regel Elemente oder Moleküle gemessen, deren Resultat in mg/L angegeben werden. Dabei handelt es sich konkret um eine unvorstellbar hohe Zahl an Teilchen, also z.B. bei einem Resultat von Calcium im Trinkwasser von 80 mg/L wären das 1.2×10^{21} Teilchen. Das sind so viele Teilchen, dass man die Zahl nicht vernünftig ausschreiben kann und sie mit Hilfe der Zehnerpotenz angeben muss. Wenn bei einem Messverfahren nicht die genaue Anzahl Teilchen ermittelt werden kann und z.B. 10 Teilchen mehr oder weniger dazu gezählt würden, wäre das nicht «spürbar».

Zählbar wenige Kolonien

Bei den mikrobiologischen Kultivierungsmethoden hingegen handelt es sich um einzelne Teilchen, einzelne Lebewesen, die sich vermehren können und deshalb Kolonien bilden. Die Masseinheit lautet deshalb Kolonie-bildende Einheiten (KBE) pro untersuchtem Volumen. Bei der Ermittlung eines Resultats von mikrobiologischen Kultivierungsmethoden werden sehr oft die

entstandenen Kolonien von Auge gezählt, also mittels einfacher «Handarbeit» anstatt mittels technisch komplexem Detektor.

Zufallsverteilung

Wie sich diese wenigen Teilchen in einem Volumen Wasser verhalten können, ist in einer Skizze unten auf dieser Seite veranschaulicht: Sie zeigt 30 einzelne, vermehrungsfähigen Bakterien – z.B. *Escherichia coli* – zufällig verteilt in einem Liter Wasser. Wenn man nun eine Wasserprobe mit 100 mL Volumen aus diesem Liter entnehmen würde, und es würde sich zufällig um die erste Probe von links in der Skizze handeln, dann hätte man nach erfolgter Analyse ein Resultat für *E. coli* von 7 KBE/100 mL. Bei der 2. Probe von links wäre es 1 KBE/100 mL, bei der 3. Probe 0, dann wieder 7 usw. Diese unterschiedlichen Resultate von mehreren Stichproben aus dem gleichen Wasserkörper würden nur allein durch die Zufallsverteilung zustande kommen. Diese Unterschiede haben nichts mit einem Fehler bei der Messung zu tun.

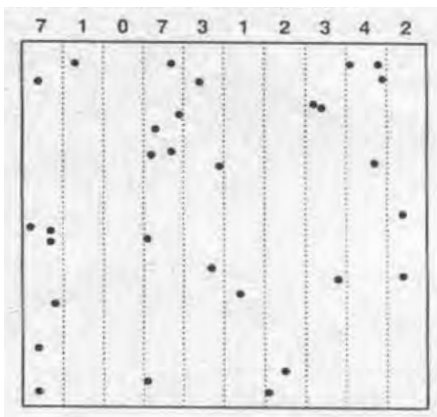
Das Probenaliquot mit dem Resultat 0 kommt in diesem Beispiel nur einmal vor. Man würde also mit einer relativ kleinen Wahrscheinlichkeit (10%) dieses Aliquot mit 0 *E. coli* «erwischen». Bei allen anderen Proben wäre die Interpretation «Nachgewiesen in 100 mL», womit die gesetzlichen Anforderungen an Trinkwasser gemäss TBDV nicht erfüllt wären.

Diese Zufallsverteilung der wenigen Bakterien in einer Wasserprobe wird in der Statistik mit der **Poisson-Verteilung** beschrieben (benannt nach dem französischen Physiker und Mathematiker S.D. Poisson). Gemäss dieser Formel müsste ein Resultat von 0 oder «n.n. – nicht nachweisbar» in 100 mL 3 mal parallel bestätigt sein, um mit näherungsweise 100%iger Sicherheit sagen zu können, dass auch in der ersten Probe der Wert «n.n.» korrekt ist. Diese Unsicherheit ist gemäss Gesetzgebung (TBDV) bereits im Höchstwert mitberücksichtigt.

Dennoch verleiten die numerischen Werte eines mikrobiologischen Resultats manchmal zu spontanen Fehlinterpretationen, wenn die eine Zahl etwas höher ist als die andere. Bei Vergleichen von Resultaten von Wasserproben aus einem System oder im Rahmen einer Zeitreihe muss man sich bei tiefen Werten diese Gesetzmässigkeit der Poissonverteilung bewusst machen, um keine falschen Schlüsse zu ziehen.

Die Tabelle rechts enthält Kommentare zur Richtigkeit eines Resultates bzw. zu einer möglichen Variation unter Berücksichtigung der Poisson-Verteilung.

Interpretationshilfen zu mikrobiologischen Resultaten in KBE pro Volumen	
Resultat	Kommentar zur Richtigkeit des Wertes bzw. mögliche Variation des Resultats
0 oder n.n.	Mit 3 parallelen Untersuchungen und 3 Resultaten mit «0» wäre der «wahre» Wert mit praktisch 100%iger Sicherheit auch 0, bzw. n.n. im untersuchten Volumen.
1	Mit gleicher Wahrscheinlichkeit könnte das Resultat auch 0 oder 2 sein; und ein kleines bisschen weniger wahrscheinlich auch 3.
2	Mit gleicher Wahrscheinlichkeit könnte das Resultat auch 1 oder 3 sein und ein kleines bisschen weniger wahrscheinlich auch 0 oder 4.
3	Mit gleicher Wahrscheinlichkeit könnte das Resultat auch 1 oder 2 sein und ein kleines bisschen weniger wahrscheinlich auch 4, 5, 6 oder 0.
4-10	Das Resultat könnte genauso gut um den Faktor 2 bis 1.5 variieren.
10-30	Das Resultat könnte genauso gut um den Faktor 1.5 bis 0.2 variieren.
30-300	Idealer Bereich beim Plattengussverfahren, um Kolonien zu zählen. Wenn das Resultat in diesem Bereich liegt, ist es aufgrund der Zufallsverteilung mit hoher Wahrscheinlichkeit richtig bzw. die Variation liegt bei nur etwa 30%.
>300	Bei Koloniezahlen grösser als 300 muss eine Probe verdünnt werden, womit das untersuchte Volumen kleiner wird. Durch die Verdünnung entsteht ein zusätzlicher Unsicherheitsbeitrag durch den Arbeitsschritt, womit die Bestimmungsunsicherheit wieder grösser wird als im Idealen Quantifizierungsbereich von 30-300.



Skizze mit 30 zufällig verteilten Bakterien in einem Liter Wasser, aus dem 10 Proben à je 100 mL entnommen werden.

Nach H.E. Tillet und N.F. Lightfoot (1995) "Quality control in environmental microbiology compared with chemistry: what is homogenous and what is random." *Water science and technology* 31 (5-6): 471-477.



Verzeichnis der Abkürzungen

AAS	Atomabsorptionsspektrometrie
AFS	Atomfluoreszenzspektrometrie
AltIV	Altlastenverordnung
AOX	Adsorbierbare organische Halogenverbindungen
ASE	Accelerated Solvent Extractor
AWEL	Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft, Kanton Zürich
BAFU-UV	Bundesamt für Umwelt Vollzugshilfe Messmethoden oder Messmethoden im Abfall- und Altlastenbereich
BAFU-UV-4013	Bundesamt für Umwelt Vollzugshilfe PCB-haltige Fugendichtungsmassen
BAG	Bundesamt für Gesundheit
BG	Bestimmungsgrenze
BSB5	Biochemischer Sauerstoffbedarf über 5 Tage
BTEX	Benzol, Toluol, Ethylbenzol, Xylole
BU	Bestimmungsunsicherheit
ChemRRV	Chemikalien-Risikoreduktions-Verordnung
CIC	Combustion Ion Chromatography
CKW/CLM	Chlorierte Kohlenwasserstoffe / Chlorierte Lösungsmittel
CSB	Chemischer Sauerstoffbedarf
DIN	Deutsche Industrienorm
DOC	Gelöster organischer Kohlenstoff (Dissolved Organic Carbon)
EOX	Extrahierbare organische Halogenverbindungen
EPA	Environmental Protection Agency (US-Umweltbehörde)
FIV	Fremd- und Inhaltsstoffverordnung
FOCI	Flüchtige organische Halogenverbindungen, Summe
GC	Gaschromatographie
GC-ECD	Gaschromatographie mit Elektroneneinfangdetektor (Electron Capture Detector)
GC-FID	Gaschromatographie mit Flammenionisationsdetektor
GSchV	Gewässerschutzverordnung
GUS	Gesamte ungelöste Stoffe
HPLC	Hochdruckflüssigkeitschromatographie (High Performance Liquid Chromatography)
HRICPMS	High Resolution Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry
HyV	Hygieneverordnung
IC	Ionenchromatographie
ICPMS	Induktiv gekoppeltes Plasma mit Massenspektrometrie
ICPOES	Induktiv gekoppeltes Plasma mit optischer Emissionsspektrometrie
ISE	Ionenselektive Elektrode
ISO	International Organization for Standardization
KBE	Koloniebildende Einheit (Bakteriologie)
KW	Kohlenwasserstoffe
LC-MS/MS	Liquid Chromatography Tandem Mass Spectrometry
MS	Massenspektrometrie
OKR	Oberkant Rohr (für Entnahmetiefe oder Wasserspiegelmessungen)
OKT	Oberkant Terrain (für Entnahmetiefe oder Wasserspiegelmessungen)
PAK	Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe
PCB	Polychlorierte Biphenyle
REE	Rare Earth Elements
RFA	Röntgenfluoreszenz-Analyse (englisch: XRF)
SEE	Metalle der Seltenen Erden
SLMB	Schweizerisches Lebensmittelbuch
TBDV	Verordnung über Trinkwasser sowie Wasser in öffentlich zugänglichen Bädern und Duschanlagen
TE/F	Trübungseinheit Formazin
TOC	Totaler organischer Kohlenstoff (Total organic carbon)
TS	Trockensubstanz
VBBö	Verordnung über Belastungen des Bodens
VKCS	Verband der Kantonschemiker der Schweiz
VOC	Flüchtige organische Verbindungen (Volatile Organic Compounds)
VVEA	Verordnung über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen
WBo	Wegleitung über die Verwertung von ausgehobenem Boden (Bodenaushub)

Allgemeine Geschäftsbedingungen der Bachema AG

Lieferfristen

Die Lieferfrist für Standarduntersuchungen liegt in der Regel bei 5–10 Arbeitstagen. Bei aufwändigeren Analysenaufträgen (Grossserien, Säuleneluat nach AltIV, Problemlösungen usw.) muss unter Umständen mit längeren Lieferfristen gerechnet werden.

Express-Analysen (Lieferfrist 1–3 Tage) werden innerhalb der technisch möglichen kürzesten Frist bearbeitet.

Proben- und Datenaufbewahrung

Rückstellmuster von allen Feststoffproben werden mindestens 12 Monate aufbewahrt. Eine längere Archivierung kann gegen eine zusätzliche Lagergebühr in Auftrag gegeben werden.

Wasserproben werden nur im Ausnahmefall über die Untersuchungszeitspanne hinaus aufbewahrt.

Labordaten werden 2 Jahre, Berichtsdaten 10 Jahre aufbewahrt.

Geheimhaltung

Die Bachema AG verpflichtet sich, sämtliche Daten und Informationen, die im Rahmen der Auftragsbearbeitung über den Auftraggeber und dessen Produkte bekannt werden, streng vertraulich zu behandeln und sie insbesondere gegenüber Dritten geheim zu halten. Ohne anderslautende Instruktionen des Auftraggebers werden die Untersuchungsergebnisse ausschliesslich dem Auftraggeber oder dem im Auftrag bezeichneten Partner mitgeteilt.

Qualitätssicherung

Die Bachema AG betreibt seit März 1994 ununterbrochen ein Qualitätssicherungssystem nach EN 45001 bzw. ISO 17025

(ab 2001). Der Geltungsbereich mit den entsprechenden Prüfverfahren ist bei der Schweizerischen Akkreditierungsstelle unter der STS-Nr. 0064 einsehbar. In den Prüfberichten sind die Resultate gekennzeichnet, die mit Verfahren ermittelt worden sind, welche nicht im Geltungsbereich der Akkreditierung liegen.

Referenzmethode

Das von der Bachema AG angewandte, validierte Verfahren führt zu denselben Messergebnissen wie die jeweils zitierte Referenzmethode.

Berichterstattung

Das Erstellen eines übersichtlichen Prüfberichtes mit Gegenüberstellung von Referenzwerten ist im Untersuchungspreis inbegriffen.

Der Bericht ist darauf ausgerichtet, die Resultate im Kontext des Kunden möglichst kompakt und übersichtlich darzustellen. Auf Analysendetails (Analysendatum, Messprinzip, Bestimmungsunsicherheit etc.) wird deshalb in unserem Standardbericht verzichtet. Diese zusätzlichen Angaben zum Untersuchungsbericht können jederzeit auf Wunsch geliefert werden. Ein ausführlicher Kommentar, der die Ergebnisse im Kontext des Kunden interpretiert, wird zusätzlich und nach Aufwand verrechnet.

Im Fall von Vergleichen mit gesetzlichen Grenz-, Höchst-, Richt-, Anforderungs- oder Konzentrationswerten gehen wir – sofern im Bericht nicht anders deklariert – nach dem Grundsatz der Vollzugshilfe BAFU «Messmethoden im Abfall- und Altlastenbereich» vor: «Für die Beurteilung einer Stichprobe bezüglich Grenzwerteinhaltung

oder –nichteinhalten, gilt ausschliesslich der ausgewiesene Messwert. Bestimmungsunsicherheiten werden weder abgezogen noch dazugezählt.» Dies gilt für alle Probenotypen und Referenzwerte, ob sie aus der systematischen Rechtssammlung der Schweiz oder aus anderen Richtlinien stammen.

Preise und Mehrwertsteuer

Dienstleistungen werden, sofern nicht anders vereinbart, zu den Bedingungen des aktuellen Dienstleistungsverzeichnisses verrechnet. Die darin aufgeführten Preise sind exklusiv Mehrwertsteuer (aktuell 7.7%). Bei Annullierung eines laufenden Auftrages werden die bis zur Annullierung bereits durchgeführten Dienstleistungen verrechnet.

Die Zahlungsfrist beträgt 30 Tage ohne Skontoabzug.

Rabatte

Im Falle von identischen Analysen an mehreren Proben gleichzeitig werden folgende Mengenrabatte gewährt:

- ab 3 Proben 10%
- ab 10 Proben 15%

Für periodische Aufträge und Gesamtprojekte können spezielle Rabatte gewährt werden.

Expresszuschläge

Expressanalysen (Lieferfrist 1–3 Tage, je nach Analyse) werden innerhalb der technischen Möglichkeiten ausgeführt. Nach Absprache mit dem Auftraggeber wird ein genereller Zuschlag von 20% verrechnet, oder es werden keine Mengenrabatte gewährt.

Unternehmensleitbild

1. Im Dienste unserer Umwelt

Die Bachema AG betreibt ein analytisches Labor, das auf hohem technisch-wissenschaftlichen Niveau und unter modernsten Laborbedingungen unparteiliche Analysen im Dienste der Umwelt und des Umweltschutzes erstellt. Im Zentrum der Bachema-Dienstleistungen stehen chemisch-analytische und bakteriologische Untersuchungen in den Bereichen Grundwasser- und Gewässerschutz sowie der Trinkwasserhygiene. In diesen Themenkreis gehören auch analytische Untersuchungen von Feststoffproben aus Boden, Deponien und Altlasten sowie aus dem Recycling von Baurestmassen.

2. Im Dienste unserer Kunden

Die Bachema AG produziert für ihre Kunden Daten und Ergebnisse, die richtig und in der vereinbarten Zeit erarbeitet sind und auf die Fragestellung des Kunden eine hinreichend detaillierte Antwort geben. Zum Service der Bachema AG gehören das Zur-Verfügung-Stellen geeigneter Gebinde für die Probenahme durch den Kunden, die zugehörige, individuelle Kundenberatung, sowie praktikable, auf Kundenbedürfnisse angepasste Öffnungszeiten für die Anlieferung der Proben. Kunden können sich jederzeit auf einen vertraulichen Umgang mit Daten und Informationen verlassen.

3. In Kooperation mit unseren Mitarbeitern

Die Bachema AG orientiert sich an einer Vertrauenskultur mit selbstständig denkenden Mitarbeitern. Diese Kultur wird gepflegt, gefördert und weiterentwickelt. Fachkompetenz und Motivation sind wesentlich für den Erfolg der Bachema AG. Daher sind Ausbildung, Weiterbildung, die Gestaltung von Handlungsfreiräumen und der laufende Ausbau der Fähigkeiten der Mitarbeitenden wichtige Orientierungen in der täglichen Arbeit. Die Bachema AG ist Ausbildungsstätte für Lehrlinge, Praktikantinnen und Praktikanten. Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz sind durch die laufende Auseinandersetzung mit den Vorgaben der EKAS – Eidgenössische Kommission für Arbeitssicherheit gesichert.

4. Mit intakter Organisation und Führung

Arbeiten und Kundenleistungen der Bachema AG sind geführt, geplant, gesichert und nachvollziehbar. Dazu sind die Systematiken beschrieben und werden laufend aktualisiert und weiterentwickelt. Zur unabhängigen Sicherung und kontinuierlichen Verbesserung hat sich die Bachema AG verpflichtet, die Forderungen der ISO 17025 zu erfüllen und ist diesbezüglich von der Schweizerischen Akkreditierungsstelle akkreditiert.

5. Mit optimalen Ressourcen

Die Bachema AG pflegt langfristige Beziehungen mit ihren Lieferanten und hilft seinen Lieferanten ihre Leistungen weiter zu entwickeln und auch zu sichern. Die tägliche Arbeit findet unter modernsten Laborbedingungen und mittels technisch hochstehenden Einrichtungen und Hilfsmittel statt. Der Umgang mit Ressourcen ist sorgfältig. Insbesondere wird auf Schonung geachtet und Umweltschutz wird gefördert.

6. Eigenverantwortlich und unabhängig

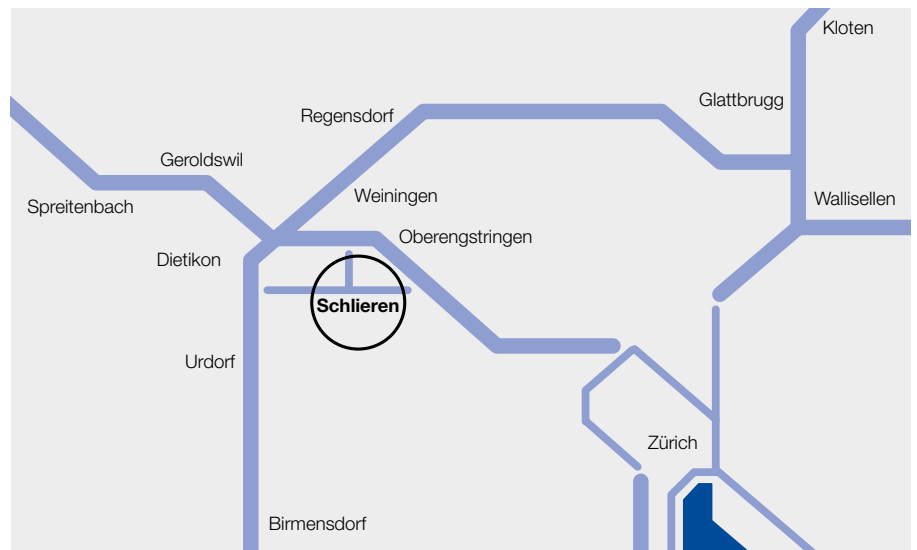
Die Bachema AG ist zu 100% im Besitz ihrer aktiven leitenden MitarbeiterInnen. Gleichzeitig pflegt die Bachema AG einen breiten Kundenstamm und verzichtet auf jede Form von Exklusiv-Verträgen. Damit wird ein hohes Mass an Eigenverantwortung und Unabhängigkeit gesichert.

So finden Sie uns

Bachema AG
Analytische Laboratorien
Rütistrasse 22
CH-8952 Schlieren

Tel. 044 738 39 00
Fax 044 738 39 90

info@bachema.ch
www.bachema.ch

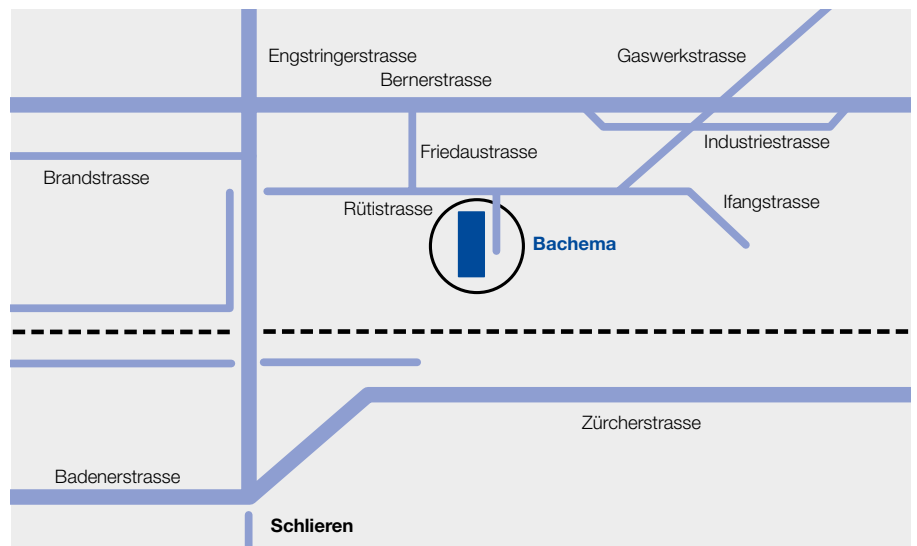


Öffnungszeiten und Probenannahme

Durchgehende Öffnungszeiten:

Montag bis Freitag
7:30–18:00 Uhr

Probenanlieferungen nach 17:00 Uhr auf
Vor Anmeldung:
Telefon 044 738 39 00



Bahnverbindungen

- S-Bahn-Linie 11: Aarau – Schlieren – Sennhof-Kyburg / Seuzach
- S-Bahn-Linie 12: Brugg – Schlieren – Schaffhausen / Wil SG

Fusswege

- 4 Minuten vom Bahnhof
- 2 Minuten von den Bus-Haltestellen Industrie-Strasse und Rüti-Strasse

Impressum

Text / Gestaltung / Realisation
Bachema AG, Schlieren

Fotografie und Bildgestaltung
Mathias Arnold Fotografie, Altdorf

Lithografie und Druck
DAZ – Druckerei Albisrieden AG, Zürich

Papier
FSC-zertifiziert, klimaneutral gedruckt

© Bachema AG, Dezember 2020

Bachema AG
Analytische Laboratorien
Rütistrasse 22
CH-8952 Schlieren
Tel. 044 738 39 00
Fax 044 738 39 90
info@bachema.ch
www.bachema.ch