

530 Behandlung von Grundwasser, Prozess- oder Sickerwasser

530.1 Leistungsbeschreibung (rechtliche/technische Grundlagen)

530.1.1 Angaben zum Inhalt und zur Anwendung des Leistungsbereiches

Dieser Leistungsbereich beinhaltet die Aufbereitung und Reinigung von Grundwasser, Prozess- oder Sickerwasser. Der Leistungsbereich kann angewendet werden für die Abschätzung von Bau- und Betriebskosten einer Wasseraufbereitungsanlage.

530.1.2 Rechtlich-technische Grundlagen

Bei Planung, Bau, Betrieb und Instandhaltung von Wasseraufbereitungsanlagen sind die einschlägigen Rechtsvorschriften sowie die allgemein anerkannten Regeln der Technik (DVGW-Regelwerk, DWA-Regelwerk, VDMA-Einheitsblätter, VDI/VDE-Richtlinien, DIN-Normen) sowie das Regelwerk der Berufsgenossenschaften einzuhalten.

Folgende Rechtsbereiche sind von Bedeutung:

Bodenschutzrecht

Gemäß § 4 Abs. 3 Bundes-Bodenschutzgesetz (BBodSchG) sind die bodenschutzrechtlich verantwortlichen Personen (Verursacher und dessen Gesamtrechtsnachfolger, Grundstückseigentümer, früherer Eigentümer, Delinquent, Inhaber der tatsächlichen Gewalt sowie wer aus handelsrechtlichem oder gesellschaftsrechtlichem Rechtsgrund für eine juristische Person einzustehen hat, der ein Grundstück gehört, das mit einer schädlichen Bodenveränderung oder einer Altlast belastet ist) dazu verpflichtet, die durch Altlasten oder schädliche Bodenveränderungen verursachten Gewässerschäden zu sanieren. Nach § 13 Abs. 1 BBodSchG soll die zuständige Behörde bei besonders gravierenden Altlasten auch für Sanierungen von Grundwasserschäden einen Sanierungsplan verlangen. Anforderungen an den Sanierungsplan werden in Anhang 3 der Bodenschutz- und Altlastenverordnung geregelt (BBodSchV). Dem Sanierungsplan sind die erforderlichen bau-, wasser-, immissionsschutz- und abfallrechtliche Antragsunterlagen beizufügen, sofern der Sanierungsplan nach § 13 Abs. 6 BBodSchG für verbindlich erklärt werden soll.

Wasserrecht (WHG)

Gemäß §§ 8 und 9 Abs. 1 Nr. 4 und 5 WHG ist sowohl die Grundwasserentnahme wie auch die Wiedereinleitung von gereinigtem Grundwasser (Reinfiltration, Direkt- oder Indirekteinleitung) erlaubnispflichtig. Die entsprechenden Anträge sind der zuständigen Behörde (i.d.R. Untere Wasserbehörde) zur Genehmigung vorzulegen.

Werden wassergefährdende Stoffe beim Betrieb der Reinigungsanlage eingesetzt, können sich je nach Art und Menge der gelagerten Stoffe, Auflagen hinsichtlich der Lagerart sowie zur Löschwasserrückhaltung ergeben.

Bundes-Immissionsschutzrecht

Anlagen zur Grundwasserreinigung sind gemäß BImSchG keine genehmigungsbedürftigen Anlagen. Eine Genehmigung ist erforderlich, wenn zum Reinigungsprozess thermische Anlagen (thermische Nachverbrennung, katalytische Oxidation) über einen Zeitraum von mehr als 12 Monaten eingesetzt werden.

Kreislaufwirtschaftsrecht

Die im Rahmen des Anlagenbetriebes anfallenden Schlämme, verbrauchten Betriebsmittel und Abfälle sind gemäß abfallrechtlichen Bestimmungen ordnungsgemäß zu entsorgen.

Baurecht

Für die Errichtung ortsfester baulicher Anlagen, z.B. für befestigte Aufstellplätze muss gegebenenfalls (abhängig von den Regelungen der einschlägigen Landesbauordnung) eine Baugenehmigung eingeholt werden. Baurechtlich genehmigungsbedürftig kann auch eine fahrbare Reinigungsanlage sein. Wesentliches Kriterium für die Genehmigungsbedürftigkeit ist der beabsichtigte Betriebszeitraum. Genehmigungsrechtlich relevant ist dabei die Unterscheidung zwischen stationärer Anlage (> 12 Monate Betriebszeit) und mobiler Anlage (< 12 Monate Betriebszeit).

Tabelle 1: mobile und stationäre Anlagen

Anlagentyp	Genehmigungsrechtlich	Baupraktisch
Stationär	> 12 Monate Standzeit	In der Baupraxis ist die Einrichtung stationärer Anlagen zur Wassereinreinigung häufig mit der Errichtung eines fundamentierten Bauwerkes (z.B. Halle in Stahlskelettbauweise) verbunden. Sowohl für die stationäre Anlage als auch für die Halle ist ein Baugenehmigungsverfahren einzuleiten.
Mobil	< 12 Monate Standzeit	Mobile Reinigungsanlagen werden in der Regel vollständig in Containerbauweise mit oder ohne festes Fundament eingerichtet, wobei die befestigte Ausstellungsfläche in Abhängigkeit von der Größe genehmigungspflichtig sein kann.

Eine Baugenehmigung kann außerdem erforderlich werden, wenn in ortsfesten (> 12 Monate Betriebszeit) Behältern mehr als 50 m³ schädliche Flüssigkeiten gelagert werden sollen. Gemäß den länderspezifischen Bauordnungen sind i.d.R. folgende Unterlagen zur Genehmigung einzureichen:

- Erläuterungsbericht,
- Lagepläne,
- Baugrunduntersuchung,
- Baubeschreibung,
- Betriebsbeschreibung,
- Brandschutzkonzept (Fluchtwege, Löscheinrichtungen, Lagerung brennbarer Flüssigkeiten, Gase)
- Lärmschutzgutachten.

530.1.3 Hauptleistungen/Verfahren des LB

Der Leistungsbereich ist in folgende Teilleistungen untergliedert:

1. Maßnahmenspezifische Baustelleneinrichtung und vorbereitende / begleitende Arbeiten
2. Mobile Grundwasser-Behandlungsanlage – Installation und Inbetriebnahme, Abbau
3. Mobile Grundwasser-Behandlungsanlage – Vorhalten, Warten, Betreiben (nach Zeit)
4. Mobile Grundwasser-Behandlungsanlage – Vorhalten, Warten, Betreiben (nach Durchsatz)
5. Anlagenteile - Installation und Inbetriebnahme
6. Anlagenteile - Vorhalten, Warten und Betreiben
7. Fördertechnik
8. Verrohrung, Anschlüsse
9. EMSR-Technik – liefern, montieren, rückbauen

- 10. Verbrauchs- und Betriebskosten
- 11. Chemikalien und Hilfsstoffe
- 12. Probenahme Wasser
- 13. Stationäre Grundwasserbehandlungsanlage – Eigennutzer
- 14. Stationäre Grundwasserbehandlungsanlage – Fremdanlieferer

530.1.4 Verfahrenstechnische / Methodische Erläuterungen

Im Rahmen einer Abreinigung geförderter oder gefasster Wässer müssen Schadstoffe sowie Störstoffe aus dem Wasser entfernt werden. In Abhängigkeit vom zu behandelnden Schadstoffinventar werden folgende Anwendungen (einzeln oder in Kombination) unterschieden:

- 1. physikalisch (Ölabscheidung, Sedimentation, Flotation, Filtration, Desorption, Adsorption, Membrantrennverfahren),
- 2. chemisch-physikalisch (Fällung, Flockung, Oxidation, Ionenaustausch) und
- 3. biologisch.

In der Tab. 2 sind stoffabhängige Einflussfaktoren auf die Wirksamkeit von Aufbereitungsverfahren zusammengestellt.

Tabelle 2: Schadstoffeinflussfaktoren zur Beurteilung der Wirksamkeit von Dekontaminationsverfahren für belastete Wässer

	Parameter		Bemerkungen						
physikalisch	Dampfdruck, Wasserlöslichkeit, Viskosität, Temperatur		- Bestimmung max. mögl. Schadstoffkonzentrationen im Grundwasser; Maß für die Flüchtigkeit eines Stoffes u.a. aus wässrigen Systemen - hohe Löslichkeit ⇔ geringe Sorption; - Schadstoffflüchtigkeit; mit abnehmendem (Unter)druck wird der Siedepunkt herabgesetzt						
	Henry-Konstante		- hohe Werte des Henry-Koeffizienten bedeuten starke Flüchtigkeit aus dem Grundwasser in die Gasphase.						
	Dichte		- vertikale Phasentrennung bei großen Dichteunterschieden (spezifisch leichtere Schadstoffe schwimmen auf - schwerere Stoffe sinken ab).						
	Oktanol-Wasser Verteilungskoeffizient (K _{OW})		- hoher K _{OW} bedeutet starke Hydrophobie und starke Tendenz zur Sorption an der organischen Bodenmatrix.						
chemisch	stoffspezifische Wirksamkeit der Verfahren								
		Metalle	anorganische Stoffe	(M)KW aliphatisch	BTEX	Phenole, Kresole	PAK	HKW aliphatisch	HKW aromatisch
	1. Strippen	(+) [2]	(+++)[2]	+ [10/2]	++			+++ [2]	(+++)[2]
	2. Adsorption	+		++ [10]	+++	+++	+++	+++	+++
	3. Flockung / Fällung	+++ [12]	(+)[12]	+++ [12]			+		
	4. Chemische Oxidation		(+++)	++		+	+		++
	5. Sedimentation	(+++)[3/12]	(+++)[3/12]	+ [12]			+	(+)	(+)
	6. Flotation	(+)[3]	(+)	+++ [3/12]	+	+			
	7. Ionenaustausch	+++	+						
	8. Membranverfahren	+	(++)	++		+		++	++

9. Thermische Oxidation			++				+	++
10. Ölabscheidung			+++ [2]	+++ [2]	+ [2]	+		
11. Aerob Biologisch	(+)	(+++)	++ [1/2]	+++ [1/2]	+++ [2]	+	++ [1/2]	+ [1/2]
12. Filtration	[3/5]	[3/5]	[3/6]					
Erläuterung: +++ = Verfahren ist für die Stoffgruppe speziell einsetzbar und technisch erprobt; ++ = Verfahren ist für die Stoffgruppe speziell einsetzbar; + = Verfahren mit anderer Zielsetzung, das auf Stoffgruppe Nebeneffekt hat; () = Verfahren ist nur für bestimmte Stoffe einer Stoffgruppe einsetzbar [/] = ggf. Verfahrenskombination mit dem (den) in Klammern angegebenen Verfahren								

Die wirtschaftliche Bearbeitung praktischer Problemstellungen erfordert oftmals die Kombination mehrere Aufbereitungsverfahren und setzt entsprechende Erfahrungen voraus. Die Konzeption und Auswahl eines geeigneten und nachhaltigen Aufbereitungsverfahrens sollte deshalb durch erfahrene Fachleute mit ausreichenden Kenntnissen der Wasserchemie, der Verfahrens-, der Maschinen- und der MSR-Technik erfolgen. Durch eine sorgfältige Grundlagenermittlung und Vorplanung lassen sich dabei die größten Einsparungen bei Bau und Betrieb der Anlagen erzielen. Bei der Planung sollten ressourcenschonende Aufbereitungsverfahren bevorzugt werden. Im Sinne einer möglichst optimalen Ressourceneffizienz sollten, insbesondere bei längerfristigen Sanierungsmaßnahmen, die folgenden Ziele beachtet werden:

- Minimierung des Energiebedarfs (fossile und elektrische Energie)
- Minimierung des Einsatzes von Aufbereitungsstoffen
- Minimierung des Reststoffanfalles

Als Entscheidungshilfe für die Auswahl und die sachgerechte Anwendung von Wasseraufbereitungsverfahren kann die Arbeitshilfe H1-14 des Ingenieurtechnischen Verbandes Altlasten e.V. (ITVA) genutzt werden. Typische Bausteine einer Grundwasseraufbereitungsanlage sind in der Abb. 1 dargestellt.

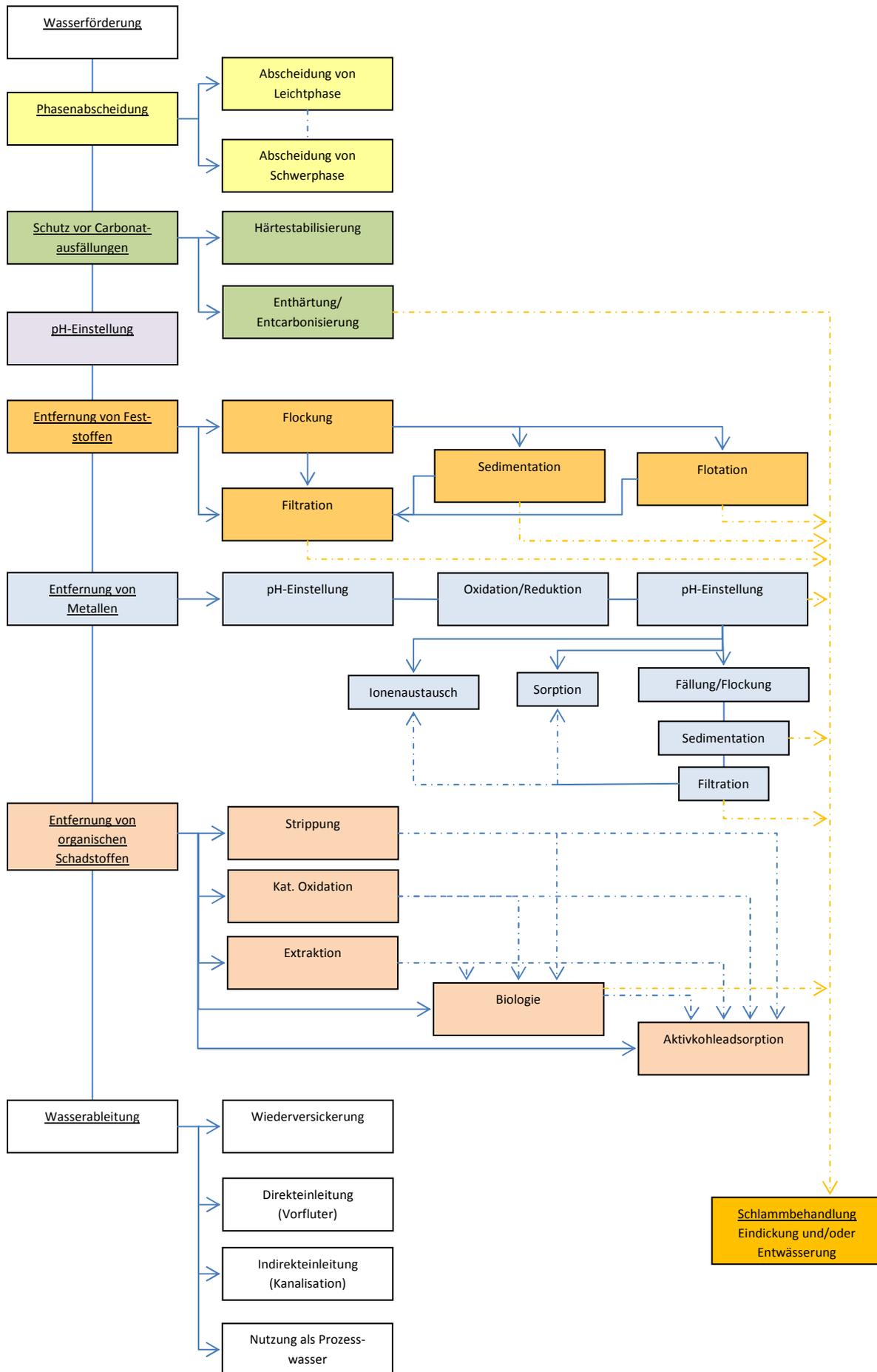


Abbildung 1: Bausteine der Grundwasseraufbereitung (ITVA H1-14, 2012)

530.1.4.1 On-site-Reinigungsverfahren

Die Grundprinzipien und Anwendungsbereiche der Verfahren sind in der Arbeitshilfe „Grundwasseraufbereitung“ H 1-14 des ITVA beschrieben. Nachfolgend wird beispielhaft der Aufbau der elementaren Reinigungsverfahren „Aktivkohleadsorption“ und „Desorption“ anhand von Fließbildern dargestellt.

530.1.4.2 Verfahrensbeispiele zur Grundwasserreinigung

Aktivkohleadsorption

Die Aktivkohleadsorption wird bei Schadensfällen zur Elimination von adsorbierbaren Stoffen (MKW, BTEX, LCKW, PAK, Phenole) eingesetzt. In Abhängigkeit von dem Feststoff- bzw. Trübstoffgehalt im Rohwasser wird dem Aktivkohleadsorber eine Filtrationsstufe vorgeschaltet. Eine typische Anlagenkonfiguration zur Grundwasserreinigung mittels Filtration und Aktivkohleadsorption (LfU, BW, 1995) zeigt die Abb. 2. Den Kern der Anlage bilden dabei die beiden Aktivkohleadsorber, die üblicherweise in Reihe (sog. Arbeits- und Polizeifilter) betrieben werden.

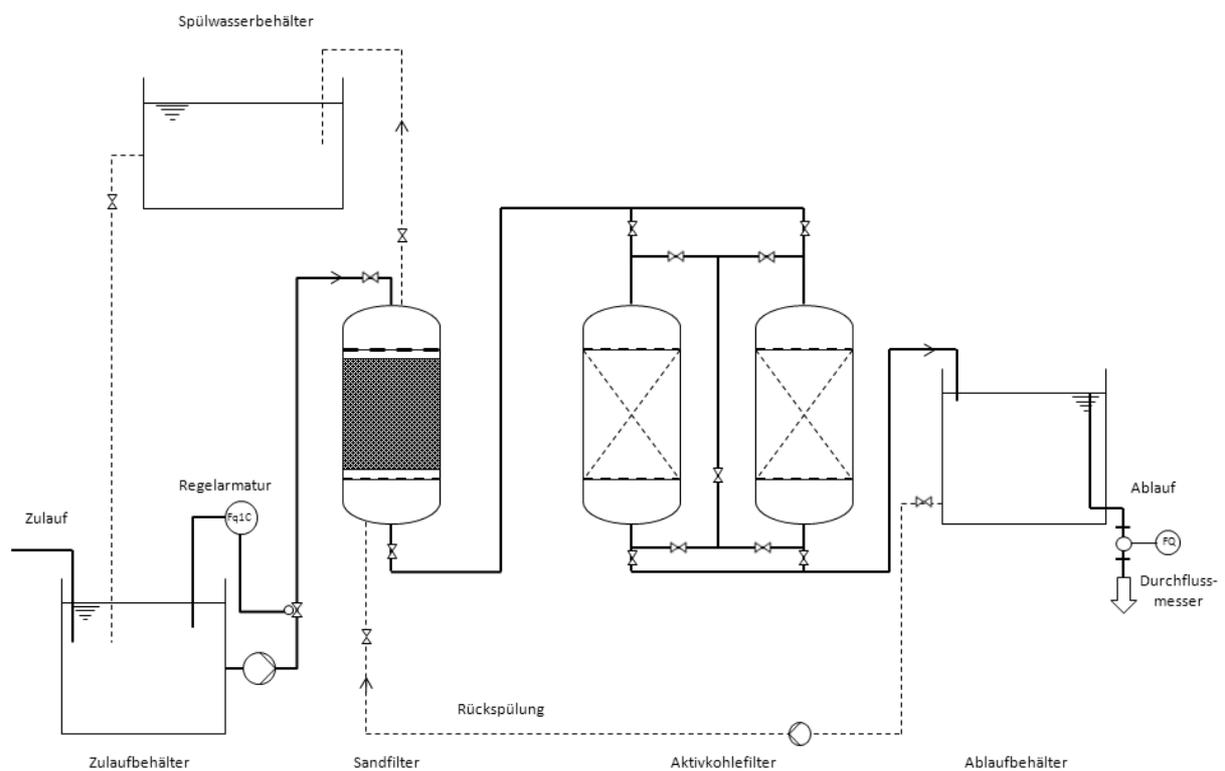


Abbildung 2: Grundwasserreinigung mittels Filtration und Aktivkohleadsorption (LfU, BW, 1995)

Stripplung / Desorption

Die Stripplung wird bei Schadensfällen zur Elimination von flüchtigen Stoffen (BTEX, LCKW) eingesetzt. Eine typische Anlagenkonfiguration zur Grundwasserreinigung mittels Stripplung zeigt die Abb. 3. Den Kern der Anlage bildet dabei die Stripplkolonne. Die Abluft der Kolonne wird oftmals mittels Luftaktivkohle gereinigt. In Abhängigkeit von der Zulaufbelastung bzw. der geforderten Reinwasserqualität können auch mehrere Stripplkolonnen hintereinander geschaltet werden. Zur Vermeidung von Ausfällungen in der Füllkörperschüttung kann die Stripplluft nach der Abluftreinigung wieder zurück in die Kolonne geführt werden.

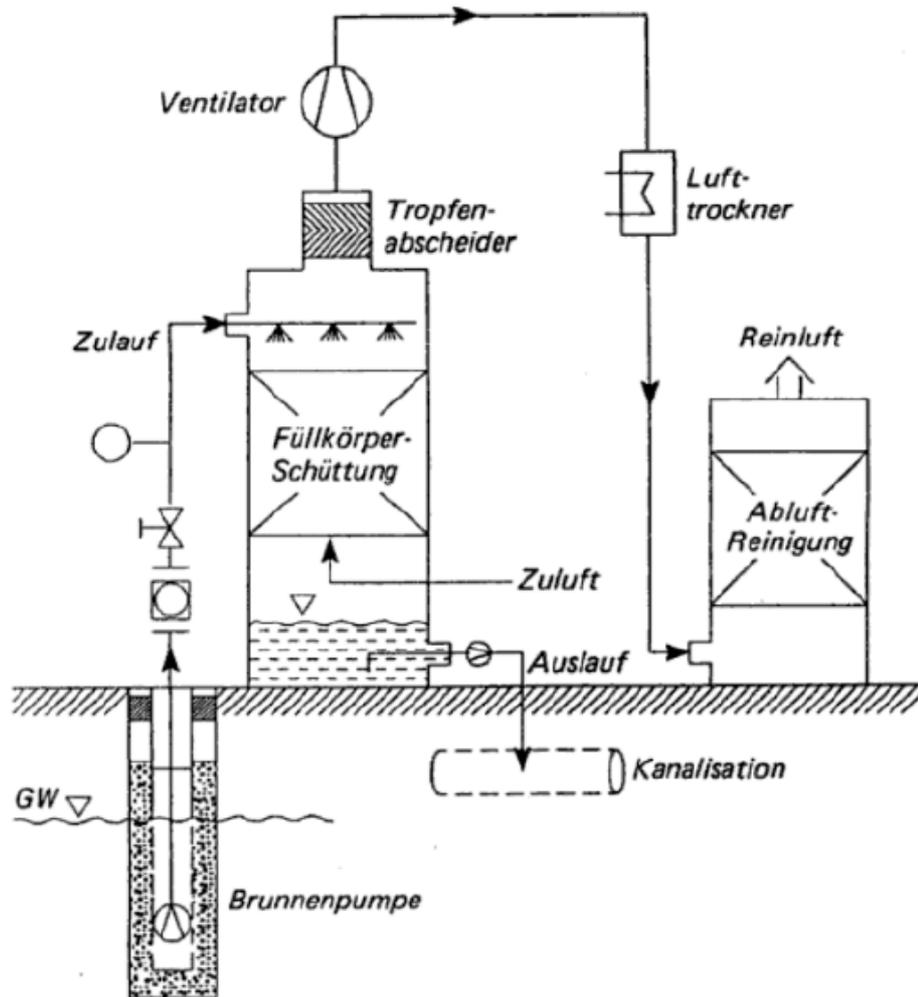


Abbildung 3: Grundwasserreinigung mittels Desorption und Abluftreinigung (ITVA H1-14, 2012)

530.2 Kostenermittlung

Die Auswertung abgeschlossener Grundwassersanierungen belegt, dass ein verallgemeinerbarer, volumenspezifischer Kostenansatz nicht möglich ist. Die Kostenermittlung für die Wasserbehandlung basiert daher auf einer Reihe von Vereinfachungen.

Als Grundwasserreinigungsanlage (mobile Anlage) wird, stellvertretend für ein typisches Grundwasser-Reinigungsverfahren, eine dreistufige Aufbereitungskette angesetzt:

- 1. Stufe: Enteisung (Oxidation und Filtration)
- 2. Stufe: Desorption (Strippung) mit nachgeschalteter Luftaktivkohle-Adsorption
- 3. Stufe: Wasseraktivkohle-Adsorption

Die Investitionskosten beziehen sich auf die gesamten Anlagenteile. Sie werden in Abhängigkeit von der Größe, d.h. vom Durchsatz der Anlage, bestimmt. Der Durchsatz wird bei der Behandlung von kontaminiertem Grundwasser durch die Gesamtfördermenge der Entnahmebrunnen bestimmt.

Die Betriebskosten werden überschlägig anhand des Energiebedarfs der Anlage, einem Kostenansatz für Betrieb und Wartung (Personal und Verbrauchsmaterialien sowie der voraussichtlichen Betriebszeit ermittelt.

Das Schadstoffinventar wird anhand der Schadstoffflüchtigkeit (definiert über den Dampfdruck) mit Hilfe des Faktors f_K berücksichtigt. Bei Vorliegen von geringer flüchtigen Schadstoffen bewertet die Variable f_K eine Änderung der Anlagenkonfiguration.

Als Folgeleistung fällt außer der Entsorgung von Aktivkohleabsorberfüllungen i.d.R. das Einleiten der gereinigten Wässer in die kommunale Kanalisation inklusive der durch Indirekteinleitergebühren anfallenden Kosten an.

Das Leistungsregister mit Positionen und Kostenangaben ist Bestandteil der internetbasierten Datenbank (LB 530).

weiterführende Leistungen:

LB 100	Kampfmittelbeseitigung
LB 110.2	Geotechnische Felduntersuchungen, Probenahme
LB 130	Chemisch-physikalische Analytik
LB 210	Baustelleneinrichtung
LB 220	Arbeits-, Emissions- und Immissionsschutz für Arbeiten in kontaminierten Bereichen
LB 240	Brunnenbau
LB 250	Wasserhaltungsmaßnahmen
LB 270	Direkt-/Indirekteinleitung und Versickerung von Grund- und Oberflächenwasser, Prozess- oder Sickerwasser
LB 300	Bodenaushub, Erdarbeiten, Separierung
LB 310	Wiedereinbau
LB 320	Renaturierung
LB 510	Behandlung Bodenluft, Deponiegas, Abluft
LB 520	Fassung und Entnahme von Grundwasser/Schichtenwasser/Oberflächenwasser und andere hydraulische Maßnahmen
LB 810	Verwertung und Beseitigung von Aushub- und Abbruchmaterial

530.3 Literatur

Altenbockum, M.; Beitinger, E.; Brandt, D. (2012): Grundwasseraufbereitung, ITVA-Arbeitshilfe H1-14. Ingenieurtechnischer Verband für Altlastenmanagement und Flächenrecycling e.V.

Handbuch für Altlasten und Grundwasserschadensfälle (1995): Hydraulische und pneumatische in-situ-Verfahren, Materialien zur Altlastenbearbeitung Band 16, Hrsg.: Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg.

Hosang, W.; Bischof, W., (1998), Abwassertechnik, 11. Aufl., B.G. Teubner Stuttgart Leipzig.

Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, (1995), Handbuch für Altlasten und Grundwasserschadensfälle, Grundwasserreinigung bei der Bearbeitung von Altlasten und Schadensfällen, Materialien zur Altlastenbearbeitung Band 17.

Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, (1995), Genehmigungserfordernisse bei der Altlastenbearbeitung Leitfadentext, Karlsruhe.

Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, (2012), Ermittlung fachtechnischer Grundlagen zur Vorbereitung der Verhältnismäßigkeitsprüfung von langlaufenden Pump-and-Treat-Maßnahmen, Karlsruhe.

Landesamt für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz Brandenburg (2004): Materialien zur Altlastenbearbeitung im Land Brandenburg: Genehmigungserfordernisse bei der Altlastenbearbeitung Leitfadentext, Potsdam.

- Mutschmann, J. und Stimmelmeyer, F., (2011), Taschenbuch der Wasserversorgung. 15. Auflage. Vieweg und Teubner Verlag, Wiesbaden.
- Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie, (2000), Materialien zur Altlastenbehandlung Nr. 1/2000.
- Stupp, H. D., Bakenhus, A.; Staufer, R.; Lorenz, D., (2005), Sanierungsoptimierung von CKW-Grundwasserschäden – Möglichkeiten zur Reduzierung der Sanierungskosten, altlasten spektrum 6/2005.
- Urban, F., (2004), Planung und Konzeption von Aufbereitungsanlagen. In: Lehr- und Handbuch Wasserversorgung, Bd. 6, Wasseraufbereitung – Grundlagen und Verfahren. Herausgeber: DVGW Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches. Oldenburg Industrie Verlag.
- Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V., (1994), - VDMA-Einheitsblatt 24438-1: Anlagen zur Behandlung von belastetem Grundwasser- Teil 1: Grundsätze. Beuth Verlag, Berlin.
- Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V., (1994), - VDMA-Einheitsblatt 24438-2: Anlagen zur Behandlung von belastetem Grundwasser- Teil 2: Behandlung organischer Inhaltsstoffe. Beuth Verlag, Berlin.
- Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V. (1995) - VDMA-Einheitsblatt 24438-3: Anlagen zur Behandlung von belastetem Grundwasser- Teil 3: Behandlung anorganischer Inhaltsstoffe. Beuth Verlag, Berlin.
- Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V., (1994), - VDMA-Einheitsblatt 24439: Anlagen zur Reinigung von Deponiesickerwasser. Beuth Verlag, Berlin.
- Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V., (2003), - VDMA-Einheitsblatt 24652: Enthärtungs- und Entsalzungsanlagen - Hinweise für die Auswahl, Planung und Projektierung. Beuth Verlag, Berlin.
- Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V., (2005), - VDMA-Einheitsblatt 24653: Membrananlagen in der Wasser- und Abwassertechnik - Hinweise für die Auswahl, Projektierung und Ausführung. Beuth Verlag, Berlin.
- Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V., (2009), - VDMA-Einheitsblatt 24655: Membrananlagen – Vermeidung von Scaling und Fouling. Beuth Verlag, Berlin.
- Verein Deutscher Ingenieure, Verband der Elektrotechnik, (2008), Lastenheft/Pflichtenheft für den Einsatz von Automatisierungssystemen, Nr. 3694. Beuth Verlag, Berlin.

530.4 Information über Leistungsanbieter

Kompetente Fachunternehmen sind anhand einschlägiger Referenzen auszuwählen.