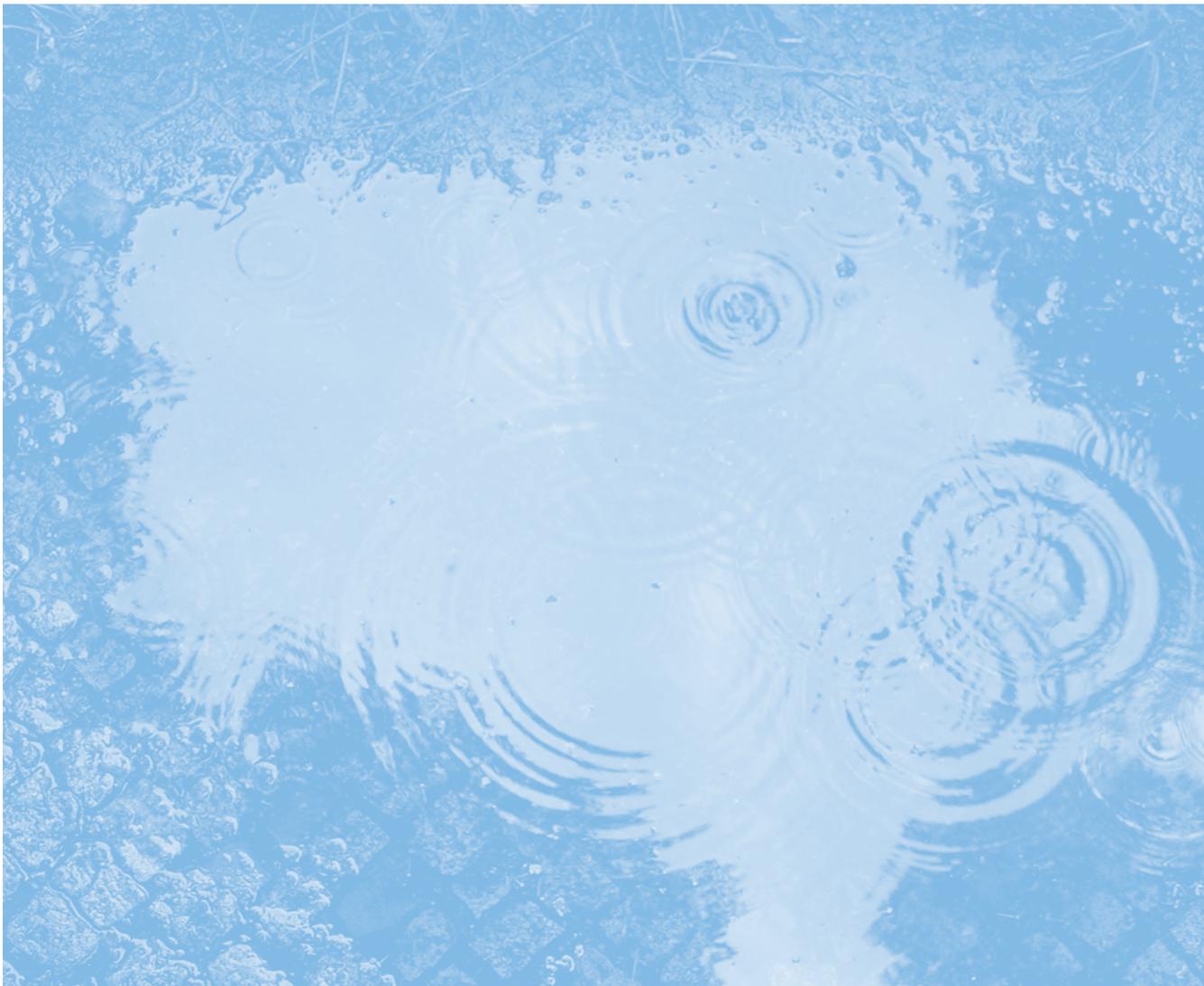


Grundwasser in Berlin

Vorkommen · Nutzung · Schutz · Gefährdung



Gliederung der Broschüre

Zum leichteren Auffinden einzelner Themenbereiche ist diese Broschüre durch farbige Markierungen gegliedert. Sie finden diese Markierungen im Text und Inhaltsverzeichnis. Wir möchten dadurch eine transparente Struktur erreichen.



Grau kennzeichnet die Einleitung.



Im blau gekennzeichneten Abschnitt folgt eine ausführliche Beschreibung der Grundwasservorkommen im Hinblick auf Menge, Güte und ökologische Aspekte.



Der grün markierte Broschürenteil beschäftigt sich mit der Nutzung und Benutzung des Grundwassers als Trinkwasser, beim Bauen und als Energielieferant.



Das gelb gehaltene Segment ist dem Grundwasserschutz und seinen gesetzlichen Grundlagen sowie den Zielen der Wasserrahmenrichtlinie gewidmet.



Die Gefahren durch Einträge in das Grundwasser durch Ablagerungen, Altlasten sowie durch die Oberflächengewässer beschreibt der rote Teil.



Im violett gehaltenen Nachwort werden in einem Glossar die verwendeten Fachworte ausführlich beschrieben und Literaturzitate gegeben. Hier finden Sie auch Ansprechpartner für Fragen zum Grundwasser und den Bildnachweis.

1. Grundwasser – unsere Verantwortung für die Zukunft

Editorial

Wasser ist keine übliche Handelsware, sondern ein ererbtes Gut, das geschützt, verteidigt und entsprechend behandelt werden muss.

aus der Präambel der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie

Das Berliner Trinkwasser, das wir alle täglich benutzen, beziehen wir zu 100 Prozent aus dem Grundwasser und nahezu vollständig aus dem eigenen Stadtgebiet.

Das Grundwasser, unsichtbar unter unseren Füßen, stellt einen wichtigen Teil des Wasserkreislaufes dar: Durch Versickerung von Niederschlägen und oberirdisch fließendem Wasser wird es ständig neu gebildet und kann deshalb dauerhaft genutzt werden. Die über dem Grundwasser liegenden Bodenschichten schützen es vor Verunreinigungen. Daher ist es eine optimale Ressource für die Trinkwasserversorgung. Aber wir müssen mit unserem Grundwasser sorgsam umgehen und es vor Verunreinigungen schützen, damit es auch nachfolgenden Generationen in guter Qualität zur Verfügung steht.

Der Berliner Senat – heute ist es die Senatsverwaltung für Gesundheit, Umwelt und Verbraucherschutz – erhebt zum Nutzen der Einwohner unserer Stadt schon seit über 135 Jahren Daten zum Grundwasser und befasst sich mit Fragen des Grundwasserschutzes und der Trinkwasserversorgung. Diese umfangreichen Daten dienen staatlichen Planungs- und Überwachungsaufgaben sowie der Erfüllung gesetzlicher Aufgaben des Grundwasser-Managements und der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie. Wie groß das Interesse an unserem Grundwasser ist, wird an den

vielen Anfragen deutlich, die wir täglich zu diesem Thema erhalten. Mit der hier vorliegenden umfassenden Broschüre »Grundwasser in Berlin« (die letzte Ausgabe erschien 1986) wollen wir allen am Grundwasser interessierten Laien und Fachkundigen fundierte und aktuelle Informationen, ausführliche Antworten und Lösungsvorschläge zu Vorkommen, Nutzung, Schutz und Gefährdung von Grundwasser an die Hand geben. Dabei war es uns ein Anliegen, dieses möglichst allgemein verständlich und unter Einbeziehung des aktuellen Standes von Wissenschaft und Technik zu gestalten.

Das Berliner Grundwasser besitzt eine so gute Qualität, dass wir es bereits nach einer einfachen, naturnahen Aufbereitung trinken können. Allerdings gibt es auch Bereiche alter Industriestandorte, wo Verunreinigungen im Boden und Grundwasser saniert werden müssen.

Damit eine nachhaltige Bewirtschaftung des Grundwassers ermöglicht und auf Dauer gesichert wird, sowie die Ziele der Wasserrahmenrichtlinie, für alle Wasserkörper einen guten Zustand zu erreichen, verwirklicht werden können, arbeiten



unsere Fachleute mit Spezialisten aus wissenschaftlichen Instituten und Ingenieurbüros eng zusammen. Politiker, Techniker, Ingenieure und Wissenschaftler bemühen sich um den Schutz des Grundwassers und die Erhaltung und Verbesserung seiner Qualität.

Aber das Engagement der Verwaltung allein genügt nicht – es ist das Mitdenken und die Vorsorge jedes einzelnen Bürgers gefordert.

Trotz aller Erfolge sind noch Probleme zu lösen: Die Altlastensanierung ist sehr zeitaufwändig und verschlingt große finanzielle Mittel. Der Schadstoffeintrag in Boden und Gewässer muss weiter minimiert werden. Der rückläufige Trinkwasserbedarf führt mancherorts zu unerwünschten Grundwasseranstiegen. Dieses Problem kann nur mit einem differenzierten Grundwasseran-

agement siedlungsverträglich gelöst werden.

Die vorliegende Broschüre soll Ihnen, liebe Leserin und lieber Leser, Informationen und Anregungen geben, wie Sie dazu beitragen können, unser kostbares Nass nachhaltig zu schützen und zu bewahren.

In diesem Sinne hoffe ich, dass dieses Heft Ihnen wertvolle Anregungen und Informationen bietet.

Ihre Katrin Lompscher

Senatorin für Gesundheit, Umwelt
und Verbraucherschutz

1.	Grundwasser – unsere Verantwortung für die Zukunft	
	Editorial	5
	Einführung	9
2.	Grundwasservorkommen – eine kostbare Ressource	
2.1	Vorkommen von Grundwasser	17
2.2	Messung und Darstellung von Grundwasser	26
2.3	Leben im Grundwasser	43
2.4	Grundwasserbeschaffenheit	45
2.5	Ökologische Aspekte	54
3.	Grundwassernutzung – Trinkwasser und vieles mehr	
3.1	Trinkwassernutzung	59
3.2	Gartenbrunnen	65
3.3	Bauen im Grundwasser	67
3.4	Grundwassermanagement	73
3.5	Erdwärmennutzung	79
4.	Grundwasserschutz – das Gut muss geschützt werden	
4.1	Vorbeugender Grundwasserschutz	87
4.2	Umgang mit Regenwasser in Berlin	89
4.3	Wasserschutzgebiete: Wie schützen wir unser Grundwasser	91
4.4	Gewässeraufsicht und Überwachung von Baumaßnahmen	95
4.5	Die Europäische Wasserrahmenrichtlinie und der Schutz des Grundwassers	96
4.6	Gesetzliche Grundlagen des Grundwasserschutzes	100
4.7	Vorsorgender Bodenschutz als Grundwasserschutz	101
5.	Grundwassergefährdung – ist unser kostbares Gut in Gefahr?	
5.1	Einträge ins Grundwasser: Wie stark ist unser Grundwasser belastet?	107
5.2	Altlasten	113
6.	Anhang	
	Glossar	121
	Literatur und Links zum Internet	128
	Ansprechpartner zu Fragen rund um das Grundwasser	129
	Bildnachweis	130



Einführung

Wasser ist unsere Lebensgrundlage. Ein Teil davon ist Grundwasser.

Wir sehen es nicht. Es ist im Untergrund verborgen.

Doch wir kommen täglich damit in Berührung:

Beim Waschen, Zähneputzen und Kaffeetrinken nutzen wir alle
das [Berliner Grundwasser](#).







Manchmal kommt das **Grundwasser** erst in großen Tiefen vor,
oft gleich unter der Oberfläche. Es erfrischt uns, stillt den Durst.
Im Haushalt nutzen wir es zum Kochen, Waschen und Reinigen.
Das Gewerbe produziert damit Lebensmittel,
benötigt es zum Heizen und Kühlen.





Oft stört das **Grundwasser** beim Bauen,
dringt in Keller ein, verursacht hohe Kosten.
Mancherorts ist es verschmutzt.

Gibt es genug **Grundwasser** für alle unsere Bedürfnisse?

Gehen wir mit diesem kostbaren Gut behutsam genug um, so dass nachfolgende Generationen es auch noch unbeschwert genießen können?

Wie schützen wir unser Grundwasser vor drohenden Verschmutzungen?

Wie reinigen wir es, wenn es bereits verschmutzt ist?

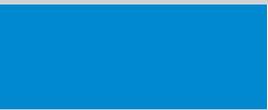


Zu allen Themen und Fragen rund um das **Grundwasser** gibt diese Broschüre allgemein verständliche, ausführliche und aktuelle Informationen. Wir geben Antworten und zeigen Lösungswege auf.



Grundwasservorkommen – eine kostbare Ressource





2. Grundwasservorkommen – eine kostbare Ressource

2.1 Vorkommen von Grundwasser

Was ist eigentlich Grundwasser?

»Grundwasser ist Wasser, das die Hohlräume des Untergrundes komplett ausfüllt und aufgrund der Schwerkraft ständig in Bewegung ist.«

In Berlin – wie auch im gesamten norddeutschen Flachland – bestehen die Hohlräume der hier vorkommenden **Lockergesteine** aus dem Porenraum zwischen den Gesteinspartikeln, meist Sand und Kies. Man nennt die Lockergesteine deshalb auch Porengrundwasserleiter. In größeren Tiefen unterhalb der Erdoberfläche von Berlin und an der Oberfläche in anderen Gegenden Deutschlands kommen dagegen Festgesteine vor, die dann Poren-, Kluft- oder Karstgrundwasserleiter ausbilden (Abb. 2.1-1).

Unter der Grundwasseroberfläche, in der wassergesättigten Zone, sind die Hohlräume vollständig mit Grundwasser gefüllt. Oberhalb der wassergesättigten Zone strömt das Sickerwasser dem Grundwasser zu.

Über der Grundwasseroberfläche kann sich in Abhängigkeit vom Aufbau, der Korngröße und der Struktur des Untergrundes Kapillarwasser ausbilden. Dieses wird durch die Flächenspannung zwischen den Gesteinspartikeln gehalten. Die kapillare Aufstiegshöhe ist im Wesentlichen von der Art, der Korngröße und der Lagerungsdichte der Partikel abhängig. Sie nimmt mit kleiner werdendem Korndurchmesser zu (Abb. 2.1-2).

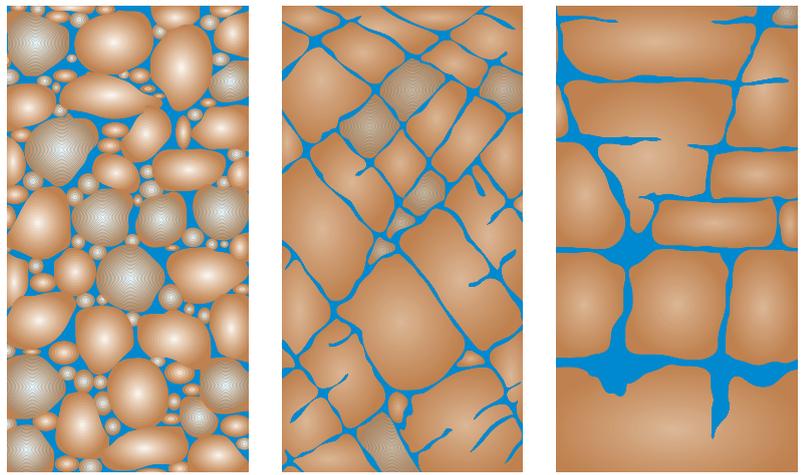


Abbildung 2.1-1 Poren-, Kluft- und Karstgrundwasserleiter

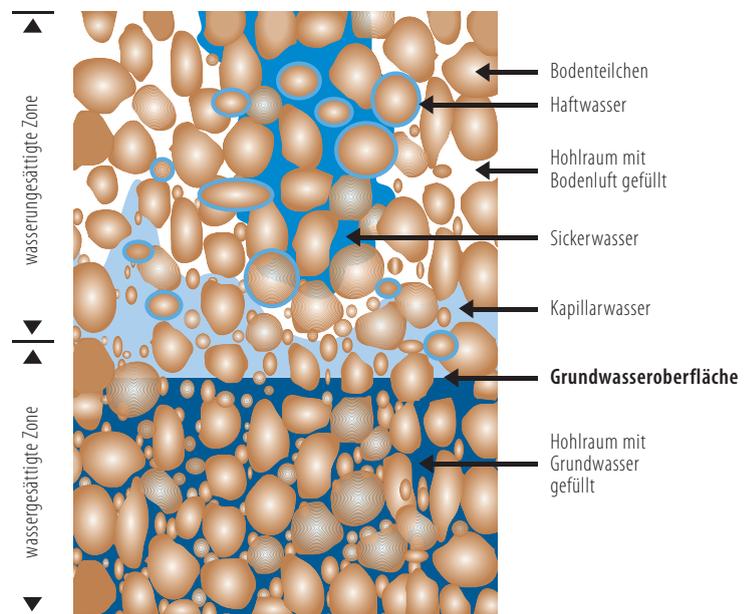


Abbildung 2.1-2 Erscheinungsformen des Grundwassers

► **Grundwasserleiter** sind in Berlin aus Sanden und Kiesen aufgebaut und ermöglichen als ► **rollige** Lockergesteine die Speicherung und Bewegung von Grundwasser; ► **Grundwasserringleiter** oder auch ► **Grundwasserhemmer** bestehen aus ► **Schluffen**, ► **Mudden** und ► **Geschiebemergeln** und verzögern als ► **bindige** Lockergesteine die Wasserbewegung im Untergrund; ► **Grundwassernichtleiter** sind aus Tonen aufgebaut, weisen ebenfalls bindige Eigenschaften auf und sind für Wasser nahezu undurchlässig. Das Grundwasser ist ständig in Bewegung. Die Fließgeschwindigkeiten sind dabei allerdings ver-

gleichsweise gering. In Abhängigkeit von der Durchlässigkeit der Lockergesteine und dem Grundwassergefälle beträgt die horizontale Grundwasserfließgeschwindigkeit in Berlin etwa zehn bis 500 Meter pro Jahr oder etwa drei Zentimeter bis 1,4 Meter pro Tag. In der Nähe von Brunnenanlagen können sich diese geringen Fließgeschwindigkeiten allerdings stark erhöhen.

Die Durchlässigkeit der Lockergesteine ist abhängig von der Korngröße und dem nutzbaren Porenraum und wird mit dem Durchlässigkeitsbeiwert k_f beschrieben (Tab. 2.1-1).

Tab. 2.1-1 Kenngrößen einzelner Lockergesteine (nach HÖLTING 1980)

	Eigenschaft	Korngröße [mm]	nutzbarer Porenraum [%]	Durchlässigkeitsbeiwert k_f [m/s]
Kies	rollig	2 – 63	14 – 25	$10^{-1} – 10^{-2}$
grobkörniger Sand	rollig	0,6 – 2,0	15 – 30	um 10^{-3}
mittl-körniger Sand	rollig	0,2 – 0,6	12 – 25	$10^{-3} – 10^{-4}$
feinkörniger Sand	rollig	0,06 – 0,2	10 – 20	$10^{-4} – 10^{-5}$
Schluff	bindig	0,002 – 0,06	5 – 10	$10^{-5} – 10^{-9}$
Ton	bindig	< 0,002	< 5	< 10^{-9}

Aus der Tabelle 2.1-1 ist zu ersehen, dass die Durchlässigkeitsbeiwerte und damit die Durchlässigkeit der bindigen Lockergesteine Ton und Schluff um einige Zehnerpotenzen geringer sind als die der rolligen Lockergesteine Sand und Kies. Daher wirken die bindigen Sedimente als Grundwasserhemmer bzw. -nichtleiter, während die rolligen hingegen dem Grundwasser als Grundwasserleiter eine Fließbewegung ermöglichen.

(s. a. Tab. 2.1-2)

Geschiebemergel besteht aus einer Mischung von Ton, Schluff, Sand und Kies sowie (großen) Geschieben. Auf Grund seines Ton- und Schluffgehaltes überwiegen die bindigen Eigenschaften mit geringen k_f -Werten von 10^{-6} bis 10^{-7} m/s.

Tab. 2.1-2 Durchlässigkeiten nach DIN 18130, Tl. 1

Durchlässigkeiten nach DIN 18130, Tl. 1	sehr stark durchlässig	stark durchlässig	durchlässig	schwach durchlässig	sehr schwach durchlässig
Durchlässigkeitsbeiwert k_f [m/s]	$> 10^{-2}$	$10^{-2} - 10^{-4}$	$10^{-4} - 10^{-6}$	$10^{-6} - 10^{-8}$	$< 10^{-8}$

Liegt die Grundwasseroberfläche innerhalb eines Grundwasserleiters, so entspricht sie der Grundwasserdruckfläche und man spricht von freiem oder ungespanntem Grundwasser.

Wird der Grundwasserleiter jedoch von bindigen Deckschichten so überdeckt, dass das Grundwasser nicht so hoch ansteigen kann, wie es seinem **hydrostatischen Druck** entspricht, liegt die Grundwasseroberfläche unter der Grundwasserdruckfläche des dann gespannten Grundwassers. Erst beim Entfernen der Deckschicht kann das Grundwasser (z. B. in einer Bohrung oder einer Baugrube) bis zur Druckfläche ansteigen (Abb. 2.1-3).

Befindet sich über einem großen zusammenhängenden Grundwasserleiter (**Hauptgrundwasserleiter**) ein Grundwassergeringleiter wie z. B. ein Geschiebemergel, so kann sich hier in sandigen Partien oberhalb des Geschiebemergels oder in eingeschlossenen Sandlinsen oberflächennah Grundwasser ausbilden, das häufig auch als so genanntes Schichtenwasser bezeichnet wird. Befindet sich darunter eine ungesättigte Zone, spricht man von schwebendem Grundwasser (Abb. 2.1-3).

Normalerweise strömt das Grundwasser im Untergrund mit geringem Gefälle langsam dem Oberflächenwasser (Flüsse und Seen) zu und speist diese; andernfalls würden sie austrocknen,

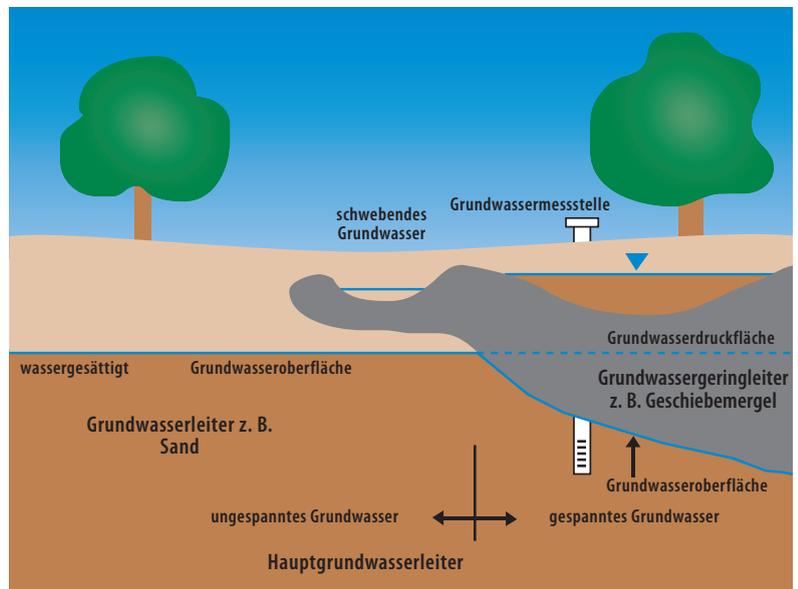


Abb. 2.1-3 Hydrogeologische Begriffe

wenn es längere Zeit nicht regnet (Abb. 2.1-4). Nur bei Hochwasserereignissen infiltriert Oberflächenwasser kurzzeitig im Uferbereich als Uferfiltrat in das Grundwasser, solange der Wasserspiegel über dem des Grundwassers liegt (Abb. 2.1-5).

Wird in der Nähe eines Oberflächengewässers Grundwasser durch Brunnen entnommen, so wird durch die Ausbildung eines **Absenktrichters** die Grundwasseroberfläche unter das Niveau des Gewässers abgesenkt. Dadurch speist jetzt ebenfalls das Oberflächenwasser als **Uferfiltrat** das Grundwasser (Abb. 2.1-6).

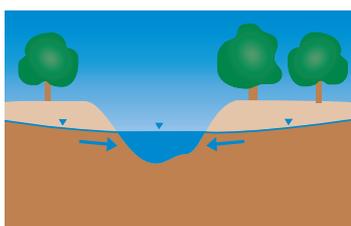


Abb. 2.1-4 Grundwasser infiltriert in das Oberflächenwasser

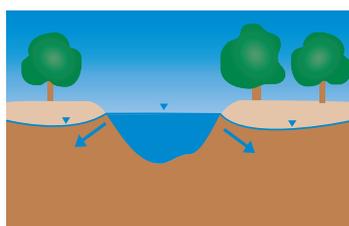


Abb. 2.1-5 Bei Hochwasser infiltriert Oberflächenwasser in das Grundwasser als Uferfiltrat

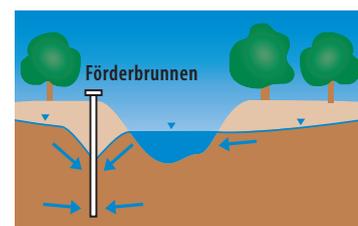


Abb. 2.1-6 Bildung von Uferfiltrat durch Brunnenförderung

Wo kommt das Grundwasser vor? Der Berliner Untergrund

Die entscheidenden natürlichen Voraussetzungen dafür, dass fast überall in Berlin Grundwasser in Trinkwasserqualität gewonnen werden kann, sind – abgesehen von den klimatischen Gegebenheiten – der geologische Aufbau des Untergrundes, die Lagerungsform, die Art der Gesteine, deren räumliche Verbreitung und Ausbildung, die Mächtigkeit der Gesteinsschichten und deren Wasserdurchlässigkeit. Eine genaue Erkundung und Bewertung des Untergrundes ist deshalb eine unersetzliche Voraussetzung für die nachhaltige Trinkwassergewinnung.

Oberflächenform und geologische Skizze

Die heutige Oberflächenform Berlins wurde überwiegend durch die ► **Weichsel-Kaltzeit**, die jüngste der drei großen ► **quartären Inlandvereisungen**, geprägt. Sie hat der Stadt gleichsam ihren morphologischen Stempel aufgedrückt (Abb. 2.1-7).

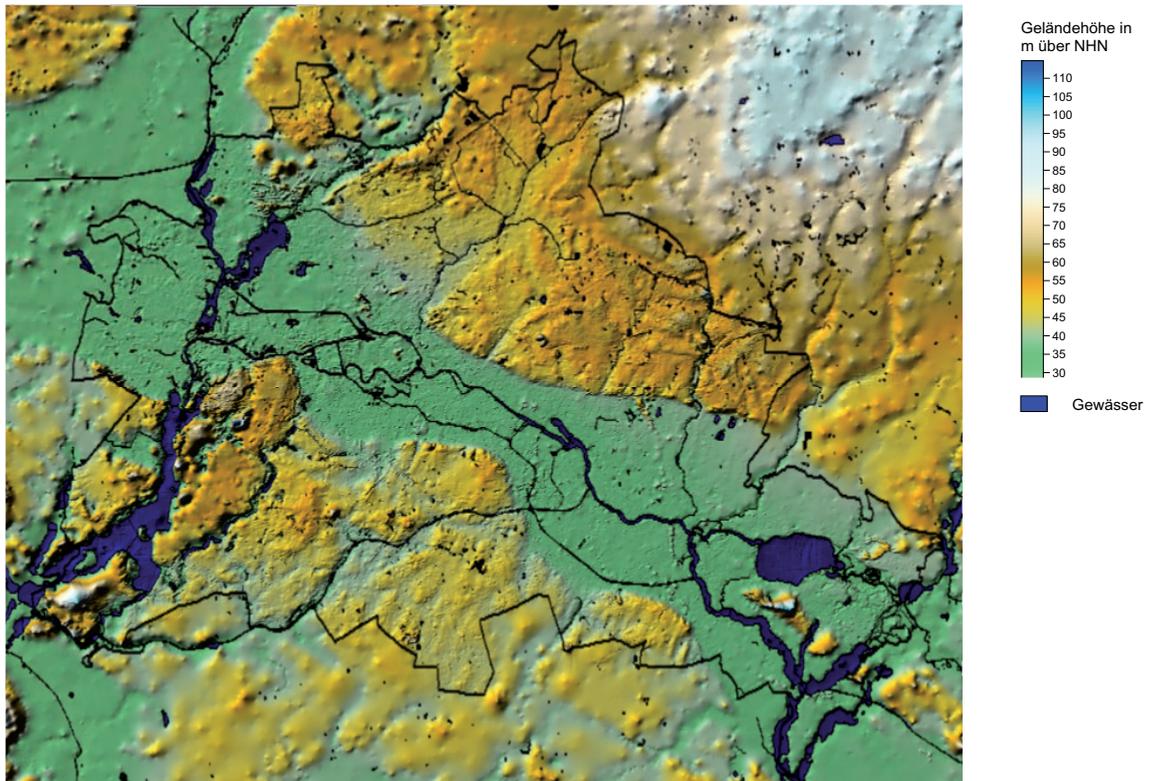
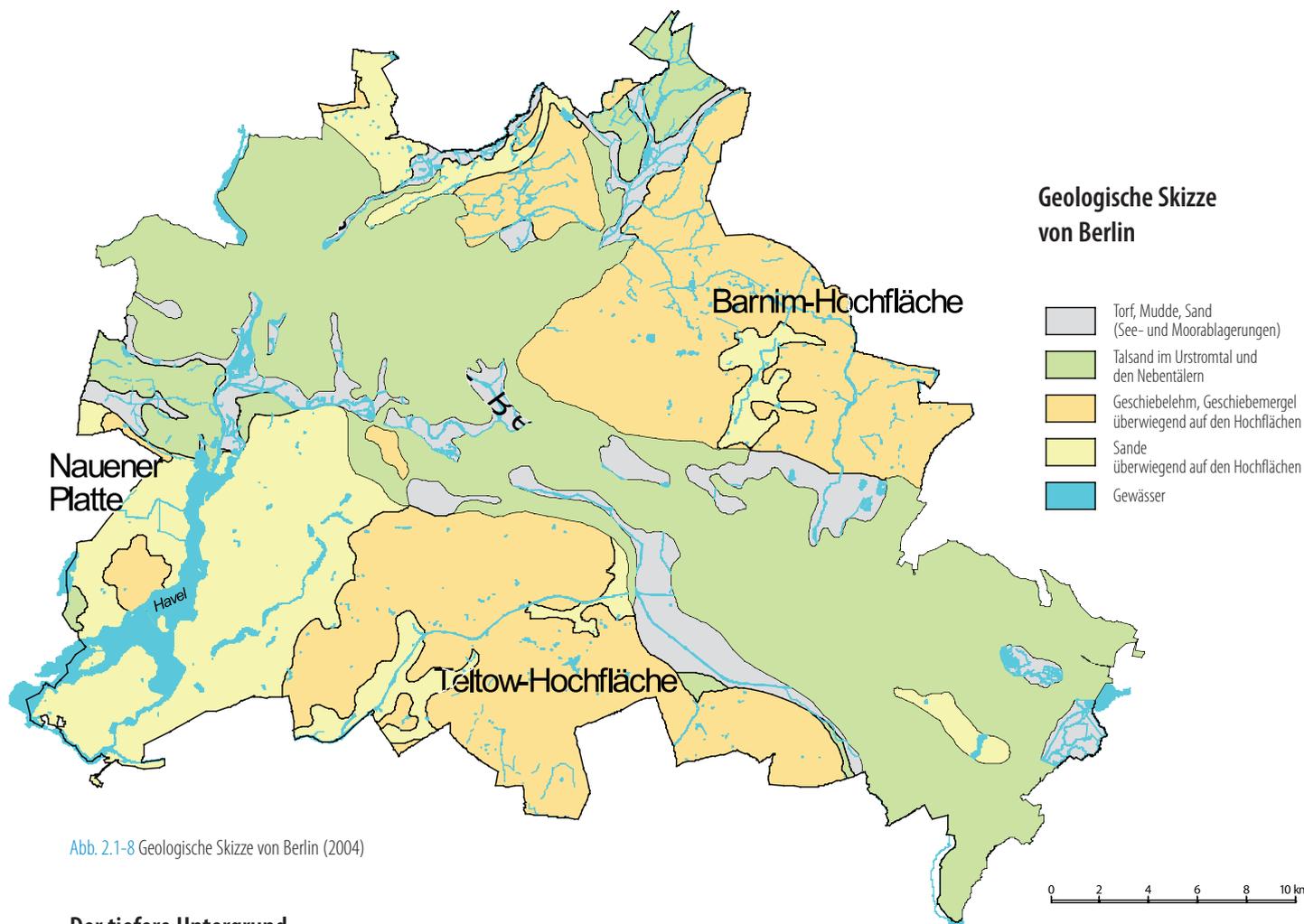


Abb. 2.1-7 Morphologische Skizze von Berlin

Die wichtigsten ► **geomorphologischen** Einheiten sind das tief gelegene, vorwiegend aus sandigen und kiesigen Ablagerungen aufgebaute Warschau-Berliner Urstromtal mit dem Nebental der Panke sowie die Barnim-Hochfläche im Norden und die Teltow-

Hochfläche zusammen mit der Nauener Platte im Süden. Beide Hochflächen sind zu weiten Teilen mit mächtigen Geschiebemergeln bzw. Geschiebelehlen der Grundmoränen bedeckt (Abb. 2.1-8).



Der tiefere Untergrund

Die ältesten Gesteine, die man in Berlin in einer Bohrung im Postfenn im Bezirk Charlottenburg-Wilmersdorf in über 4.000 Metern Tiefe erbohrt hat, stammen aus dem geologischen Zeitalter des **Rotliegenden** (Unter-Perm). Es sind etwa 290 Millionen Jahre alte vulkanitische Gesteine (Tab. 2.1-3). Darüber lagern hier fast 2.000 Meter mächtige Salzgesteine aus dem **Zechstein** (Ober-Perm). Diese in ganz Norddeutschland vorkommenden Salze mit einem geringen spezifischen Gewicht sind hier durch die Gebirgsauflast der darüber liegenden, schwereren Gesteine infolge der so genannten **Halokinese** in ihrer Mächtigkeit mehr als verdreifacht. Sie haben durch die Bildung eines **Salzkissens** die darüber lagernden Deckschichten schüsselartig aufgewölbt (Abb. 2.1-9). Die Deckschichten werden von Sedimentgesteinen der **Trias** gebildet: 776 Meter **Buntsandstein**, 271 Meter **Muschelkalk** sowie 136 Meter

Keuper. Die zeitlich eigentlich darauf folgenden Schichten aus dem **Jura** und der **Kreide** fehlen hier. Daher lagern **diskordant** horizontal auf den aufgewölbten älteren Keuperschichten 139 Meter mächtige, sehr viel jüngere Lockersedimente des Tertiärs. Darüber folgen ebenfalls Lockersedimente des Quartärs mit einer Mächtigkeit von 50 Metern.

Weiter nach Osten wird die zeitliche Schichtlücke geringer, da die Aufwölbung durch das Salz abklingt: In der Bohrung am Reichstag im Bezirk Mitte wurde unter dem Tertiär bereits der untere Jura (Lias) angetroffen. In einer Bohrung in Wartenberg im Bezirk Lichtenberg an der östlichen Stadtgrenze wurden bereits die Sedimente der Oberen Kreide aufgeschlossen (Tab.2.1-3 und Abb. 2.1-9).

Tab. 2.1-3 Geologischer Bau von Berlin, dargestellt anhand von drei tiefen Bohrungen

Ära	System	Serie	Beginn vor Millionen Jahren	Bohrungen			Generelle Ausbildung der Gesteine und ihre Bildungsbedingungen in Berlin (stark vereinfacht)
				Berlin, 1/69	Reichstag, 1/96	Wartenberg, 2/86	
				Schichtmächtigkeit in Metern			
Känozoikum	Quartär	Holozän	1,8	50	66	58	Sand, Ton, Schluff, Geschiebemergel, Mudde, Torf kontinental mit Eiszeitbildungen
		Pleistozän					
Känozoikum	Tertiär	Pliozän Miozän Oligozän Eozän Paläozän	65	139	149	152	Sand, Ton, Schluff, Braunkohle marin - flachmarin, kontinental mit Braunkohlebildung
		Kreide	Oberkreide	99	zeitliche Lücke (▲ Diskordanz)	zeitliche Lücke (▲ Diskordanz)	zeitliche Lücke (▲ Diskordanz)
Mesozoikum	Kreide	Unterkreide	144				
		Jura	Malm	159			
	Dogger	180					
	Lias	206	185	291	Tonstein, Schluffstein, Sandstein marin		
	Trias	Keuper	231	170 ↓ 560 m Endteufe	523	Dolomit, Tonstein, Sandstein, Anhydrit, Steinsalz flachmarin - brackisch	
		Muschelkalk	240	271	278	Kalkstein, Mergel, Schluffstein, Dolomit, Anhydrit, Steinsalz marin	
Buntsandstein		251	767	433 ↓ 1888 m Endteufe	Sandstein, Schluffstein, Tonstein, Anhydrit, Halit, Kalkstein kontinental		
Paläozoikum	Perm	Zechstein	258	1992		Dolomit, Kalkstein, Anhydrit, Steinsalz, Kalisalz (Zyklen) flachmarin	
		Rotliegendes	296	640 ↓ 4039 m Endteufe		Andesitisch-basaltischer Vulkanit, Sandstein, Schluffstein flachmarin - vulkanisch	

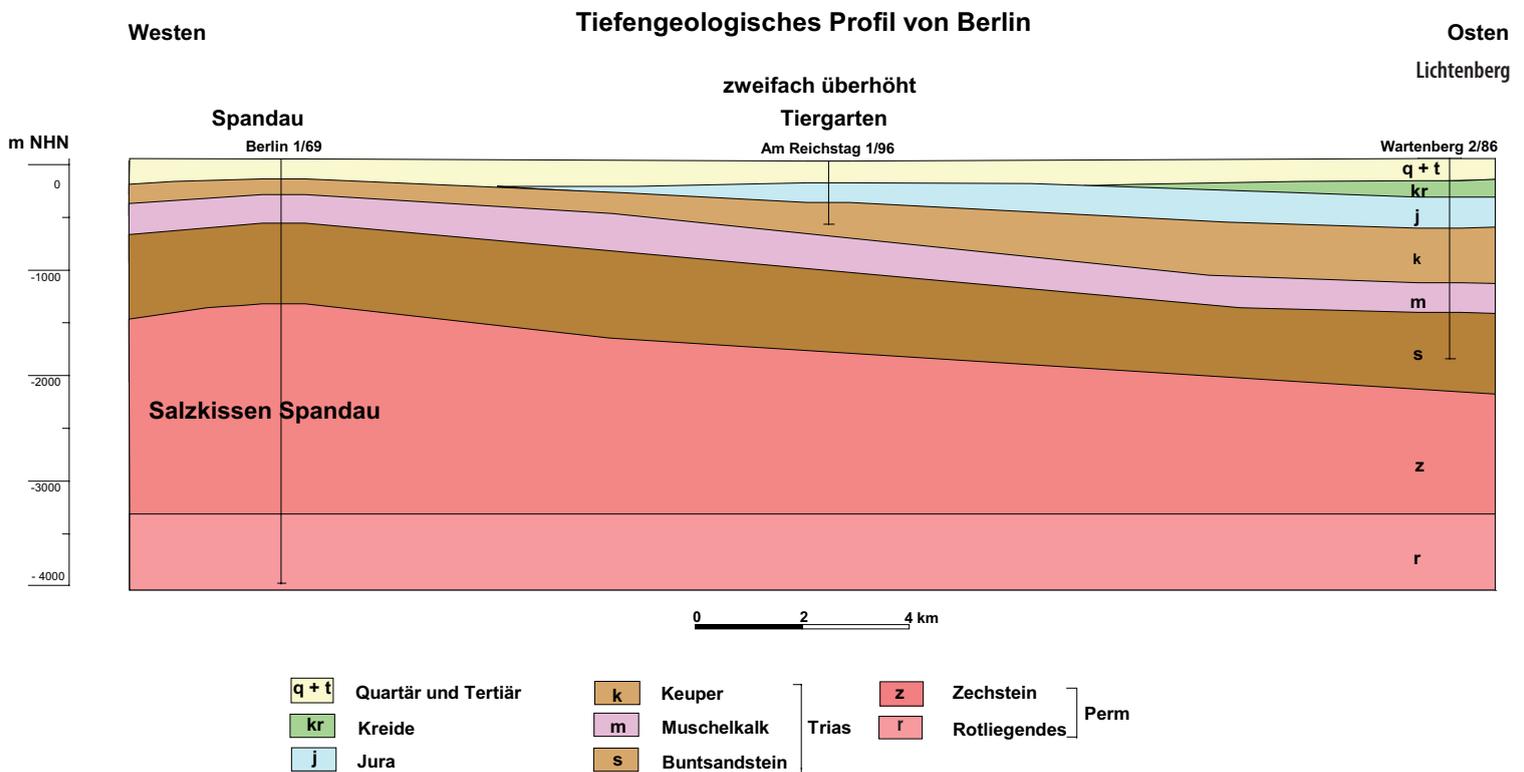


Abb. 2.1-9 Tiefengeologisches Profil von Berlin mit Salzkissen Spandau

Im gesamten über 1.000 Meter mächtigen Bereich oberhalb der [Zechsteinsalze](#) und unterhalb des Tertiärs zirkuliert in den Poren-, Kluft- oder Karsthohlräumen der Sedimentgesteine Grundwasser, das durch Lösung der Salzgesteine stark salzhaltig ist – etwa so wie Meerwasser. Diese Abfolge bildet das Salzwasserstockwerk.

Tertiär und Quartär

Das Tertiär beginnt in Berlin mit marinen Schichten des [Eozäns](#) und des [Oligozäns](#). Eine besondere Bedeutung für die Wasserversorgung kommt dabei dem mitteloligozänen [Rupelton](#) zu. Seine etwa 80 Meter mächtige Tiefseetonabfolge bildet eine – in ganz Norddeutschland hydraulisch wirksame – Barriere zum darunter liegenden Salzwasserstockwerk. Darüber folgen schluffige Feinsande des Oberoligozäns.

Einen Wechsel von marinen und kontinentalen Sedimenten mit eingeschalteten [Braunkohleflözen](#) kennzeichnen die darüber lagernden, jüngeren Schichten des [Miozäns](#): kalkfreie z. T. kie-sige Sande, Braunkohlentone und -schluffe sowie Braunkohle. Insgesamt sind die tertiären Schichten in Berlin etwa 150 bis 220 Meter mächtig (Abb. 2.1-10), nur in einer [Randsenke](#) im Nordwesten Berlins steigt die Mächtigkeit bis auf über 500 Meter an. [Paläozän](#) und [Pliozän](#) sind im Berliner Raum nicht ausgebildet.

Das Tertiär ist vollständig mit pleistozänen Sedimenten des Quartärs bedeckt. Nur im Bezirk Reinickendorf, in Hermsdorf und Lübars, befindet sich der tertiäre Rupelton durch den Salzaufstieg direkt an der Erdoberfläche.

Tertiär und Quartär im Südwesten Berlins

20-fach überhöht

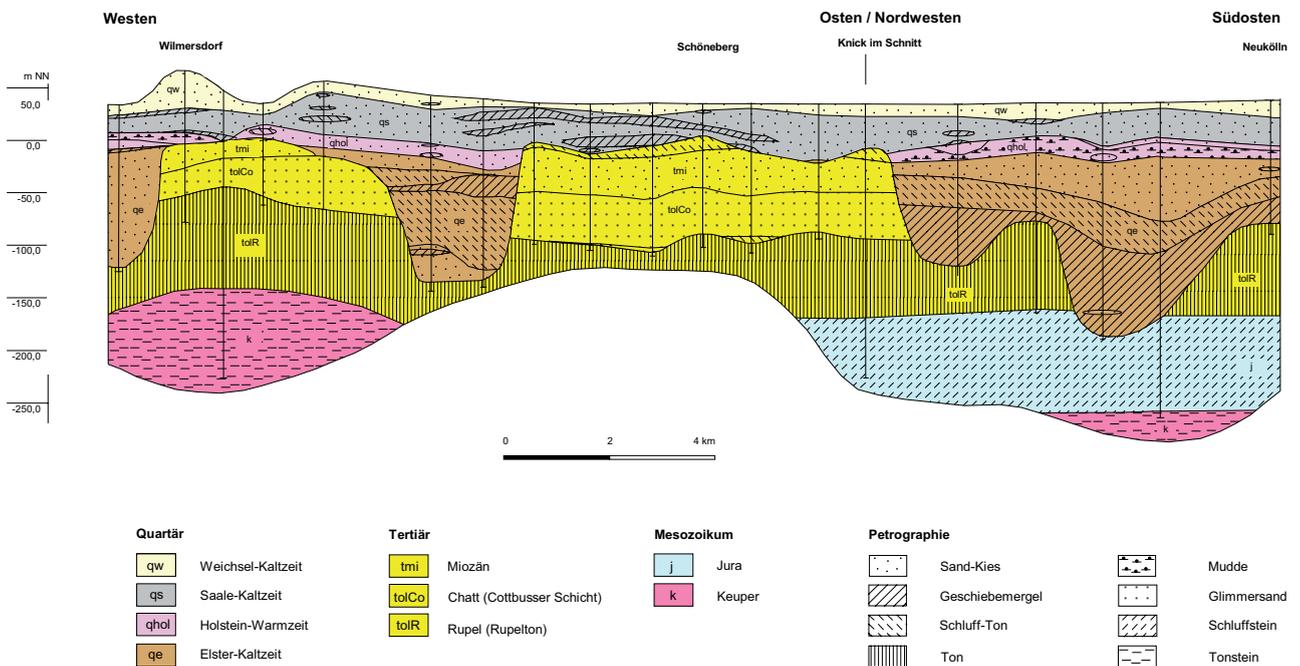


Abb. 2.1-10 Vereinfachtes geologisches Profil durch das Tertiär und Quartär von Wilmersdorf über Schöneberg nach Neukölln

Das Quartär begann mit einem Klimawandel vor 1,8 Millionen Jahren. Es kommen in Berlin im ► **Pleistozän** Ablagerungen der drei nordischen Kaltzeiten mit zwei dazwischen liegenden Warmzeiten vor, und zwar diejenigen der Elster-, Saale- und Weichselkaltzeit mit Ablagerungen von Schmelzwassersanden und -kiesen nordischen Ursprungs, Bändertonen sowie -schluffen und Geschiebemergel der Grundmoränen. Daneben existieren auch Sedimente der Holstein- und Eem-Warmzeit mit Mud- den, Schluffen, Tonen und Torfen sowie Flusssande und -kiese aus weiter südlich liegenden Liefergebieten (Tab. 2.1-4).

Die Gletscher – besonders die der Elster-Kaltzeit – haben z. T. sehr tiefe Rinnen in die vorgefundene tertiäre Oberfläche ► **erodiert** und mit ► **glaziale** Gesteinsmaterial verfüllt.

Dabei kann es vorkommen, dass die tertiären Schichten, insbe- sondere der ► **Rupelton**, vollständig erodiert wurden und so die schützende Barriere zwischen dem Süß- und Salzwasser- stockwerk zerstört wurde.

Die Mächtigkeit der pleistozänen Schichten beträgt in Berlin zumeist etwa 50 Meter, in elsterzeitlichen Rinnen jedoch auch bis zu 250 Meter.

Nach dem Ende des Pleistozäns vor 10.200 Jahren begann das ► **Holozän**. Es kamen Mud- den, Torfe, Flusssande und Dünen- sande zur Ablagerung, die lokal große Mächtigkeiten (z. T. weit mehr als 10 Meter) aufweisen können.

Tab. 2.1-4 Schematische Gliederung des Quartärs in Berlin

Serie	Stufe (norddeutsche Gliederung)	Typische Ablagerungen	Beginn vor heute in Jahren
Holozän		Torfe, Mudden, Dünen, Flusssande, anmoorige Sande	10.200
Pleistozän	Weichsel-Kaltzeit	Schmelzwassersande, Geschiebelehme/ -mergel	115.000
	Eem-Warmzeit	Torfe, Mudden, anmoorige Sande	128.000
	Saale-Kaltzeit	Schmelzwassersande, Geschiebelehme/ -mergel, Beckentone und -schluffe	478.000
	Holstein-Warmzeit	Torfe, Mudden, Tone und Schluffe mit Schnecken, Flusssande und -kiese	524.000
	Elster-Kaltzeit	Schmelzwassersande, Geschiebelehme/ -mergel, Beckentone und -schluffe	659.000
	Ältere Kalt- und Warmzeiten	in Berlin nicht nachgewiesen	1.800.000

Der hydrogeologische Bau

Durch die wechselnde Abfolge von Grundwasserleitern und –geringleitern sind im Berliner Raum im ► **Süßwasserstockwerk** über dem ► **Rupelton** vier hydraulisch und hydrochemisch unterscheidbare Grundwasserleiter ausgebildet. Der zweite, überwiegend saalezeitliche Grundwasserleiter wird in Berlin als der so genannte ► **Hauptgrundwasserleiter** bezeichnet, da aus diesem der größte Anteil des Wassers für die Trinkwasserversorgung gefördert wird (LIMBERG & THIERBACH 2002). Der fünfte Grundwasserleiter befindet sich unterhalb des Rupeltones im ► **Salzwasserstockwerk** (Abb. 2.1-11).

Dort, wo der Rupelton vollständig durch die Gletscher erodiert wurde, besteht ein direkter Kontakt zwischen dem Süß- und Salzwasserstockwerk mit der Gefahr der Versalzung des zur Trinkwasserversorgung genutzten Grundwassers. Es ist sehr wichtig, solche „Fehlstellen“ genau zu kennen, denn eine unsachgemäße Grundwasserförderung kann in diesem Bereich einen schwer umkehrbaren Salzwasseraufstieg und damit eine ► **Kontamination** des nutzbaren Süßwassers bewirken.

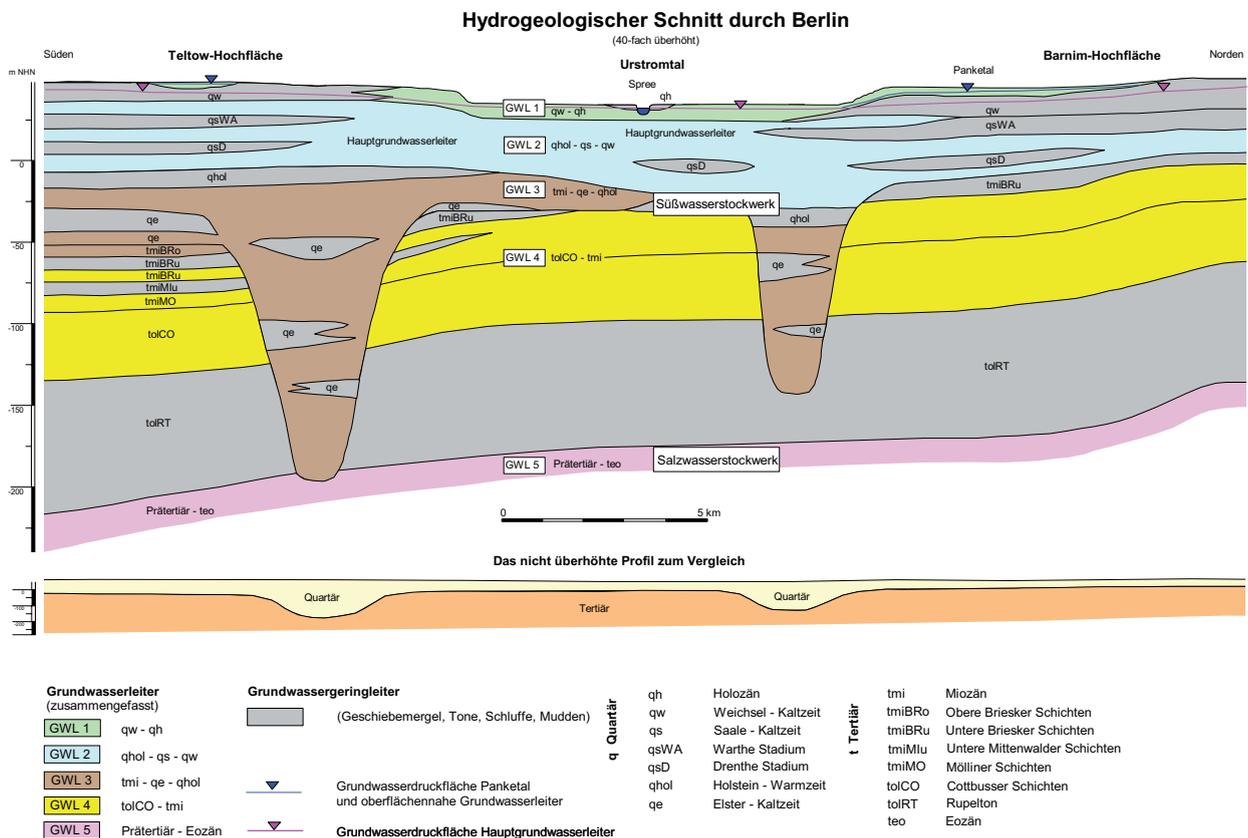


Abb. 2.1-11 Schematisches hydrogeologisches Profil von Süden nach Norden

2.2 Messung und Darstellung von Grundwasser

Wie entsteht Grundwasser?

Grundwasser ist als Teil des Wasserkreislaufes unserer Erde eine erneuerbare Ressource. Es wird durch Niederschläge immer wieder neu gebildet. Durch Sonneneinstrahlung steigt über Land und Wasser infolge der Verdunstung feuchte Luft auf und verdichtet sich zu Wolken. Aus den Wolken regnet es dann wieder auf die Erdoberfläche. Ein Teil davon verdunstet über dem Land, der andere Teil hingegen fließt oberirdisch ab oder versickert ins Grundwasser. Die Bäche und Flüsse bringen das Wasser zum Meer und schließen so den Kreislauf aus Verdunstung, Niederschlag und Abfluss. Wasser kann also nicht verbraucht werden; es bleibt immer Teil des Kreislaufes (Abb. 2.2-1).

In Berlin fallen im Durchschnitt (dreißigjähriges Mittel 1961-1990) 570 mm Niederschlag pro Jahr – das sind 570 Liter auf jeden Quadratmeter oder 478 Millionen m³ pro Jahr auf die Stadtfläche ohne Gewässer. Im Vergleich zu anderen Gebieten im westlichen Teil Deutschlands mit über 700 mm ist das deutlich weniger. Die Gebiete in Ostdeutschland mit deutlich geringeren Niederschlagsmengen werden deshalb auch als sogenannte Regenmangelgebiete bezeichnet (Abb. 2.2-2).

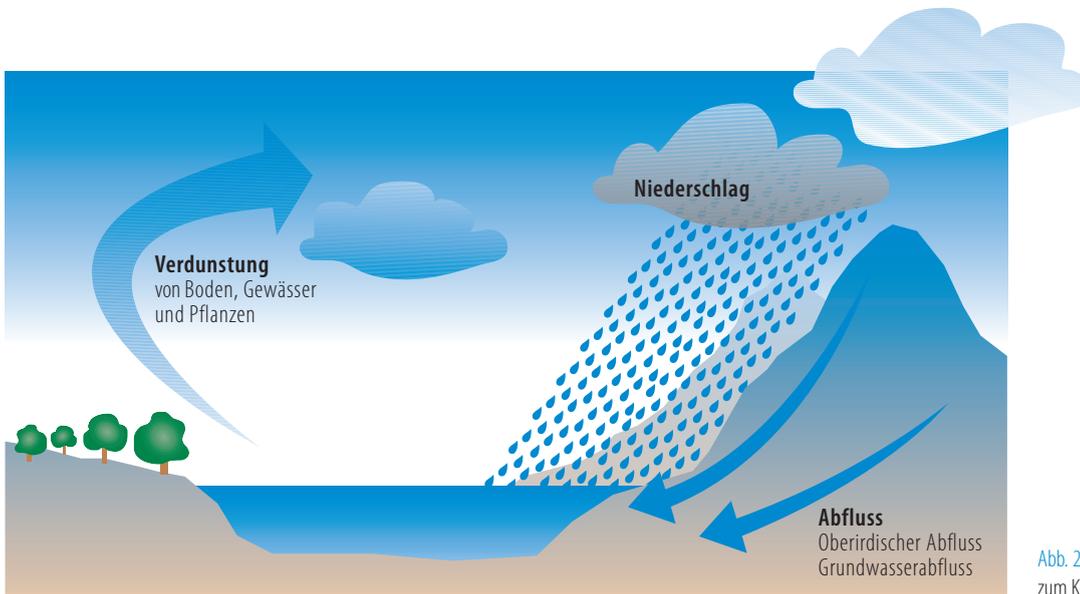


Abb. 2.2-1 Allgemeine Abbildung zum Kreislauf des Wassers

In Berlin verdunstet mit 56 % mehr als die Hälfte des Niederschlags von den Pflanzen, vom Boden oder von den Gewässern. Ein Teil des Niederschlags fließt als Oberflächenabfluss durch die Kanalisation in die Oberflächengewässer ab (12 %) oder versickert und strömt auf natürlichem Weg unterirdisch als Zwischenabfluss (► **Interflow**) ebenfalls zu den Oberflächengewässern (5 %). Der restliche Anteil des in den Boden infiltrierenden Wassers sickert dem Grundwasser schließlich als ► **Grundwasserneubildung** zu: Das sind 27 % des Niederschlags, bzw. 152 mm oder 130 Millionen m³ pro Jahr auf die Landesfläche von Berlin (ohne Gewässer, Abb. 2.2-3).

Mittlere jährliche Niederschlagshöhe für den Zeitraum 1961-1990

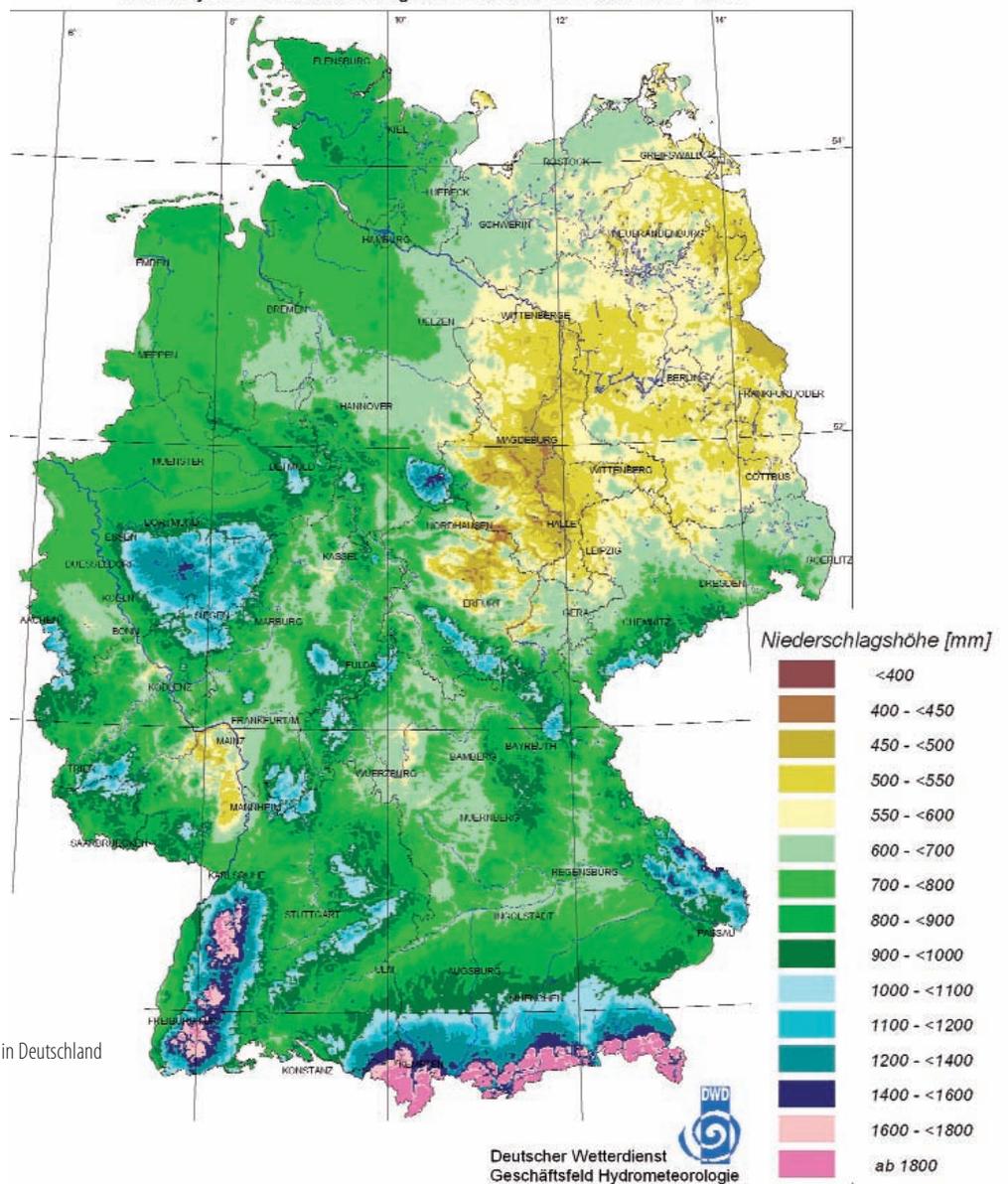


Abb. 2.2-2 Karte mit Niederschlagshöhen in Deutschland

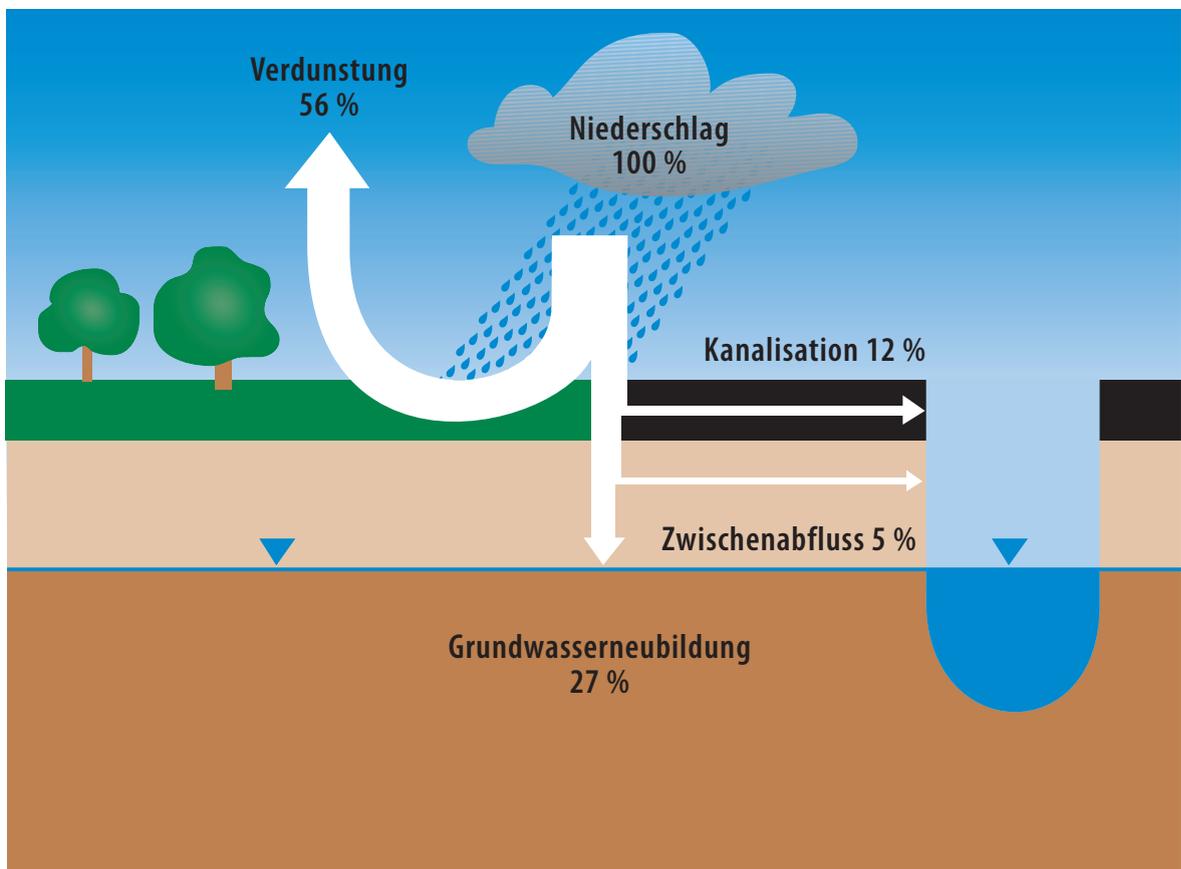


Abb. 2.2-3 Anteile des Wasserkreislaufes in Berlin (ohne Berücksichtigung der Verdunstung von den Gewässern)

Die Menge der Grundwasserneubildung ist natürlich nicht überall im Stadtgebiet gleich groß. Sie ist u. a. von natürlichen Faktoren wie Niederschlag, Verdunstung, ► [Flurabstand](#), geologische Ausbildung der ungesättigten Zone, Vegetations- und Bodenverhältnissen sowie von künstlich veränderten Faktoren wie Flächennutzung, Versiegelungsgrad und Anschlussgrad der Kanalisation abhängig.

Für Berlin wurde die Grundwasserneubildung aus den Versickerungsanteilen unter Berücksichtigung der Oberflächenversiegelung flächendeckend berechnet. Dabei schwanken die Beträge der Grundwasserneubildung von 150 bis 300 mm/Jahr in Gebieten mit rolligen Lockergesteinen im Urstromtal. In Feuchtgebieten mit sehr geringem Flurabstand betragen sie nur 0 bis 100 mm/Jahr. Es kann sogar in einigen Bereichen ► [Grundwasserzehrung](#) auftreten, d. h. es verdunstet hier sogar Grundwasser. Auf den

Hochflächen betragen die Grundwasserneubildungsraten bei hohem Flurabstand und rolligen Lockergesteinen 150 bis 250 mm/Jahr, bei bindiger Bedeckung hingegen nur 50 bis 150 mm/Jahr. Die durchschnittliche Grundwasserneubildung beträgt für die Berliner Landesfläche ohne Gewässer 152 mm/Jahr.

An dieser Stelle sei noch bemerkt, dass es sich hierbei um Durchschnittswerte handelt, die an Hand langjähriger Mittelwerte berechnet wurden. So können die Grundwasserneubildungswerte in einem besonders nassen oder trockenen Jahr deutlich vom Mittelwert abweichen. Die Grundwasserneubildung innerhalb eines Jahres korreliert nicht unmittelbar mit der monatlichen Niederschlagssumme, da wegen der höheren Verdunstung im Sommer die Niederschläge in dieser Jahreszeit nur wenig zur Grundwasserneubildung beitragen.

Die höchsten Neubildungsraten liegen deshalb im Winterhalbjahr. Nähere Angaben zur Methode und zur Karte der Grundwasserneubildung finden sich im Digitalen Umweltatlas unter:

www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/umweltatlas/i217.htm

Wie wird aus Oberflächenwasser Grundwasser?

In Berlin wird das Trinkwasser ausschließlich aus dem Grundwasser gewonnen. Die Herkunft von Grundwasser kann jedoch verschieden sein. Von „natürlichem“ Grundwasser spricht man, wenn Niederschläge versickern. Fließt Oberflächenwasser aus einem See oder Fluss in den Untergrund, nennt man dies Uferfiltration. Die Idee ist recht einfach: 100 bis 150 Meter von einem See, Bach oder Fluss entfernt bohren die Wasserwerke einen Brunnen. Pumpen sie dort Grundwasser ab, entsteht ein Sog, der Wasser auch aus dem Oberflächengewässer anzieht (s. a. Abb. 2.1-6). Zwei bis sechs Monate fließt das Wasser gegen die natürliche Fließrichtung in Richtung Brunnen und wird dabei so gut gereinigt, dass es sich vom Grundwasser, welches über Niederschläge gebildet wurde, kaum noch unterscheidet. Rund 60

Prozent der jährlich rund 215 Millionen Kubikmeter Trinkwasser werden zurzeit in Berlin auf diese Art produziert. Man kann dieses Verfahren auch an künstlichen Becken nachbilden. Diese dann „künstliche Grundwasseranreicherung“ genannte Version derselben Methode wird in Berlin ebenfalls genutzt (s.a. Kap. 3.4 Grundwassermanagement).

Das Besondere an Uferfiltration und künstlicher Grundwasseranreicherung ist die naturnahe Reinigung des Wassers. Das meiste passiert bereits, wenn das Wasser vom Fluss oder See in den Untergrund eintritt. Im Sand des Gewässerufers oder der Gewässersohle befinden sich unzählbar viele Bodenbakterien, die im Wasser gelöste Substanzen verwerten. Mit dem Oberflächenwasser sickern stetig organische Substanzen und Sauerstoff in den Untergrund, die von den Mikroorganismen als Energiequelle genutzt werden. Ist aller Sauerstoff verbraucht, dienen Nitrat und im Folgenden Eisen, Mangan und Sulfat als Oxidationsmittel zur Reduktion der organischen Substanzen. Entsprechend der Verfügbarkeit wird immer diejenige Substanz reduziert, die den höchsten Energiegewinn liefert. Dadurch ändert sich der Wasserchemismus grundlegend. Eine chemische Redoxzonierung bildet sich aus (Abb. 2.2-4).

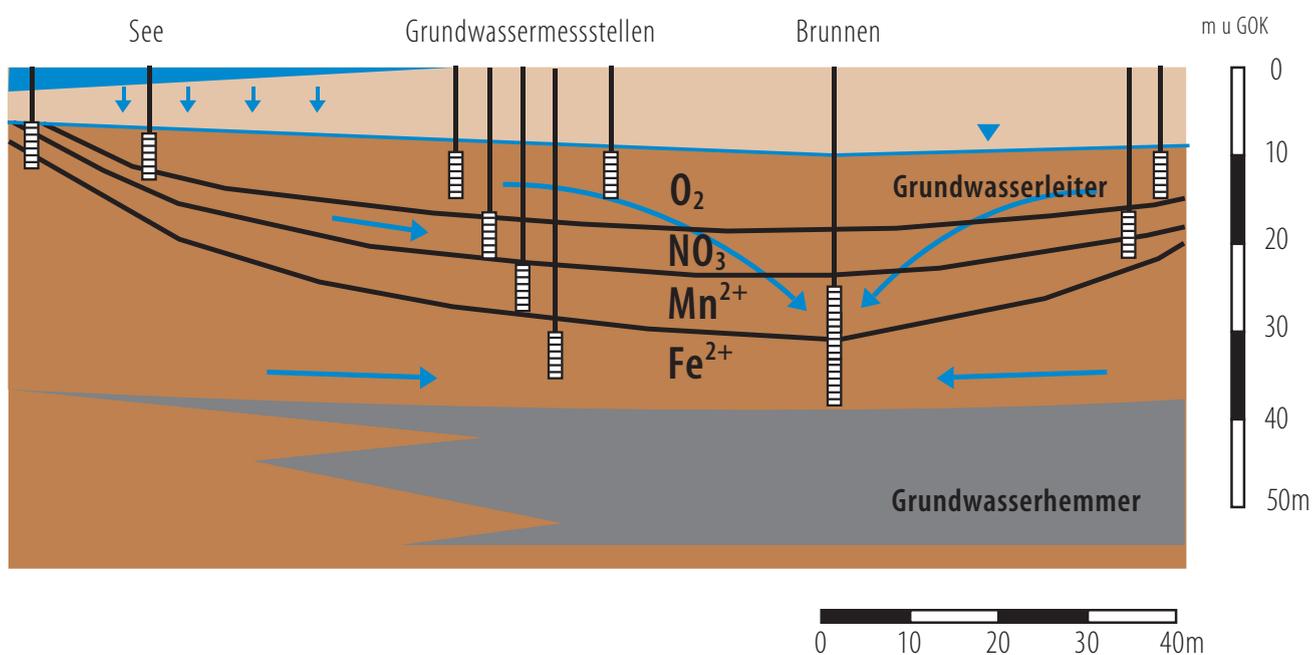


Abb. 2.2-4 Vertikale Redoxzonierung dargestellt in einem schematischen Schnitt. Seewasser infiltriert in den Untergrund (links oben) und fließt dem Brunnen zu. Dargestellt sind Grundwassermessstellen, die zu Forschungs- und Monitoringzwecken im Verlauf der Fließrichtung errichtet wurden. Bedingt durch die sehr flachen Seen und die hohen Wasserspiegelschwankungen durch den Brunnenbetrieb, die zum Eintrag von Sauerstoff von der Oberfläche führen, bildet sich eine vertikale Redoxzonierung aus.

Entsprechend den favorisierten Bedingungen – manche unter ► **aeroben**, andere eher unter ► **anaeroben** Bedingungen – werden Spurenstoffe wie z. B. Arzneimittelrückstände entfernt.

Manche Stoffe werden auch einfach an den Oberflächen der Sandkörner angelagert, d.h. adsorbiert oder werden durch die engen Porenräume zwischen den Sandkörnern herausgefiltert. Selbst Problemstoffe wie Gifte aus Algenblüten oder Rückstände aus Arzneimitteln, aber auch Viren und Bakterien werden während der Bodenpassage hervorragend aus dem Wasser entfernt. Die stattfindenden Prozesse sind sehr vielfältig und werden durch die Fließgeschwindigkeit zum Brunnen, den geologischen Aufbau des Grundwasserleiters sowie die Oberflächenwasserqualität beeinflusst. Im Brunnen mischt sich das Uferfiltrat aus dem infiltrierten Seewasser mit dem landseitigen Grundwasser in einem bestimmten Verhältnis, welches durch die Pumpstärke beeinflusst wird. Das so produzierte ► **Rohwasser** wird im Wasserwerk gesammelt und nach der Belüftung zur Entfernung von Eisen und Mangan an die Verbraucher geliefert.

Wie viel Grundwasser gibt es in Berlin und wie viel dürfen wir davon nutzen?

Das Wasservolumen des Süßwasserstockwerkes in Berlin, also das Grundwasser, das zwischen der Erdoberfläche und der Oberkante des ► **Rupeltons** vorhanden ist (s. a. Abb. 2.1-11), wurde in einer Studie berechnet (SOMMER-VON JARMERSTEDT 1998). Danach befindet sich im Porenraum zwischen den Sand- und Kieskörnern die unvorstellbar große Menge von etwa 20.000 Millionen m³ Grundwasser. Das entspricht etwa knapp der Hälfte der Wassermenge des Bodensees.

Diese Menge stellt den statischen Grundwasservorrat dar. Doch davon können und dürfen wir bei Weitem nicht alles nutzen, sondern nur so viel, wie sich durch die Grundwasserneubildung natürlich, durch das Uferfiltrat sowie die Grundwasseranreiche-

rung künstlich neu nachbildet. Außerdem darf die Entnahme nicht den Feuchtgebieten schaden. Andernfalls würden wir Raubbau an den Vorräten des Grundwassers mit irreversiblen Schäden an Mooren und anderen grundwasserabhängigen ► **Biotopen** betreiben. Die Summe aller „positiven Bilanzglieder“ (Grundwasserneubildung, Uferfiltrat und Grundwasseranreicherung) wird auch als ► **Grundwasserdargebot** bezeichnet. Für die Fläche von Berlin beträgt das Grundwasserdargebot pro Jahr rechnerisch überschlägig 300 bis 380 Mio. m³. Es setzt sich aus 130 Mio. m³ Grundwasserneubildung, je nach Fördermenge 150 bis 200 Mio. m³ Uferfiltrat und 20 bis 50 Mio. m³ Grundwasseranreicherung, die an die Fördermenge angepasst werden muss, zusammen.

Für die einzelnen Wasserwerke wurde das Grundwasserdargebot, das sich auf deren unterirdische Einzugsgebiete bezieht, gesondert berechnet. Daraus muss das ► **nutzbare Grundwasserdargebot** bestimmt werden; das ist die (geringere) Menge, bei deren Förderung im Wasserwerkseinzugsgebiet unter Beachtung aller (auch technischer) Randbedingungen durch die Grundwasserabsenkung kein nachhaltiger Schaden an den Schutzgütern der Natur angerichtet wird.

Einfluss der Klimaentwicklung auf das Grundwasser

Das aktuelle Klima in Ostdeutschland ist aufgrund der kontinentalen Lage bereits jetzt deutlich trockener als in den westlichen Teilen Deutschlands (s. a. Abb. 2.2-2). Bei einem zukünftigen weltweiten Temperaturanstieg kommen seriöse Modellrechnungen für die Region Berlin-Brandenburg zu einem Klimaszenarium mit zusätzlich noch erhöhter Trockenheit (GERSTENGARBE et al. 2003).

Die Region Berlin-Brandenburg liegt im Bereich des gemäßigten, kontinentalen Klimas mit einer durchschnittlichen Jahresmitteltemperatur je nach Lage zwischen 7,8°C und 9,5°C.

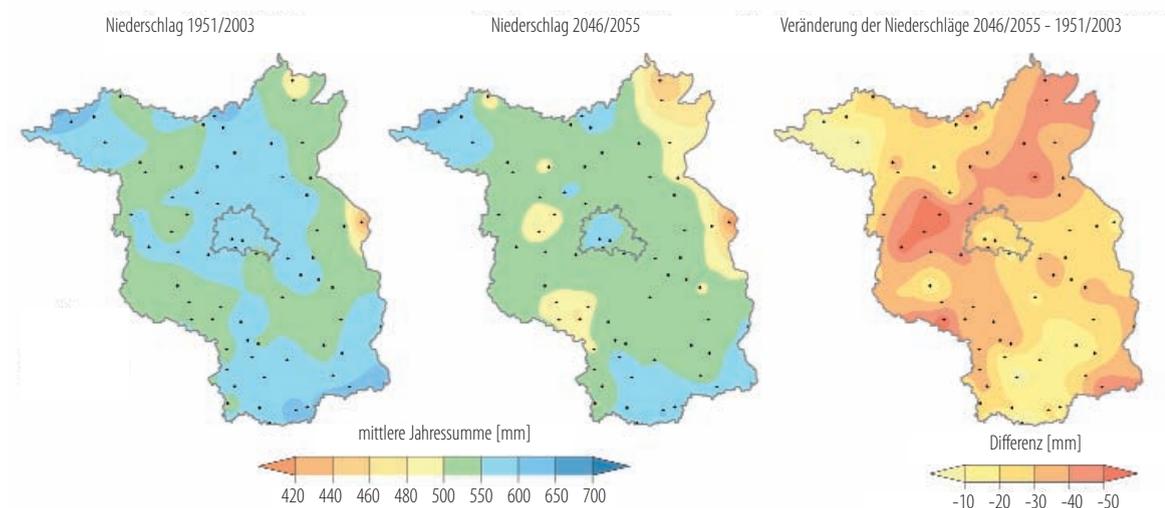


Abb. 2.2-5 Entwicklung der Niederschlagsverteilung im Jahresmittel von der Vergangenheit 1951–2003 (links) in die Zukunft 2046–2055 (Mitte) in der Region Berlin-Brandenburg. Deutlich wird die Abnahme in der Differenzdarstellung (rechts).

Sie gehört mit einer Jahresniederschlagssumme um 600 mm (im Nordosten Brandenburgs weniger als 500 mm) zu den trockensten Regionen Deutschlands. Das errechnete Zukunftsszenarium beschreibt die wahrscheinlichste Änderungsvariante für den Zeitraum bis 2055. Innerhalb der nächsten 50 Jahre sind demnach bei einem moderaten regionalen Temperaturanstieg von 1,4 °C folgende Klimaänderungen im Vergleich zur aktuellen Situation zu erwarten:

- Die durchschnittliche Niederschlagsmenge geht zurück. Das Gebietsmittel der Jahressumme liegt im Jahr 2055 unter 500 mm im Nordosten, um 550 mm in Berlin und unter 500 mm im Südwesten Brandenburgs. Die Abnahme des Niederschlags ist räumlich stark differenziert. In Berlin beträgt die Abnahme etwa 20–40 mm (s. Abb. 2.2–5) (Stöck 2007).
- Dem Niederschlagsrückgang steht eine Zunahme der Sonnenscheindauer, damit auch eine Abnahme der Bewölkung und eine dementsprechend erhöhte Verdunstung gegenüber.

Legt man dieses Klimaszenarium zu Grunde, so wird deutlich, dass sich die maßgeblichen Wasserhaushaltsfaktoren wie Niederschlag und Verdunstung entscheidend ändern werden. Davon wird auch die Grundwasserneubildung betroffen sein. Wie stark sie sich in Berlin verringert, müssen weitere Modellrechnungen zeigen, die zurzeit durchgeführt werden.

Wie verschmutzungsempfindlich ist das Grundwasser?

Für den Grundwasserschutz ist der Schutz des Bodens und der ungesättigten Zone (zusammengefasst im Begriff der Grundwasserüberdeckung) vor ► **Kontaminationen** besonders wichtig, denn die Versickerung von Schadstoffen von der Erdoberfläche in den Boden und weiter ins Grundwasser stellt die Hauptkontaminationsquelle für die Grundwasserressourcen dar.

Aus der Mächtigkeit und der geologischen Ausbildung der Grundwasserüberdeckung sowie der Grundwasserneubildungsrate leitet sich die Verweilzeit des Sickerwassers als Maß für die Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung ab. Je länger das Sickerwasser mit den Schadstoffen im Boden verweilt bis es das Grundwasser trifft, desto besser ist das Grundwasser wegen



Abb. 2.2-6 Ausschnitt aus der Verweilzeitkarte

der natürlichen Reinigungskräfte des Untergrundes geschützt. Diese Verweilzeit des Sickerwassers als Maß für die **Verschmutzungsempfindlichkeit** wurde für Berlin flächendeckend berechnet und in einer Karte dargestellt. Je geringer die Verweilzeit, desto höher ist die Verschmutzungsempfindlichkeit (Abb. 2.2-6). Dabei liegen im Urstromtal und im Panketal bei geringen Flurabständen und sandiger Grundwasserüberdeckung geringe Verweilzeiten von ein bis fünf Jahren und damit hohe Verschmutzungsempfindlichkeiten vor (rote bis gelbe Farben). Dagegen betragen auf den Hochflächen die Verweilzeiten durch den großen Flurabstand zumeist über 20 Jahre (grüne bis blaue Farben), bei bindiger Bedeckung stellenweise sogar bis zu 100 Jahre und mehr. Hier ist die Verschmutzungsempfindlichkeit dementsprechend deutlich geringer. Nähere Informationen zur Methode und zur Karte der Verweilzeit des Sickerwassers im Digitalen Umweltatlas unter: www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/umweltatlas/i216.htm

Grundwassermessungen – wozu überhaupt?

Das Referat für Wasserrecht, Geologie der Senatsverwaltung für Gesundheit, Umwelt und Verbraucherschutz erhebt Daten zum Grundwasser an Hand des Landesgrundwassermessnetzes und nutzt diese für hoheitliche Planungs- und Überwachungsaufgaben sowie zur Erfüllung gesetzlicher Aufgaben des Grundwassermanagements. Aktuell ist die Erfüllung von Berichtspflichten auf Grund der Europäischen Wasserrahmen- und der Grundwasserrichtlinie wichtig. Die Informationen über Grundwasserstände, Grundwassertemperaturen und die chemische Beschaffenheit des Grundwassers werden in Datenbanken gespeichert, ausgewertet und der Öffentlichkeit zur Verfügung gestellt. Mit Hilfe dieser Daten können z. B. die Größe der Wasserschutzgebiete an Hand von Modellierungen berechnet, die Aus-

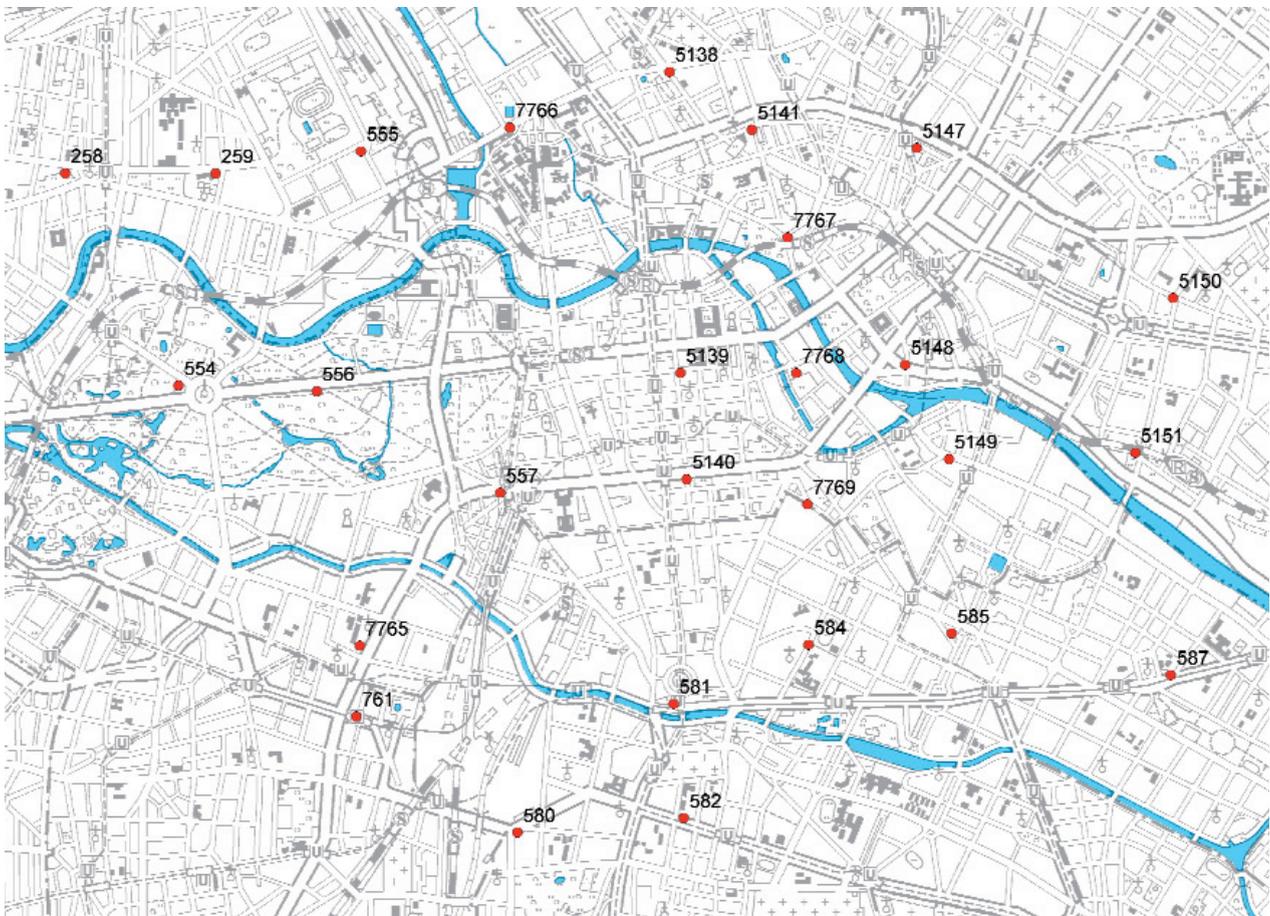


Abb. 2.2-7 Erstes Grundwassermessnetz in Berlin im Jahr 1870

wirkung von Wasserentnahmen auf die Umwelt ermittelt oder Planungen zur Abdichtung von Kellergeschossen gegen Grundwasser durchgeführt werden.

Das Grundwasserstandsmessnetz in Berlin – eine über 135-jährige Tradition

Die regelmäßigen Aufzeichnungen von Grundwasserständen begannen in Berlin vor über 135 Jahren. Bereits 1869 wurde im heutigen Bezirk Mitte das erste Messnetz mit 27 Grundwassermessstellen errichtet, von denen seitdem Messwerte vorliegen (Abb. 2.2-7).

Das Grundwasserstandsmessnetz vergrößerte sich rasch: Im Jahr 1937 waren bereits über 2.000 Messstellen vorhanden. Zurzeit betreibt der Landesgrundwasserdienst nach einer Messnetzoptimierung im Stadtgebiet rund 1.000 Messstellen, die in den fünf unterschiedlichen Grundwasserleitern verfiltert sind (Abb. 2.2-8). Die meisten (750) sind im [Hauptgrundwasserleiter](#) ausgebaut. Darüber hinaus betreiben die Berliner Wasserbetriebe ein eigenes Messnetz in räumlicher Nähe der Wasserwerke mit ebenfalls rund 1.000 Messstellen.

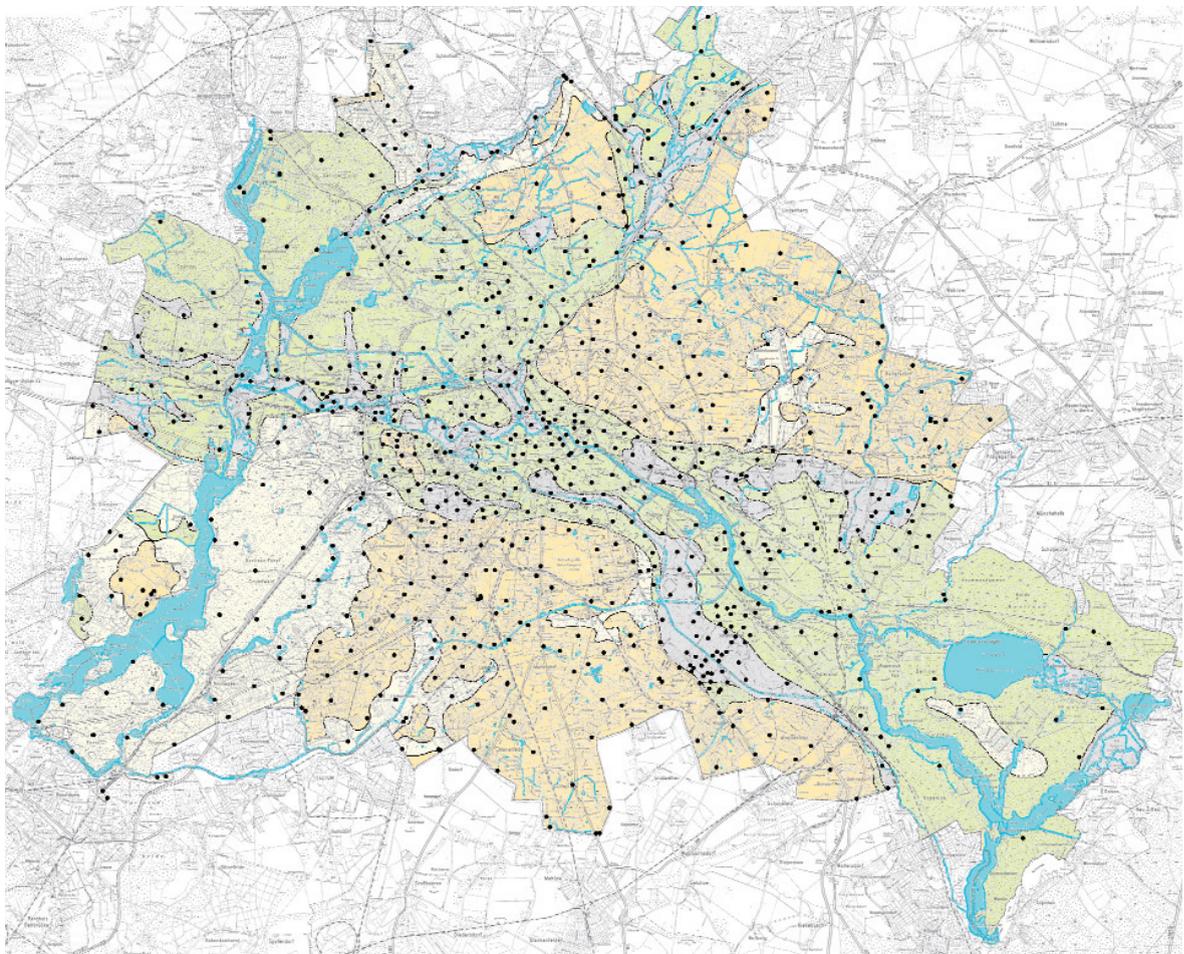


Abb. 2.2-8 Aktuelles Landesgrundwassermessnetz im Jahr 2007

Eine Grundwassermessstelle ist im Prinzip wie ein Brunnen aufgebaut, nur mit geringerem Durchmesser und kürzerer Filterstrecke (Abb. 2.2-9 und -10).

Früher wurden die Grundwasserstandsmessungen mit einer ► **Brunnenpfeife** oder einem ► **Lichtlot** per Hand ausgeführt. Heute sind die Messstellen weitestgehend mit automatischen Messeinrichtungen (► **Datenloggern**) ausgerüstet, die in beliebigen zeitlichen Abständen Werte messen können. Für das Messnetz von Berlin ist ein Messintervall von einem Wert pro Tag ausreichend. Die einmal im Monat ausgelesenen Werte werden dann in die Datenbank der Senatsverwaltung übertragen (Abb. 2.2-11/12). Neuerdings sind ausgewählte Datenlogger mit einem Funkmodem ausgerüstet, so dass die Daten auch täglich aktuell über Funk abrufbar sind.



Abb. 2.2-9 Grundwassermessstelle im Stadtgebiet

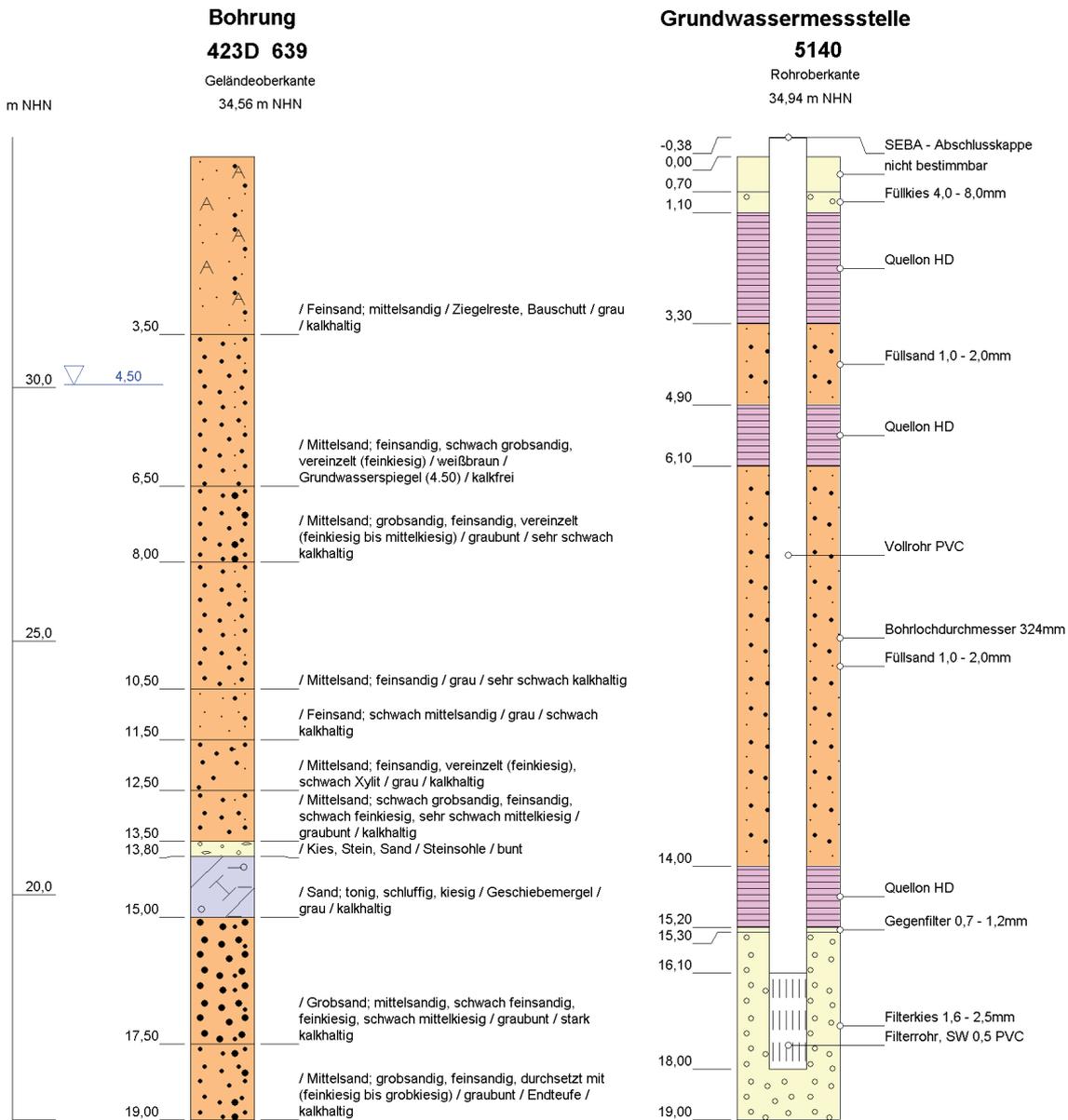


Abb. 2.2-10 Ausbau einer Grundwassermessstelle



Alle Grundwasserstandsmesswerte werden in der Grundwasserdatenbank der Senatsverwaltung gesammelt und täglich aktualisiert. Mittlerweile gibt es über 6 Millionen Messwerte.

Abb. 2.2-11/12 Auslesung von automatisch aufgezeichneten Grundwasserstandsdaten

Auswertungen der Grundwasserstandsmessungen

Um die Messwerte für die verschiedenen Fragestellungen interpretieren zu können, werden sie in ihrer zeitlichen Entwicklung in Form von Grundwasserstandsganglinien und ihrer räumlichen Ausbildung mit Hilfe von Grundwassergleichenkarten und Flurabstandskarten dargestellt.

In jüngster Zeit wird zur Lösung schwieriger Planungsaufgaben immer mehr mit Grundwasserströmungsmodellen gerechnet. Hierfür benötigt man als Grundlage möglichst detaillierte geologische und hydrogeologische Daten.

Grundwasserstandsganglinien

Die Grundwasserstände, die in einer Messstelle gemessen werden, lassen sich in einer Grundwasserstandsganglinie als Funktion der Zeit in Meter über ► **Normalhöhennull (NHN)** darstellen. Die Grundwasserstände im Stadtgebiet sind unterschiedlichen natürlichen und künstlichen Schwankungen unterworfen.

Natürliche Schwankungen sind klimatisch bedingt. Sie werden durch die innerhalb eines Jahres unterschiedliche Verteilung des Niederschlags und der Verdunstung und damit der variierenden Grundwasserneubildungsmenge hervorgerufen. Die Folge sind in der Regel höhere Grundwasserstände im Frühjahr und niedrigere im Herbst. In trockenen Jahren sinkt der Grundwasserstand insgesamt ab, in nassen Jahren steigt er wieder. Abbildung 2.2-13 zeigt eine Ganglinie, die weitestgehend frei von künstlichen Einflüssen ist.

Senatsverwaltung für Gesundheit, Umwelt und Verbraucherschutz
Arbeitsgruppe II E 3 Geologie und Grundwassermanagement



Abb. 2.2-13 Grundwasserstandsganglinie mit hohen Werten im Frühjahr und niedrigen im Herbst

Künstliche, durch den Menschen verursachte Grundwasserstandsschwankungen entstehen z. B. durch Grundwasserförderungen von Wasserwerken, industriellen oder privaten Entnahmen sowie durch Grundwasserhaltungen bzw. -einleitungen bei Baumaßnahmen. Prinzipiell spiegelt die langjährige Ganglinie des Grundwasserstandes die wirtschaftliche Entwicklung der Stadt wider. In Zeiten des wirtschaftlichen Aufschwungs wird

viel Wasser in Betrieben gefördert und viel gebaut, was in Berlin immer mit großen Grundwasserhaltungen – manchmal über viele Jahre z. B. beim U-Bahnbau – und damit mit Grundwasserabsenkungen verbunden ist. In Zeiten wirtschaftlicher Krisen sinkt die Grundwasserförderung hingegen wieder und bewirkt damit zumeist einen räumlich erkennbaren Grundwasseranstieg.

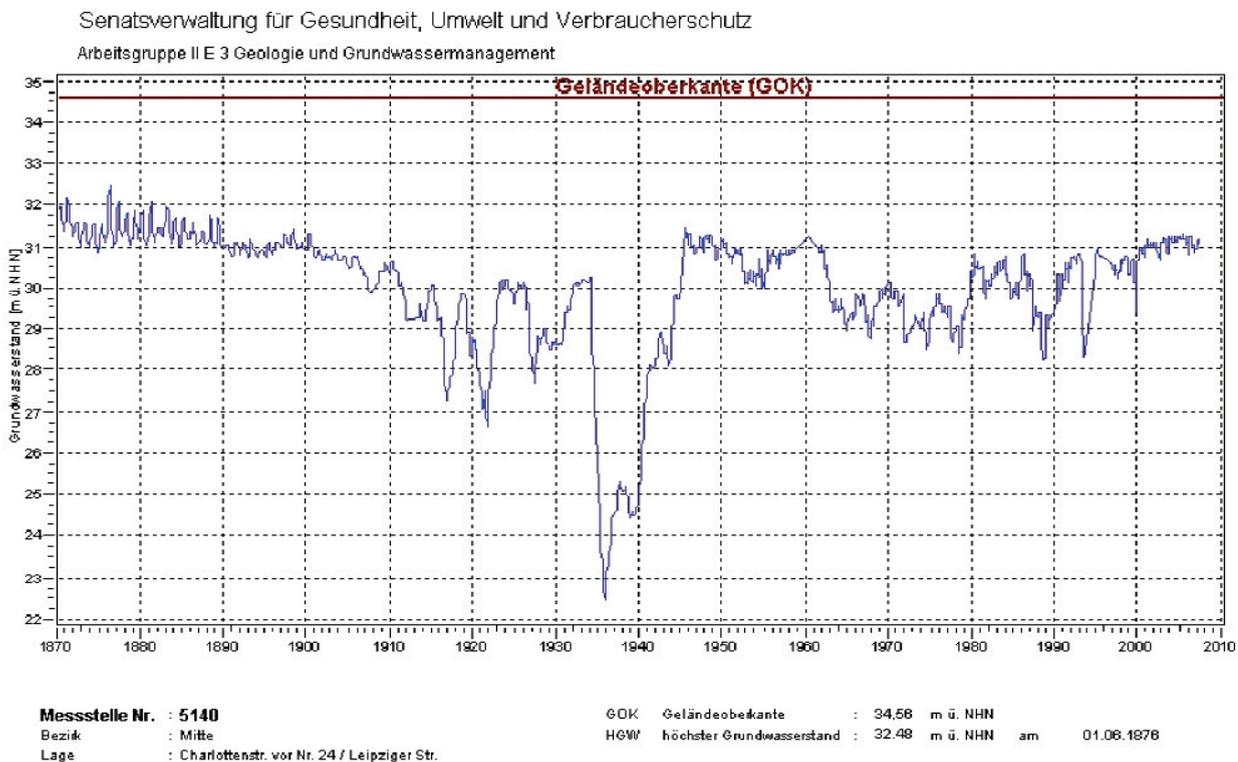


Abb. 2.2-14 Grundwasserstandsganglinie einer seit 1870 gemessenen Messstelle in der Innenstadt

Am Beispiel der Ganglinie einer Messstelle in der Charlottenstraße im Bezirk Mitte (Abb. 2.2-14) lässt sich dies sehr gut ablesen:

- Bis 1890 gab es noch die relativ unbeeinflussten, jahreszeitlich bedingten Grundwasserstandsschwankungen – im Frühjahr hohe, im Herbst niedrige Werte – mit dem höchsten gemessenen Grundwasserstand (HGW) an dieser Messstelle am 1.6.1876. Der Grundwasserflurabstand betrug an diesem Tag nur knapp zwei Meter.

- Mit dem Wachsen der Stadt und damit erhöhter Entnahmen durch Betriebe und private Nutzer sank das Grundwasser in den Folgejahren bis etwa 1910 stetig ab, die Schwankungsamplitude wurde geringer. Anschließend setzten die großen Baumaßnahmen für die U- und S-Bahn sowie andere große Bauwerke (z. B. die Reichsbank) ein, die Grundwasserabsenkungen bis zu neun Metern über mehrere Jahre nach sich zogen.

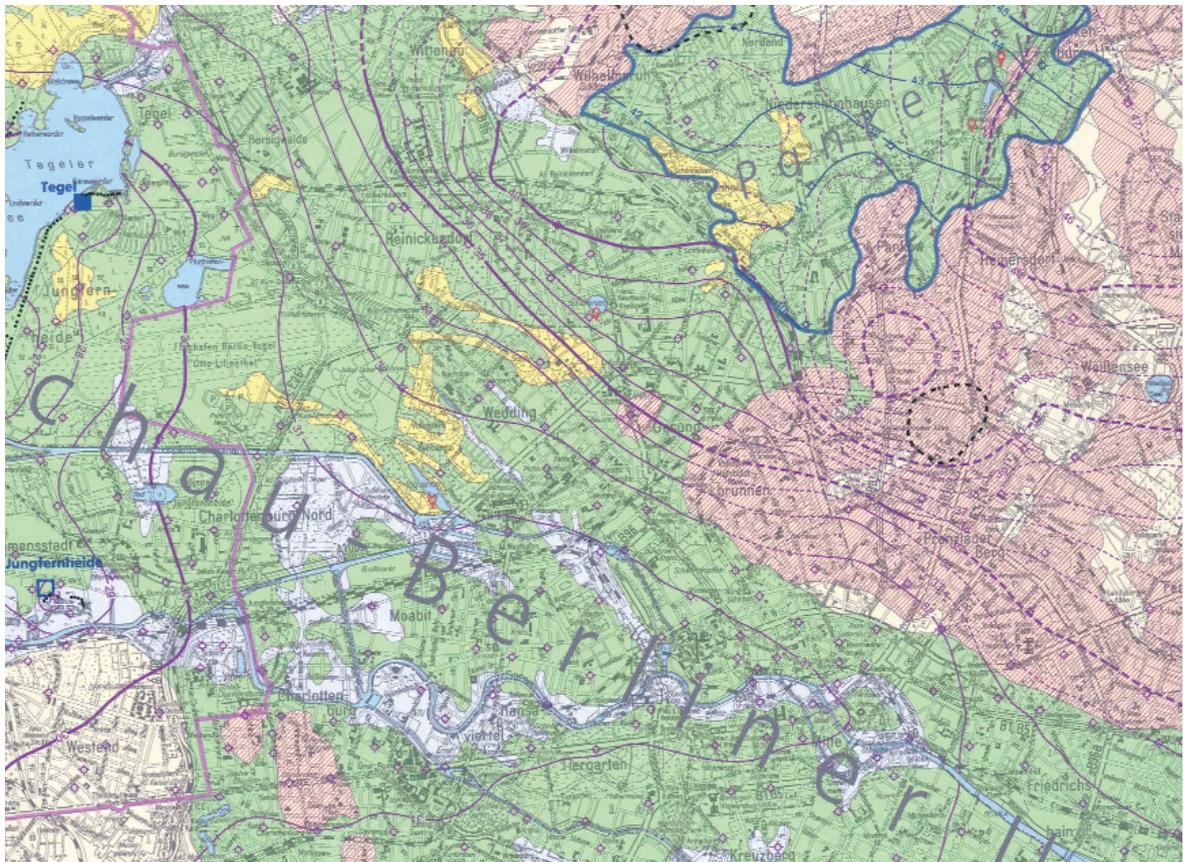


Abb. 2.2-15 Ausschnitt aus der Grundwassergleichenkarte Mai 2006

- 1945 ging zum Kriegsende die Wasserförderung fast vollständig zurück, so dass der starke Grundwasserwiederanstieg beinahe wieder zum höchsten Wert von 1876 führte.
- Durch den Wiederaufbau gab es in den folgenden Jahrzehnten immer wieder Grundwasserabsenkungen durch Baumaßnahmen.
- Der Grundwasserstand heute befindet sich wegen des rückläufigen Wassergebrauches in Industrie, Kleinbetrieben und Baugewerbe seit 16 Jahren auf Höhe des Nachkriegswertes von 1945 und nur wenig unter dem Höchstwert von 1876. Dieser Bereich liegt außerhalb des Einflussbereiches der Wasserwerke. Der Grundwasserflurabstand betrug am 24.5.2007 an dieser Messstelle 3,55 Meter.

Für eine Stadt wie Berlin mit derartig gravierenden Eingriffen in das Grundwasser wird am Beispiel dieser Grundwasserstandsganglinie deutlich, wie wichtig es ist, bei der Planung von Bauvorhaben möglichst auf langjährige Messreihen, die den noch unbeeinflussten Zustand widerspiegeln, zurückgreifen zu können. Auf diese muss bei sämtlichen Bauplanungen geachtet werden (s. a. Kap. 3.3 Bauen im Grundwasser).

Grundwassergleichenkarten

Neben der zeitlichen Auswertung in Form von Ganglinien werden zur Verdeutlichung der räumlichen Entwicklung des Grundwassers zu einem definierten Zeitpunkt Grundwassergleichenkarten erstellt.

Seit 1953 werden für die westliche Stadthälfte jährlich zwei Karten – eine für den November und eine für den Mai – im Maßstab 1 : 50.000 veröffentlicht, seit 1989 für die gesamte Stadt. Seit 2001 erscheint die Grundwassergleichenkarte einmal im Jahr für den Monat Mai im Digitalen Umweltatlas mit hinterlegter geologischer Skizze und Erläuterung:

www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/umweltatlas/if212.htm

Die Grundwassergleichenkarte von Berlin beschreibt die Grundwassersituation des Hauptgrundwasserleiters mittels violett dargestellter Grundwassergleichenlinien und die des darüber liegenden Panketalgrundwasserleiters im Nordosten Berlins mit blauen Gleichenlinien. Dabei werden die Grundwassergleichen, die Linien gleicher Grundwasserstände, in Meter über ▶ **NHN** dargestellt (s. Abb. 2.2-15). Dort, wo das Grundwasser des Hauptgrundwasserleiters gespannt vorliegt, sind die Grundwassergleichen gestrichelt dargestellt.

Zusätzlich sind die Grundwassermessstellen und Oberflächenwasserpegel, die in die Berechnung eingegangen sind, sowie die Wasserwerke mit ihren Förderbrunnen und Wasserschutzgebieten eingezeichnet.

Auf den Hochflächen ist der Hauptgrundwasserleiter großflächig durch Geschiebemergel und -lehme (Grundwassergeringleiter) überdeckt. Oberhalb des Geschiebemergels kann es oberflächennah in sandigen Bereichen zur Ausbildung von Grundwasser kommen (so genanntes Schichtenwasser s.a. Abb. 2.1-3). Nach extremen Niederschlägen kann es ggf. bis an die Geländeoberfläche ansteigen. Die Grundwasserstände dieser sehr kleinräumig differenzierten Bereiche werden jedoch nicht gesondert erfasst.

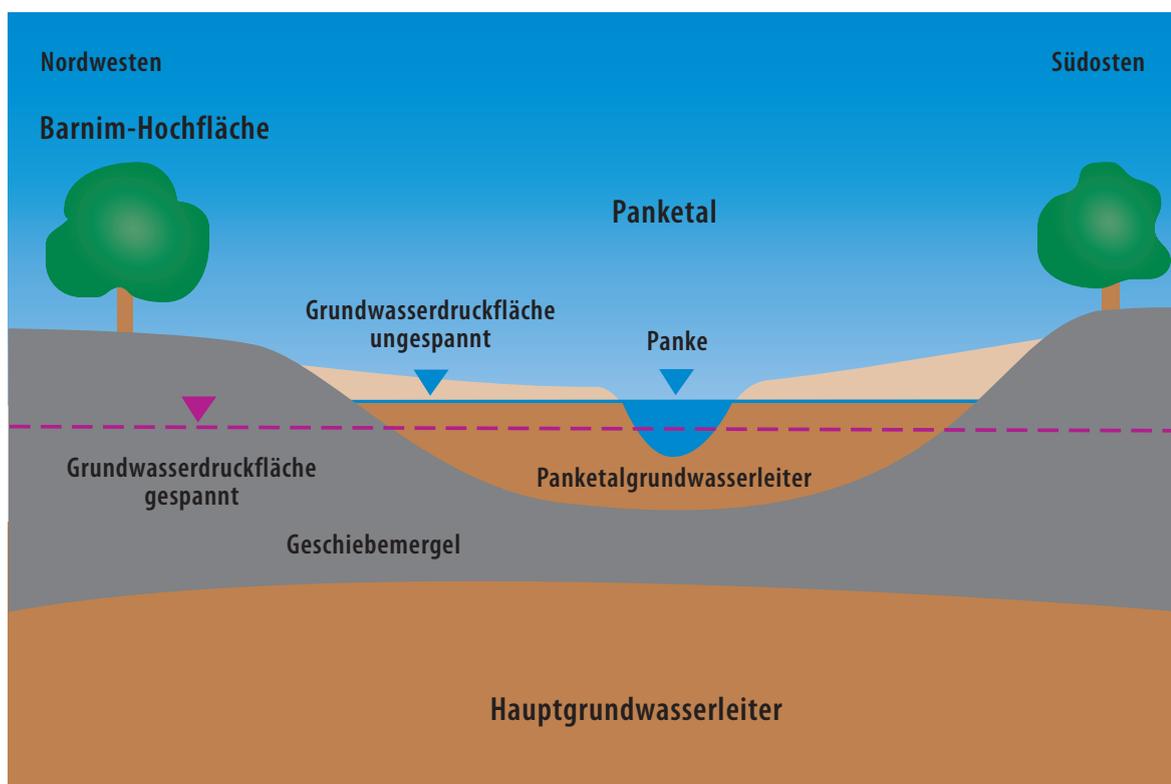


Abb. 2.2-16 Grundwasserverhältnisse im Panketal: Der Panketalgrundwasserleiter liegt über dem Hauptgrundwasserleiter.

Die Fließrichtung des Grundwassers ist in Berlin in der Regel von der Barnim- und der Teltow-Hochfläche sowie von der Nauener Platte zu den Flüssen Spree und Havel gerichtet.

Um die Förderbrunnen der in Betrieb befindlichen Wasserwerke haben sich großräumige Absenkrichter gebildet, die die Grundwasser Oberfläche häufig unter das Niveau der benachbarten Oberflächengewässer abgesenkt haben: Deshalb wird dort neben landseitig zuströmendem Grundwasser auch Uferfiltrat gefördert (s.a. Abb. 2.1-6).

Im Panketal, auf der nördlich gelegenen Barnim-Hochfläche, hat sich ein eigenständiger zusammenhängender größerer Grundwasserleiter ausgebildet. Er befindet sich über dem durch Geschiebemergel bedeckten Hauptgrundwasserleiter (s.a. Abb. 2.1-11 und Abb. 2.2-16).

Flurabstandskarten

Unter Grundwasserflurabstand (kurz: Flurabstand) versteht man den Lotrechten Abstand von der Geländeoberfläche zur Grundwasser Oberfläche. In Gebieten, in denen das Grundwasser von bindigem Geschiebemergel überdeckt wird, trifft man die Grundwasser Oberfläche erst nach Durchbohren der bindigen Deckschicht unter der Grundwasserdruckfläche an (Abb. 2.2-17).

Anders als die Grundwassergleichenkarte, die die Grundwasserdruckfläche bezogen auf Meter über ► [NHN](#) darstellt, zeigt die Flurabstandskarte, wie viele Meter unter der Geländeoberfläche das Grundwasser anzutreffen ist. Man kann also auf den ersten Blick sehen, ob das Grundwasser in geringen Tiefen oder erst sehr viele Meter unter Gelände vorkommt (HANNAPPEL & LIMBERG 2007).

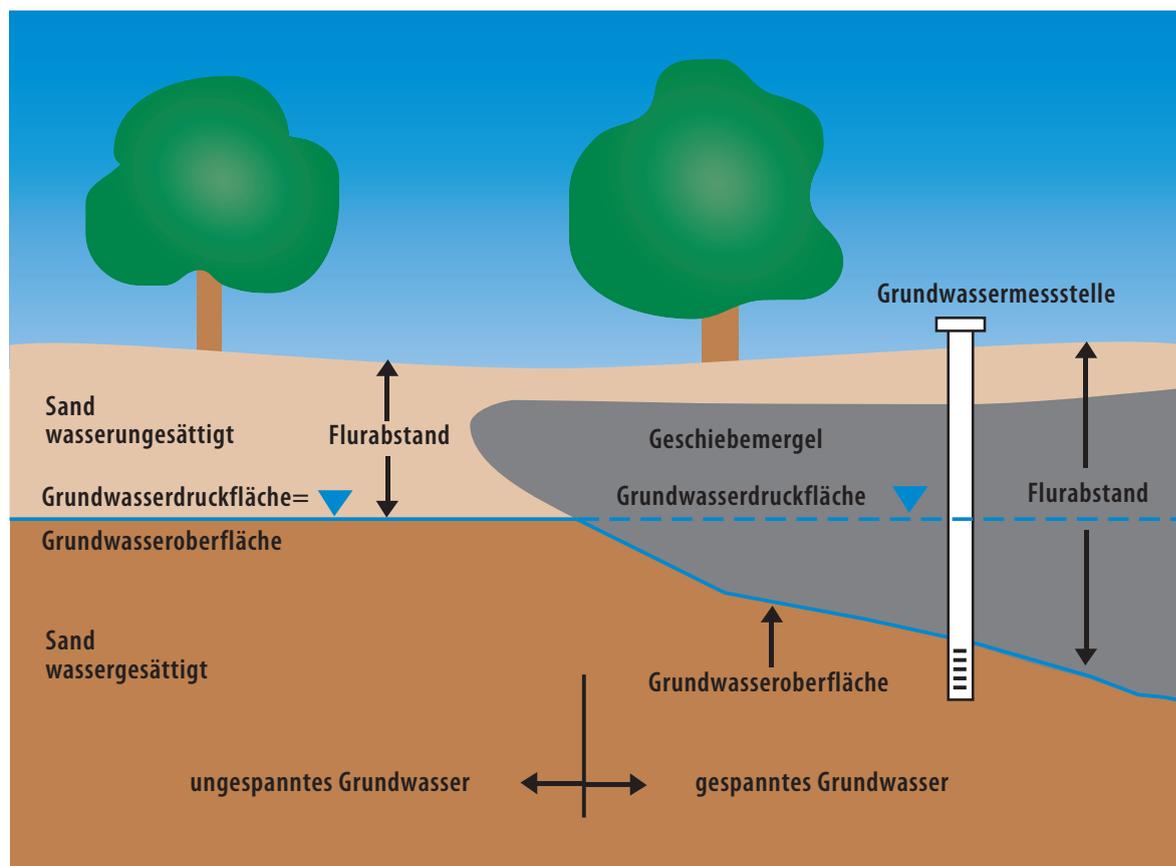


Abb. 2.2-17 Definition Flurabstand

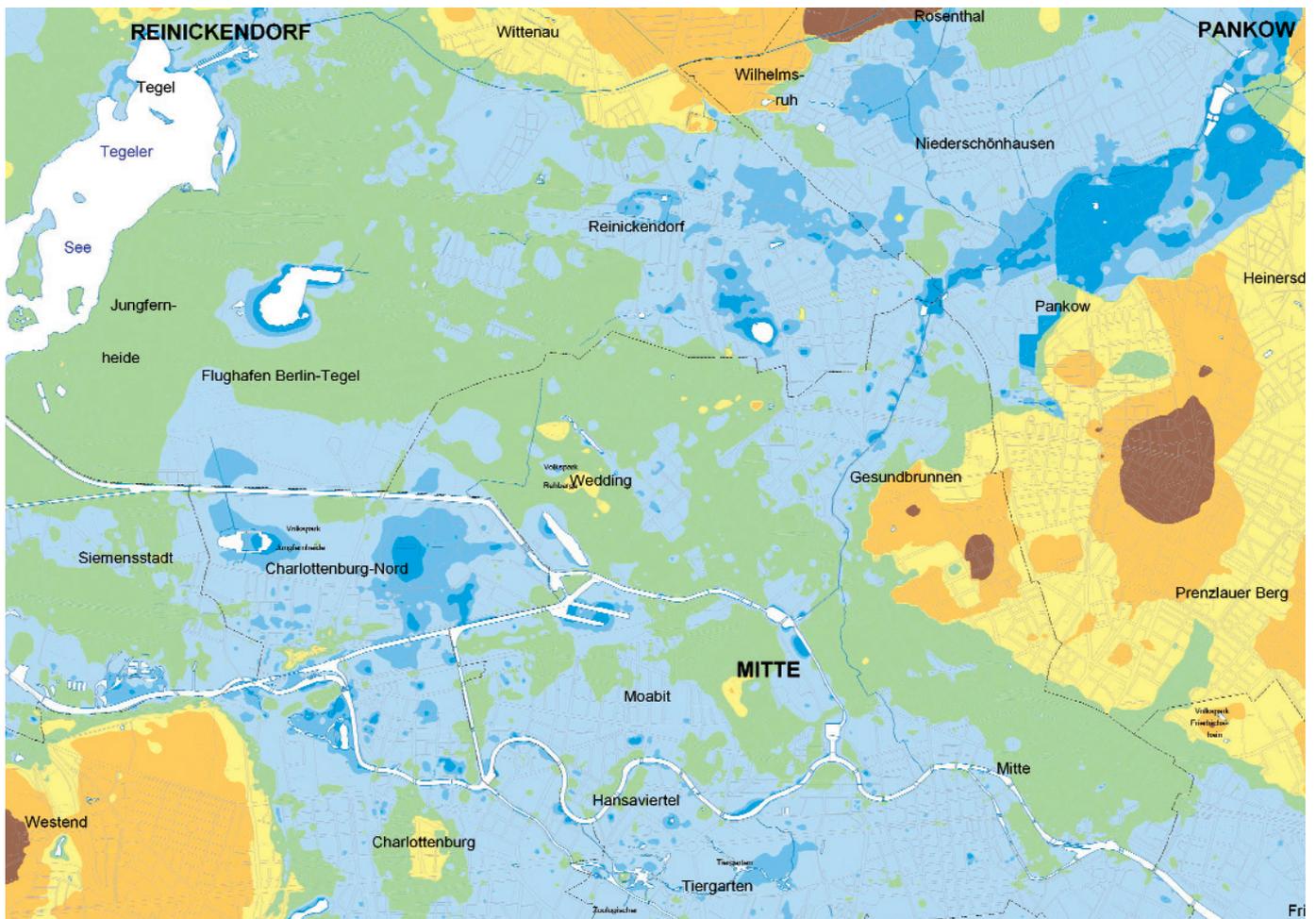


Abb. 2.2-18 Ausschnitt aus der Flurabstandskarte vom Mai 2006

Von besonderer Bedeutung sind vor allem Flächen mit geringem Flurabstand (bis etwa 4 m). In Abhängigkeit von der Beschaffenheit der Deckschichten über dem Grundwasser können dort Verunreinigungen besonders schnell zu Beeinträchtigungen des Grundwassers führen.

Die Kenntnis der Flurabstände ermöglicht des Weiteren eine Einschätzung, an welchen Standorten Grundwasser Einfluss auf die Vegetation hat. Der Einfluss des Grundwassers auf die Vegetation hängt von der Durchwurzelungstiefe der einzelnen Pflanze und, je nach Bodenart, vom kapillaren Aufstiegsvermögen des Grundwassers ab. Der Grenzflurabstand, bei dem Grundwasser für Bäume maximal nutzbar sein kann, wird für Berliner Verhält-

nisse im Allgemeinen mit vier Metern angegeben. Die Vegetation der Feuchtgebiete jedoch ist in ihrem Wasserbedarf meist sehr stark auf das Grundwasser angewiesen und benötigt einen Flurabstand von weniger als 50 cm (Abb. 2.2-18).

Im Urstromtal liegen die Flurabstände überwiegend im Bereich bis vier Meter unter Gelände (blaue Farben). Höhere Flurabstände von vier bis zehn Meter (grüne und gelbe Farben) haben innerhalb des Urstromtals entweder morphologische Ursachen, wie z. B. Dünen innerhalb des Tegeler Forstes oder in den Rehbergen, oder sie liegen im Einflussbereich der Wasserwerksbrunnen.

In den Hochflächenbereichen steigen die Flurabstände entsprechend der Morphologie generell stark an. Sie liegen hier zumeist oberhalb von zehn Metern, vielfach sogar über 20 Meter (braune bis dunkelbraune Farben).

Nähere Informationen zur Flurabstandskarte finden sich im Digitalen Umweltatlas unter:

www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/umweltatlas/ib207.htm

Gibt es Wasseradern?



Wünschelrutengänger behaupten, so genannte „Erdstrahlen“ aufspüren zu können, die von Wasseradern ausgehen. Solche „Störzonen“ können bei Menschen, so heißt es, Unwohlsein und schwere Störungen auslösen.

Was ist dran an der Wassersuche mit den Wünschelruten? Gibt es Wasseradern, gibt es geheimnisvolle Fähigkeiten oder ist alles nur Scharlatanerie?

Abb. 2.2-19
Holzstich von 1556
nach Georg Agricola
zur Suche mit der
Wünschelrute

Manche Menschen sind fest davon überzeugt, „Erdstrahlen“ oder Wasseradern mit Wünschelruten verschiedenster Bauart wahrnehmen zu können. Jedoch entspricht die Vorstellung von Wasser-„Adern“ nicht annähernd der Wirklichkeit. Das Grundwasser kommt in Deutschland so gut wie nur flächig vor und strömt sehr langsam im Poren-, Kluft- oder Karstgrundwasserleiter in breiter Front dahin, wenngleich es auch gewisse Schwankungen in der Durchlässigkeit geben kann.

Vergleichende Untersuchungen haben immer wieder gezeigt, dass mehrere Wünschelrutengänger auf ein und demselben Testfeld unterschiedliche Ergebnisse erzielten. Grundwasser kommt natürlich auch unter Wohngebieten vor und auch hier fließt es mit einer sehr geringen Geschwindigkeit (in Berlin sind es zehn bis 500 Meter pro Jahr) flächig und nicht in Wasseradern. Wünschelrutengänger würden sich in Berlin schwer tun, kein Grundwasser zu finden, da es, wie weiter oben schon aufgeführt, bereits in wenigen Metern Tiefe anzutreffen ist.

Woher kommt der Mythos der Wasseradern?

Vor der Neuzeit kannten die Menschen unterirdisch fließendes Wasser nur in Verbindung mit Karsthöhlen und sie hatten die Vorstellung, dass das ganze Erdinnere von Bächen dieser Art durchströmt wäre. Dabei sind unterirdische Flüsse selbst in Karstgebieten äußerst selten. Auch hier verteilt sich das Grundwasser in der Regel flächig in den Poren oder Klüften des Gesteins.

Warum soll Wasser eigentlich gefährlich sein?

Viele „Strahlenföhliche“, so genannte Radiästheten, behaupten, dass durch Reibung des strömenden Wassers gefährliche Strahlungen entstehen. Die ganze Erde soll zusätzlich mit einem Strahlengitter überzogen sein. Die Kreuzungspunkte dieser Gitter und Kreuzungen mit Wasseradern sollen gefährlich sein und angeblich zu einer Störung des Magnetfeldes der Erde führen. Wer auf solchen „Reizzonen“ wohnt, kann nach Meinung der Radiästheten krank werden.

Diese Erdstrahlen konnten bisher auch mit genauesten geophysikalischen Messmethoden nicht nachgewiesen werden. Doch der Glaube reicht offenbar aus, um weiterhin hartnäckig an dem Mythos von Wasseradern und Erdstrahlen festzuhalten.

2.3 Leben im Grundwasser

Das Grundwasser ist ein sehr spezieller Lebensraum, der neben vielfältigen Mikroorganismen auch zahlreiche Tierarten beherbergt. Wesentliche Kennzeichen dieses Lebensraumes sind **völlige Dunkelheit, weitgehende Temperaturkonstanz** und **Nahrungsarmut**. Diese Bedingungen ließen eine hoch spezialisierte Tierwelt entstehen, deren Ursprünge bis in die letzte Eiszeit zurück reichen.

Die Größe und Lebensweise der Organismen passt sich der Fließgeschwindigkeit und Substratbeschaffenheit des betreffenden Grundwasserleiters an und ist dementsprechend in Poren-, Kluft- und Karstgrundwasserleiter sehr verschieden. Im Berlin-Brandenburger Raum ist in den oberen 150 Metern der Porengrundwasserleiter ausgebildet.

Am häufigsten lassen sich Bakterien, Pilze, Wimperntierchen u.a. Einzeller sowie Würmer und Kleinkrebse beobachten (Abb. 2.3-1 und -2). Einzeller sind wenige tausendstel Millimeter groß. Würmer, Krebstiere u.a. Wirbellose sind gerade so mit bloßem Auge sichtbar. Einige Vertreter erreichen bis zu 1 cm Größe.



Abb. 2.3-1 Stäbchenförmige Bakterien (Größe: 2-3µm, Hungerformen 0,2 µm)

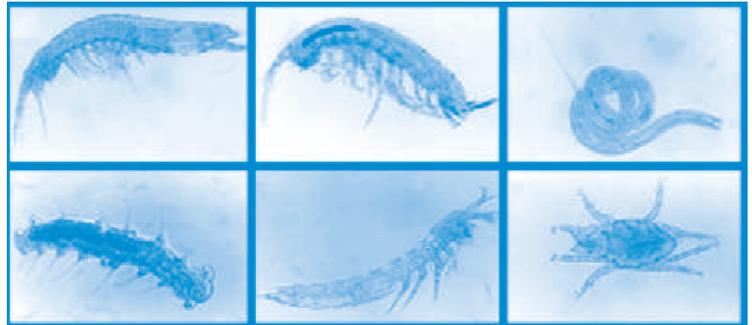


Abb. 2.3-2 Wirbellose Grundwasserorganismen von links: Antrobathynella stammeri (Syncarida), Niphargus kochianus (Amphipoda), Onchulus nolli (Nematoda), Troglochaetus beranecki (Polychaeta), Chappuisius inopinus (Copepoda) und Soldanellonyx monardi (A-cari); Größe: 0,5 – 8,0 mm

An das enge Sedimentlückensystem haben sich kleine, langgestreckte und mit speziellen Tastorganen ausgestattete Organismen angepasst. Diese Körpergestalt erleichtert das Vorkommen in den engen Hohlräumen des Untergrundes. Die völlige Dunkelheit hat im Laufe der Evolution zum Verlust der Augen und der Körperpigmente geführt (Abb. 2.3-3).



Abb. 2.3-3 Niphargus fontanus (Kleinkrebs ohne Pigmente)

Die Funktion der Grundwasserorganismen im Grundwasser

Grundwasserorganismen haben zwei entscheidende Probleme:

1. Wie können sie sich an diesen Lebensraum anpassen und darin überleben?
2. Wie und wo können sie sich in die Austauschprozesse von Stoff und Energie mit der Oberfläche einschalten?

Die Essenz der Grundwasserökologie besteht daher in den biologischen Strategien und darin, den Austausch von Stoff und Energie zwischen Oberflächenwasser und Grundwasser zu nutzen (GIBERT et al., 1994).

Mit dem Sickerwasser gelangt langsam aber stetig eine geringe Menge organischen Materials in den Boden. Die Grundwasserorganismen zersetzen diese organischen Stoffe und verhindern eine langfristige Verstopfung der Porenräume des Grundwasserleiters. Der von außen eingetragene Sauerstoff wird rasch verbraucht, daher sind weite Bereiche im Untergrund sauerstofffrei. Die Organismenverteilung richtet sich nach der Temperatur, dem Nahrungsangebot und dem Lebensraum (z. B. oberflächennahe biologisch aktive Zone, Schichtenwasserbereich, Sandschichten der verschiedenen Grundwasserleiter).

Jede Organismengruppe trägt durch vielfältige Funktionen zum Bestand der unterirdischen Lebensgemeinschaften bei. Versuche zeigten, dass Blätterreste gerne von den Krebstieren *Niphargus fontanus* (Amphipoda) und *Chappuisius inopinus* (Copepoda) gefressen werden. Die Schnecke *Bythiospeum septentrionale* (Gastropoda) bevorzugt eher abgestorbenes feines Material (Detritus). Bakterien mineralisieren organisches Material zu anorganischen Stoffen und bilden zusammen mit Wimperntierchen und anderen Einzellern einen Rasen auf den Sandkörnchen, der wiederum von sogenannten Weidegängern „kurzgehalten“ wird. Ob Bakterien oder Pilze dominieren, hängt auch

vom ► **pH-Wert** ab. Pilze bevorzugen meist ein saures Milieu zum Abbau organischer Substanzen.

In tieferen, unbelasteten Schichten geht zwar die Anzahl der Grundwasserorganismen zurück, die Artenvielfalt steigt jedoch an. Auf Grund der konstanten, meist niedrigen Temperaturen um 10 °C sind die Stoffwechselaktivitäten und die Reproduktionsrate äußerst gering. Während in unbelasteten Grundwassersystemen je nach Substrat zwischen 100 und 1500 Individuen pro m³ – wenn auch in großer Artenvielfalt – leben, können in ► **Langsamfiltern** bis zu 15.000 Individuen pro m³ existieren.

Grundwasserorganismen als Gütesiegel für die Wasserqualität

Vielfältige Wechselwirkungen zwischen biologischen, physikalisch-chemischen, geologischen und hydraulischen Faktoren bestimmen das Gleichgewicht im Untergrund und damit die Qualität des Grundwassers.

Die speziell angepassten Tiere und Einzeller reagieren zeitlich und räumlich empfindlich auf die jeweiligen Umweltbedingungen. Da alle Lebensfunktionen stark verlangsamt sind, werden Grundwassertiere bis zu 15-mal älter als ihre oberirdisch lebenden Verwandten. Dies macht sie aber auch empfindlich gegen Verschmutzungen ihres Lebensraumes, so dass man ihr Vorkommen im Grundwasser als ökologisches Gütemerkmal heranziehen kann. Ihre Zusammensetzung erlaubt damit oft bessere Rückschlüsse auf veränderte Umweltbedingungen als chemisch-physikalische Parameter, die sich z. T. weniger signifikant ändern. Bei einer ökologischen Zustandsbewertung kommt es in verstärktem Maße auf das Gesamtbild aus biologischen und chemischen Analysen an. Eine wichtige Grundlage für eine ein-

heitliche ökologische Bewertung ist die Entwicklung von grundwassertypgerechten Referenzgemeinschaften und ein spezifisches ► [Monitoring](#).

Grundwasserabsenkungen und Schadstoffeinträge gefährden diesen unterirdischen Lebensraum zunehmend. Die Gefahr der Grundwasserbelastung durch Chemikalien wird nicht mehr nur in Bezug auf den Nutzen als Trinkwasser betrachtet. Mittlerweile wird auch die Lebensgemeinschaft im Grundwasser als eigenes Schutzgut anerkannt.

Die Auswirkungen stofflicher Einträge auf die Grundwasserfauna sind noch unklar. Bei Grundwasserabsenkungen oder zuströmendem Oberflächenwasser verändern sich die Lebensgemeinschaften dagegen in charakteristischer Weise, indem Grundwas-

serarten durch grundwasserfremde Tiere verdrängt werden. Damit erscheint eine faunistisch begründete Eingriffsbewertung, die bislang nur bei den Oberflächengewässern stattfindet, auch für Grundwasser möglich.

Oberstes Ziel muss ein nachhaltiger Grundwasserschutz sein, zu dem auch der Schutz der vielfältigen – seit Jahrtausenden existierenden – Lebensgemeinschaften gehört. Dafür muss die Bedeutung der biologischen Interaktionen für die Strukturierung der Lebensgemeinschaften in diesem dunklen, obskuren Lebensraum noch weiter beleuchtet werden.

Weiterführende Literatur dazu: RUMM 2006.

2.4 Grundwasserbeschaffenheit

Wasserkreislauf: Ein ewiger Zyklus

Das Süßwasser der Erde wird ständig durch den natürlichen Wasserkreislauf erneuert: Von der Erdoberfläche steigt Wasser durch Verdunstung in die Atmosphäre auf, wird transportiert und gelangt als Niederschlag auf die Erdoberfläche zurück. Der auf das Festland fallende Teil des Niederschlages verdunstet, versickert oder strömt in Fließgewässern weiter in das Meer (s. a. Abb. 2.2-1).

Ein Regentropfen, der auf die Erde fällt, nimmt in der Atmosphäre Gase wie Stickstoff und Sauerstoff, aber auch Schadstoffe wie z. B. Rauchgase auf. Trifft der Regentropfen auf Oberflächen, wäscht er Partikel von den Dächern, Reifenabrieb von Straßen, Pollenkörner von Bäumen, Dünger von Feldern, Gülle von Wiesen, Öltropfen von Parkplätzen u. a. ab. Danach versickert das Regenwasser in den Boden und nimmt dabei leicht lösliche

Salze und Zersetzungsprodukte organischer Substanzen, wie Kohlendioxid und organische Säuren, auf. Das Sickerwasser durchläuft verschiedene Bodenschichten und sammelt sich über wasserundurchlässigen Schichten als Grundwasser. Das Grundwasser wird dabei verändert (BUWAL 2003).

Selbstreinigung: Wie reinigt der Boden das Wasser?

Der Boden reinigt das versickernde Wasser auf drei Arten: Er reinigt es **physikalisch**. Wie ein Sieb hält der Boden den Schmutz zurück. Von der Größe der Bodenporen hängt ab, wie gut er es filtert und wie wasserdurchlässig er ist. Das Wasser wird auch **chemisch** und **biologisch** verändert: Das organische Material (Humus) und die feinen Tonplättchen in der obersten Boden-

schicht verbinden sich und bilden die so genannten Ton-Humus-Komplexe. Diese können Stoffe – auch unerwünschte – chemisch aus dem Wasser filtern und an sich binden.

In den obersten Bodenschichten leben zahlreiche Kleinstlebewesen: Bodenbakterien bauen unerwünschte Stoffe ab und wandeln sie in unschädliche um. Größere Bodentierchen halten durch ihre Bewegungen die Bodenporen frei. So kann das Wasser versickern und der Boden als Filter funktionieren. Die meisten Bodenlebewesen existieren in den obersten 35-50 Zentimetern. Bei der Wasserreinigung beteiligen sich auch Pflanzen. Sie nehmen durch ihre Wurzeln im Boden und Wasser gelöste Nährstoffe auf. Die Bodenlebewesen atmen Sauerstoff ein und Kohlendioxid (CO_2) aus. Das CO_2 löst sich im herabsickernden Wasser. Dabei entsteht Kohlensäure (H_2CO_3). Ab einer gewissen Konzentration (basisch) lassen sich Mineralstoffe aus der Umgebung herauslösen. So wird Wasser mit **Mineralstoffen** (z. B. Kalzium) angereichert.

Unter den belebten Bodenschichten folgt der **mineralische Untergrund**. Er enthält praktisch kein organisches Material mehr, sondern nur noch ein Gemisch aus verschiedenen Gesteinspartikeln ganz unterschiedlicher Korngröße. Die kleinsten sind die Tonteilchen (sie sind weniger als 0,002 Millimeter groß), die nächst größeren Teilchen werden als Schluff oder Silt bezeichnet (bis 0,06 Millimeter), dann als Sand (bis 2 Millime-

ter), als Kies (bis 6 cm), als Steine (bis 20 cm) und schließlich als Blöcke (größer als 20 cm). Das Mischungsverhältnis dieser Gesteinsstücke gibt den Ausschlag, wie gut der Untergrund (physikalisch) filtert. Die chemische Reinigungsarbeit des Wassers ist allein Sache der kleinen Tonplättchen (ohne Humus-Partner).

Irgendwann trifft das Sickerwasser dann entweder auf das Grundwasser oder vorher auf eine schwer durchlässige Schicht aus Lehm, Ton oder Geschiebemergel und wird dort gestaut.

Der **pH-Wert** hat entscheidenden Einfluss auf das Lösungsvermögen und somit auf die Konzentration gelöster Stoffe im Grundwasser. Der pH-Wert ist ein Maß dafür, wie sauer oder basisch eine Flüssigkeit ist. Extrem sauer ist z. B. Zitronensäure mit einem pH-Wert von 2, reines Wasser (H_2O) hingegen ist neutral und hat den pH-Wert von 7. Waschmittellösungen sind basisch und haben einen pH-Wert von ca. 10. Natürliches Wasser kann leicht sauer oder leicht basisch sein: Kohlensäurehaltiges Mineralwasser mit $\text{pH} = 6$ ist leicht sauer. Seewasser mit $\text{pH} = 8,3$ ist leicht basisch. Bei natürlichem, unbeeinflusstem Wasser wird der pH-Wert hauptsächlich von der Konzentration des Kohlendioxids und dem gelösten Kalk geprägt. Enthält der Boden ausreichend Kalk, so reichert sich das Sickerwasser mit der Zeit bis zur Sättigung mit Kalk an. Dieser Zustand wird als Kalk-Kohlensäure-Gleichgewicht bezeichnet.

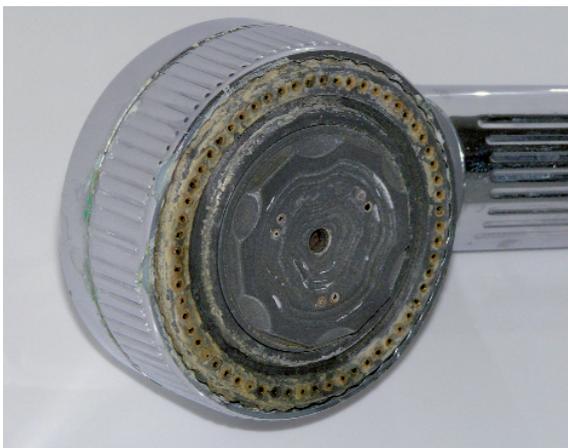


Abb. 2.4-1/2 Kalkablagerungen

Die Menge an Kalk, die sich im Wasser löst, ist abhängig von der CO₂-Konzentration im Boden. Bei kalkhaltigen Mineralien und dem Vorhandensein einer belebten Bodenzone kann sich viel Kalk im Wasser lösen. Der Kalkgehalt des Wassers wird als Wasserhärte bezeichnet (Tab. 2.4-1).

Die **Wasserhärte** gibt an, wie viel Kalzium und Magnesium im Wasser gelöst sind. Je größer der Kalkgehalt, desto größer die Wasserhärte. Hartes Wasser verstopft z. B. die Löcher der Duschküsten mit Ablagerungen oder hinterlässt Spuren im Kochtopf

(s. Abb. 2.4-1 und 2.4-2). Aber gerade diese in der Duschküste und im Topf unerwünschten Mineralien machen ein Mineralwasser wertvoll! Weiches Wasser hinterlässt keine derartigen Spuren.

Die Kenntnis der Wasserhärte ist wichtig für die richtige Dosierung von Wasch- und Reinigungsmitteln. Waschaktive Substanzen benötigen weiches Wasser, um optimal wirken zu können. Berlin hat hartes Wasser. Es liegt mit seiner Härte von 15,5 bis 25,2°dH in den Härtebereichen 3 bis 4 (BUWAL 2003).

Tab: 2.4-1 Angabe von Härtebereich, Kalkgehalt und Härte nach Waschmittelgesetz

Härtebereich	Kalkgehalt (mg/l CaCO ₃)	Bezeichnung	Härte	
			Summe Erdalkalien (mmol/l)	° deutsche Härte (°dH)
1	0-125	weich	0-1,3	0-7
2	125-250	mittelhart	1,3-2,5	7-14
3	250-375	hart	2,5-3,8	14-21
4	>375	sehr hart	>3,8	>21

Mineralisation: Wie kommen Minerale in das Grundwasser?

Wie viele und welche Mineralstoffe das Grundwasser im Untergrund aufnimmt, wird durch die Art der Mineralien im Boden und im Grundwasserleiter und ihrer Wasserlöslichkeit bestimmt. Wichtig ist auch der Kohlensäuregehalt des versickernden Wassers – je mehr Kohlensäure im Wasser ist, desto stärker ist seine Lösungskraft. Wenn das Klima warm ist und die Böden fruchtbar sind, wird besonders viel CO₂ gebildet und im Wasser gelöst. In den Lockergesteinen fließt das versickernde Wasser relativ langsam. Deshalb kann es aus den kalkhaltigen Sedimenten auch mehr Mineralstoffe lösen.

Wenn das versickernde Wasser mit Substanzen verschmutzt ist, die im Wasser Säure bilden („saurer Regen“), vermag es noch mehr Mineralstoffe zu lösen, im schlimmsten Fall auch Schwermetalle (s. Abb. 2.4-3) (BUWAL 2003).



Abb. 2.4-3 Belebte Bodenschicht

Urbane Einflüsse:

Wie beeinflussen wir das Grundwasser?

Neben den natürlichen physikalisch-chemischen Prozessen wird die Grundwasserbeschaffenheit durch eine Vielzahl von menschlichen Einflüssen bestimmt. Im dicht besiedelten Ballungsraum von Berlin können folgende ► **anthropogen** verursachte Einflüsse auf die Grundwasserbeschaffenheit wirken:

- Anreicherungen von Luftschadstoffen im Grundwasser,
- Entnahme von Grundwasser in den Einzugsgebieten der Wasserwerke,
- Infiltration von Oberflächenwasser in das Grundwasser,
- Altablagerungen mit nachgewiesenen Grundwasserkontaminationen,
- Bau- und Trümmerschuttablagerungsflächen (Trümmerberge, -halden u.ä.),
- hoher Bebauungsgrad (Emissionen aus Baustoffen),
- Verluste von Abwasser aus dem innerstädtischen Kanalsystem (Exfiltrationen),
- direkte Versickerung von Straßenablaufwässern,
- Rieselfelder in den Randbereichen der Stadt und des Umlandes (z. T. historisch),
- Regenwasserversickerungs- bzw. -rückhaltebecken.

Wie wird die Grundwasserbeschaffenheit überwacht?

Die kontinuierliche Grundwasserüberwachung ist die Basis für eine nachhaltige Sicherung der Ressource Grundwasser. Hiermit lassen sich mögliche Beeinträchtigungen frühzeitig erkennen und Maßnahmen im Sinne eines vorsorgenden Umweltschutzes treffen.

Zur Beurteilung der Grundwasserbeschaffenheit wird in Berlin seit ca. 25 Jahren ein Grundwassergütemessnetz betrieben. Zurzeit umfasst das Grundwassergütemessnetz 190 Messstellen, die zweimal im Jahr beprobt und analysiert werden.

Zur besseren hydrochemischen Charakterisierung des Grundwassers wurde im Jahre 1995 ein spezifischer „Parameterkatalog zum Grundwasser-Monitoring“ eingeführt (Tab. 2.4-2). Im Hinblick auf die Vergleichbarkeit der erhobenen Daten orientiert sich das Grundwasserbeschaffenheitsmessnetz an bestehenden Richtlinien der ► [LAWA](#) oder des ► [DVWK](#).

Der Aufbau des Messnetzes ist so konzipiert, dass detaillierte Aussagen über die Qualität des Grundwassers in Abhängigkeit von naturräumlichen und zeitlichen Verhältnissen getroffen werden können. Das Messnetz erfüllt jedoch nicht die Ansprüche zur Überwachung von laufenden Baumaßnahmen und von Gefahren durch Altlastenstandorte. Hierfür sind Sondermessprogramme erforderlich. Neben einer statistischen Bewertung der Messwerte gibt es ein Modell, die punktuell vorliegenden Messergebnisse in die Fläche zu übertragen (s. a. Kap. 5.1).

Auswahl der Messstellen

Die Zuordnung der Messstellen erfolgte nach Kriterien, welche so weit wie möglich Aussagen über die repräsentativen Einflussfaktoren des genutzten Grundwasserleiters zulassen:

- den unterirdischen Einzugsgebieten,
- den hydrogeologischen Räumen,
- der Hydrogeologie und Geologie,
- der Grundwasserüberdeckung,
- der Bodennutzung,
- Messstellenausbau und -tiefe.

Im Hinblick auf die regionale Bewertung in Berlin wurden alle relevanten Einflussfaktoren mit den unterirdischen Einzugsgebieten verschnitten und zu neun „hydrogeologischen Gebietstypen“ gruppiert (Fugro & HYDOR 2002).

Die Verteilung der Messstellen und die ihnen zugeordneten hydrogeologischen Gebietstypen im jeweiligen Einzugsgebiet zeigt Abb. 2.4-4.

Parameterkatalog: Welche Stoffe werden gemessen?

Auf Grund der komplexen Wechselwirkungsprozesse und der besseren Vergleichbarkeit der Daten werden alle Messstellen hinsichtlich der Hauptinhaltsstoffe in einem halbjährlichen Rhythmus untersucht (Tabelle 2.4-2). Dies betrifft die Stoffgruppen Vor-Ort-Parameter, allgemeine chemische und chemisch-physikalische Parameter, Hauptkomponenten, sonstige Anionen und Kationen.

Bei allen anderen Stoffgruppen (Tabelle 2.4-2) wird eine halbjährliche Untersuchung nur an auffälligen Messstellen durchgeführt, sonst alle zwei Jahre.

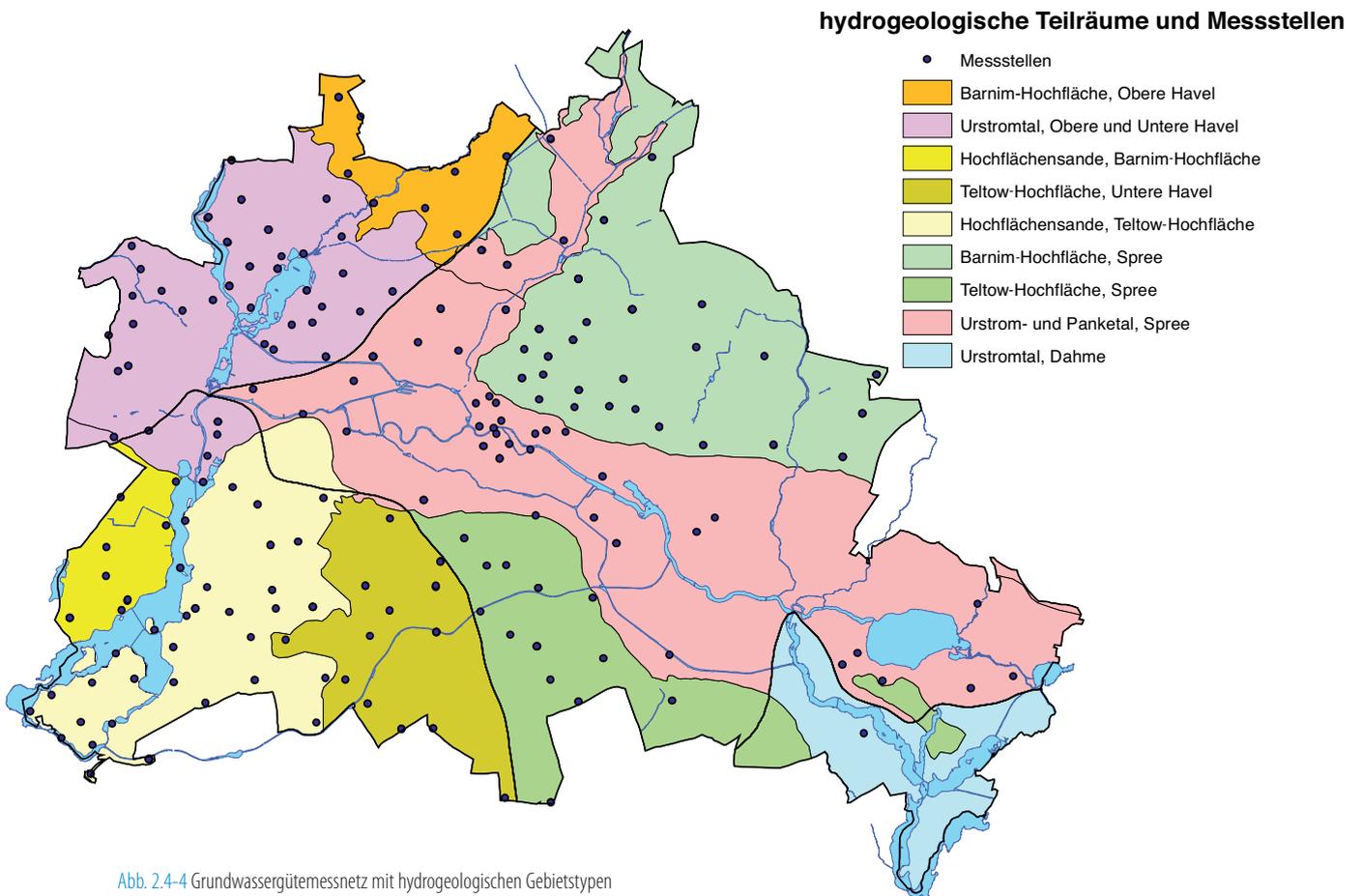


Abb. 2.4-4 Grundwassergütemessnetz mit hydrogeologischen Gebietstypen

Für ausgewählte Spurenstoffe bzw. Schadstoffparameter ist ein differenzierter Untersuchungsturnus entworfen worden, um hohe Analysenkosten bei häufig nicht nachweisbaren Stoffen zu reduzieren und dennoch eine repräsentative Aussage zu gewinnen und zeitliche Veränderungen erfassen zu können.

Statistische Auswertung der Datenbasis:

Wie ist das Grundwasser von Berlin beschaffen?

Nach allgemeinen Plausibilitätsprüfungen stehen Datensätze für eine einfache statistische Beschreibung und hydrogeochemische Bewertung zur Verfügung. Zur ersten Übersicht wird eine beschreibende, ► [univariate Statistik](#) für ausgewählte, relevante Parameter des gesamten Datensatzes erstellt. Dazu wurden

analysenbezogen für den Gesamtdatensatz des Gütemessnetzes die statistischen Kenngrößen für ausgewählte Parameter berechnet (Tab. 2.4-3). Für Analysenergebnisse, die kleiner als die Bestimmungsgrenze waren, wurde der halbe Wert der Bestimmungsgrenze als Wert eingesetzt.

Die vorliegenden Ergebnisse repräsentieren den Zustand des Grundwassers in der Periode von 1995 bis 2002. Seitdem wird das Messnetz sukzessive angepasst. Die Ergebnisse ermöglichen eine charakteristische Beschreibung des Zustands des Berliner Grundwassers und bilden die Grundlage für zukünftige Bewertungen der langfristigen Entwicklung umweltrelevanter Parameter. Für den Zeitraum von 2002 bis 2007 ist eine vergleichende Bewertungsperiode geplant.

Tabelle 2.4-2:
Parameterkatalog

Stoffgruppe	Parameter	Besonderheiten	Messturnus	
Vor-Ort-Parameter	Wassertemperatur Lufttemperatur Wasserstand Trübung Färbung	O ₂ -Gehalt Redoxpotential el. Leitfähigkeit Trübung Färbung Geruch	halbjährlich	
chem. u. chem.-phys. Parameter	Abdampfdruckstand m-Wert, p-Wert CSVMn	Gesamthärte Karbonathärte UV ₂₅₄		
Hauptkomponenten	Cl SO ₄ HCO ₃ Na K Ca Mg	NH ₄ NO ₃ NO ₂ o-PO ₄ Fe ₂ Fe gesamt Mn		
sonstige Anionen und Kationen	Br F S B	S nur bei Verdacht		
sonstige Parameter	TOC Phenolindex (ges.) Cyanide ges.		halbjährlich nur auffällige Messstellen, sonst alle 2 Jahre	
Schwermetalle und sonstige Metalle	Al / Al gelöst As Ba Pb Cd	Cr Cu Ni Hg Se Zn		Auffälligkeit und Relevanz prüfen (insbes. Ba, Se)
▶ LHKW	Dichlormethan Trichlormethan Tetrachlormethan 1,2-Dichlorethan cis-1,2- Dichlorethen trans-1,2- Dichlorethen	111-Trichlorethan Trichlorethen Tetrachlorethen Vinylchlorid Summe LHKW		
▶ BTEX	Benzen Ethylbenzen Toluen Xylen (meta/ para)	Xylen (ortho) Summe BTEX		
▶ PAK	Naphtalin Acenaphtylen Acenaphthen Fluoren Phenanthren Anthracen Fluoranthen Pyren Benz-a-Anthracen	Chrysen Benz-b-Fluoranthen Benz-k-Fluoranthen Benz-a-Pyren Dibenz-a,h-Anthracen Benz-g,h,i-Perylen Indeno-123-cd-Pyr. Benz-e-pyren Summe PAK EPA		Benz-e-pyren nur in 1. und 2. Kampagne bestimmt
▶ PCB	PCB 28 PCB 52 PCB 101 PCB 138	PCB 153 PCB 180 PCB 20 PCB 31		
Humanpharmaka	Einzelparameter auf Relevanz prüfen	bisher 8 Einzelparameter an 20 ausgewählten Messstellen analysiert		4-jähriges Rotationsprinzip
PBSM	Einzelparameter auf Relevanz prüfen	bisher 49 Einzelparameter an bis zu 20 ausgewählten Messstellen analysiert		

Die Analysedaten werden im Zuge der Einarbeitung in eine Datenbank ständig auf Plausibilität geprüft.

Tab. 2.4-3 Statistische Kenngrößen für ausgewählte Parameter

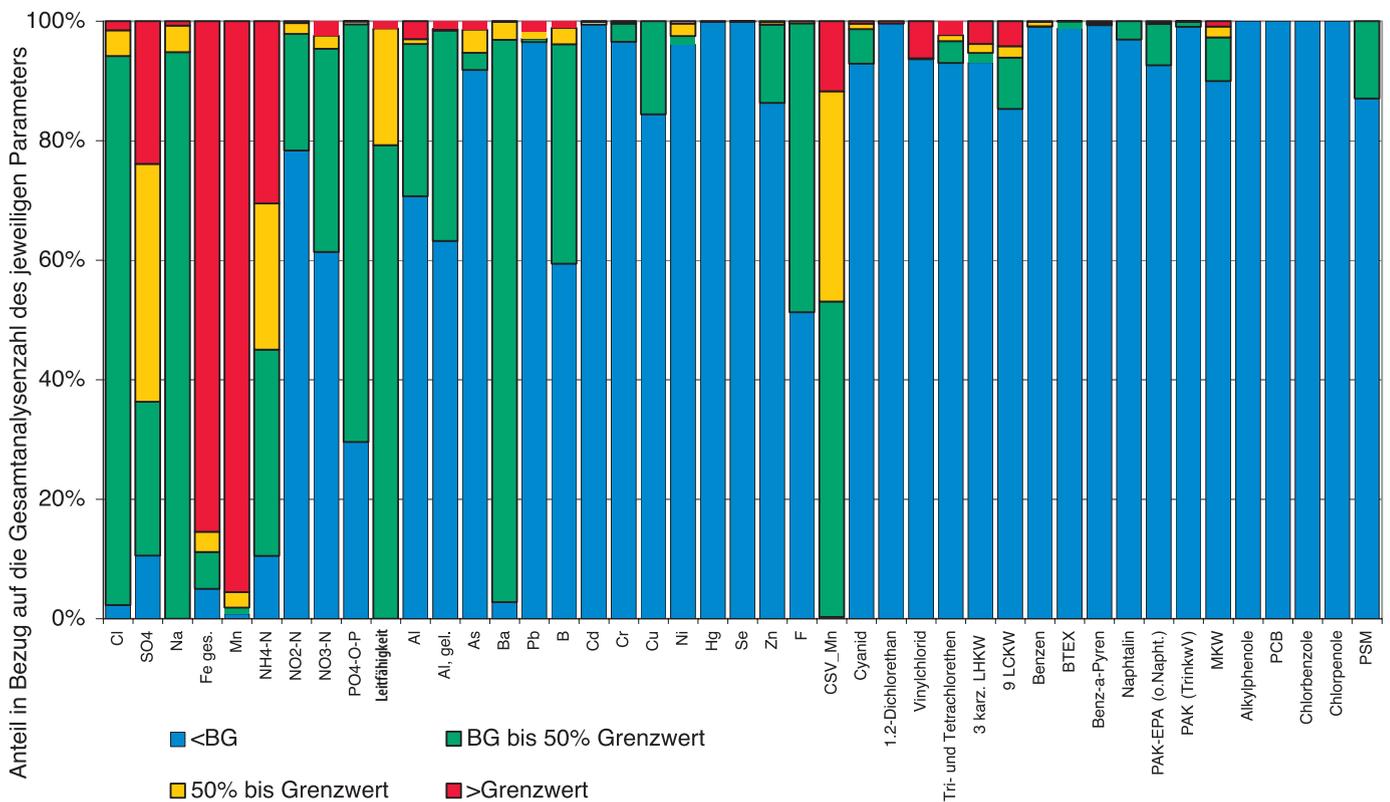
	Einheit	Anzahl Messwerte	Mittelwert	Standardabweichung	Varianz	Minimum	Maximum	Grenzwert TrinkwV 2001	Berliner Liste 2005 (Schadenswert)	Geringfügig-schwellenwert nach LAWA
pH-Wert		1916	7,28	0,33	0,11	6,2	12,1			
Leitfähigkeit	µS/cm	1909	945	496	246171	130	6250	2500		
Oxidierbarkeit	mg/l O ₂	1920	3,08	2,57	6,62	0,25	34,5	5		
Hydrogenca.	mg/l	1923	301,28	131,0	17156	97,6	1599			
Chlorid	mg/l	1923	61,27	98,53	9709	3,5	1702	250	1250	250
Sulfat	mg/l	1922	180,17	149,0	22213	3	1038	240	1200	240
Nitrat	mg/l	1923	4,15	15,85	251	0,02	191,7	50		
Nitrit	mg/l	1923	0,04	0,09	0,01	0,01	2,07	0,5 ¹⁾		
o-Phosphat	mg/l	1923	0,31	0,62	0,38	0,003	7,1			
Fluorid	mg/l	1922	0,15	0,11	0,01	0,02	1	1,5	3,75	0,75
Cyanid	mg/l	1920	0,00	0,01	0,00	0,0015	0,15	0,05	0,025 ²⁾	0,005 ³⁾
Natrium	mg/l	1923	39,66	69,54	4835,39	2	1300	200		
Calcium	mg/l	1923	143,49	74,00	5476,38	12,2	502			
Magnesium	mg/l	1923	14,23	10,39	107,96	0,5	136			
Kalium	mg/l	1922	6,28	9,59	91,99	0,0	108			
Mangan	mg/l	1923	0,45	0,65	0,42	0,005	13	0,05		
Ammonium	mg/l	1922	1,08	5,49	30,16	0,006	89	0,5		
Eisen (ges.)	mg/l	1923	2,97	4,61	21,25	0,0	52,1	0,2		
PAK-EPA	µg/l	1299	0,02	0,01	0,00	0,0125	0,09	0,1 ⁴⁾	1	0,2
Phenol-ges.	µg/l	1868	5,92	4,35	18,91	5	100		40	8
MKW	mg/l	84	0,06	0,07	0,00	0,005	0,5		0,5	0,1
AOX	µg/l	1923	12,02	50,36	2536	5	2069			
Aluminium	µg/l	1923	46,49	224	50244	0,0	7600	200		
Arsen	µg/l	1921	2,63	4,37	19,07	0,25	100	10	50	10
Bor	µg/l	1914	125,90	205	41877	25	3030	1000	3700	740
Barium	µg/l	1920	79,70	49,08	2409	5	470		1700	340
Cadmium	µg/l	1614	0,29	0,25	0,06	0,15	9	5	2,5	0,5
Chrom	µg/l	1919	2,46	2,41	5,81	1	63	50	35	7
Kupfer	µg/l	1806	19,33	27,24	741,82	2,5	499,5	2000	70	14
Nickel	µg/l	1676	4,40	6,22	38,72	2,5	230	20	70	14
Blei	µg/l	1922	2,64	5,55	30,83	2	210	10	35	7
Selen	µg/l	1614	2,59	1,31	1,71	1	5	10	35	7
Quecksilber	µg/l	1561	0,22	0,06	0,00	0,1	0,25	1	1	0,2
Zink	µg/l	1916	24,98	140,47	19732	5	6021		290	58

¹⁾ Am Ausgang des Wasserwerkes darf der Wert von 0,1 mg/l nicht überschritten werden

²⁾ liegt kein freies Cyanid vor, gilt ein Wert von 0,25 mg/l

³⁾ liegt kein freies Cyanid vor, gilt der Wert der TrinkwV

⁴⁾ PAK nach TrinkwV



BG = Bestimmungsgrenze

Abb. 2.4-5: Listenvergleiche

Anschließend werden die Grundwasseranalysen mit verschiedenen Listen verglichen (TRINKWV 2001 und BERLINER LISTE 2005). Die Vergleichsergebnisse werden in vier Konzentrationsklassen geteilt (s. Abb. 2.4-5).

Die höchsten Überschreitungen der Schwellenwerte (LAWA 2004) finden sich mit 85,4 % und 90,3 % bei Eisen (gesamt) bzw. Mangan, gefolgt von Ammonium mit 30 % und der Oxidierbarkeit (CSVMn) mit 11,7 %. Die Überschreitungen bei Eisen und Mangan sind unproblematisch und treten auch in anthropogen unbeeinflussten Wässern auf. Die Konzentration dieser im Trinkwasser unerwünschten Stoffe wird durch die Aufbereitung im Wasserwerk unter den Grenzwert der TrinkwV verringert. Bei der Trinkwasseraufbereitung werden auch die Gehalte an Ammonium und Oxidierbarkeit (CSVMn) deutlich reduziert.

Ammonium und Oxidierbarkeit (CSVMn) sind nur in geringen Konzentrationen geogener Herkunft. Die deutlich erhöhten Gehalte von Ammonium und Oxidierbarkeit (CSVMn) im Berliner Grundwasser sind zumeist auf Abwassereinfluss zurückzuführen.

Am auffälligsten sind die fast flächendeckend erhöhten Salzgehalte in den oberen Grundwasserleitern (bis ca. 50 m Tiefe). Im Gegensatz zu anderen hydrogeologisch vergleichbaren Bundesländern (Mecklenburg-Vorpommern, Brandenburg, Niedersachsen) liegen im Mittel mehr als doppelt so hohe Salzgehalte im Grundwasser vor. Die hohen Salzgehalte werden insbesondere durch erhöhte Gehalte von Sulfat und Chlorid sowie Calcium und Natrium verursacht.

Folgende Ursachen lassen sich hierfür benennen:

- Auf Grund der Tiefe muss der Salzeintrag schon langfristig stattfinden; hier ist als wesentlicher Grund die flächendeckende Bauschutt- und Trümmerverkipfung infolge des Zweiten Weltkrieges zu nennen.
- Die atmosphärische Deposition von Rauchgasen (Industrie und Hausbrand) sind im Ballungsgebiet Berlin nicht zu vernachlässigen (vor allem bis 1995 im Ostteil der Stadt durch den Einsatz von Braunkohlebriketts als Heizmaterial).
- Die fast 100-jährige Abwasserverrieselung an der Peripherie von Berlin, deren Abstrom überwiegend auf Berlin (Ursstromtal/Havel) gerichtet ist, führt nach längeren Fließzeiten im Allgemeinen zu einer Erhöhung von Chlorid und Sulfat bzw. von Calcium und Natrium. Stickstoffkomponenten sind bereits weitgehend abgebaut.

- Rezente Abwasserversickerungen aus Leckagen der Abwasser- und Mischwasserkanalisation im dicht besiedelten Berlin.

Schwermetallgehalte sind regelmäßig in ca. 5 % der Messstellen nachweisbar, Überschreitungen sind selten und treten bei weniger als 2 % der Proben auf. Die problematischste Schadstoffgruppe sind die leichtflüchtigen halogenierten Kohlenwasserstoffe (LHKW), bei denen in mehr als 6 % der Proben Überschreitungen zu verzeichnen sind.

Die Ergebnisse lassen erkennen, dass das Berliner Grundwasser ein anthropogen überprägtes Grundwasser ist. Trotzdem zeigen die Analysen, dass die chemische Grundwasserqualität in den wichtigsten Grundwasservorkommen gut ist. Es eignet sich nach einer einfachen Trinkwasseraufbereitung (Belüftung, Entfernung von Eisen und Mangan) zu einem vorzüglichen Trinkwasser (siehe auch Kap. 3.1).

2.5 Ökologische Aspekte

Grundwasser fließt nicht nur unterirdisch und unsichtbar; oft tritt es auch zu Tage z. B. in Form von Quellen. In Berlin befindet sich am Südrand des Tegeler Fließes, im Ortsteil Lübars, die Osterquelle, die an einer Schichtgrenze zwischen Geschiebemergel und kiesigem Sand mit sieben Litern pro Sekunde und einer Durchschnittstemperatur von 9 °C austritt.

Es gibt ► **Ökosysteme**, die vom Grundwasser abhängig sind: Insbesondere die ► **Biotoptypen** Quellen und Quelhänge, Röhrichte, Moore, Feucht- und Frischwiesen sowie Wälder feuchter bis frischer Standorte.

Diese können mit ihren an den feuchten Lebensraum angepassten Lebensgemeinschaften mehr oder weniger unmittelbar vom Grundwasser abhängen (z. B. Moore) oder zumindest in unterschiedlichem Maße beeinflusst sein (z. B. frische Wiesen).

Es bestehen also unterschiedliche Ansprüche der verschiedenen Biotoptypen an die Versorgung mit Grundwasser. So „mögen“ es z. B. „frische“ Ausbildungen nicht gar so feucht oder gar nass. In Abhängigkeit vom Grundwasserflurabstand findet man unterschiedlich zusammengesetzte Biotope vor. Dabei sind es in erster Linie pflanzliche Lebensgemeinschaften, die ihren Wasser-



Abb. 2.5-1 Teufelssee, Berlin-Köpenick

und/oder Nährstoffbedarf direkt aus dem Grundwasser decken. Die Erreichbarkeit bzw. der Einfluss des Grundwassers auf die Pflanzen hängt von der Durchwurzelungstiefe der einzelnen Art und vom kapillaren Aufstiegsvermögen des Grundwassers ab, welches wiederum von der Bodenart abhängt.

Ihnen allen kommt eine besondere Bedeutung zu, da sie nicht nur als Biotoyp selbst, sondern vor allem als besonderer Lebensraum für Flora und Fauna wertvolle Flächen darstellen: Die hier vorkommenden Pflanzen und Tiere sind vielfach seltene Spezialisten, wie z. B. die Rosmarinheide (*Andromeda polifolia*) oder die Schlammschegge (*Carex limosa*). Sie gehören zu den gefährdeten Moorpflanzenarten, die in Berlin nur noch an wenigen Standorten vorkommen, so z. B. im Teufelsmoor in Köpenick.

Das Teufelsmoor ist ein so genanntes Kesselmoor mit einem Restsee, dem Teufelssee. Die Entstehung reicht bis in die letzte Eiszeit zurück (Abb. 2.5-1).

Tierlebensgemeinschaften sind eher indirekt vom Grundwasser u. a. über Bodenfeuchte und Mikroklima beeinflusst. Dennoch gibt es auch unter den Tieren Spezialisten, die eben nur an solchen Standorten vertreten sind, wie z. B. die Sumpfschrecke (*Stethophyma grossum*) an einer Art der Feuchtwiesen. Sie zeichnen sich durch ganz charakteristische Laute aus: Sumpfschrecken zirpen nicht wie andere Heuschrecken, sondern sie erzeugen weithin hörbare Knipslaute, die sich anhören wie „Nagelknipsen“ (Abb. 2.5-2).



Abb. 2.5-2 Sumpfschrecke (*Stethophyma grossum*)

Feuchtgebiete sind grundsätzlich durch einen periodischen oder ganzjährigen Überschuss an Regen-, Grund- oder Oberflächenwasser geprägt. Diesen Reichtum an Wasser haben sämtliche Feuchtbiopte gemeinsam. Neben ihrer großen ökologischen Bedeutung für Flora und Fauna besitzen sie weitere unverzichtbare Funktionen im Wasser- und Stoffhaushalt der Landschaft. So wirken sie nicht nur als Speicher für Trinkwasser oder als Rückhalteflächen bei Überschwemmungen, sondern sie übernehmen auch für den Ausgleich des Klimas eine wichtige Rolle.

Europa- bzw. weltweit gemeinsam ist allen Feuchtgebieten jedoch ihre akute Gefährdung. Aus diesem Grund sind die meisten grundwasserabhängigen Ökosysteme gesetzlich geschützt. Ihrer Bedeutung wird auch mit den beiden neuen europäischen Richtlinien sowohl des Schutzgebietssystems NATURA 2000 als auch der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie (EU-WRRRL) Rechnung getragen.

Wo befinden sich grundwasserabhängige Ökosysteme?

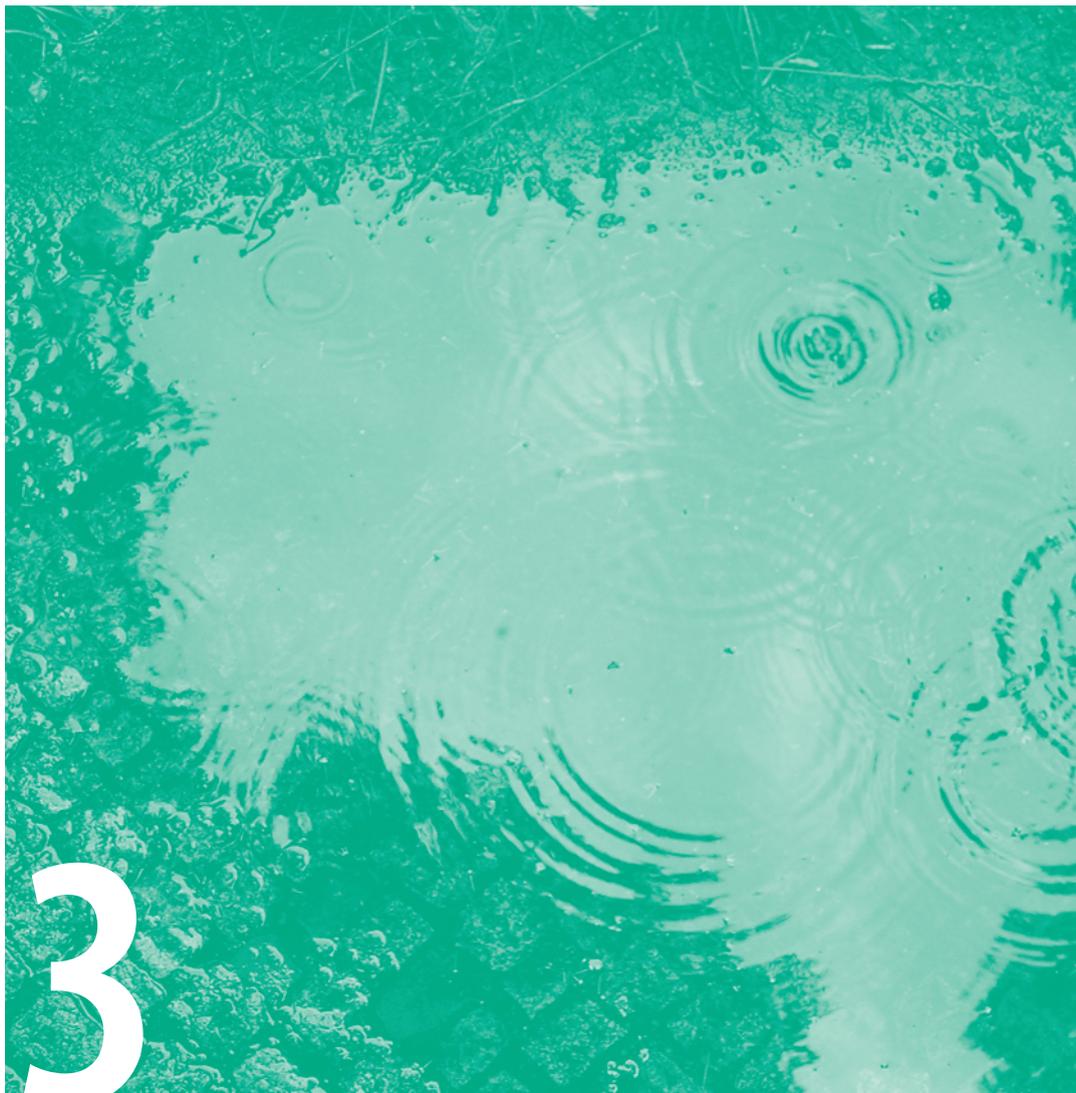
Grundwasserabhängige bzw. -beeinflusste Ökosysteme befinden sich vor allem im Warschau-Berliner Urstromtal und in seinen Nebentälern. Diese Ökosysteme werden durch den Hauptgrundwasserleiter gespeist, aus dem überwiegend auch das Trinkwasser gewonnen wird.

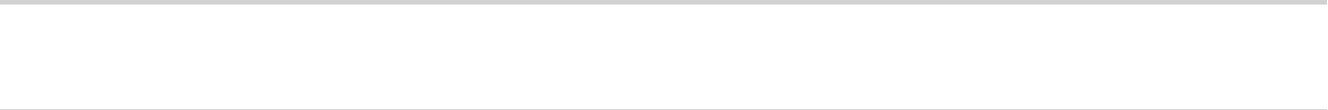
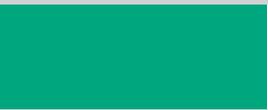
Zusätzlich finden Entnahmen durch Eigenwasserversorgungsanlagen, Grundwasserabsenkungen bei Baumaßnahmen und Grundwassersanierungen statt. Seit über 100 Jahren bezieht Berlin dank der günstigen geologischen Bedingungen sein Trinkwasser aus dem Grundwasservorkommen des eigenen Stadtgebietes. Dadurch kann auf teure und ökologisch bedenkliche Fernwasserversorgungen verzichtet werden. Dies soll auch zukünftig so bleiben, obwohl in Berlin nahezu alle grundwasserabhängigen Biotope von Grundwasserabsenkungen mehr oder minder stark betroffen sind.

Die Brunnen der Wasserwerke, die das qualitativ beste Grundwasser fördern, liegen vielfach zugleich in z. T. geschützten Wald- und/oder Feuchtgebieten. Durch Grundwasseranreicherungen und lokale Versickerungen – wie seit 1983 im Spandauer Forst praktiziert – kann eine höhere Gewinnungsrate teilweise wieder ausgeglichen werden.

Ziel ist es, eine nachhaltige Nutzung und Bewirtschaftung dieser kostbaren Ressource auf Dauer zu sichern. Auch die Europäische Wasserrahmenrichtlinie ist bestrebt, neben der guten Wasserqualität eine ausgewogene Bilanz zwischen Entnahme und natürlicher Grundwasserneubildung zu erreichen, um die vom Grundwasser abhängigen Ökosysteme vor zu großen Absenkungen bzw. Schwankungen zu bewahren (s.a. Kap. 4.5).

Grundwassernutzung – Trinkwasser und vieles mehr





3. Grundwassernutzung – Trinkwasser und vieles mehr

3.1 Trinkwassernutzung

Zur Geschichte der zentralen Trinkwasserversorgung Berlins

Vor 150 Jahren bestand Berlin im Wesentlichen aus dem heutigen Bezirk Mitte. Die Einwohnerzahl hatte bereits die 400 000 überschritten. Gewerbe und Industrie entwickelten sich rasch, der Handel florierte. Berlin hatte sich seit Eröffnung der ersten preußischen Eisenbahn zu einem der wichtigsten mitteleuropäischen Bahnknotenpunkte entwickelt.

Eine zentrale Wasserversorgung aber hatte die Stadt noch nicht. Ihr Wasser holten die Berliner aus den zahlreich vorhandenen Straßenbrunnen oder aus den Hofbrunnen, die für jedes bebauete Grundstück vorgeschrieben waren (Abb. 3.1-1).

Das änderte sich, nachdem 1856 das erste Berliner Wasserwerk vor dem Stralauer Tor, direkt an der Spree gelegen, seinen Betrieb aufnahm. Dort wurde Spreewasser über Langsamfilter aufbereitet und ins Versorgungsnetz gepumpt (Abb. 3.1-2).

Gleichzeitig mit dem Wasserwerk ging auf dem ehemaligen Windmühlenberg, jetzt Belforter Straße im Bezirk Prenzlauer Berg, ein offener Reinwasserbehälter in Betrieb (Abb. 3.1-3).

Die beschleunigte Industrialisierung in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts, die rasche Entwicklung der Einwohnerzahl – zwischen 1860 und 1870 zogen pro Jahr durchschnittlich 30.000 Menschen in die Stadt – sowie der einsetzende Bauboom führten zu einem schnellen Anstieg des Wasserverbrauchs.

Im Jahr 1877 nahm das Wasserwerk Tegel, das zweite für Berlin, den Betrieb auf. Das Wasserwerk, weit außerhalb Berlins am Tegeler See gelegen, förderte zunächst unaufbereitetes Grundwasser, später über ► [Langsamfilter](#) aufbereitetes Wasser aus dem Tegeler See in einen Zwischenbehälter auf der Teltow-

Hochfläche bei Charlottenburg, heute Spandauer Damm. Von dort wurde das Wasser in die Stadt gepumpt. Von 1901 bis 1903 wurde das Werk auf Grundwasserbetrieb umgestellt. (Abb. 3.1-4)

Das dritte Wasserwerk für Berlin, das Wasserwerk Müggelsee (heute Friedrichshagen), ging 1893 in Betrieb. Auch hier wurde Oberflächenwasser aus dem Müggelsee über Langsamfilter aufbereitet und zum Zwischenpumpwerk Lichtenberg an der heutigen Landsberger Allee gefördert und von dort in die Stadt verteilt. Von 1904 bis 1909 wurde auch hier auf Grundwasserbetrieb umgestellt.

Kurz nach Inbetriebnahme des Wasserwerks Müggelsee ist das Wasserwerk vor dem Stralauer Tor wegen der immer schlechter werdenden Wasserqualität der Spree und wegen des Zustands der Anlagen stillgelegt und später abgerissen worden. Durch Zusammenschluss von acht Städten (Berlin, Charlottenburg, Köpenick, Lichtenberg, Neukölln, Schöneberg, Spandau und Wil-

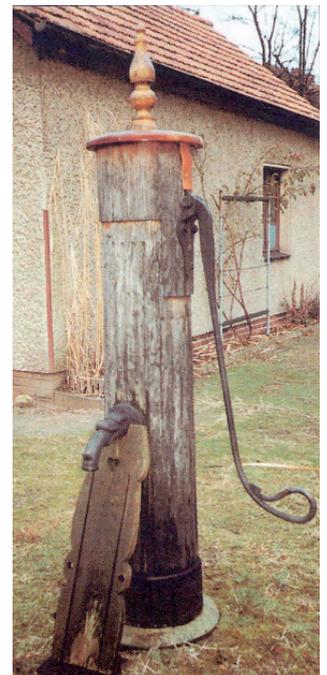


Abb. 3.1-1
Alter Hofbrunnen in Berlin

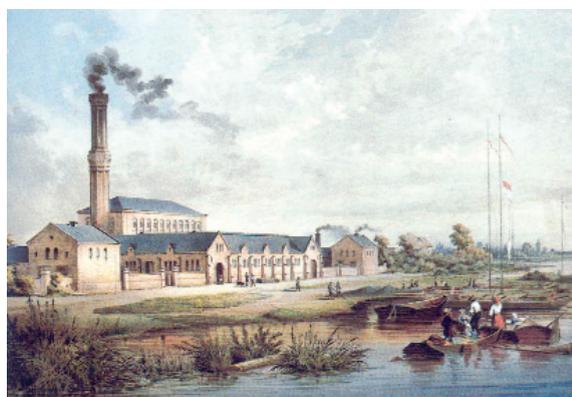


Abb. 3.1-2 Das erste Berliner Wasserwerk vor dem Stralauer Tor



Abb. 3.1-3 Erster Reinwasserbehälter im Prenzlauer Berg



Abb. 3.1-4 Wasserturm am Spandauer Damm

mersdorf), 59 Landgemeinden und 27 Gutsbezirken wurde im Jahr 1920 die neue Stadtgemeinde Berlin mit 3,8 Millionen Einwohnern gebildet. Zahlreiche veraltete und unrentable Gemeindewasserwerke wurden nach der Eingemeindung stillgelegt, andere erneuert und erweitert.

Abb. 3.1-5 Wasserwerk mit Brunnen und Grundwasseranreicherungsanlage: Im Vordergrund die Filterhallen, in der Waldschneise die Brunnengalerie und rechts und links davon die Sickerbecken zur Grundwasseranreicherung



Die Wasserversorgung von Berlin heute

Nach Beendigung des Zweiten Weltkriegs und nach der Wiedervereinigung Berlins 1990 gingen weitere Wasserwerke außer Betrieb. Heute werden alle 3,4 Millionen Berliner und rund 300.000 Brandenburger durch die neun Wasserwerke Tegel, Friedrichshagen, Beelitzhof, Spandau, Stolpe, Tiefwerder, Wuhlheide, Kladow und Kaulsdorf versorgt, die zum Teil völlig erneuert und erweitert worden sind.

Die Werke liegen in der Nähe von Seen und Flüssen oder in ausgedehnten Waldgebieten und fördern ausschließlich Grundwasser. Dies bildet sich aus versickerten Niederschlägen, aus versickertem Oberflächenwasser, dem Uferfiltrat, sowie „menschengemacht“ durch die ► **Grundwasseranreicherung** mit vorgereinigtem Havelwasser beispielsweise an den Wasserwerken Spandau, Tegel und Stolpe. Da die Versickerung langsam – das Wasser ist hierbei mindestens 50 Tage, mitunter auch mehrere Monate unterwegs – und durch viele verschiedene Bodenschichten vor sich geht, erfolgt dabei eine gründliche natürliche Reinigung. Diese Sand- und Kiesschichten bilden einen natürlichen Filter. In ihnen werden schädliche Inhaltsstoffe aus dem Sickerwasser zurückgehalten und von Mikroorganismen abgebaut. Gleichzeitig wird das Wasser mit Mineralien angereichert. So entsteht ein qualitativ hochwertiges Grundwasser (Abb. 3.1-5).

Jeder Einwohner Berlins nutzt heute im Durchschnitt 116 Liter Wasser pro Tag. Für Haushalte, Industrie und Gewerbe werden im Durchschnitt täglich 585.000 m³ Trinkwasser bereitgestellt. Etwas mehr als 1 Million Kubikmeter sind möglich (Abb. 3.1-6).

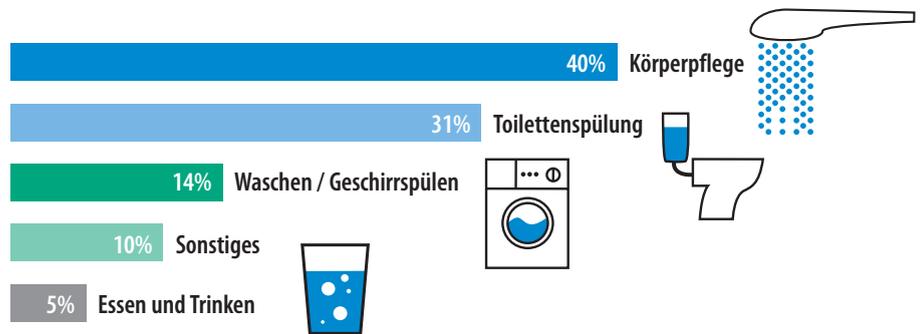


Abb. 3.1-6 Aufschlüsselung der privaten Wassernutzung in Berlin

Aus über 800 Brunnen – minimal 30 m und maximal 100 m tief – gelangt das Grundwasser zu den Wasserwerken, wo es belüftet, in Kiesfiltern von Eisen und Mangan befreit und in Reinwas-

serbehältern gespeichert wird. Dieser Vorgang wird als naturnahe Aufbereitung bezeichnet (Abb. 3.1-7,-8,-10,-11).



Wasserwerk: Aus Grundwasser wird Trinkwasser

- 1 Tiefbrunnen**
 Von den neun Wasserwerken werden insgesamt rund 800 Brunnen betrieben. Sie sind zwischen 30 m und 100 m tief. Hauptsächlich handelt es sich dabei um Vertikalbrunnen, die stündlich zwischen 40 m³ und 400 m³ Rohwasser fördern. Zwei Horizontalfilterbrunnen können stündlich bis zu 1.600 m³ Rohwasser je Brunnen liefern.
- 2 Belüftungsanlage**
 Das Rohwasser enthält keinen freien Sauerstoff. Es wird deshalb in den Belüftungskammern über Düsen versprüht oder über Wehrüberfälle geleitet und kann so den Sauerstoff der Luft aufnehmen.
- 3 Reaktionsbecken**
 Im Rohwasser sind Eisen- und Manganverbindungen gelöst. Sie gehen eine chemische Reaktion mit dem nun vorhandenen Sauerstoff ein und bilden Flocken, die sich absetzen. Damit dieser Vorgang in Ruhe ablaufen kann, durchströmt das Wasser die Reaktionsbecken in 15 bis 60 Minuten.
- 4 Schnellfilteranlage**
 Die restlichen Eisenflocken und das Mangan werden in der Schnellfilteranlage aus dem Wasser entfernt. Das geschieht in Filterbecken mit einer zwei Meter dicken Filtersandschicht. Ist diese Sandschicht verschlammte, wird sie mit Luft und Wasser sauber gespült.
- 5 Reinwasserbehälter**
 Aus dem Rohwasser ist Reinwasser geworden. Im Reinwasserbehälter wird es gespeichert. Aus den Brunnen werden relativ konstante Wassermengen gewonnen. Der Verbrauch von Trinkwasser schwankt jedoch je nach Tageszeit und Wochentag. Der Reinwasserbehälter ist deshalb nicht nur ein Speicher, er dient auch als Ausgleichsbecken.
- 6 Maschinenhaus**
 Im Maschinenhaus stehen Reinwasserpumpen, die das Trinkwasser durch Rohrleitungen zum Verbraucher pumpen. Die Pumpen werden von Elektro- oder Dieselmotoren angetrieben. So kann die Wasserversorgung auch dann gesichert werden, wenn die öffentliche Stromversorgung einmal ausfallen sollte.

Abb. 3.1-7 Prinzipskizze eines Wasserwerkes: Vom Grundwasser zum Trinkwasser

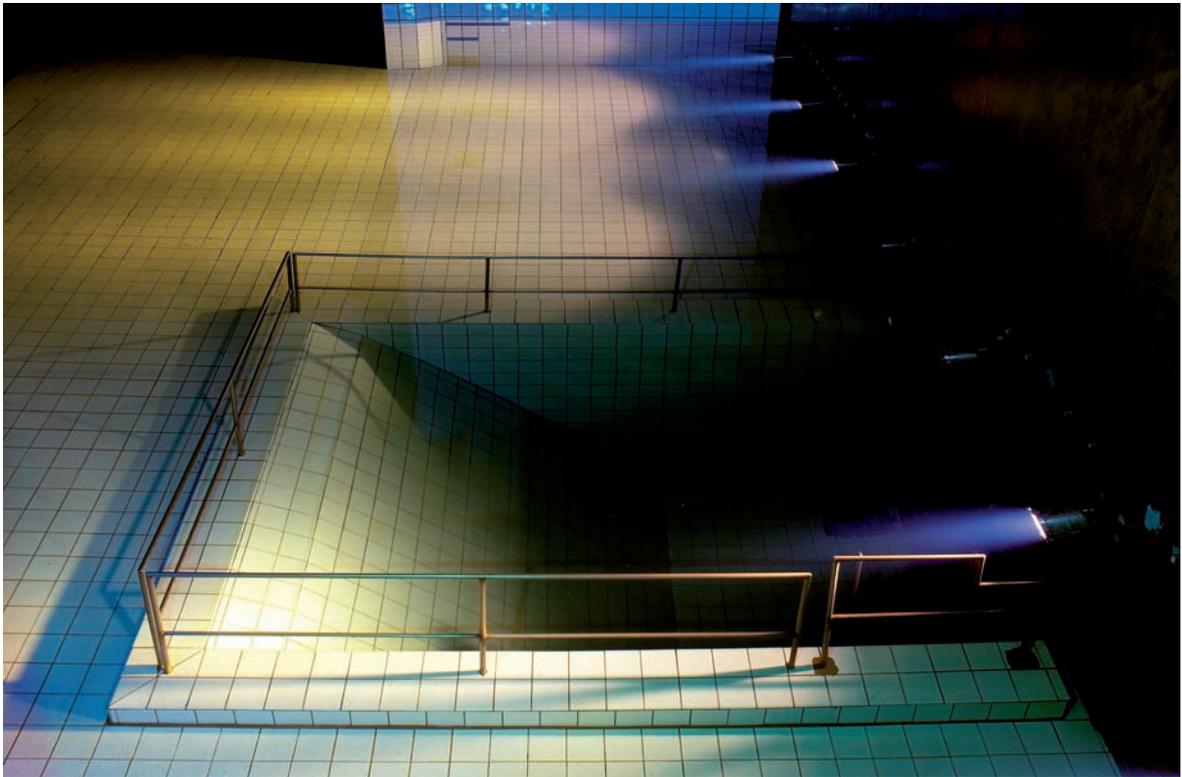


Abb. 3.1-8
Reinwasserbehälter



Abb. 3.1-9 Wasserwerke und Zwischenpumpwerke, ihre administrative Vernetzung und ihre Verbreitungsgebiete



Abb. 3.1-10 Belüftung

Die gute Qualität des Berliner Grundwassers und die Überwachung des Trinkwassers auf der Basis der Trinkwasserverordnung garantieren eine gleich bleibend hohe Qualität des in die Netze eingespeisten Trinkwassers. Das Berliner Trinkwasser muss daher auch nicht gechlort werden und behält so seinen frischen Geschmack.

Je nach Bedarf wird das Wasser aus den Behältern in das 7.800 km lange, weit verzweigte Rohrnetz gepumpt. Wasserwerke und Zwischenpumpwerke sind durch ein engmaschiges Netz von Transportleitungen miteinander verbunden. Daher stammt das Trinkwasser im Netz fast immer von mehreren Wasserwerken zugleich (Abb. 3.1-9).

In Spitzenverbrauchszeiten werden Versorgungsempässe durch das Zusammenwirken der Werke verhindert. Selbst wenn ein Wasserwerk ausfällt, führt das nicht zu einem lokalen Zusammenbruch der Wasserversorgung. Bei geringem Verbrauch in den Nachtstunden werden einzelne Wasserwerke zeitweilig abgeschaltet. Von einer zentralen Schaltwarte im Wasserwerk Friedrichshagen wird die gesamte Wasserversorgung Berlins überwacht und gesteuert (Abb. 3.1-11).



Abb. 3.1-11 Schaltwarte

Reserven werden nicht angetastet

Das in der Presse immer wieder beschworene Mengenproblem im Grundwasser lässt sich derzeit in Berlin nicht belegen. Es gilt immer noch das oberste Gebot: Es darf nicht mehr Grundwasser gefördert werden, als sich natürlich durch Niederschläge, Uferfiltrat oder Grundwasseranreicherung neu bildet (s. a. Kap. 2.2, „Wie viel Grundwasser gibt es und wie viel dürfen wir davon nutzen?“). Die in jedem Sommer niedrigeren Wasserstände in Spree und Havel sowie die ausbleibenden Niederschläge führen lediglich zu einem zeitlich begrenzten Absinken der Grundwasserstände. Ein Absinken der Grundwasserstände im Herbst ist nahezu in jedem Jahr völlig natürlich. Denn in der wärmeren Jahreszeit verdunsten die meisten Niederschläge bzw. werden von der Vegetation verbraucht. Das Grundwasser wird vor allem in den kälteren Monaten neu gebildet, in denen auch die Pflanzen weniger Wasser benötigen. Und: Parallel zum Zurückgehen der Wasserförderung in Berlin seit 1990 um 42 Prozent ist das Grundwasser stadtweit wieder angestiegen (s. a. Kap. 3.4). Im Ergebnis haben die Berliner Wasserbetriebe während dieser Zeit sieben der zuvor 16 aktiven Wasserwerke stillgelegt und betreiben heute ein Wasserwerk ausschließlich für die Absenkung des Grundwassers, um Altlastensanierungen zu unterstützen und Vernässungsschäden zu begrenzen.

Nachdem seit 1990 der Wasserabsatz in jedem Jahr sank, ist er vor allem in den Sommermonaten der Jahre 2003 und 2006 erstmals wieder leicht angestiegen. Allerdings auch nur um so wenig, dass in etwa so viel Wasser geliefert wurde, wie im selben Zeitraum des Jahres 2000. Im Jahre 2006 lag die Jahresförderung bei rund 218 Mio. m³.



Abb. 3.1-12 Schlachtensee

Warum müssen die Grunewaldseen künstlich aufgefüllt werden?

Die Berliner Wasserbetriebe halten die Grunewaldseen Schlachtensee, Waldsee, Krumme Lanke, Riemeisterfenn und Grunewaldsee nicht nur voll, sondern auch sauber (Abb. 3.1-12).

Seit 1913 füllen sie die über Gräben verbundenen Seen vom Schlachtensee aus mit Wannseewasser auf, das seit 1981 auch noch zusätzlich von Phosphorverbindungen befreit wird. Damit wird nicht nur für das Vergnügen sommertäglich tausender Badegäste gesorgt, sondern auch der Nachschub für das gute Berliner Grundwasser gesichert, aus dem das Trinkwasser gewonnen wird.

Die eiszeitlichen Grunewaldseen speisten sich früher hauptsächlich durch Grundwasser. Mit der industriellen Blüte Berlins

stieg der Wasserbedarf rasant und die Wasserwerke Beelitzhof, Teufelssee und Riemeisterfenn ließen den Grundwasserstand im Grunewald sinken. 1910 lag der Nikolassee trocken und der Schlachtensee-Pegel zwei Meter unter Normal.

Um das durch die Grundwasserförderung verursachte Defizit wieder auszugleichen, wurde ab 1913 Havelwasser aus dem Wannsee in den etwa einen Kilometer entfernt und etwa zwei Meter höher liegenden Schlachtensee gepumpt. Das Mengenproblem war gelöst, auch eine gewisse Durchströmung wurde geschaffen. Dafür entwickelte sich ab den 1950er Jahren ein Wassergüteproblem. Die Phosphorkonzentration nahm im Havelwasser und somit auch in den Grunewaldseen zu. Die Seen waren überdüngt, das ökologische Gleichgewicht durch Algenblüte und Sauerstoffmangel stark gestört. Deshalb wurde 1981 am Kronprinzessinnenweg die Phosphateliminationsanlage Beelitzhof gebaut, die das Havelwasser mechanisch und chemisch von Phosphorverbindungen und Schwebstoffen reinigt. Heute sind die Grunewaldseen wieder klar und sauber.

Die Anlage reduziert in vier Schritten durch Flockung, Fällung, Sedimentation und Filtration Phosphor und Schwebstoffe jeweils um bis zu 99 Prozent auf 0,01 g/m³ bzw. auf 0,2 mg/l. Pro Jahr werden zwischen 2,5 und 2,9 Mio. m³ Wasser gereinigt und übergepumpt.

In Tegel arbeitet nach demselben technischen Prinzip eine deutlich größere Phosphateliminationsanlage, mit deren Hilfe die Wasserqualität des Tegeler Sees verbessert und die Sichttiefe in den vergangenen 20 Jahren auf etwa drei Meter verfunfzehn-facht worden ist. Sie reinigt jährlich die Menge Wasser, die in den vergangenen 25 Jahren durch die Anlage in Beelitzhof geflossen ist (Abb. 3.1-13).



Abb. 3.1-13 Oberflächenwasseraufbereitungsanlage in Tegel im Vordergrund links, dahinter der Tegeler Hafen

3.2 Gartenbrunnen

In Berlin werden vielfach Brunnen nicht zu Trinkwasserzwecken, sondern zur Gartenbewässerung errichtet (Abb. 3.2-1).

Dabei ist Folgendes zu beachten:

Bei der Errichtung eines Gartenbrunnens muss natürlich in jedem Fall bis ins Grundwasser gebohrt werden, mit der Gefahr, dass dadurch das Grundwasser beeinträchtigt werden kann. Deshalb ist in jedem Fall der Bau eines Brunnens nach § 37 des Berliner Wassergesetzes bei der dafür zuständigen Wasserbehörde anzuzeigen. Mit der ► [Anzeige](#) wird geprüft, ob in Abhängigkeit der Tiefe des Brunnens eine ► [wasserbehördliche Genehmigung](#) oder eine ► [wasserbehördliche Erlaubnis](#) für den Bau des Brunnens erforderlich wird oder andere Gründe, wie z. B. Altlasten gegen die Brunnenbohrung sprechen.



Abb. 3.2-1 Gartenbrunnen

Damit eine Schadstoffverschleppung bzw. Schadstoffförderung verhindert wird, muss das Grundstück, auf dem das Grundwasser gefördert werden soll, frei von Altlasten, Altablagerungen oder sonstigen Belastungen sein. In Wasserschutzgebieten sind

Bohrungen verboten. Für Gartenbrunnen kann jedoch auf Antrag außerhalb der engeren Schutzzone eine Zulassung erteilt werden.

Für den Bau eines Brunnens ist auf Grund des Berliner Wasser-
gesetzes (§ 38) eine wasserbehördliche Genehmigung erforder-
lich, wenn die Bohrung tiefer als 15 Meter sein muss oder
mehr als 6.000 m³ Grundwasser pro Jahr gefördert werden. Erst
nach dem Erhalt der Genehmigung darf dann mit den Bohrar-
beiten begonnen werden. Ist der Brunnen flacher als 15 Meter,
reicht allein die Anzeige aus.

Wie tief muss der Brunnen sein?

In Abhängigkeit von der Geologie und den Grundwasserverhält-
nissen sind in der Regel im Urstromtal Berlins weniger als 15 m
tiefe Bohrungen, auf der Barnim- und Teltow-Hochfläche jedoch
tiefere Bohrungen zur Erschließung des Grundwassers erforder-
lich (s. a. Abb. 2.2-18, Kap. 2.1). Genauere Informationen zum
geologischen Aufbau und zu den Grundwasserverhältnissen kön-
nen bei der Arbeitsgruppe Geologie und Grundwassermanage-
ment der Senatsverwaltung für Gesundheit, Umwelt und Verbrau-
cherschutz eingeholt werden (s. a. Kap. 6, Ansprechpartner).

Fallen für die Anzeige oder die Genehmigung Gebühren an?

Für die Anzeige zur Errichtung von Brunnen wird eine Gebühr in
Höhe von 40 € erhoben. Für die wasserbehördliche Genehmi-
gung ist eine Gebühr in Abhängigkeit der Baukosten für den
Brunnen zu zahlen. Gleichfalls gebührenpflichtig ist die ggf.
erforderliche Befreiung von den Verboten der jeweiligen Wasser-
schutzgebietsverordnung.

Welcher Brunnen ist in Abhängigkeit von der Geologie geeignet?

■ **Rammbrunnen**

In sandig-kiesigem Lockergestein können Rammbrunnen
mit einer maximalen Tiefe von fünf bis zehn Metern einge-
setzt werden. Selbstansaugende oder Handschwengel-
pumpen können das Grundwasser aus maximal sieben
Metern Tiefe fördern.

■ **Bohrbrunnen**

Bohrbrunnen gestatten die Entnahme von Grundwasser
auch aus größeren Tiefen und in größeren Mengen. Ist der
Grundwasserspiegel im Brunnen tiefer als sieben Meter,
muss eine Unterwasserpumpe eingesetzt werden.

Was ist zu tun, wenn der errichtete Brunnen nicht mehr benötigt wird?

In diesem Fall schreibt das Berliner Wassergesetz (§ 21) vor, den
Brunnen ordnungsgemäß durch eine Brunnenbaufachfirma
zurückzubauen. Der Rückbau ist der Wasserbehörde vorher
anzuzeigen.

Was muss zum Schutz des Grundwassers beim Bau beachtet werden?

Alle Anlagen zur Grundwasserbenutzung, wie z. B. ein Brunnen,
sind nach den Vorschriften des anerkannten Standes der Technik
zu planen, auszuführen und zu betreiben.

- Der Brunnen muss an einem Standort errichtet werden, bei
dem dauerhaft jeder eventuelle Schadstoffeintrag ins Grund-
wasser verhindert wird. Daher ist ein Brunnen möglichst in
einem begrünten, unbefestigten Bereich zu errichten.

- Zu Abwasserleitungen muss ein Mindestabstand von drei Metern eingehalten werden.
- Sofern ein Brunnenvorschacht errichtet wird, muss die Schachtabdeckung tagwasserdicht hergestellt werden. Der Brunnenkopf und die Aufsatzrohre müssen wasserdicht sein.
- Sind bindige Schichten (Geschiebemergel, Ton, Schluff, Mudde) durchbohrt worden, sind diese Bereiche beim Brunnenausbau anschließend wieder mit geeignetem wassersperrendem Material zu verfüllen.

Wer darf Brunnen bauen?

Genehmigungspflichtige Brunnen müssen sach- und fachgerecht von einer Brunnenbaufachfirma errichtet werden. Brunnen in Wasserschutzgebieten dürfen nur von Brunnenbaufachfirmen hergestellt werden, die nach dem Arbeitsblatt W 120 (der Deutschen Vereinigung des Gas- und Wasserfaches e.V. – DVGW oder der Zertifizierung Bau) zertifiziert sind. Weitere Informationen zum Brunnenbau unter: www.berlin.de/sen/umwelt/wasser/grundwasser/de/brunnenbau.shtml

3.3 Bauen im Grundwasser

Allgemeine Rechtslage

Das Grundwasser als Hauptquelle der öffentlichen Trinkwasserversorgung steht unter dem besonderen Schutz des Gesetzgebers. Nach dem Wasserhaushaltsgesetz (WHG) des Bundes ist es flächendeckend vor jeglichen Verunreinigungen und sonstigen nachteiligen Veränderungen seiner Eigenschaften zu schützen.

Bei Baumaßnahmen im Grundwasser dürfen deshalb keine Schadstoffe freigesetzt werden (§ 34 WHG). Darüber hinaus ist jeder Bauherr zu einer mit Rücksicht auf den Wasserhaushalt gebotenen sparsamen Verwendung des Wassers verpflichtet (§ 1a WHG) und muss dafür sorgen, dass durch die Entnahme des Grundwassers keine nachteiligen Auswirkungen an Bauwerken oder der Vegetation entstehen.

Grundwasserentnahmen sowie Einleitungen von Stoffen in das Grundwasser bedürfen nach §§ 2 und 3 WHG der wasserbehördlichen Erlaubnis. Sie gewährt die widerrufliche Befugnis, das Grundwasser zu einem bestimmten Zweck in einer nach Art und Maß bestimmten Weise zu benutzen (§ 7 WHG). Nach dem Berliner Wassergesetz (BWG) darf sie nur erteilt werden, wenn die Grundwasserbenutzung keine nachteiligen Auswirkungen

auf die Rechte anderer hat oder wenn die nachteiligen Wirkungen nicht durch Auflagen verhütet oder ausgeglichen werden. Wenn eine Entnahme des Grundwassers jedoch nur vorübergehend, also zeitlich begrenzt, ist und in dieser Zeit nur geringfügige Mengen gefördert werden, ist eine Erlaubnis nicht erforderlich (§ 33 WHG). Die Grundwasserförderung ist aber unabhängig davon bei der Wasserbehörde anzuzeigen.

Grundwasserabsenkungen

Der Abstand des Grundwassers von der Geländeoberfläche (Grundwasserflurabstand) variiert in Berlin sehr stark und kann von einigen Dezimetern bis zu zweistelligen Meterbeträgen reichen. In den im Warschau-Berliner Urstromtal gelegenen Bereichen der Berliner Innenstadt ist das Grundwasser in der Regel in Tiefen von nicht mehr als drei Metern anzutreffen. Damit ist bei vielen Bauvorhaben ein Eingriff in das Grundwasser erforderlich (Abb. 3.3-1).



Abb. 3.3-1 Das Grundwasser steht in der Innenstadt oberflächennah an

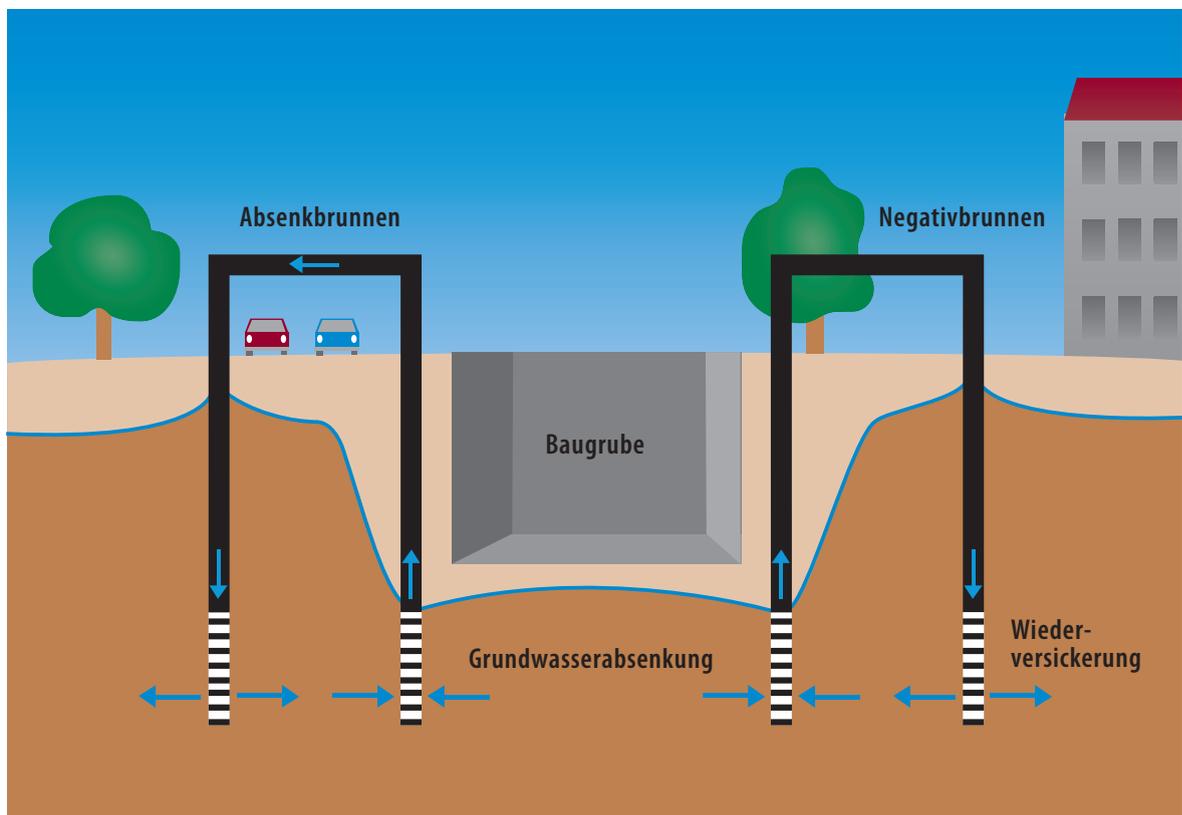


Abb. 3.3-2 Wiederversickerung von Grundwasser bei Baumaßnahmen

Die mit tiefgreifenden Baumaßnahmen verbundenen temporären Grundwasserabsenkungen führen neben den Eingriffen in die Standsicherheit von Bauwerken und damit in die Bausubstanz auch zu Beeinträchtigungen der Vegetation, wie Straßenbäumen und Grünanlagen.

Um solche Beeinträchtigungen zu verhindern, werden in der Regel Wiederversickerungsmaßnahmen vorgesehen. (Abb. 3.3-2)

Diesen Wiederversickerungen sind allerdings in mehrerer Hinsicht Grenzen gesetzt. Zum einen kann es durch den z. T. hohen Eisengehalt im Berliner Grundwasser zu [Verockerungen](#) in den Versickerungsbrunnen und damit zu Einschränkungen bei der Versickerung großer Fördermengen, zum anderen zu Problemen aus dem daraus resultierenden Aufstau und zu Wurzelvernässungen kommen.

Bekannte Altlasten im Absenkbereich können ebenfalls dazu führen, dass herkömmliche Grundwasserabsenkungen, insbesondere in der Innenstadt, nicht zulassungsfähig sind. Damit ist die Anwendung alternativer Verfahren bei Baumaßnahmen im Grundwasser erforderlich.

Alternative Verfahren

Sofern erkannt wird, dass auf Grund der geplanten Tiefe der Baugrube ein Eingriff in das Grundwasser erforderlich wird, und eine Grundwasserabsenkung nicht zulassungsfähig ist, muss die Gründung in einer weitestgehend wasserundurchlässigen Trogbaugrube (Wand / Sohle-Methode) geplant werden. Dabei ist davon auszugehen, dass für alle Maßnahmen, bei denen die Errichtung von mehr als einem Tiefgeschoss vorgesehen ist, generell eine Troglösung erforderlich wird. Nur so ist von vorn-

herein zu vermeiden, dass in einem weiten Umkreis Grundwasserstandsänderungen hervorgerufen werden, die möglicherweise zu Schäden an benachbarter Altbausubstanz oder der Vegetation und zu Verschleppungen von Altlasten führen können. Trogbaugruben können mit einer natürlichen Sohldichtung oder

mit unterschiedlichen Baugrubenwandarten (Schlitzwände, überschnittene Bohrpfehlwände, Spundwände) und Sohldichtungssystemen (Unterwasserbetonsohle, Düsenstrahlsohle, Zement- und Feinstzementinjektionssohle, Weichgelsohle) ausgeführt werden (Abb. 3.3-3 bis -8).

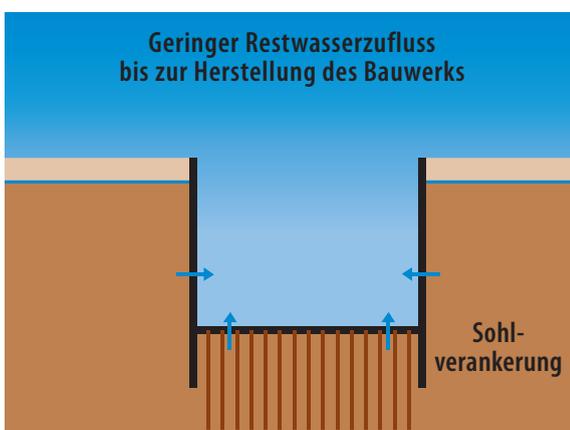


Abb. 3.3-3 bis 3.3-8 Herstellung einer Trogbaugrube mit Unterwasserbetonsohle am Potsdamer Platz

Einbringen von Stoffen in das Grundwasser

Beim Einbringen von Stoffen sind sämtliche durch den verwendeten Baustoff (z. B. Zement, Bentonit, Weichgel), dessen Einbringungsvorgang (Injektion, Verdüsung, etc.) sowie durch erforderliche Hilfsstoffe (z. B. Betonverflüssiger, Erstarrungsverzögerer, Abdichtungsmaterialien) verursachten Veränderungen der Grundwassereigenschaften zu beurteilen. Nur wenn alle vorgenannten Parameter das Grundwasser nicht gefährden oder schädlich verändern, darf das Einbringen zugelassen werden.

Der beabsichtigte Einsatz von Zement, Bentonit, Weichgelen oder Hilfsstoffen im Grundwasser bedarf daher einer näheren Betrachtung hinsichtlich der Auswirkungen auf die Grundwasserqualität.

Grundsätzlich darf während des Einbringvorgangs auch keine Grundwasserverunreinigung durch Öle, Kraft- oder Schmierstoffe erfolgen. Das gilt insbesondere auch für die Lagerplätze dieser Stoffe. Aus diesem Grund dürfen aus wasserrechtlicher Sicht ausschließlich Baumaschinen eingesetzt und Lagerplätze errichtet werden, die diese Auflage einhalten.

Zementsuspensionen, die auf Grund einer Reaktion im Grundwasser zu einer Abdichtung führen, sind hinsichtlich der mineralischen Zusammensetzung vergleichbar mit dem natürlichen, karbonatisch-silikatischen Untergrund und führen insofern zu den geringsten Veränderungen der Grundwasserbeschaffenheit. Bedingung dafür ist, dass nur mineralische und keine künstlichen oder aus dem Abfallrecycling stammenden Beimischungen verwendet werden. Für die Verwendung von Hilfsstoffen, welche z. B. den Einbringungsvorgang oder die spätere Verwendung der eingebrachten Zementsuspension beeinflussen, ist ein Nachweis über deren grundwasserhygienische Unbedenklichkeit zu erbringen. Auch wenn es im Laufe der Zeit zu Auslaugungs- und Verwitterungserscheinungen kommen kann, ist der Einsatz von Zementsuspensionen aus wasserrechtlicher Sicht nicht zu beanstanden.

Bentonite stellen eine Mischung verschiedener natürlicher Tonmineralien dar, welche eine starke Quellfähigkeit aufweisen. Auf Grund ihrer Zusammensetzung aus Montmorillonit, Quarz, Glimmer, Feldspat, Pyrit oder Calcit ist das Einbringen naturbelassener Bentonite aus wasserrechtlicher Sicht unbedenklich. Die Verwendung von Beimischungen und/oder Hilfsstoffen unterliegt auch hier einem grundwasserhygienischen Nachweis.

Als **Weichgele** stehen anorganische Wasserglaslösungen mit einem Härter (z. B. Aluminatgel) zur Verfügung. Diese Lösungen reagieren alkalisch mit einem **pH-Wert** zwischen 10 und 13. Die Erhöhung des pH-Wertes führt zu einer Veränderung der Löslichkeit von Schwermetallverbindungen, aber auch von organischen Verbindungen (Huminstoffe). Damit kann es zu einer durch das Weichgel verursachten Mobilisierung und Verfrachtung von Schwermetallen, aber auch zu einer Erhöhung des **DOC** und damit zu einer durch Huminstoffe verursachten Schwarzfärbung des Grundwassers sowie ebenfalls zu einer Mobilisierung und ggf. weiträumigen Verlagerung von Spurenmetallen kommen. Durch die veränderten Verhältnisse im Grundwasser können darüber hinaus aber auch Schadstoffe verlagert werden. Herkömmliche Weichgelsohlen werden aus den vorgenannten Gründen in Berlin nicht zugelassen.

Seit kurzer Zeit befindet sich jedoch eine neue Generation von Gelverbindungen auf dem Markt, bei deren Zusammensetzung neu entwickelte, anorganische Härtermaterialien zum Einsatz kommen. Da diese Modifikation nach den bisherigen Erkenntnissen, mit Ausnahme einer nur temporären und ausschließlich lokalen Erhöhung des **pH-Wertes**, zu keiner weiteren außer den genannten negativen Veränderungen im Grundwasser führt, erfolgt die Zulassung des Silikatgels im Einzelfall.

Muss ein Bauwerk auch gegen das Grundwasser geschützt werden?

Schäden an Bauwerken durch hohe Grundwasserstände und unzureichende Abdichtungen haben in Berlin und auch in ganz Deutschland seit Anfang der Neunzigerjahre zugenommen.

Da das Grundwasser in Berlin in weiten Teilen der Stadt bereits in geringen Tiefen vorkommt bzw. vorkommen kann, ist beim Errichten von Bauwerken, die in den Boden einbinden (Kellergeschosse, Brückenfundamente, unterirdische Verkehrsanlagen u. v. m.), stets der aktuelle und der höchste Grundwasserstand sowie das Auftreten von so genanntem Schichtenwasser besonders zu berücksichtigen (s. a. Kap. 2.1). Informationen hierzu sind bei der Arbeitsgruppe Geologie und Grundwassermanagement der Senatsverwaltung für Gesundheit, Umwelt und Verbraucherschutz zu erhalten (s. a. Kap. 6, Ansprechpartner).

Aktueller Grundwasserstand

Die Kenntnis des aktuellen Grundwasserstandes ist wichtig, falls die Baugrube und die künftig zu errichtenden Gebäudeteile (Kellergeschosse) unterhalb des Grundwassers liegen. Hier sind während der Bauzeit entsprechende Gegenmaßnahmen wie Grundwasserabsenkungen oder alternative Verfahren (s. o.) und entsprechend geeignete Gebäudeabdichtungen zu planen und auszuführen. Es ist auch zu prüfen, ob das Grundwasser ggf. betonaggressiv ist.

Höchster Grundwasserstand

Für eine fachgerechte Abdichtung sowie auch eine Sicherung gegen Auftrieb ist immer der höchste Grundwasserstand (Bemessungsgrundwasserstand) zu Grunde zu legen. Dabei ist der Bemessungsgrundwasserstand der Grundwasserhöchst-



Abb. 3.3-9 Ein Grundwasserwiederanstieg durch Abschaltung eines Wasserwerks kann auch zu Vernässungen bei Häusern mit nicht fachgerecht abgedichteten Kellern führen

stand, der sich witterungsbedingt und unbeeinflusst von jeglicher Grundwasserabsenkung einstellen kann (BWK 2007).

Obwohl gerade in Berlin die einzelnen Wasserwerke schon seit über 100 Jahren und auch andere industrielle und private Betreiber seit langem abgesenkte Grundwasserstände erzeugen, bedürfen diese nach dem Wasserhaushaltsgesetz (WHG) dafür immer einer wasserrechtlichen Erlaubnis oder Bewilligung. Diese Zulassung beinhaltet ein Recht auf Förderung, aber keine Verpflichtung zur dauerhaften Weiterförderung. Es ist durchaus vorstellbar und auch schon vorgekommen, dass einzelne Wasserwerke aus betrieblichen Gründen vorübergehend oder auch länger stillgelegt wurden bzw. ihre Förderung stark reduziert haben. In diesen Fällen steigt das Grundwasser dort im Umfeld sehr schnell wieder an, so dass bei einer an die natürlichen Grundwasserhältnisse unangepassten Bebauung schwere Gebäudeschäden entstehen können (s. Abb. 3.3-9).

3.4 Grundwassermanagement

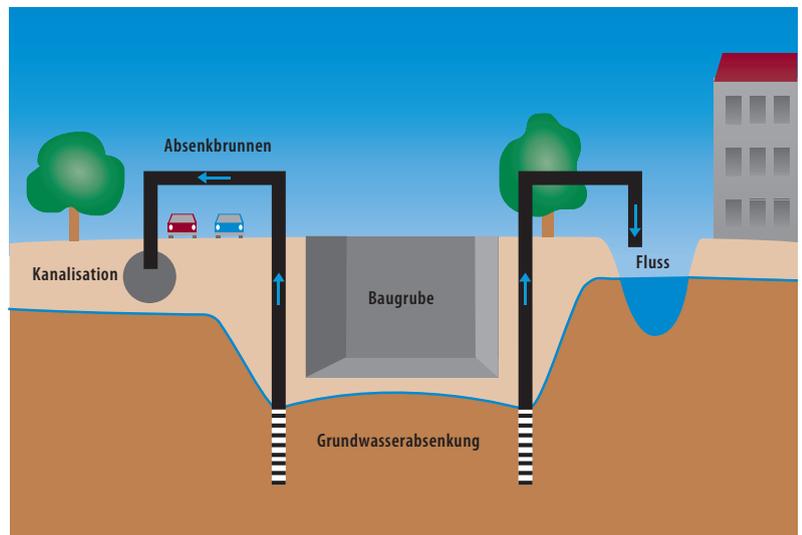
Entwicklung der Grundwassersituation in den vergangenen Jahren

Entwicklung von 1945 - 1989

Nach 1945 herrschte in den „Aufbaujahren“ und anschließend in den „Wirtschaftswunderjahren“ eine sehr rege Bautätigkeit. Dabei musste fast für jede Baugrube im Urstromtal, die tiefer als drei bis vier Meter in den Untergrund reichte, wegen des geringen Grundwasserflurabstandes auch eine Grundwasserhaltung betrieben werden. Manche Großbaumaßnahmen (z. B. U-Bahn-bau) erstreckten sich über einen Zeitraum von mehreren Jahren. Dabei wurde das Grundwasser meist im Rahmen einer Grundwasserhaltung über Brunnen während der Bauzeit abgesenkt und in die Flüsse abgeleitet und ging so dem Grundwasserhaushalt verloren (Abb. 3.4-1 und 3.4-2).

Durch den stetig steigenden industriellen und privaten **Wassergebrauch** erhöhte sich die Grundwasserförderung der Berliner Wasserwerke kontinuierlich bis 1989. So wurden von den Wasserwerken im Jahr 1960 noch 216 Mio. m³ **Rohwasser** pro Jahr gefördert. 30 Jahre später waren es bereits 378 Mio. m³ pro Jahr (s. Abb. 3.4-3).

Die Folge war ein großflächiges Absinken der Grundwasserstände mit Schäden an grundwasserabhängigen Ökosystemen, aber auch an Gebäuden. So zeichnete sich in den Jahren von 1960 bis 1979 an 280 ausgewerteten Grundwassermessstellen ein negativer Trend ab (s. Abb. 3.4-4).



Senatsverwaltung für Gesundheit, Umwelt und Verbraucherschutz
Arbeitsgruppe II E.3 Geologie und Grundwassermanagement

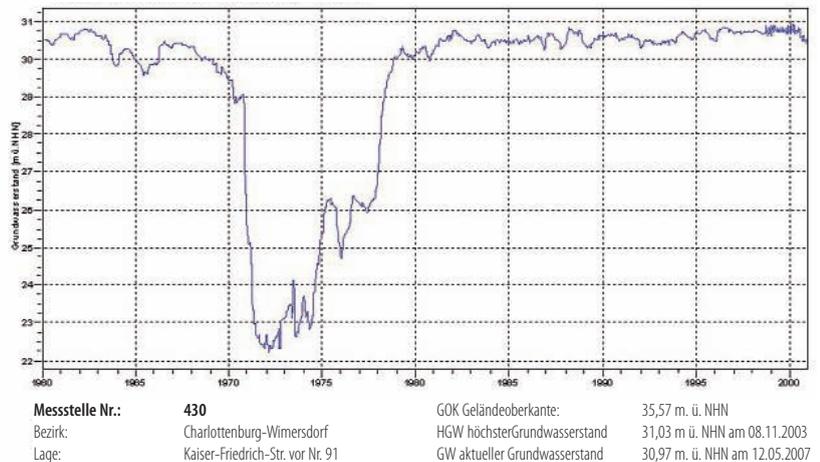


Abb. 3.4-1 und 3.4-2 Grundwasserabsenkung, oben: Prinzipskizze, unten: Absenkung des Grundwassers um bis zu acht Metern während einer fast zehnjährigen Bauzeit

Mio. m³

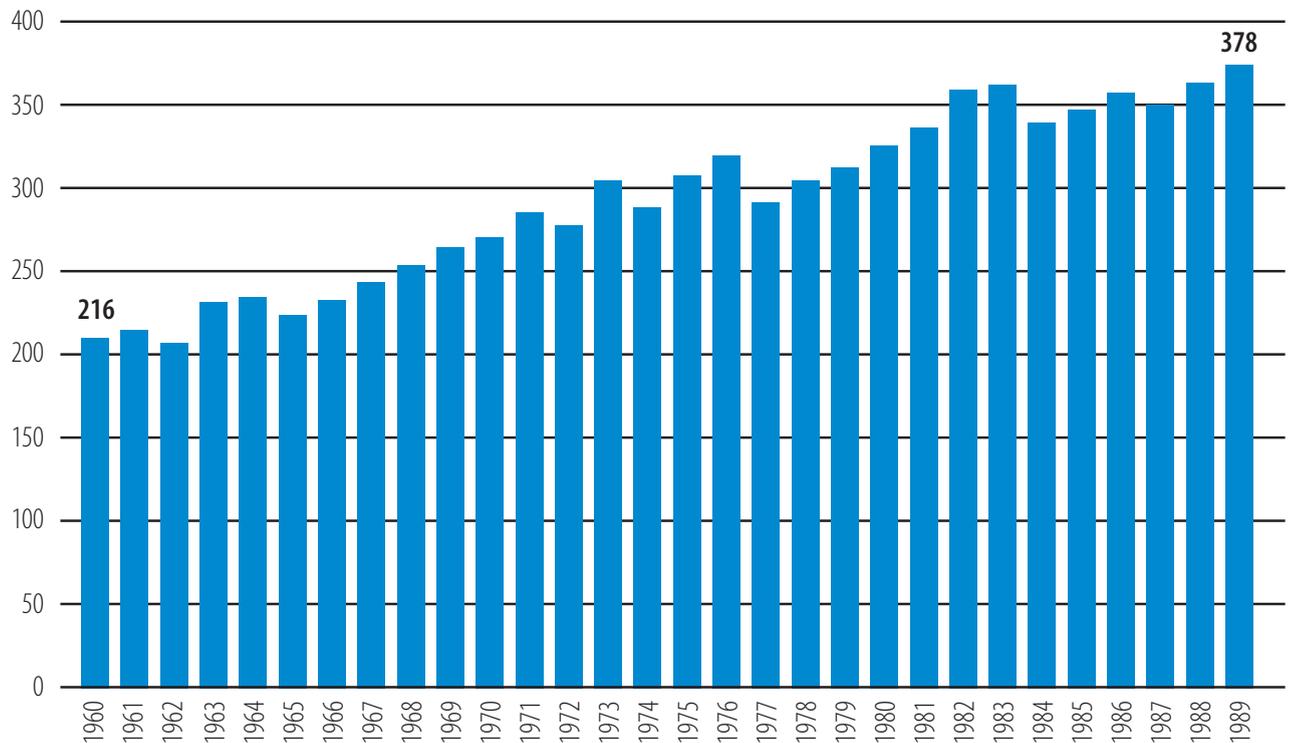


Abb. 3.4-3 Anstieg der Rohwasserförderung in Berlin von 1960 bis 1989

Um dem entgegenzusteuern veranlasste der Senat folgende Maßnahmen:

- Die künstliche Grundwasseranreicherung wurde Anfang der Achtzigerjahre verstärkt und später bis auf 50 Mio. m³ pro Jahr erhöht. So wurde gereinigtes Oberflächenwasser aus der Havel und der Spree in Spandau, Tegel und Jungfernheide künstlich versickert und so das Grundwasser angereichert (s. Abb. 3.4-5 und -6).



Abb. 3.4-5 Grundwasseranreicherung in Spandau im Teich-Grabensystem

Abb. 3.4-6 Grundwasseranreicherung in Tegel in Sickerbecken

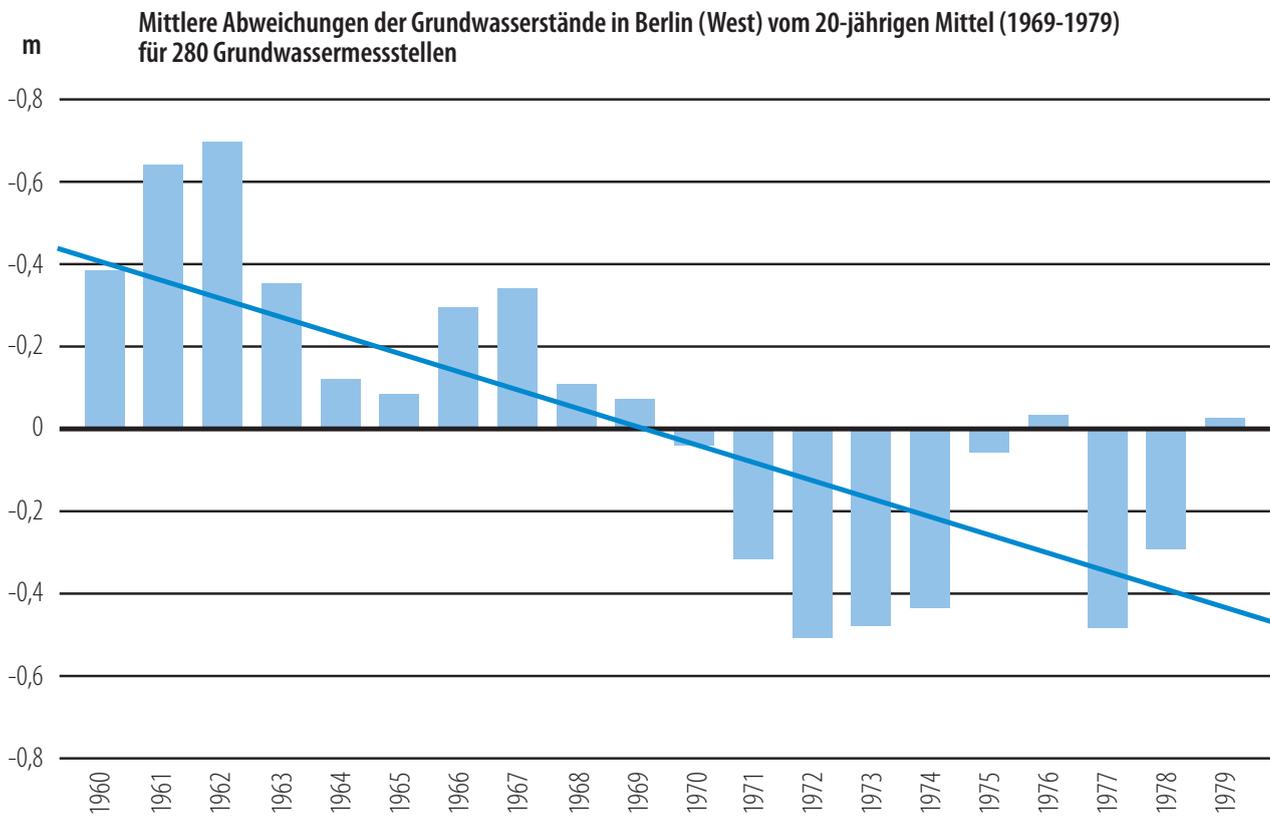


Abb. 3.4-4 negativer Grundwasser-Trend

■ Größere Baumaßnahmen mit Grundwasserhaltung wurden nur noch bei Wiedereinleitung des geförderten Wassers in der Nähe der Baustelle zurück in das Grundwasser

erlaubt (s. Abb. 3.4-7, s. a. Kap. 3.3). Oder es mussten alternative grundwasserschonende Verfahren angewendet werden (s. Kap. 3.3).

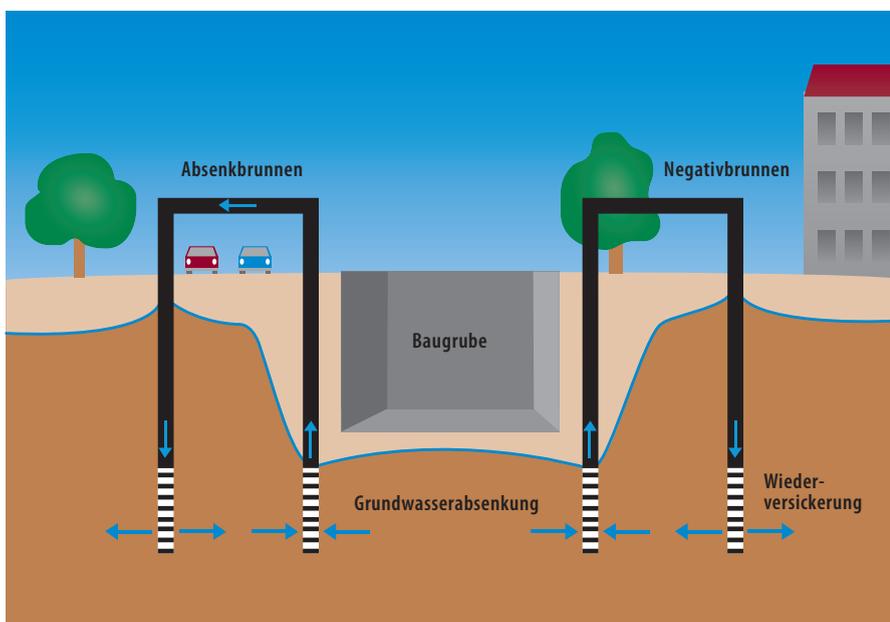


Abb. 3.4-7 Grundwasserabsenkung mit Wiedereinleitung des geförderten Grundwassers

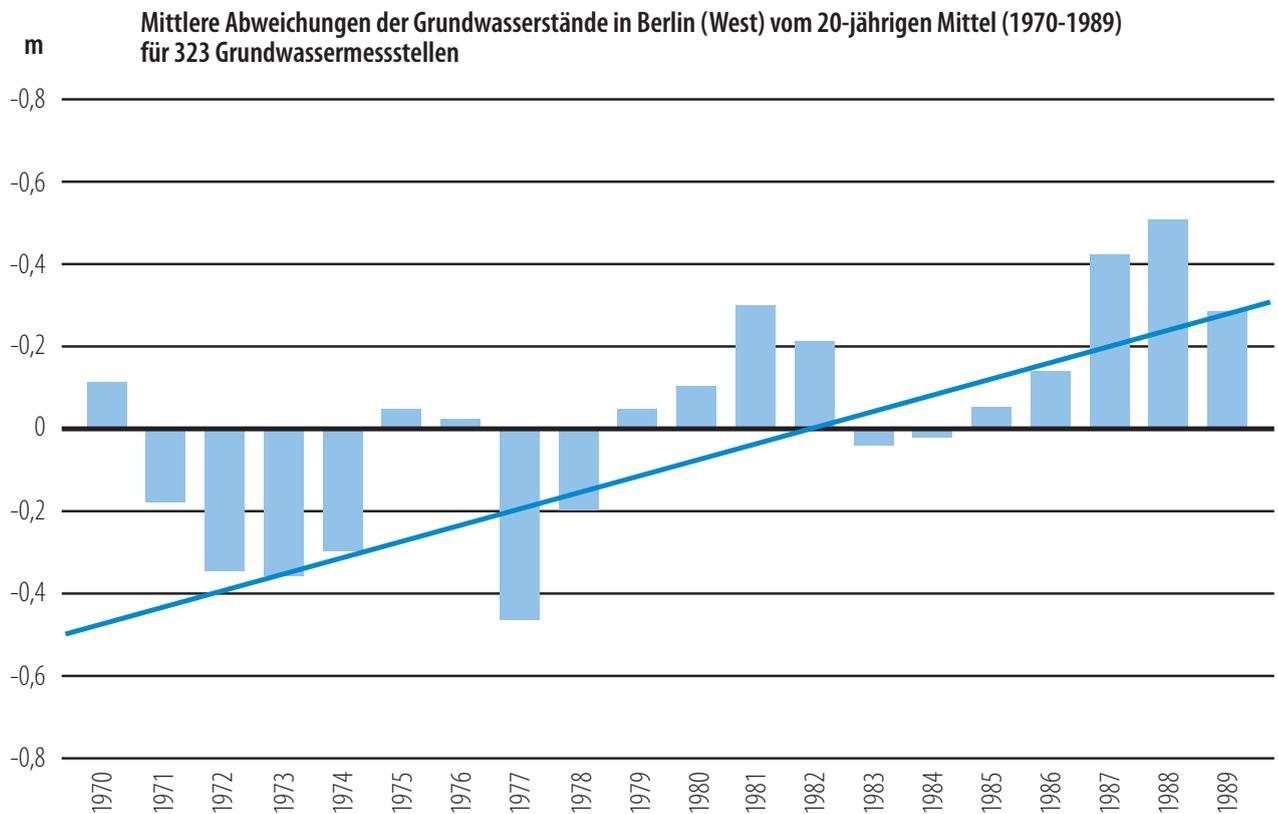


Abb. 3.4-8 positiver Grundwasser-Trend

- Die Einführung des Grundwasserentnahmeentgelts im Jahr 1989 führte zu weiterem sparsamen Verhalten. Heute müssen für jeden geförderten Kubikmeter Grundwasser 0,31 € bezahlt werden.

Ende der Achtzigerjahre war damit der Grundwasserhaushalt nahezu ausgeglichen, der Grundwassertrend war wieder positiv (s. Abb. 3.4-8).

Entwicklung seit 1989

Auf die vielen Appelle, mit dem Wasser sparsamer umzugehen, hatte auch die Industrie mittlerweile reagiert und Waschmaschinen, Geschirrspüler, Toilettenspülungen u. v. m. entwickelt, die wesentlich weniger Wasser benötigen. Die Folge war ein rückläufiger [Wassergebrauch](#) und damit auch eine Verringerung der Grundwasserförderung der Wasserwerke (s. Abb. 3.4-9).

Bundesweit ist dieser Trend ebenfalls zu beobachten, nur kam in Berlin verstärkend die politische Wende hinzu. Dadurch war die Entwicklung innerhalb Berlins sehr unterschiedlich. Während in den westlichen Bezirken in den Neunzigerjahren der Rückgang des Trinkwassergebrauchs wie auch bundesweit nur etwa 25 % betrug (s. Abb. 3.4-10), war er in den östlichen Bezirken durch den Zusammenbruch vieler Industriebetriebe mit hohem Wassergebrauch und der starken Verringerung des personenbezogenen Wassergebrauchs mit über 60 % sehr viel höher (s. Abb. 3.4-11).

Die Folge der rückläufigen Grundwasserförderung war ein großflächiger Grundwasseranstieg im Urstromtal: Von 1989 bis 2002 betrug der Anstieg auf einer Fläche von 191 km² mehr als einen halben Meter. Bis zu drei Metern stieg das Grundwasser in der Nähe der Wasserwerke auf einer Fläche von 93 km² an. Von den Grundwasseranstiegen waren besonders die östlichen Bezirke betroffen (s. Abb. 3.4-12).

Seit dem Jahr 2000 hat sich der Rückgang des Wassergebrauchs deutlich verlangsamt. Die „Talsohle“ ist aber noch nicht erreicht, denn eine gewisse Verringerung ist auch weiterhin fast jedes Jahr festzustellen (s. Abb.3.4-9).

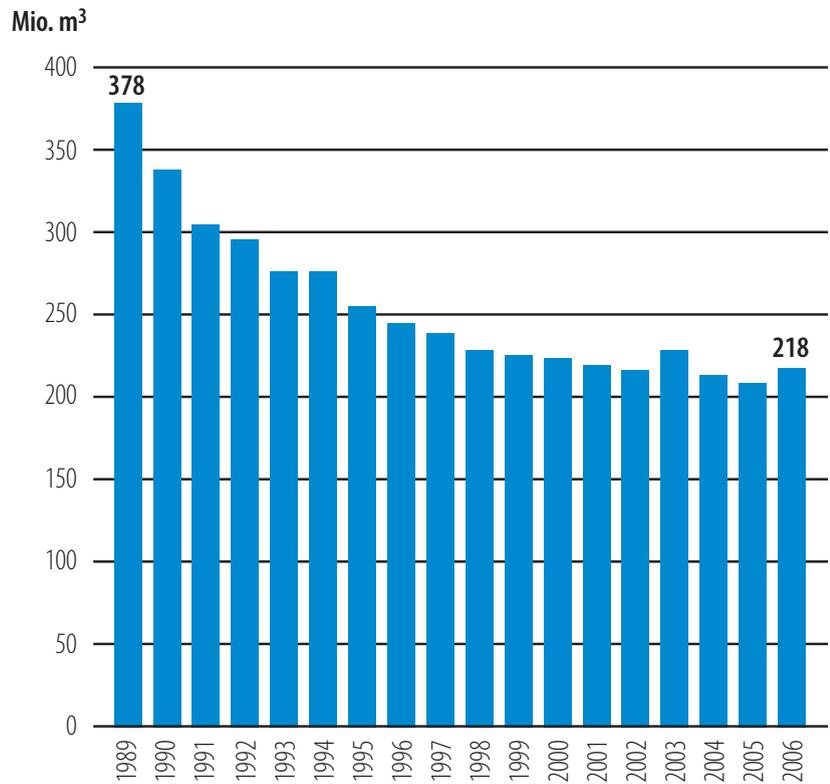


Abb. 3.4-9 Rückgang der Rohwasserförderung in Berlin seit 1989

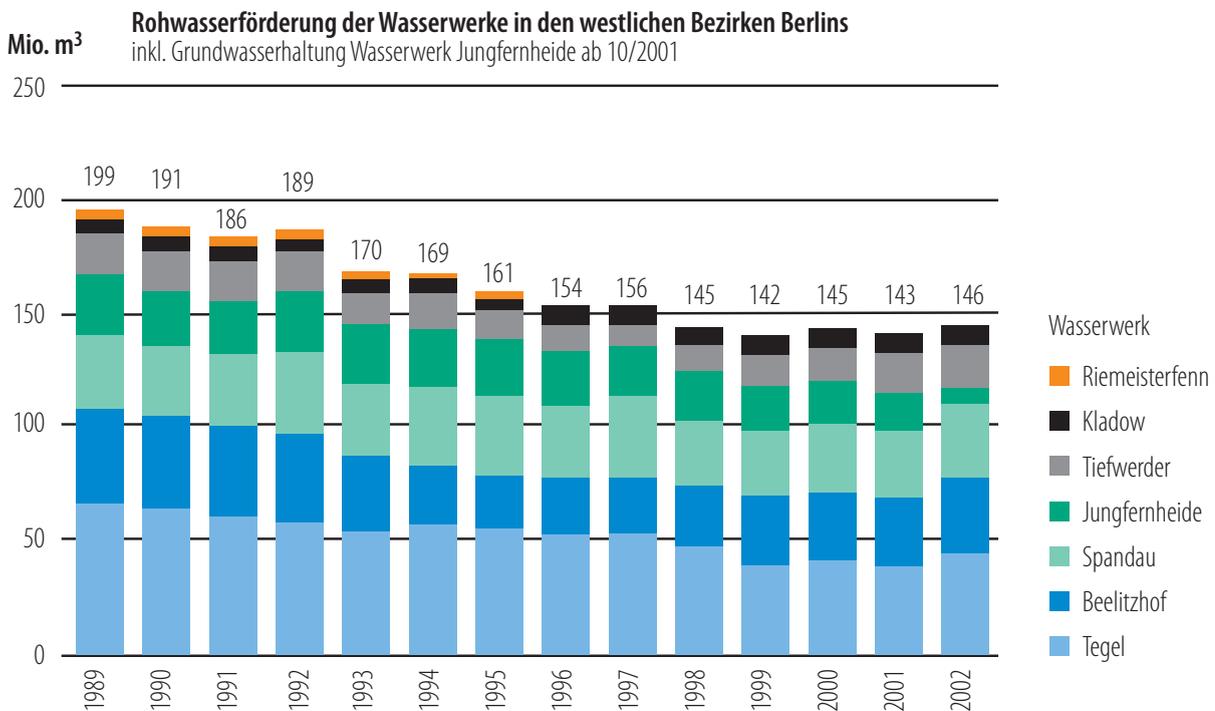


Abb. 3.4-10 Rückgang der Rohwasserförderung in den westlichen Bezirken 1989 bis 2002

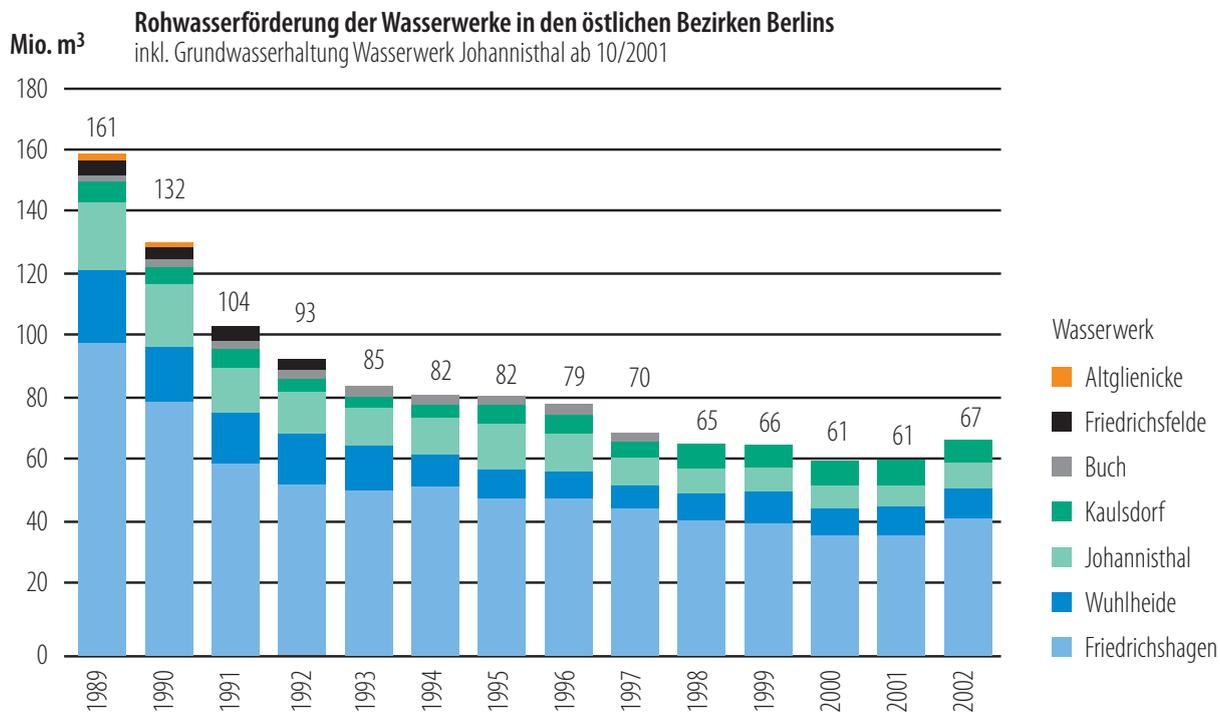


Abb. 3.4-11 Rückgang der Rohwasserförderung in den östlichen Bezirken 1989 bis 2002

Möglichkeiten der Beeinflussung und Steuerung der Grundwasserstände

Nach § 1a des Wasserhaushaltsgesetzes (WHG) ist mit dem Grundwasser sparsam umzugehen. Es soll nur so viel entnommen werden, wie für den Trinkwasserbedarf unbedingt erforderlich ist. Mit der Grundwassersteuerungsverordnung, die auf Grundlage des § 37a des Berliner Wassergesetzes (BWG) erlassen worden ist, wird angestrebt, mit der Förderung der bestehenden Wasserwerke einen für Berlin ausgeglichenen und siedlungsverträglichen Grundwasserstand zu erzeugen, soweit dies im Rahmen der Trinkwasserversorgung möglich ist.

Allerdings muss betont werden, dass der Einzelne daraus keinen Anspruch auf einen abgesenkten Grundwasserstand herleiten kann, denn es ist durchaus möglich, wie weiter oben schon ausgeführt, dass aus betrieblichen Gründen ein Wasserwerk kurzfristig oder auch für längere Zeit stillgelegt werden muss, und das Grundwasser dann dort infolgedessen ansteigen wird.

Künftige Wasserversorgung in Berlin

Die Entwicklung der Wasserversorgung in den letzten 50 Jahren in Berlin ist durch Phasen des stetigen Anstiegs, des drastischen Rückgangs und schließlich der kontinuierlichen Abnahme des Trinkwasserbedarfs gekennzeichnet.

Um für die Zukunft eine hohe Versorgungssicherheit und eine gute Wasserqualität bei Nutzung regionaler Ressourcen zu gewährleisten, muss das Grundwasser schonend bewirtschaftet und die Natur behutsam behandelt werden. Dabei soll das Grundwasser weiterhin mit einfachen technischen Mitteln zu Trinkwasser aufbereitet und die Wasserversorgungsanlagen wirtschaftlich betrieben werden. Um möglichst all diese Anforderungen zu erfüllen und strategische Planungen zu ermöglichen, wird zurzeit unter Berücksichtigung verschiedener Szenarien der Klima-, Bevölkerungs- und Wirtschaftsentwicklung ein Wasserversorgungskonzept für Berlin erarbeitet.

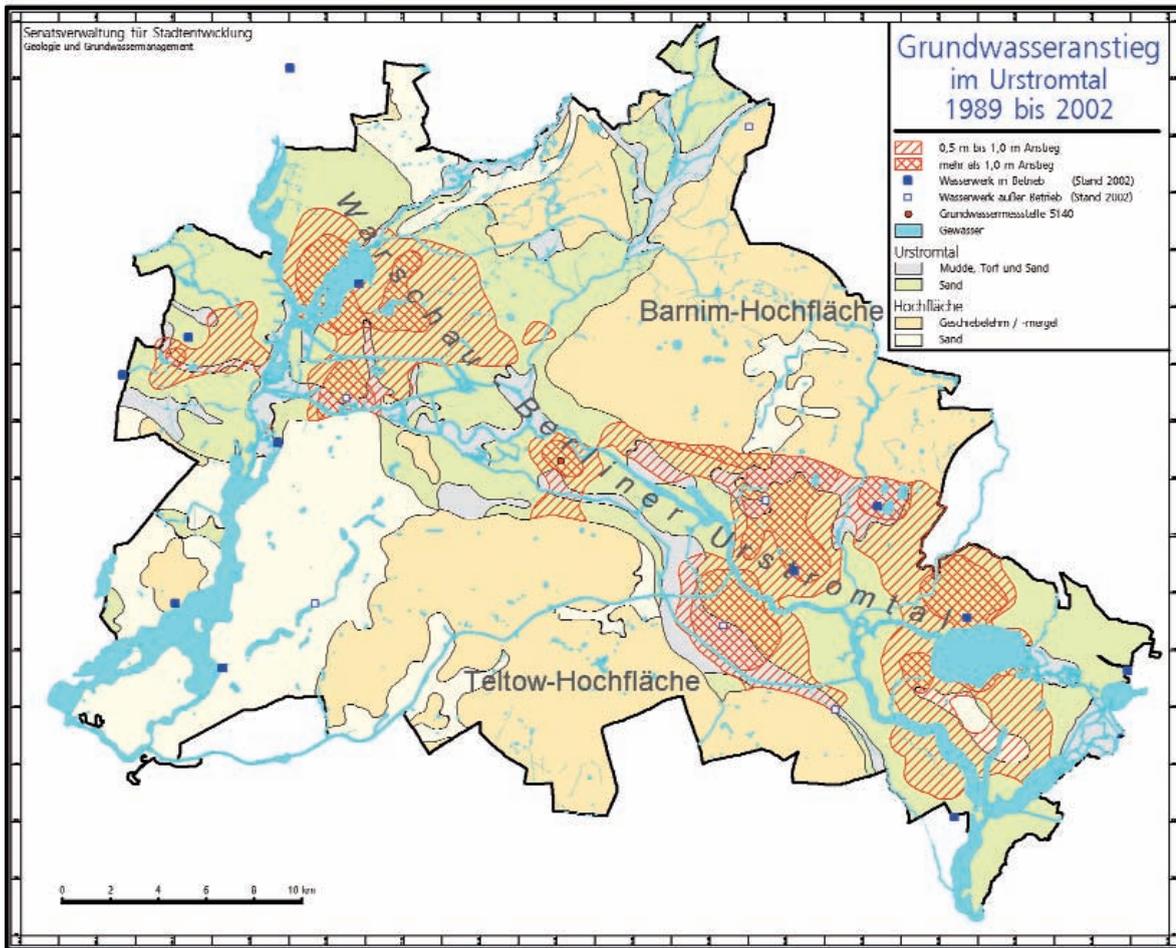


Abb. 3.4-12 Grundwasseranstieg im Urstromtal

3.5 Erdwärmenutzung

Erdwärme: Wie warm ist der Untergrund?

Als Erdwärme bezeichnet man die gesamte unterhalb der Erdoberfläche in Form von Wärme gespeicherte Energie. Sie wird einerseits durch den Zerfall radioaktiver Isotope im Erdinneren und andererseits durch die eingestrahelte Sonnenenergie erzeugt.

Dabei ist der ► **Wärmestrom**, der durch die Sonne hervorgerufen wird, wesentlich größer als der terrestrische aus dem Erdinneren, dringt aber mit abnehmender Intensität nur bis maximal 25 Meter in das Erdreich ein. Die jahreszeitlichen Temperaturschwankungen erzeugen dabei in den oberen 25 Metern einen

Temperaturjahresgang (s. Abb. 3.5-1). Während in den bodennahen Schichten die Temperaturen mit durchschnittlich 10 - 12 °C noch verhältnismäßig gering sind, macht sich dann mit zunehmender Tiefe der Einfluss des terrestrischen Wärmestroms aus dem Erdinneren bemerkbar. In der Erdkruste steigt die Temperatur durchschnittlich pro 100 m um 3 °C an.

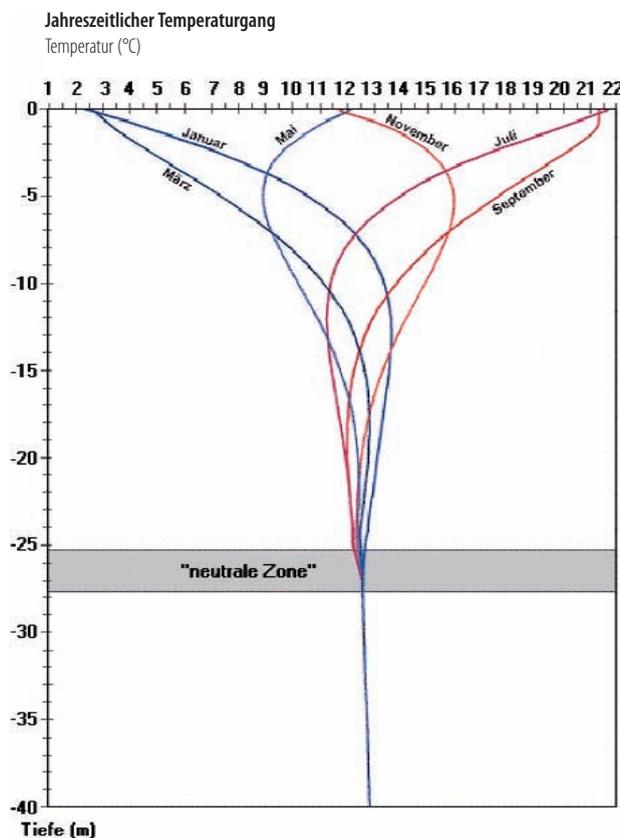


Abb. 3.5-1 Temperaturschwankungen im Verlauf eines Jahres bis 25 Meter Tiefe

Die Temperatur des oberflächennahen Grundwassers ist abhängig von der durchschnittlichen Lufttemperatur. Die mittlere Jahrestemperatur der Luft betrug 1990 in Berlin-Dahlem 10,4 °C und in Berlin am Alexanderplatz 11,3 °C. Bei einem durchschnittlichen Temperaturgradienten von 3 °C pro 100 m ergibt sich damit in 100 m Tiefe eine Grundwassertemperatur von etwa 13 °C. S.a. Karte zur Grundwassertemperatur unter

www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/umweltatlas/i214.htm

Die Wärmeenergie steht ab ca. 20 Metern Tiefe unabhängig von jahreszeitlichen Schwankungen durch Luft- und Niederschlags-temperatur dauerhaft mit mindestens 8 °C zur Verfügung.

Aktuelle Temperaturmessungen, die im Grundwasser im Zeitraum von Oktober bis November 2005 durchgeführt wurden, zeigen in Berlin folgende Temperaturverteilung: Einen Meter unter der ► **Grundwasserdruckfläche** findet vor allem in Bereichen mit geringen Druckflächen im Urstromtal und im Panketal eine Beeinflussung durch die eingestrahlte Sonnenenergie der vergangenen zwei Monate statt. Diese Bereiche sind zu dieser Zeit relativ stark erwärmt und zeichnen sich durch Temperaturen von über 11,5 °C aus. Auf den Hochflächen mit Abständen zum Grundwasser von z. T. über 15 m ist die Jahresdurchschnittstemperatur der Oberfläche abgebildet (s. Abb. 3.5-2).

In einer Tiefe von -10 m NHN, das heißt 40 bis 60 Meter unter Gelände, ist eine Beeinflussung durch die täglichen und jahreszeitlichen Temperaturschwankungen ausgeschlossen. Die Grundwassertemperaturen liegen hier zwischen 8,0 °C im Stadtstrandbereich und mehr als 10 °C in Industriegebieten und im Zentrum. Generell ist ein tendenzieller Temperaturanstieg vom Stadtrand zum Stadtzentrum zu beobachten. Vom Nordosten bis zum Stadtzentrum hin zeigt sich ein kontinuierlicher Temperaturanstieg, während sich das übrige Stadtgebiet durch mehrere wärmere und kältere Temperaturanomalien auszeichnet.

Das stark bebaute und versiegelte Stadtzentrum wird von der 10,5 °C- ► **Isotherme** eingeschlossen. Außerhalb des Zentrums entsprechen wärmere Temperaturanomalien hochversiegelten Bereichen wie Nebenzentren und Industriegebieten.

Unterhalb der ausgedehnten Waldgebiete im Stadtbereich im Südosten (Köpenick), im Westen (Grünwald) und im Nordwesten (Tegeler Forst) liegen die Temperaturen im Bereich unter 10 °C. Ferner fallen kühlere Temperaturanomalien von unter 10 °C mit Gebieten zusammen, die sich durch einen hohen Vegetationsanteil auszeichnen. Generell ergeben sich in dicht besiedelten Gebieten gegenüber dem Freiland Temperaturerhöhungen im Grundwasser von mehr als 2 °C.

Insgesamt zeigen auch die aktuellen Ergebnisse der Temperaturmessungen, dass im Stadtgebiet von Berlin besonders im zentralen Bereich das Grundwasser deutlich erwärmt ist (s. Abb. 3.5-3).

Kann ich die Erdwärme zum Heizen nutzen?

Die Erdwärme kann grundsätzlich zum Heizen genutzt werden und stellt eine umweltschonende Art des Heizens dar, weil weniger CO₂ freigesetzt wird. Der Betrieb der hierfür erforderlichen Wärmepumpe erfordert jedoch einen gewissen Anteil an Stromenergie, die wiederum unter Freisetzung von CO₂ produziert wird.

Die Nutzung der oberflächennahen Erdwärme erfolgt mit erdgekoppelten Wärmepumpen über

- Erdwärmesonden
- Erdwärmekollektoren
- Energiepfähle
- zwei Grundwasserbrunnen (Doublette).

Am häufigsten werden in jüngster Zeit für Ein- und Mehrfamilienhäuser die Systeme der Erdwärmesonden mit einer Heizleistung bis 30 kW eingesetzt (s. Abb. 3.5-4).

Dem Boden und dem Grundwasser wird dabei Wärme entzogen, indem über Erdwärmesonden bzw. -kollektoren eine abgekühlte Wärmeträgerflüssigkeit im geschlossenen Kreislauf durch den Boden geleitet wird und sich dabei erwärmt. Diese natürliche Erdwärme wird durch Wärmepumpen auf die für Heizzwecke erforderlichen Temperaturen angehoben.

Durch die Wärmeentnahme über Erdwärmesonden stellt sich im Untergrund in Abhängigkeit von den Gesteinseigenschaften und der Grundwassersituation eine Kältefahne ein. Es entstehen

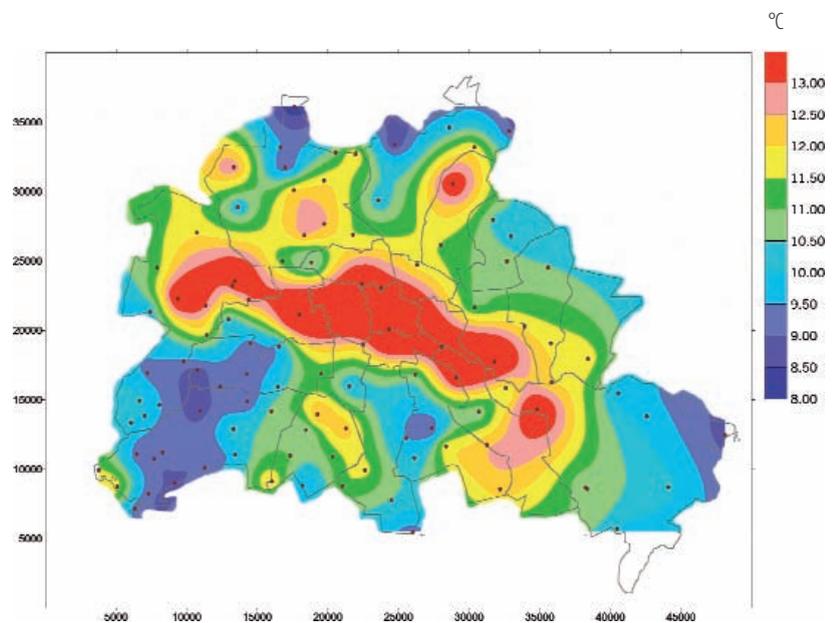


Abb. 3.5-2 Temperatur 1 m unterhalb der Grundwasserdruckfläche im Herbst 2005

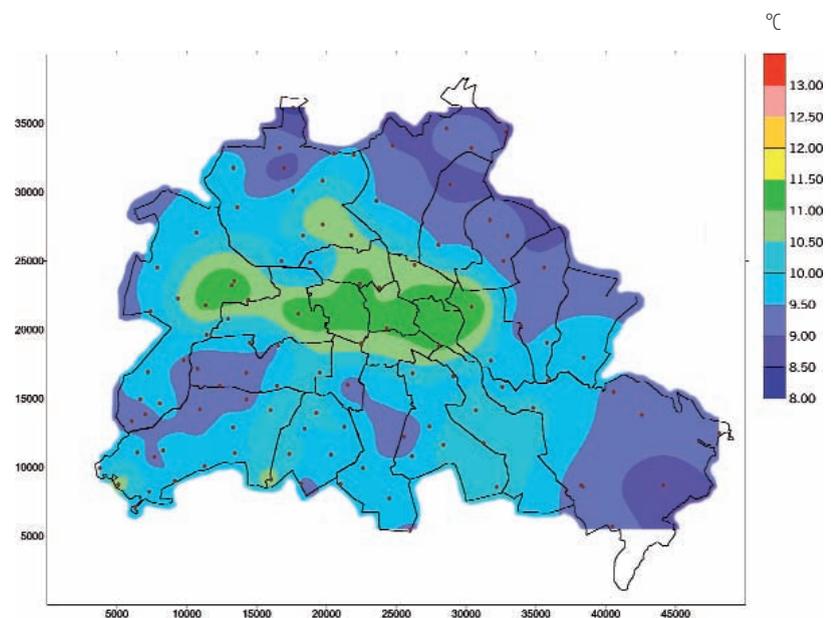


Abb. 3.5-3 Temperatur des Grundwassers in einer Tiefe von -10 m NHN im Herbst 2005

Temperaturveränderungen, die sich soweit ausbreiten, bis sich ein Gleichgewicht zwischen der Temperaturentnahme und dem Zufluss von Wärme einstellt. Je mehr Wärme entnommen wird, desto weiter breitet sich die Abkühlung im Untergrund aus. (s. Abb. 3.5-5)

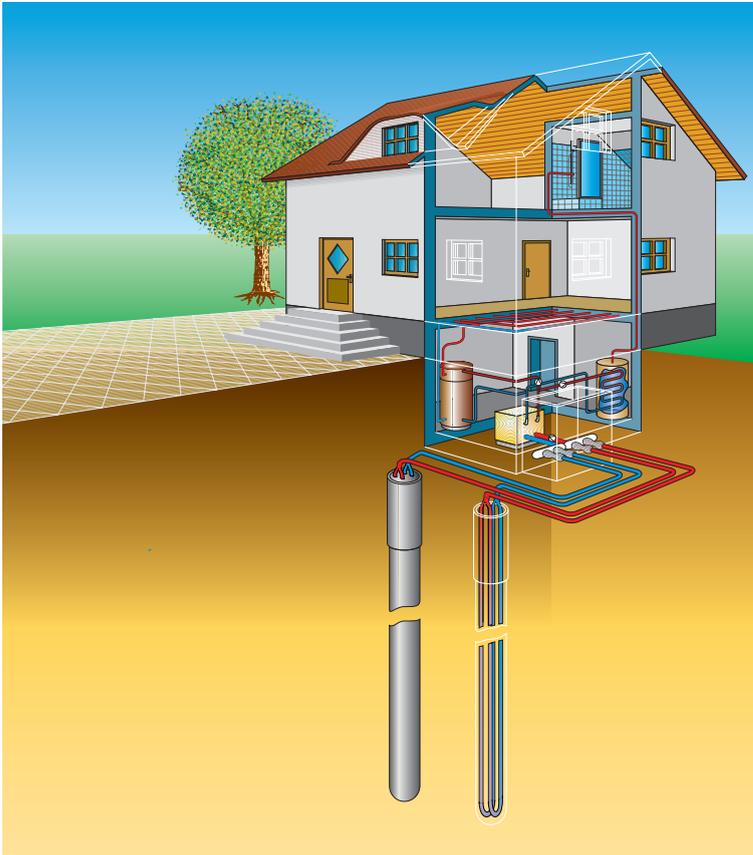


Abb. 3.5-4 Erdwärmesonden für ein Einfamilienhaus

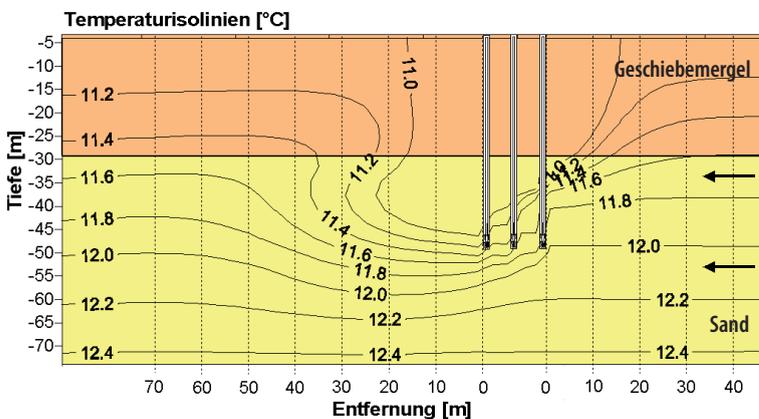


Abb. 3.5-5 Durch den Grundwasserfluss breitet sich die Abkühlung, die durch drei Erdwärmesonden hervorgerufen wird, im Untergrund in Abhängigkeit von der Durchlässigkeit ungleichförmig aus

Was muss ich bei der Errichtung einer Erdwärmesonde beachten?

Um die Investitions- und Betriebskosten für die Beheizung von Ein- oder Mehrfamilienhäusern eingesetzten Erdwärmesonden zu optimieren, ist es besonders wichtig, dass eine sehr sorgfältige Planung und Dimensionierung der Anlage durchgeführt wird.

Wesentliche Grundlage hierfür sind Kenntnisse über die geologischen und hydrogeologischen Bedingungen am jeweiligen Standort: Die Verbreitung der Sedimente im Untergrund (Abb. 3.5-6), Grundwasserstände, -fließrichtung und -geschwindigkeit sind wichtige Parameter, die im Hinblick auf die Erdwärmesonden von Bedeutung sind. Diese Informationen werden von der Senatsverwaltung für Gesundheit, Umwelt und Verbraucherschutz, Arbeitsgruppe Geologie und Grundwassermanagement, zur Verfügung gestellt, wobei jeweils auf den Einzelfall bezogen eine Auswertung der geologischen und hydrogeologischen Landesdatenbanken erfolgt (s.a. Kap. 6, Ansprechpartner). Bei nicht ausreichender Datenlage ist die Durchführung einer Erkundungsbohrung und entsprechender Testverfahren am Standort zu empfehlen.

Auf der Basis dieser Erkenntnisse und der VDI-Richtlinie 4640 Blatt 2 (VDI 2001) kann die Anlage bis zu einer Heizleistung von 30 kW, die nur im Heizbetrieb (einschließlich Warmwasser) eingesetzt wird, anhand der spezifischen Entzugsleistungen der im Untergrund vorkommenden Sedimente ausgelegt werden. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass für die Installation von Erdwärmesonden nur Bohrungen bis zu einer Tiefe von maximal 100 m zulässig sind. Wird der tertiäre **Rupelton**, der als hydraulische Barriere eine besondere Schutzfunktion für das zur Trinkwassergewinnung genutzte Süßwasserstockwerk aufweist (s. a. Kap. 2.1), in geringerer Tiefe als 100 m angetroffen, darf nur bis zu dessen Oberkante gebohrt werden.

Bohrung 421B 1186

Geländeoberkante

58,41 m NHN

m NHN

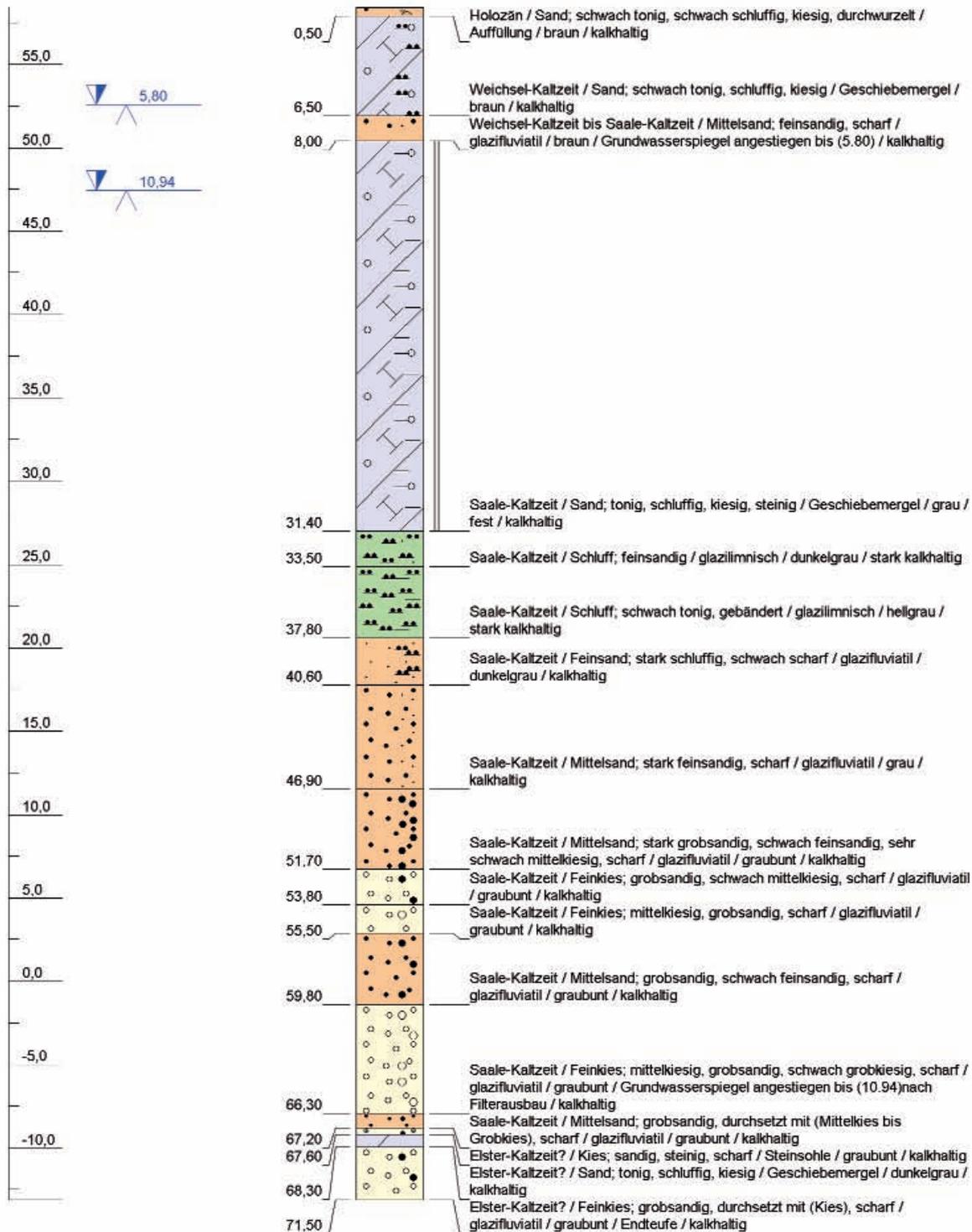


Abb. 3.5-6 Bohrprofil mit Grundwasserstand

Ferner ist zu beachten, dass die Erdwärmesonden einen Mindestabstand von 5 oder 6 m je nach geplanter Bohrungstiefe voneinander bzw. von 5 m zu benachbarten Grundstücksgrenzen haben müssen, um gegenseitige Beeinträchtigungen zu vermeiden und auch Nachbarn eine thermische Nutzung des Untergrundes zu ermöglichen.

Um den Grundwasserschutz insbesondere im Hinblick auf die Trinkwasserversorgung der Bevölkerung im gesamten Land Berlin dauerhaft zu sichern, denn Berlin bezieht sein Trinkwasser aus dem Grundwasser des eigenen Stadtgebietes, werden an die Errichtung und den Betrieb von Anlagen zur thermischen Nutzung des Untergrundes besondere Anforderungen gestellt. Für die Nutzung der Erdwärme, die nur außerhalb von Trinkwasserschutzgebieten erfolgen darf, ist daher ein entsprechender Antrag bei der Senatsverwaltung für Gesundheit, Umwelt und Verbraucherschutz zu stellen. Näheres dazu unter:

www.berlin.de/sen/umwelt/wasser/wasserrecht/pdf/leitfaden-erdwaerme.pdf

Entsprechende Auflagen und Bedingungen hinsichtlich der Qualifikation der ausführenden Firmen, Durchführung der Bohrarbeiten, Verpressung der Bohrungen, Materialbeschaffenheit und Installation der Sonden, Wartung und Überwachung der Anlagen etc. werden daher in einer wasserbehördlichen Erlaubnis geregelt (Abb. 3.5-7 bis 3.5-10). Eine bergrechtliche Bewilligung für die Gewinnung der Erdwärme, die den bergfreien Bodenschätzen gleichgestellt wird, ist jedoch nicht erforderlich, wenn sie auf einem Grundstück aus Anlass einer baulichen oder sonstigen städtebaulichen Nutzung gewonnen wird bzw. damit in Zusammenhang steht.

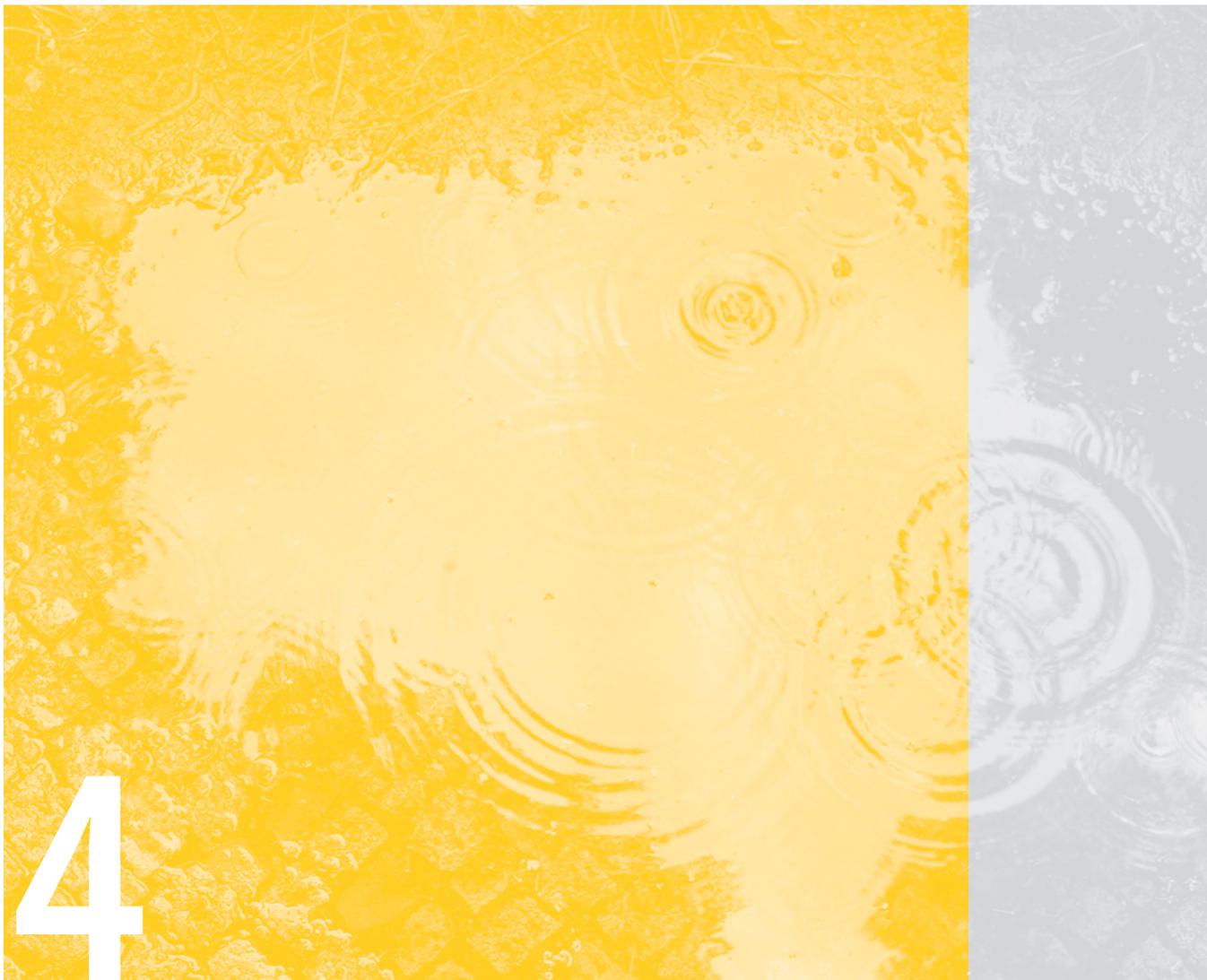
Abb. 3.5-7 und -8
Bohrarbeiten zum Abteufen
einer Spülbohrung

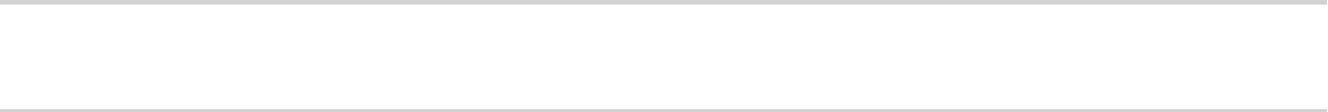


Abb. 3.5-9 und -10
Aufgerollte Sonde und
Einbringen der Sonde
in das Bohrloch



Grundwasserschutz – das Gut muss geschützt werden





4. Grundwasserschutz – das Gut muss geschützt werden

4.1 Vorbeugender Grundwasserschutz

Sorgfaltspflicht

Gewässer sind als Bestandteil des Naturhaushalts und als Lebensraum für Pflanzen und Tiere zu schützen. Dazu zählt auch das Grundwasser (Abb. 4.1-1).

Das Niveau des Gewässerschutzes hat entscheidenden Einfluss auf die Qualität des Grundwassers und damit auch auf die technischen und wirtschaftlichen Aufwendungen zur Aufbereitung als Trinkwasser. Neben dem Bestreben, das Grundwasser so zu bewirtschaften, dass es dem Wohl der Allgemeinheit, aber auch dem Nutzen Einzelner dient, muss ein besonderes Augenmerk auf die Qualität gerichtet werden.

Bewirtschaftungsziele für das Grundwasser können über wasserrechtliche Rahmenbedingungen definiert werden, Qualitätsgrenzwerte zur Beschreibung dessen, was wasserwirtschaftlich unter dem „Wohl der Allgemeinheit“ zu verstehen ist, fehlen jedoch. Aus diesem Grund stellt der Besorgnisgrundsatz des § 34 Wasserhaushaltsgesetz einen wichtigen materiellen Rechtsmaßstab dar.

Mit dem Besorgnisgrundsatz besteht eine sehr strenge Zulassungsvoraussetzung. Um eine Verschlechterung des Grundwassers präventiv abzuwehren, kann eine Zulassung schon bei Zweifeln darüber, ob eine nachteilige Veränderung des Grundwassers herbeigeführt werden könnte, nicht erteilt werden.

Jedermann ist verpflichtet, mit dem Grundwasser sparsam umzugehen und sämtliche Handlungen so sorgfältig auszuführen, dass die Risiken, die mit bestimmten Nutzungen verbunden sind, minimiert werden. Als Gefährdungspotenziale werden die Lagerung von Abfällen, der Umgang mit wassergefährdenden Stoffen, der Transport wassergefährdender Stoffe, der Ver-



Abb. 4.1-1 Das Grundwasser unterliegt einem besonderen Schutz

kehr insgesamt, die Ableitung des Schmutz- und Regenwassers sowie landwirtschaftliche Nutzungen, einschließlich der Kleingartennutzung angesehen. Durch zahlreiche punktuelle und diffuse Schadstoff- und Nährstoffquellen kann das Grundwasser qualitativ beeinträchtigt werden, wie z.B. durch Schwermetalle, aber auch durch die bisher weniger beachteten Substanzen, wie Umweltchemikalien und Arzneimittel. Dem vorbeugenden Grundwasserschutz kommt aus diesem Grund eine besondere Bedeutung zu.

Abb. 4.1-2 Gewinnung von Uferfiltrat durch Brunnen an der Unterhavel



Rückläufiger Trinkwassergebrauch – Warum müssen wir dennoch auf eine sparsame Verwendung des Grundwassers achten?

Wasser ist ein unverzichtbarer Bestandteil unseres Lebens. Wir benötigen es nicht nur zum Trinken, sondern auch zum Waschen, Reinigen, Transportieren, Produzieren, zum Kühlen und Erhitzen, zum Löschen und Bewässern. Gewässer sind darüber hinaus Lebensraum für Tiere und Pflanzen.

Gewässer sind aus diesem Grund so zu bewirtschaften, dass

- sie dem Wohl der Allgemeinheit und im Einklang mit ihm auch dem Nutzen Einzelner dienen,
- ihre ökologischen Funktionen und den direkt von ihnen abhängigen ► [Landökosystemen](#) und Feuchtgebieten im Hinblick auf deren Wasserhaushalt nicht beeinträchtigt werden und
- damit eine insgesamt nachhaltige Entwicklung gewährleistet wird.

In Berlin befinden sich die Trinkwasserbrunnen meist entlang der Seen und Flüsse. Es wird überwiegend Uferfiltrat gewonnen. Damit besteht ein Zusammenhang zwischen dem Oberflächenwasser und dem Grundwasser in Qualität und Quantität.

Trotz des Gewässerreichtums in und um Berlin ist die Region insgesamt aber als wasserarm einzustufen. Auch die künftige Klimaentwicklung legt dies nahe (s. a. Kap. 2.2). Das Wasservolumen speist sich über die Spree und die Dahme sowie den Oder-Spree-Kanal vom Südosten der Stadt bzw. über die Oberhavel von Norden. Durch die Lage im Nordostdeutschen Tiefland sind die Gewässer vom trockenen Kontinentalklima mit seinen spürbar geringeren Niederschlägen und wärmeren Sommern beeinflusst (s. a. Kap. 2.2). Auch die starke ► [anthropogene](#) Nutzung im Oberlauf der Spree führt dazu, dass die Berliner Gewässer im Vergleich zu anderen Flüssen in Deutschland nur geringe Wasserführungen aufweisen. Ein sparsamer Umgang mit Wasser ist demnach unabdingbar.

4.2 Umgang mit Regenwasser in Berlin

In Berlin fallen durchschnittlich 580 mm Niederschlag pro Jahr. Das entspricht 580 Litern pro m² oder 58 Eimern mit je 10 Litern. Verglichen mit anderen deutschen Großstädten bekommt Berlin dabei relativ wenig ab. In Hamburg sind es 770 mm, in Leipzig 510 mm, in Köln 800 mm und in München sogar 1.020 mm pro Jahr.

Mehr als die Hälfte des Regens verdunstet zwar wieder, trägt aber durch die dabei entstehende Verdunstungskälte positiv zum Stadtklima bei (s. Abb. 4.2-1).

Von den unbefestigten Flächen versickert das Niederschlagswasser über die Bodenpassage und wird dort gereinigt, bevor es in das Grundwasser versickert und so unsere Trinkwasservorräte wieder auffüllt (s. Abb. 4.2-2). Der Rest des Regenwassers (etwa 12 %) wird in Berlin in zwei unterschiedlichen Kanalsystemen abgeleitet (s. Abb. 4.2-3 und -4):

- Im Innenstadtbereich strömt es über Mischwasserkanäle gemeinsam mit dem Abwasser zur Reinigung in die Klärwerke.
- In den Außenbezirken fließt es über Regenwasserkanäle bei z.T. vorheriger Reinigung direkt in die Oberflächengewässer.

Das Regenwasser ist je nach Art der Fläche und der Flächennutzung mehr oder weniger stark mit Schad- und Nährstoffen belastet. Pollen, Staub, Hunde- und Vogelkot, Reifenabrieb, Rußpartikel und Mineralöle aus dem Straßenverkehr werden mit dem Regen und insbesondere mit dem Starkregen von den Flächen abgespült und in die Gewässer eingeleitet. Die Gewässer sind deshalb besonders nach Starkregenereignissen in ihrer Qualität beeinträchtigt.



Abb. 4.2-1 Einfluss des Regens auf das Stadtklima



Abb. 4.2-2 Versickerung des Niederschlags von unbefestigten Flächen



Abb. 4.2-3 Ableitung des Niederschlags in den Regenwasserkanal

Ein schonender und umsichtiger Umgang mit der Ressource Wasser ist gerade im Ballungsraum Berlin wichtig, da die Trinkwasserversorgung vollständig aus den Grundwasservorräten des eigenen Stadtgebietes bestritten wird. Aus diesem Grund soll möglichst viel Niederschlagswasser über die reinigende Passage des Bodens und des Untergrundes dem Grundwasser wieder zugeführt werden. Deshalb sind die Zeiten, in denen das Regenwasser auf dem kürzesten Weg in die Oberflächengewässer abgeleitet werden sollte, vorbei. Niederschlagswasser (z. B. von den Dachflächen), das nur geringfügig verunreinigt ist, soll nach Möglichkeit großflächig vor Ort versickern. Dadurch werden die Oberflächengewässer entlastet, indem weniger Staub, Schwebstoffe und Schmutz in sie eingeleitet wird. Gleichzeitig wird die Grundwasserneubildung erhöht.

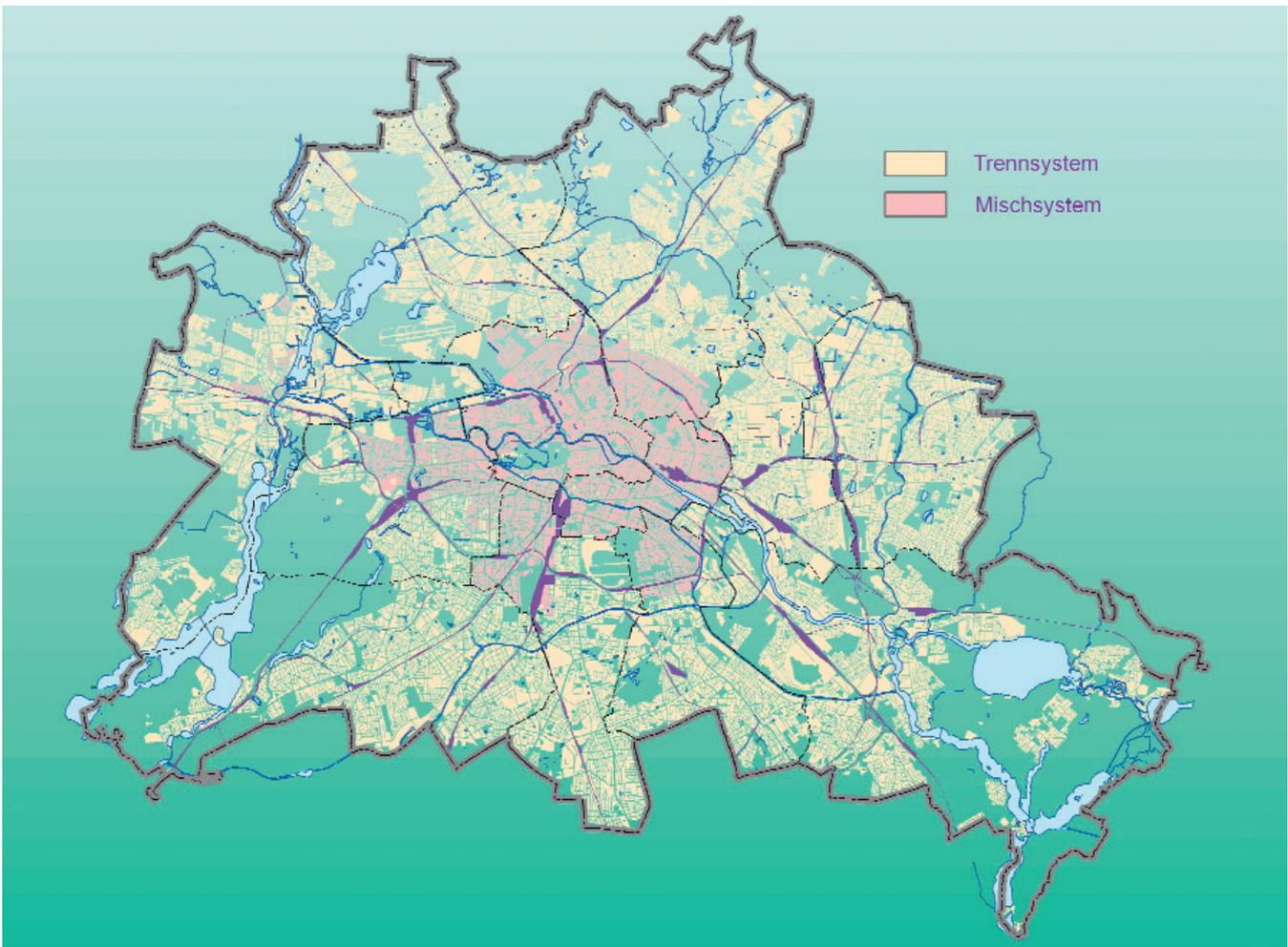


Abb. 4.2-4 Kanalisierte Flächen im Misch- und Trennsystem in Berlin

Zusätzliche Versickerung von Niederschlagswasser

Aus diesem Grund ist für den Grundstückseigentümer die naturnahe Versickerung von gesammeltem Niederschlagswasser vor Ort erleichtert worden. Seit dem Jahr 2001 ist mit Ausnahme von Wasserschutzgebieten in weiten Teilen des Landes Berlin das Versickern von Regenwasser unter bestimmten Bedingungen erlaubnisfrei gestattet. Damit ist die zusätzliche Möglichkeit gegeben, die Gebühr für das Einleiten von Regenwasser in den öffentlichen Regenwasserkanal zu sparen.

Zum Schutz des Grundwassers gelten dabei jedoch folgende Auflagen:

Wo darf gefasstes Niederschlagswasser erlaubnisfrei versickert werden?

- außerhalb von Wasserschutzgebieten
- außerhalb von Altlasten- bzw. Altlastenverdachtsflächen
- außerhalb von Gebieten mit hohen Grundwasserständen

Welches Niederschlagswasser darf nicht erlaubnisfrei versickert werden?

- Niederschlagswasser, das durch häuslichen, landwirtschaftlichen, gewerblichen oder sonstigen Gebrauch verunreinigt ist
- Niederschlagswasser, das mit Chemikalien (z. B. Tausalz) verunreinigt ist

Von welchen Flächen darf das Niederschlagswasser stammen?

- von nichtmetallischen Dachflächen
- von Wegeflächen, Radwegen, Hofflächen einschließlich PKW-Stellflächen in Wohngebieten
- von Straßenflächen in reinen Wohngebieten mit einer durchschnittlichen täglichen Verkehrsdichte von maximal 500 Kraftfahrzeugen

Je nach Fläche sind hierbei besondere Formen der Versickerung zu beachten (Flächen-, Mulden-, Mulden-Rigolen- und Schachtversickerung). Angrenzende Gebäude dürfen dabei nicht geschädigt werden. Informationen zu den oben stehenden Punkten finden Sie unter:

www.berlin.de/sen/umwelt/wasser/regenwasser/index.shtml

4.3 Wasserschutzgebiete: Wie schützen wir unser Grundwasser?

Flächendeckender Grundwasserschutz: Gesetzliche Grundlagen

Ein vorsorgender, flächendeckender Grundwasserschutz ist nach geltender Rechtslage deutschlandweit durch das „Wasserhaushaltsgesetz“ (WHG) und europaweit durch die „Wasserrahmenrichtlinie“ (WRRL) gegeben. Ziel ist es, die natürliche Beschaffenheit des Grundwassers langfristig zu sichern.

Nach § 19 WHG können – soweit es das Wohl der Allgemeinheit erfordert – Wasserschutzgebiete festgesetzt werden. Vorrangiges Ziel ist es, das Grundwasser als Trinkwasserressource vor nachteiligen Einwirkungen zu schützen (Abb. 4.3-1).



Abb. 4.3-1 Kennzeichnung eines Wasserschutzgebietes

Berlin hat einen für Europa einmaligen Vorsatz gefasst: Diese Metropole versorgt sich mit Trinkwasser aus dem eigenen Stadtgebiet – ohne Versorgung aus dem weiteren Umland oder gar durch eine Trinkwasserfernversorgung.

Festlegung der Schutzgebiete: Wie groß müssen sie sein?

Die Wasserschutzgebiete werden in Deutschland weitgehend nach dem ► **DVGW**-Arbeitsblatt W 101 „Richtlinien für Trinkwasserschutzgebiete“ ausgewiesen. Dieses technische Regelwerk unterteilt die Wasserschutzgebiete in

- einen Fassungsbereich (Zone I),
- eine engere Schutzzone (Zone II) und
- eine weitere Schutzzone (Zone III).

Die **Zone I** übernimmt den Schutz der Fassungsanlagen (Förderbrunnen). In einem 10 m breiten Streifen zu beiden Seiten der Brunnenreihe sind jegliche Nutzungen und Verunreinigungen sowie jeder Eingriff in die obere Bodenschicht verboten.

Die **Zone II** dient dem hygienischen Schutz des Grundwassers, vor allem dem Schutz vor pathogenen Verunreinigungen (wie Bakterien, Viren, Parasiten, Wurmeier). Nach einer Fließzeit von 50 Tagen (50-Tages- ► **Isochrone**) sind pathogene Keime weitgehend im Untergrund festgelegt, so dass diese Zeitspanne inzwischen als Standardschutz eingeführt ist und bei den Berliner Verhältnissen (Mittel- bis Feinsand) zu einer mindestens 100 m breiten beidseitigen Zone um die Förderbrunnen führt. Auf Grund des hygienischen Schutzerfordernisses sind deshalb in der Zone II alle Bauaktivitäten und Nutzungen verboten, die mit der dauernden Anwesenheit von Menschen oder Tieren und mit der Beseitigung oder Zerstörung der oberen Bodenschicht verbunden sind.

Die **Zone III** soll in erster Linie den Schutz vor weitreichenden Beeinträchtigungen durch nicht oder nur schwer abbaubare chemische Stoffe gewährleisten. Die Zone III soll bis zur Grenze des unterirdischen Einzugsgebietes reichen und kann in begründeten Fällen in die Zone III B und III A (von außen nach innen) unterteilt werden. In der Zone III ist, gegebenenfalls abgestuft nach III B und III A, alles zu verbieten, was zur Verunreinigung oder geschmacklichen Beeinträchtigung des Grundwassers führen kann. Verboten ist daher das Einleiten von Abwasser, Kühl- und Kondenswasser oder belastetem Niederschlagswasser in den Untergrund. Wohnsiedlungen müssen an die öffentliche Kanalisation angeschlossen sein, gewerbliche und industrielle Anlagen einen vergleichbaren Sicherheitsstandard aufweisen und sowohl dem Abfallrecht als auch dem Wasserrecht genügen.

Urbanes Sicherheitskonzept für Berlin

Auf Grund der großflächigen Ausdehnung der Einzugsgebiete für die betrachteten Wasserwerke – sie reichen weit nach Brandenburg hinein – waren in Berlin zusätzliche Überlegungen erforderlich, um den Konflikt zwischen einem flächendeckend vertieften Grundwasserschutz einerseits und einer urbanen Entwicklung mit wirtschaftlichen Interessen andererseits zu lösen. Hier konnte auf die von LÜHR & SCHULZ-TERFLOTH 1992 entwickelte Konzeption zurückgegriffen werden, zwischen innerstädtischen Einzugsgebieten mit dichter Besiedlung und ländlich geprägten Einzugsgebieten mit forstwirtschaftlichem Charakter zu unter-

scheiden. Hauptkriterium ist, dass trotz aller Sicherheitsvorkehrungen ein Unfall oder Störfall mit wassergefährdenden Stoffen nicht ausgeschlossen werden kann, und die Schutzzonen daher mindestens so auszudehnen sind, dass ausreichend Zeit verbleibt, um effektive Abwehrmaßnahmen zum Schutz der Förderbrunnen einleiten zu können. Danach wurden den einzelnen Schutzzonen je nach städtischer oder forstwirtschaftlicher Ausbildung unterschiedliche Fließzeiten zugeordnet (SCHULZ-TERFLOTH 1998) (Tab. 4.3-1 und Abb. 4.3-2).

Tab. 4.3-1 Konzeption zur Schutzzonenausweisung in Berlin (SCHULZ-TERFLOTH 1998)

Engere Schutzzone (Schutzzone II)	Weitere Schutzzone (Schutzzone III)			
	städtisches Einzugsgebiet		forstwirtschaftliches Einzugsgebiet	
	III A	III B	III A	III B
50-Tage-Isochrone	1.000-Tage-Isochrone	12-Jahre-Isochrone	10-Jahre-Isochrone	30-Jahre-Isochrone

Wie werden die Schutzzonen geschützt?

Neben der flächenhaften Ausweisung von Schutzzonen werden die Wasserwerke durch einen Katalog von Maßnahmen (Ge- und Verboten) geschützt. Diese Maßnahmen sind so aufgebaut, dass mit Annäherung an die Förderbrunnen das Sicherheitsniveau stetig zunimmt.

So wird der flächendeckende Grundwasserschutz in der Stadt das erste Mal verschärft, wenn der äußere Bereich der **weiteren Schutzzone (Zone III B)** „berührt“ wird. Verbotstatbestände sollen eine nachteilige Veränderung des Grundwassers ausschließen. Gleichzeitig soll und muss das Wohnen und Arbeiten in dieser flächenmäßig größten Schutzzone möglich sein.

Daher sind Wohnsiedlungen an die öffentliche Kanalisation anzuschließen. Ebenso ist die Errichtung und der Betrieb von Entsorgungsanlagen für Abfälle möglich, allerdings nur, wenn durch Maßnahmen nach dem Stand der Technik eine Grundwassergefährdung ausgeschlossen wird. Auch Anlagen mit grundwassergefährdenden Stoffen dürfen in der Schutzzone III B betrieben werden, wenn durch zusätzliche Sicherheitsmaßnahmen nach dem Stand der Technik ein Freisetzen dieser Stoffe verhindert wird.

Die Schutzbestimmungen für die weitere Schutzzone III B gelten auch für die Zonen III A, II und I.

Isochronenkonzzept

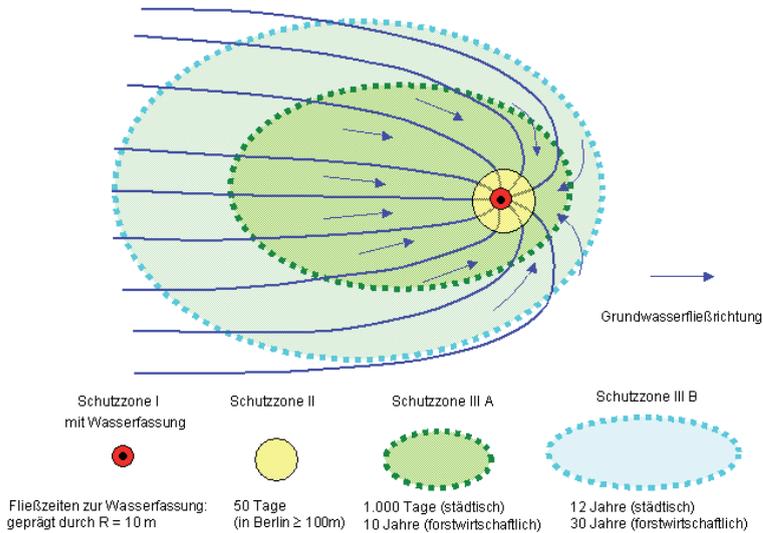


Abb. 4.3-2 Aufbau der einzelnen Wasserschutzstufen nach dem Isochronenkonzpt

In der **weiteren Schutzzone III A** werden sie durch weitere Bestimmungen ergänzt. So sind verboten: das Einleiten von Abwasser, das Errichten von Deponien, das Neuanlegen von Gärtnereien, das Erweitern von Kleingartenanlagen und weiteres.

In der **engeren Schutzzone (Zone II)**, in der auch die Schutzbestimmungen aus den Zonen III B und III A gelten, kommen weitere Verbotstatbestände, die in dem **100 m Bereich** vor den Förderbrunnen die Barrierewirkung zum Schutz des „Rohwassers“ noch verstärken sollen, hinzu (z. B. das Bauverbot). Aber selbst in diesem Bereich läuft das großstädtische Geschehen weiter. Der Transport wassergefährdender Stoffe ist auf den Straßen im Anliegerverkehr erlaubt, vorhandene Kleingartenanlagen dürfen weiter betrieben werden, wenn durch Schutzvorkeh-

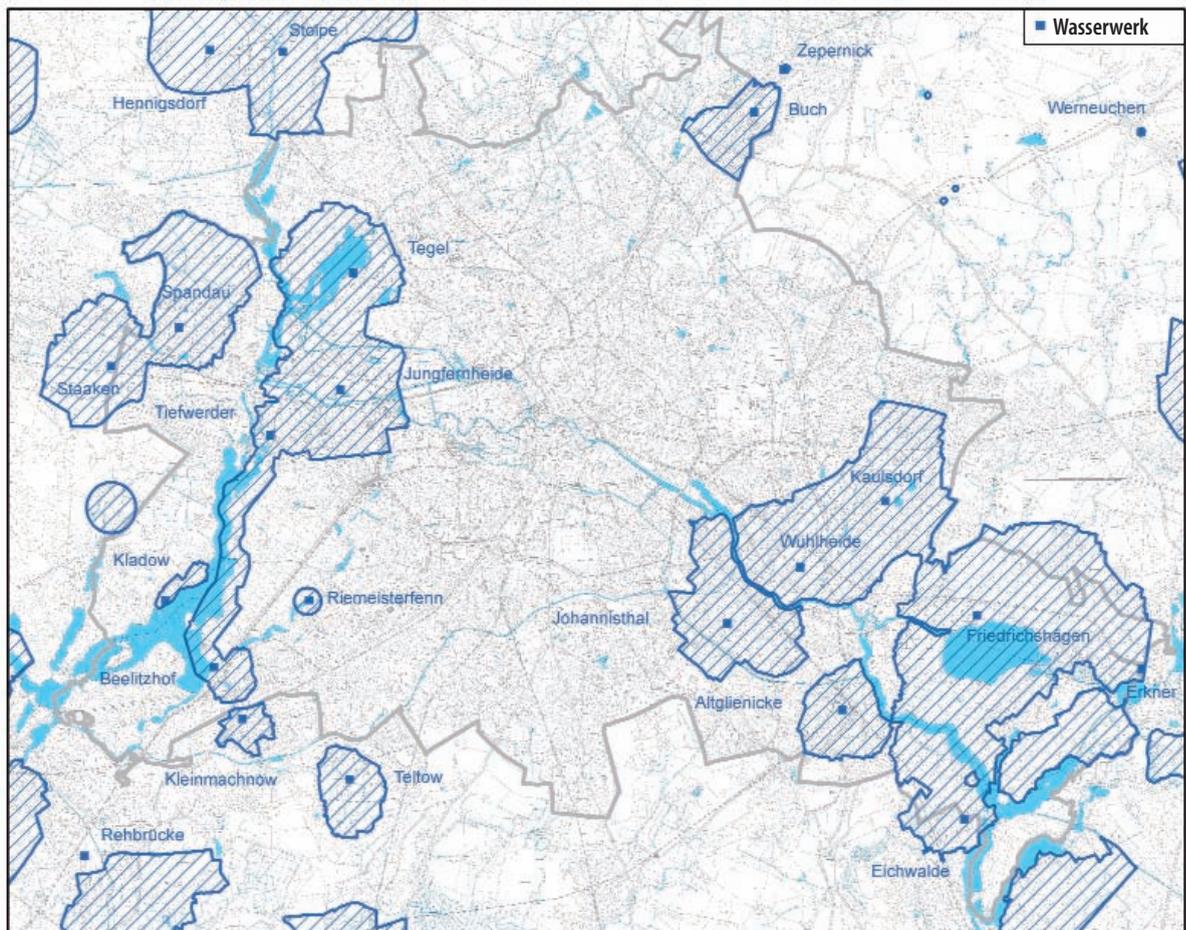


Abb. 4.3-3 Wasserschutzgebiete in Berlin und in der Brandenburger Umgebung

rungen (z. B. dichte Abwassersammelbehälter mit doppelten Zuleitungen) eine Gefährdung des Grundwassers sicher und dauerhaft verhindert wird.

In dem **Fassungsbereich (Zone I)** sind jegliche Nutzungen ausgeschlossen und die Unversehrtheit der belebten Bodenschicht ist zu garantieren (JAHN 2000).

Wasserschutzgebiete in Berlin

Die Ausdehnung und Ausbildung der Wasserschutzgebiete ist in Berlin unterschiedlich, da sie sich historisch nach der jeweils geltenden gesetzlichen Grundlage entwickelt haben (Abb. 4.3-3). Nach älteren Bestimmungen mit noch festen Abständen wurden die Schutzgebiete für die Wasserwerke Riemeisterfenn im Jahr 1946, Kladow 1975, Tiefwerder 1978 und Beelitzhof 1987 festgelegt. Das nach neueren Erkenntnissen entwickelte Isochronen-

konzept wurde dann erst für die Schutzgebiete der Wasserwerke Tegel und Jungfernheide im Jahr 1995, Buch, Friedrichshagen, Johannisthal, Altglienicke, Wuhlheide und Kaulsdorf in 1999 sowie Spandau in 2005 angewandt.

In Berlin sind mit Stand Mitte 2006 rund **273 km²** als Wasserschutzgebiet ausgewiesen. Im Verhältnis zur gesamten Stadtfläche von rund **890 km²** bedeutet das: Rund **31 %** des Stadtgebietes sind mit Ver- und Geboten zur Sicherung der Trinkwasserversorgung belegt, ohne dass das urbane Leben zum Erliegen kommt.

Das Wasserschutzgebiet des Berliner Wasserwerkes Friedrichshagen liegt dabei z. T. auch auf Brandenburger Gebiet, während die Schutzgebiete der Brandenburger Wasserwerke Erkner (aus dem Jahr 2000), Eichwalde und Staaken (jeweils aus 2001) in das Berliner Stadtgebiet reichen.

4.4 Gewässeraufsicht und Überwachung von Baumaßnahmen

Die Gewässeraufsicht umfasst die Kontrolle der natürlichen Gewässer. Dazu gehört die reguläre Zustandskontrolle, aber auch die Anordnung von Maßnahmen bei akuten Störungen (Abb. 4.4-1). Dies sind zum Beispiel Unfälle mit wassergefährdenden Stoffen, sonstige Verschmutzung und auch eine Behinderung des Gewässerabflusses durch umgestürzte Gehölze. Die Gewässeraufsicht umfasst darüber hinaus die Untersuchung physikalisch-chemischer, hydrobiologischer und mikrobiologischer Parameter der Gewässer.

Es ist die Aufgabe der Wasserbehörde, den Zustand und die Benutzung der Gewässer und der Wasserschutzgebiete zu überwachen und zu prüfen, ob für eine Benutzung des Gewässers



Abb. 4.4-1 Grundwassergefährdung durch Baumaßnahmen

überhaupt eine Zulassung erteilt worden ist. Sie kontrolliert darüber hinaus die Einhaltung der mit der Zulassung von Vorhaben erteilten Auflagen während des Baus bzw. der Nutzung und sorgt damit dafür, dass vermeidbare Beeinträchtigungen vermieden werden. Die Überwachung erstreckt sich auf die Anlagen, Einrichtungen und Vorgänge, die für den Grundwasserschutz von Bedeutung sind.

Die Überwachung dient ebenso der Beurteilung, ob nachträgliche Anordnungen erforderlich werden oder die zugelassene Benutzung wegen Nichtanspruchnahme zu widerrufen ist.

Im Rahmen der Duldungspflicht haben Gewässerbenutzer und Antragsteller nach vorheriger Unterrichtung das Betreten von Betriebsgrundstücken, Betriebsräumen, Wohnräumen, sons-

tigen Grundstücken und Anlagen zu gestatten. Sofern eine Verletzung der Vorschriften oder des Inhalts einer Zulassung festgestellt wird, wird die Wasserbehörde deren Einhaltung oder die Einstellung des Vorhabens fordern.

Besondere Schwerpunkte der Gewässeraufsicht bilden Baumaßnahmen im Grundwasser mit Grundwasserabsenkungen, das Einbringen von Stoffen in das Grundwasser, Brunnenbauarbeiten, Baumaßnahmen in Wasserschutzgebieten sowie die Errichtung von Erdwärmeanlagen.

4.5 Die Europäische Wasserrahmenrichtlinie und der Schutz des Grundwassers

Gemeinsame Bestimmungen für Oberflächengewässer und Grundwasser

Allgemeines

Die Richtlinie 2000/60/EG, mit vollständigem Namen „Richtlinie des Rates zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik“, kurz Wasserrahmenrichtlinie (WRRL), stellt die Europäische Gewässerschutzpolitik auf ein neues Fundament.

Von der Richtlinie sind alle Oberflächengewässer (Binnen-, Übergangs- und Küstengewässer) und das Grundwasser der Mitgliedsstaaten der Europäischen Gemeinschaft betroffen. Einer der wesentlichen Grundgedanken der neuen Richtlinie ist, dass die Gewässer unabhängig von politischen und administrativen Grenzen innerhalb ihrer Flusseinzugsgebiete bewirtschaftet werden sollen.

Ein solches Einzugsgebiet umfasst dabei die gesamte Landfläche, deren Oberflächenabfluss über Ströme, Flüsse und Seen dem Meer zufließt. Als weitere, neuartige wasserwirtschaftliche Planungseinheiten sieht die Richtlinie so genannte Flussgebietseinheiten vor, die aus einem bzw. mehreren Einzugsgebieten gebildet werden können. Während Einzugsgebiete folglich ausschließlich nach Maßgabe natürlicher Landschaftsmerkmale gebildet werden, sind Flussgebietseinheiten planerische Größen, die zum Zwecke der besseren Umsetzbarkeit der Richtlinie durch die Mitgliedsstaaten bestimmt werden. In der Regel entsprechen diese jedoch den Flusseinzugsgebieten. In Deutschland wurden 10 Flussgebietseinheiten bestimmt (Abb. 4.5-1). Eine komplette Flussgebietseinheit ist für eine Untersuchung der Gewässerqua-

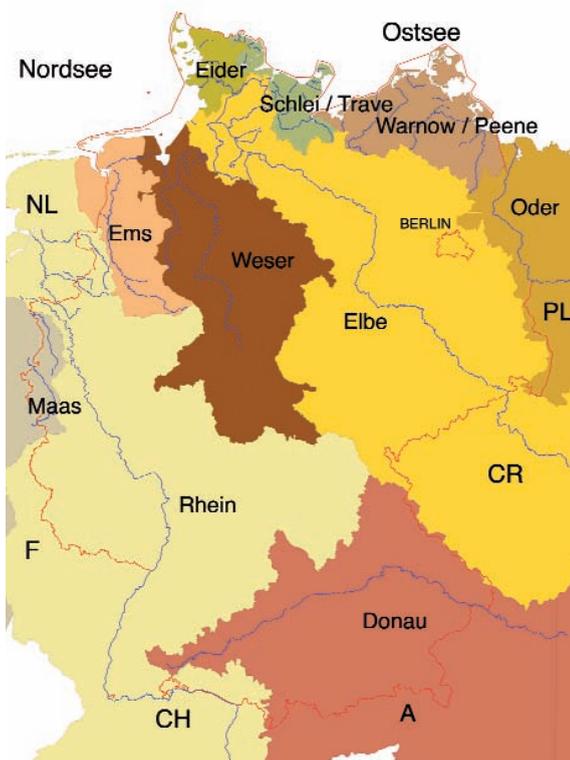


Abb. 4.5-1 Flussgebietseinheiten in Deutschland

lität, für Überwachung und Schutzmaßnahmen allerdings oft zu groß und uneinheitlich. Daher werden die Flussgebietseinheiten in ► **Wasserkörper** unterteilt. Die Wasserkörper sind die eigentlichen Bewirtschaftungseinheiten der WRRL, in denen Belastungen erfasst und Maßnahmen durchgeführt werden. Ein solcher Wasserkörper kann ein See, ein Fluss, Kanal oder ein zusammenhängendes Grundwasservorkommen sein.

Berlin befindet sich innerhalb des Einzugsgebietes der Elbe, das zugleich die internationale Flussgebietseinheit Elbe bildet. Zur Umsetzung der WRRL haben sich die im Elbegebiet liegenden Bundesländer 2004 zur Flussgebietsgemeinschaft Elbe zusammengeschlossen. Die darüber hinaus geforderte internationale Koordination erfolgt durch die Internationale Kommission zum Schutz der Elbe (IKSE), (Abb. 4.5-2).

Umweltziele der WRRL

Im Ansatz verfolgt die WRRL in ihren Umweltzielen eine kombinierte Strategie aus ► **Emissionsvorgaben** (d.h. der Beschränkung von Stoffableitungen aus industriellen und sonstigen Anlagen) und ► **Immissionszielen** (positive Anforderungen an die Qualität von Gewässern).

Die Staaten sind allgemein dazu verpflichtet, Gewässerkörper zu schützen, ihren Zustand zu verbessern und zu sanieren und eine weitere Verschlechterung zu verhindern. Innerhalb von 15 Jahren nach Inkrafttreten der Richtlinie müssen alle Wasserkörper darüber hinaus in einen in der Richtlinie näher definierten guten Zustand gebracht werden.

Für Oberflächengewässer bedeutet das Ziel eines guten Zustands, dass sich ein Wasserkörper in einem ► **guten ökologischen** und ► **guten chemischen Zustand** befinden muss.

► **Grundwasserkörper** müssen in einen ► **guten chemischen** und ► **guten mengenmäßigen Zustand** gebracht werden (s. a. Kap. 2.4 und 5.1).

Die Fristen der WRRL können jedoch z.B. wegen Schwierigkeiten der technischen Durchführbarkeit oder unverhältnismäßiger Kosten bei einzelnen Wasserkörpern verlängert werden. Daneben existieren einige weitere Ausnahmestimmungen, die bei Erfüllung die Nichterreichung der Umweltziele rechtfertigen. Sie lösen jedoch einen erheblichen Darlegungsbedarf von Seiten der Mitgliedsstaaten aus, wenn diese nicht gegen die Pflichten aus der Richtlinie verstoßen wollen.



Karte der internationalen Flussgemeinschaft Elbe (Entwurf 08.07.2002)



Abb. 4.5-2 Internationale Flussgebietsgemeinschaft Elbe

Umsetzungsschritte

Um den aktuellen Zustand von Gewässern beurteilen zu können, waren die Mitgliedsstaaten bis zum Jahre 2004 zur Durchführung einer Bestandsaufnahme verpflichtet. Das Ziel der Bestandsaufnahme war festzustellen, welche Wasserkörper die Umweltziele schon erreichen, voraussichtlich nach der Durchführung von Maßnahmen erreichen können und bei welchen Wasserkörpern eine Zielerreichung dagegen unwahrscheinlich ist (Abb. 4.5-3). Näheres dazu unter: www.berlin.de/sen/umwelt/wasser/download/wrrl-doku2004.pdf.

Spätestens zum Ablauf des Jahres 2006 mussten ► **Monitoring-Programme** funktionsfähig sein, mit denen die chemischen, ökologischen und mengenmäßigen Eigenschaften der Wasserkörper überwacht werden sollen.

Ausgehend von den Ergebnissen der bis dahin durchgeführten Untersuchungen ist zur Erreichung der Umweltziele, soweit sich Gewässer noch nicht in einem guten Zustand befinden, bis spätestens 2009 für jede Flussgebietseinheit ein Maßnahmenprogramm aufzustellen.

Die Mitgliedsstaaten sind des Weiteren verpflichtet, bis 2009 für die Aufstellung von Bewirtschaftungsplänen für die Einzugsgebiete zu sorgen. Bewirtschaftungspläne dienen der Dokumentation der gesamten Aktivitäten eines Mitgliedsstaates zu ihrer Umsetzung. Sie richten sich an Verwaltungsbehörden, Unternehmen, Verbände und interessierte Bürger und sind zu veröffentlichen. Die WRRL fordert eine aktive Information der Öffentlichkeit während aller Umsetzungsphasen. Die Einbeziehung der Öffentlichkeit in Gestalt von Anhörungen ist auf der Ebene der Bewirtschaftungsplanung vorgesehen. Wenn Entwürfe der Bewirtschaftungspläne vorliegen und veröffentlicht werden, kann die Öffentlichkeit innerhalb von 6 Monaten Stellung nehmen. Im Übrigen sind der Öffentlichkeit auch Hintergrunddokumente der wasserwirtschaftlichen Planung zugänglich zu machen.

Als gemeinsame Dokumentationsplattform und Informationssammlung haben der Bund und die Länder die Internetseite www.wasserblick.net eingerichtet.

Spezifische Regelungen zum Grundwasserschutz

Grundwasser wird von der WRRL als natürlicher Teil des Wasserkreislaufs der Einzugsgebiete der Flüsse behandelt. Es ist infolgedessen selbstverständlicher Gegenstand der wasserwirtschaftlichen Planung für Einzugsgebiete und Flussgebietseinheiten. Damit trägt die WRRL den vielfältigen Wechselwirkungen, die zwischen Oberflächengewässern und dem Grundwasser bestehen, sowie der Bedeutung, die Grundwasser für eine Vielzahl von Ökosystemen hat, Rechnung. Insbesondere eine Übernutzung von Grundwasser, z.B. eine starke lokale Entnahme, kann Seen und Feuchtgebiete in die Gefahr bringen, auszutrocknen.

Bei den Umweltzielen, die nach der Richtlinie in Bezug auf das Grundwasser gelten, spielt daher neben einem ► **guten chemischen Zustand** auch der ► **gute mengenmäßige Zustand** eine Rolle. Es darf nicht mehr Grundwasser entnommen werden, als



Abb. 4.5-3 Titelseite C-Bericht

durch Versickerung neu gebildet wird. Da die Bildung und Erneuerung von Grundwasserressourcen ein langwieriger Vorgang ist, verlangt die WRRL frühzeitige Maßnahmen und eine vorsorgende, langfristige Planung von Schutzmaßnahmen, die diesen natürlichen Verzögerungseffekt berücksichtigt. Weiterhin verpflichtet die WRRL die Mitgliedsstaaten, die erforderlichen Schritte zur Umkehrung anhaltender Trends einer Steigerung der Konzentration von Schadstoffen im Grundwasser auf Grund der Auswirkungen menschlicher Tätigkeit zu ergreifen.

Ähnlich wie bei Oberflächengewässern ist der angestrebte ► **gute chemische Zustand** von Grundwasser in der WRRL zurzeit nur ansatzweise definiert, da sich die Mitgliedsstaaten im Gesetzgebungsverfahren nicht auf konkrete Festlegungen verständigen konnten.

Die operativen Schritte zur Umsetzung der WRRL sind auch in Bezug auf das Grundwasser durchzuführen. In der Bestandsaufnahme war der aktuelle Zustand der Grundwasserkörper und die Auswirkungen menschlicher Nutzung umfassend darzustellen. Näheres dazu unter:

www.berlin.de/sen/umwelt/wasser/download/wrrl-doku2004.pdf.

Zur Überwachung des chemischen und mengenmäßigen Zustands des Grundwassers mussten die Mitgliedsstaaten ein engmaschiges Messstellennetz einrichten. Zu den so genannten grundlegenden Maßnahmen, die die Mitgliedsstaaten in die Maßnahmenprogramme aufnehmen müssen, gehört die Verpflichtung der Mitgliedsstaaten, gesetzlich direkte Einleitungen von Schadstoffen in das Grundwasser zu untersagen. In Bewirtschaftungsplänen sind Zustand und Nutzung von Wasserkörpern des Grundwassers umfassend darzulegen.

4.6 Gesetzliche Grundlagen des Grundwasserschutzes

Der Grundwasserschutz wird sowohl durch bundes- als auch durch landesrechtliche Vorschriften gewährleistet.

Als grundlegendes Bundesgesetz im Bereich des Gewässerschutzes ist das Wasserhaushaltsgesetz (WHG) zu nennen. In diesem Gesetz sind punktuelle Vollregelungen wie der Gewässerbegriff sowie Nutzungstatbestände enthalten. Das WHG enthält Regelungen für Benutzungen von Gewässern, wobei u. a. das Einleiten von Stoffen in das Grundwasser sowie das Entnehmen, Zutagefördern, Zutageleiten und Ableiten von Grundwasser Erwähnung finden. Darüber hinaus gelten auch das Aufstauen, Absenken und Umleiten von Grundwasser als Benutzungen. Schließlich gibt es einen Auffangtatbestand, wonach auch Maßnahmen darunter fallen, die geeignet sind, dauernd oder in

einem nicht nur unerheblichen Ausmaß schädliche Veränderungen der physikalischen, chemischen oder biologischen Beschaffenheit des Wassers herbeizuführen.

Das WHG unterstellt alle Arten von Gewässerbenutzungen weitestgehend einem Erlaubnis- bzw. Bewilligungsvorbehalt. Eine Erlaubnis gewährt die widerrufliche Befugnis, ein Gewässer zu einem bestimmten Zweck zu benutzen. Eine Bewilligung gewährt dagegen ein Recht zur Gewässerbenutzung, wobei eine Beschränkung oder Rücknahme des Rechts nur unter bestimmten Voraussetzungen zulässig ist. In der Praxis überwiegt die Erteilung einer Erlaubnis, und nur in Ausnahmefällen wird unter bestimmten Voraussetzungen eine Bewilligung ausgesprochen (z. B. eine Förderbewilligung für ein Wasserwerk).

Das WHG sieht auch erlaubnisfreie Benutzungen von Grundwasser vor. Danach ist eine Erlaubnis für das Entnehmen, Zutagefördern, Zutageleiten oder Ableiten von Grundwasser für den Haushalt und den landwirtschaftlichen Betrieb sowie in geringen Mengen zu einem vorübergehenden Zweck und zur gewöhnlichen Bodenentwässerung nicht erforderlich. Die Erlaubnisfreiheit ist aber daran geknüpft, dass keine signifikanten nachteiligen Auswirkungen auf den Zustand des Gewässers zu erwarten sind.

Das **Berliner Wassergesetz (BWG)** führt das WHG aus und präzisiert es für die speziellen Anforderungen des urbanen Ballungsraumes von Berlin.

Schließlich sind die Regelungen des **EG-Wasserrechts** für den Grundwasserschutz von zunehmender Bedeutung. In zahlreichen Aktionsprogrammen zum Umweltschutz finden der Gewässer- und Grundwasserschutz als formulierte Ziele Erwähnung, so, wenn es um die Erhaltung, Überwachung und Regenerierung des Grundwassers sowie die Vermeidung und Beschränkung von dessen Verschmutzung geht. Dies hat zum Erlass von zahlreichen Richtlinien zum Gewässerschutz geführt.

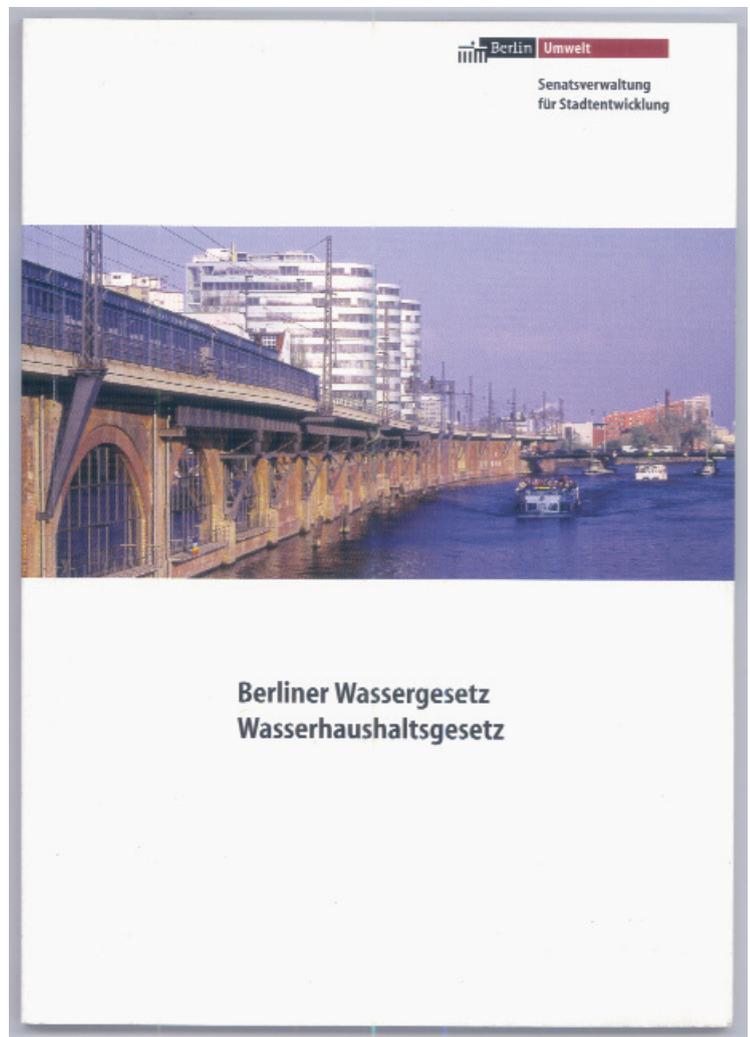


Abb. 4.6-1 Berliner Wassergesetz und Wasserhaushaltsgesetz

4.7 Vorsorgender Bodenschutz als Grundwasserschutz

Grundwasser bildet sich in der Regel aus Niederschlagswasser, das auf seinem Weg in den Grundwasserkörper den Boden durchsickert (Abb. 4.7-1). Diese Bodenpassage hat entscheidenden Einfluss auf die gebildete Menge und auf die Qualität des Grundwassers.

Zunächst zur Menge: Die Bodenoberfläche und die obersten Bodenschichten beeinflussen entscheidend, wie viel Niederschlagswasser überhaupt in den Boden eindringen kann. Ist die

Bodenoberfläche durch Gebäude, Asphalt oder Beton versiegelt oder durch intensive Nutzung stark verdichtet, kann kein oder nur sehr wenig Wasser in den Boden eindringen und es fließt oberflächlich ab. Hingegen erleichtert ein lockerer Boden mit einer guten Gefügestruktur dem Wasser das Eindringen in den Boden und das weitere Durchsickern in tiefere Bodenschichten.



Abb. 4.7-1 Die Bodenpassage des Sickerwassers hat einen entscheidenden Einfluss auf die gebildete Menge und auf die Qualität des Grundwassers

Zur Qualität des gebildeten Grundwassers: Im Verlauf der Bodenpassage können Stoffe, die im Regenwasser gelöst waren, vom Boden fest- und somit vom Grundwasser ferngehalten werden (Puffer- und Filterfunktion des Bodens). Andererseits können Stoffe, die sich im Boden befinden, in das Sickerwasser und damit dann in das Grundwasser übergehen. In der Regel findet beides statt, wobei diese beiden Prozesse in verschiedenen Bodentiefen auch unterschiedlich verlaufen können. Der Boden bindet dabei die Stoffe nicht nur physikalisch; es liegen auch chemische und biochemische Umwandlungen vor, die besonders wichtig sind, um Schadstoffe längerfristig zu binden bzw. grundsätzlich abzubauen.

Die Quellen solcher, mit dem Sickerwasser transportierbarer Stoffe, können Schadstoffe im Boden selbst sein, die direkt auf oder im Boden aufgebracht wurden (Altlasten) und lokal große Bedeutung haben. Großräumig bedeutender sind Einträge aus der Luft („Saurer Regen“) oder andere diffuse Eintragsquellen wie Straßenverkehr oder Agrochemikalien (Dünger, Pestizide). Diese Belastungen fallen zwar geringer aus, lassen sich aber nicht wie Altlasten sanieren, so dass hier die Puffer- und Filterfunktion des Bodens selbst besonders wichtig wird.

Auf Grund dieser Puffer- und Filterfunktion können z. B. eingetragene Schwermetalle im Boden gebunden, Nitrate durch Pflanzenwurzeln aufgenommen oder Mineralölkohlenwasserstoffe durch Mikroorganismen abgebaut werden.

Wie effektiv diese Prozesse ablaufen, hängt von den Schadstoffen selbst ab: leichtflüchtige, chlorierte Kohlenwasserstoffe z. B. werden durch den Boden fast gar nicht festgehalten oder abgebaut, Schwermetalle, als weiteres Beispiel, hingegen gut festgehalten.

Aber auch die Eigenschaften des Bodens selbst sind in Bezug auf seine Puffer- und Filterfunktion wichtig:

- Saure, humusarme Böden binden Schwermetalle nur schlecht.
- Gut durchwurzelte Böden halten z. B. Nitrate normalerweise fast vollständig vom Grundwasser fern.
- Tonreiche Böden verlangsamen den Wassertransport und erleichtern so den Abbau von Schadstoffen.

Dies alles ist aber nicht unbegrenzt möglich:

- Die gebundenen Schwermetalle reichern sich im Boden an und können letztlich doch noch in das Grundwasser gelangen.
- Die Vegetation kann die Nitrate nicht unbegrenzt verwerten, so dass diese schließlich in das Grundwasser gelangen.
- Im Prinzip abbaubare Schadstoffe lassen in zu hoher Konzentration die für den Abbau notwendigen Organismen absterben.

In jedem Fall ist es deswegen notwendig, den Schadstoffeintrag in den Boden so gering zu halten, dass sich auch langfristig kein Gefährdungspotenzial aufbaut. Dies ist deswegen so wichtig, weil es im Boden – anders als in Luft oder Wasser – keine Durchmischung und somit keine Verdünnung von Schadstoffen gibt. Auch sieht man den Böden die Belastung nicht ohne weiteres an und sie ist, eben weil es keine Durchmischung gibt, kleinräumig stark wechselnd und somit nur aufwändig zu messen. Der Boden ist aber nicht nur möglichst frei von stofflichen Belastungen zu halten, sondern auch in einem solchen Zustand zu belassen, dass er bei den nie ganz auszuschließenden Schadstoffbelastungen seine Filter-, Puffer- und Abbaufunktionen tatsächlich wahrnehmen kann: Versauerung, Humusabbau, Erosion, Bodenabtrag, Bodenverdichtung usw. sind deswegen zu vermeiden.

Dies beides – Minimierung der Einträge und Erhalt eines guten Bodenzustandes – sind die Hauptaufgaben des vorsorgenden Bodenschutzes. In der Stadt geht es vor allem darum, unversiegelten Boden überhaupt zu erhalten. So plant und führt die Behörde im Rahmen des Bodenschutzes Maßnahmen durch, die möglichst viel Bodenfläche vor einer Bebauung und Versiegelung schützen, und da wo die Bebauung und Versiegelung unvermeidlich sind, sie auf Flächen zu lenken, die in Bezug auf die Bodenfunktionen weniger leistungsfähig sind. Zu den üblicherweise bewerteten Bodenfunktionen beziehen sich zwei direkt auf den Wasserhaushalt: die „Puffer- und Filterfunktion“ und die „Regelungsfunktion für den Wasserhaushalt“. Die Berliner Böden stellen sich hier recht unterschiedlich in ihrer Bedeutung dar. Diese unterschiedliche Leistungsfähigkeit wurde in Karten dargestellt, die u.a. als Grundlage für die bodenbezogene Umweltprüfung von Bebauungsplänen dienen.

Darüber hinaus besteht vorsorgender Bodenschutz in Berlin auch darin,

- Boden so in seinem Aufbau zu erhalten, dass er seine Leistungsfähigkeit behält,
- Erosion von Boden durch Wind und Wasser zu vermeiden,
- Belastungen der Böden mit Schadstoffen z. B. aus Klärschlämmen, Abfällen, Düngemitteln oder Immissionen zu verhindern bzw. zu minimieren und
- bei Baumaßnahmen bodenschonende Verfahren und Maßnahmen zu ergreifen.

Diese Ziele werden vor allem durch andere Fachgesetze umgesetzt, die somit einen wesentlichen Beitrag zum Bodenschutz leisten.

Weitere Informationen unter:

www.berlin.de/sen/umwelt/bodenschutz/de/vorsorge/

Grundwassergefährdung – ist unser kostbares Gut in Gefahr?





5.1 Einträge ins Grundwasser: Wie stark ist unser Grundwasser belastet?

Die Grundwasserbeschaffenheit wird durch eine Vielzahl von Einflüssen natürlicher und menschlicher Art bestimmt. Im dicht besiedelten Ballungsraum von Berlin können folgende natürliche und ► **anthropogen** verursachte Einflüsse auf die Grundwasserbeschaffenheit wirken:

- Anreicherung von Luftschadstoffen im Regenwasser,
- Hydrogeologische Randbedingungen (Fließgeschehen, Spannungszustand),
- Entnahme von Grundwasser in den Einzugsgebieten der Wasserwerke,
- Infiltration von Oberflächenwasser in das Grundwasser,
- Altablagerungen mit nachgewiesenen Grundwasserkontaminationen,
- Bau- und Trümmerschuttablagerungsflächen (Trümmerberge, -halden u. ä.),
- hoher Bebauungsgrad (Emissionen aus Baustoffen),
- Verluste von Abwasser aus dem innerstädtischen Kanalsystem (Exfiltrationen),
- direkte Versickerung von Straßenablaufwässern,
- Rieselfelder in den Randbereichen der Stadt und des Umlandes (z. T. historisch),
- Regenwasserversickerungs- bzw. -rückhaltebecken.

Um eine Abschätzung der Bedeutung diffuser und punktueller Stoffeinträge in das Grundwasser Berlins vornehmen zu können, werden auf Grundlage der vorhandenen hydrochemischen Daten des landesweit betriebenen Grundwasserbeschaffenheitsmessnetzes der aktuelle Zustand des Grundwassers für alle ► **Grundwasserkörper** charakterisiert (s. a. Kap. 2.4). Vorhandene Daten und Erkenntnisse aus den Bohrprogrammen der Siebziger- bis Neunzigerjahre sind in die Untersuchung mit eingegangen. Des Weiteren ist die Datenbasis noch um Daten der Berliner Wasserbetriebe (BWB) in den Einzugsgebieten der

Wasserwerke, um Daten aus Altlastensonderuntersuchungen sowie aus dem Brandenburger Umland ergänzt worden. Insgesamt konnten 1.364 Messstellen ausgewertet werden. Zudem wurden weitere hydrogeologische und hydrodynamische Aspekte einbezogen. Bedeutende Punktquellen wurden gesondert ausgewertet und eine Einschätzung vorgenommen, inwieweit durch diese die Grundwasserkörper insgesamt signifikant belastet werden (HYDOR 2003).

Auswahl der Indikatoren

Im Rahmen einer umfassenden statistischen Analyse aller Messdaten des Basismessnetzes wurden ca. 150 Parameter berlinweit ausgewertet, mit folgenden Ergebnissen:

- Die Nitratgehalte im Grundwasser Berlins sind grundsätzlich unproblematisch.
- Die organischen Spurenstoffe einschließlich der Pflanzenschutzmittel sowie die Schwermetalle sind nur an wenigen Messstellen und lokal sehr begrenzt nachweisbar.

Diese Aussage stützt die Einschätzung, dass durch die Punktquellen Berlins – nach jetzigem Kenntnisstand – keine flächenhafte Beeinträchtigung der Grundwasserkörper verursacht wird.

Bei der Auswahl der Parameter für eine umfassendere Bewertung wurden nur die als potenzielle Problemstoffe im Grundwasser Berlins erkannten Parameter näher ausgewertet: elektrische Leitfähigkeit, Sulfat, Chlorid, Ammonium, Kalium, Oxidierbarkeit, Ortho-Phosphat und Bor.

Für die flächenhafte Verteilung (Regionalisierung) wurde ein Modell verwendet, das häufig im Bereich der Umweltwissenschaften eingesetzt wird (Kriging-Modell).

zur Interpretation der Berechnungsergebnisse herangezogen. Die Datenbasis wurde anschließend einer [Variogrammanalyse](#) unterzogen.

Große Aufmerksamkeit wird dabei der Datenprüfung und -aufbereitung gewidmet. Da insbesondere die altlastenbezogenen Sondermessstellen in Berlin gehäuft auf engem Raum mit hohen hydrochemischen Variabilitäten angesiedelt sind, musste hier in Vorbereitung der geostatistischen Analyse eine individuelle Prüfung von Einzelmesswerten bzw. -analysen vorgenommen werden. Räumlich und zeitlich nicht plausible Werte wurden aus der Datenbasis eliminiert. Räumliche Zusatzinformationen wurden

Für eine Beurteilung der flächenhaften Verteilung von potenziellen Belastungsparametern wurde eine Klassenbildung in sechsstufige Intervalle gemäß Tabelle 5.1-1 festgelegt. Diese feine Abstufung dient vorrangig der besseren räumlichen Darstellung von Konzentrationsähnlichen Bereichen. Des Weiteren können Hochlastbereiche so besser abgeschätzt werden. Die Abstufung in sechs Bereiche wurde folgendermaßen angepasst:

Tab. 5.1-1 Grenzen der Intervalle der Konzentrationen bzw. Überschreitungswahrscheinlichkeiten

Klasse	Leitf.	Chlorid	Sulfat	Ammonium	CSV-Mn	Kalium	o-Phosphat	Bor
	µS/cm	mg/l	mg/l	Überschreitungswahrscheinlichkeit einer Konzentration von 0,5 mg/l	mg/l	mg/l	Überschreitungswahrscheinlichkeit einer Konzentration von 0,3 mg/l	µg/l
	< 500	< 20	< 50	< 10 %	< 1.0	< 1.0	< 10 %	< 50
	500 - 750	20 - 50	50 - 120	10 - 25 %	1.0 - 1.5	1.0 - 2.0	10 - 25 %	50 - 75
	750 - 1000	50 - 75	120 - 180	25 - 50 %	1.5 - 2.5	2.0 - 3.0	25 - 50 %	75 - 100
	1000-1500	75 - 125	180 - 240	50 - 75 %	2.5 - 4.0	3.0 - 6.0	50 - 75 %	100 - 200
	1500-2000	125 - 250	240 - 360	75 - 90 %	4.0 - 5.0	6.0 - 12.0	75 - 90 %	200-500
	> 2000	> 250	> 360	> 90 %	> 5.0	> 12.0	> 90 %	> 500

Ergebnisse

In den folgenden Abschnitten werden die flächenhaften Konzentrationen beispielhaft an den drei Parametern Sulfat, Chlorid und Bor mit dem Ziel einer hydrochemisch orientierten Bewertung beschrieben.

Sulfat

Ursache für die deutlich erhöhten Sulfatkonzentrationen im Berliner Grundwasser ist primär der großflächig über die Stadt verteilte Bau- und Trümmerschutt des 2. Weltkrieges (SENSTADTUM 1986); untergeordnet wird auch der Einfluss häuslicher Abwäs-

ser genannt (WURL 1995). Charakteristisch für die meist gips-haltigen Ablagerungen ist, dass sie mehr oder weniger diffus verstreut über die gesamte Stadt verteilt sind.

Der Einfluss dieser Ablagerungen soll anhand eines Beispiels verdeutlicht werden: SIEBERT (1956) kommt zu dem Ergebnis, dass die riesigen ab 1949/50 angefahrenen Trümmerschutt-massen im Bereich des Teufelsberges im Grunewald noch kei-nen Einfluss auf die Grundwasserbeschaffenheit haben. Eine direkt im westlichen Abstrom des Teufelsberges gelegene Grundwassermessstelle wies damals einen Sulfatgehalt von etwa 50 mg/l auf. Im Rahmen des hydrogeologischen Struktur-

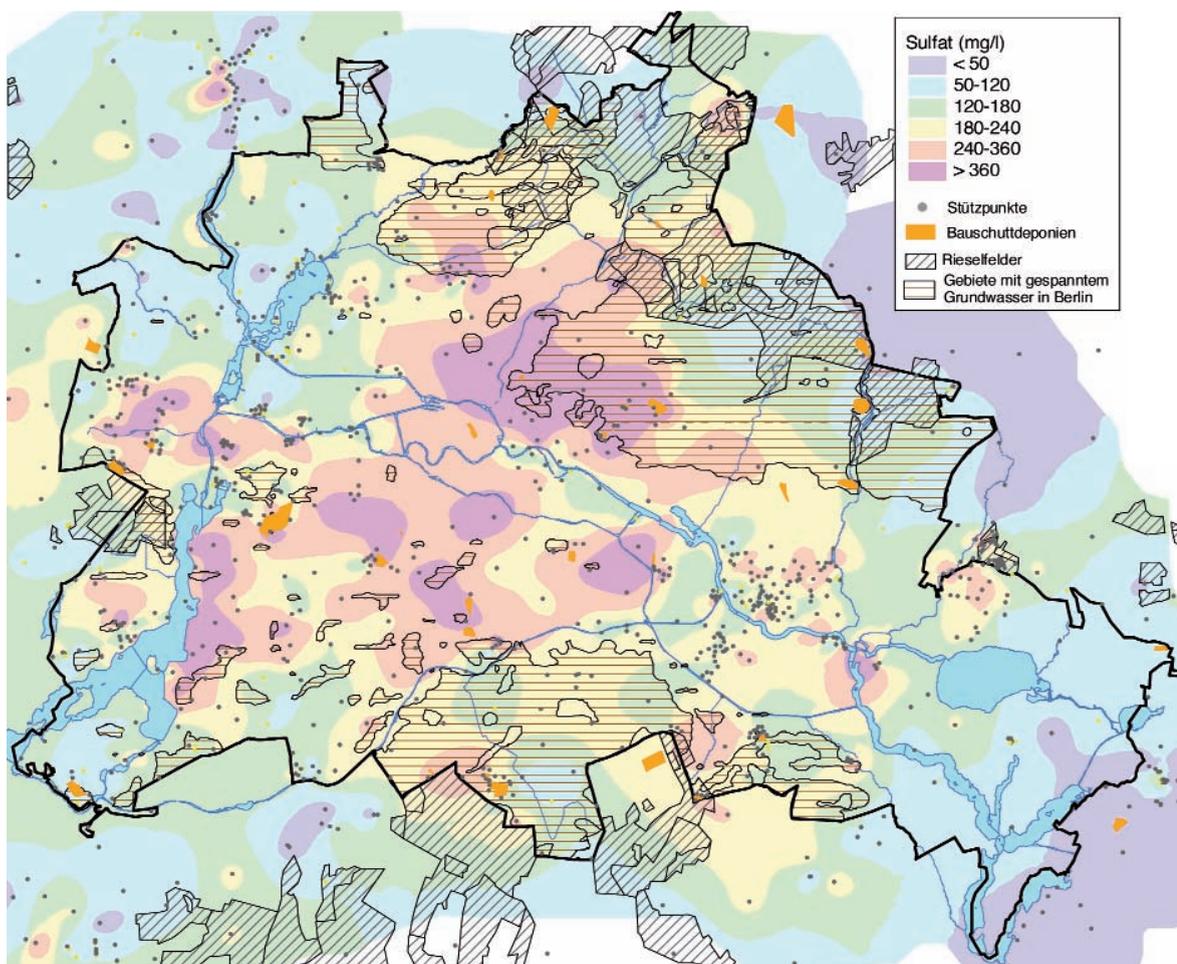


Abb. 5.1-1 Flächenhafte Verteilung von Sulfat

modells für das Wasserwerk Tiefwerder (Gci & Aks 1998) hingegen wird darauf verwiesen, dass in der gleichen Messstelle der Sulfatgehalt mittlerweile auf über 400 mg/l angestiegen ist. Abbildung 5.1-1 zeigt die berechneten Sulfatgehalte.

Das Bild bestätigt weitgehend die o. g. Erkenntnisse. Sulfatgehalte unterhalb von 100 mg/l finden sich im Stadtgebiet mit Ausnahme kleiner bewaldeter Areale im Nordwesten sowie im Südosten nicht mehr. Innerhalb des gesamten Innenstadtbereiches liegen die Werte oberhalb von 180 mg/l; kleinräumige Ausnahmen finden sich entlang der innerstädtischen Spree. Räumliche Bezüge zu Altlastenverdachtsflächen und zu Bauschuttdeponien sind an vielen Stellen erkennbar.

Die höchsten Sulfatgehalte (oberhalb von 360 mg/l) finden sich flächenhaft in den dicht bebauten Innenstadtbereichen. Hiervon betroffen ist z. B. ein ca. 30 km² großes Gebiet beiderseits des Unterlaufes der Panke nach Osten bis nach Friedrichshain. Die Sulfatgehalte reichen hier punktuell bis oberhalb von 800 mg/l. Bei der Berechnung der Verweilzeiten des Sickerwassers (BTU 2003) wurden hier, am Südrand des Barnims, Zeiträume von weniger als 50 Jahren ermittelt, so dass das Eintragsszenarium aufgrund des Stoffinputs der Ablagerungen nach dem zweiten Weltkrieg plausibel erscheint.

Insgesamt betrachtet muss von einer (auch aktuell) sehr hohen Sulfatbelastung ausgegangen werden, welche für die Qualität der Ressource Grundwasser im Stadtgebiet von nicht zu unterschätzender Bedeutung – auch für die zukünftige Trinkwasserversorgung – ist.

Chlorid

Quellen von Chlorid für erhöhte Konzentrationen im Grundwasser können Chloridlaugen sein, die im Rahmen des Winterdienstes auf Straßen eingesetzt werden; dies wird jedoch in Berlin seit einer Reihe von Jahren nur noch in sehr geringem Maß und nur auf Straßen mit Regenwasserkanalisation durchgeführt. Stark erhöhte Chloridgehalte im Grundwasser, die nicht geogen durch aufsteigende Tiefenwässer bedingt sind, können daneben auch als Indikatoren für Abwassereinleitungen oder für Belastungen aus Deponien gewertet werden.

Konzentrationen unterhalb von 50 mg/l finden sich in der Stadt fast ausschließlich in den bewaldeten Außenbereichen. In Brandenburg überwiegen diese Konzentrationen im unmittelbaren Umland. Jedoch finden sich auch Gebiete südlich der Stadt, wo die Konzentrationen großflächig höher als 50 mg/l liegen, hier deutet sich ein Bezug zu den zumeist bis 1990 betriebenen Rieselfeldern an (Abb. 5.1-2).

Innerhalb der Stadt korrespondieren die Flächen mit erhöhten Chloridgehalten mit erhöhten Leitfähigkeiten. Jedoch sind Bereiche mit deutlich erhöhten Gehalten oberhalb von 100 mg/l kleinräumiger ausgeprägt. Lediglich in Spandau (Hahneberg) sowie in Mitte (Nordbahnhof) und Prenzlauer Berg finden sich einige dieser Gebiete. Nur eine Fläche wurde mit Gehalten oberhalb des Schwellenwertes von 250 mg/l ausgewiesen.

Angesichts dieses Ergebnisses kann bei Chlorid nicht von einer relevanten flächenhaften Belastung des Berliner Grundwassers aufgrund diffuser Schadstoffquellen gesprochen werden.

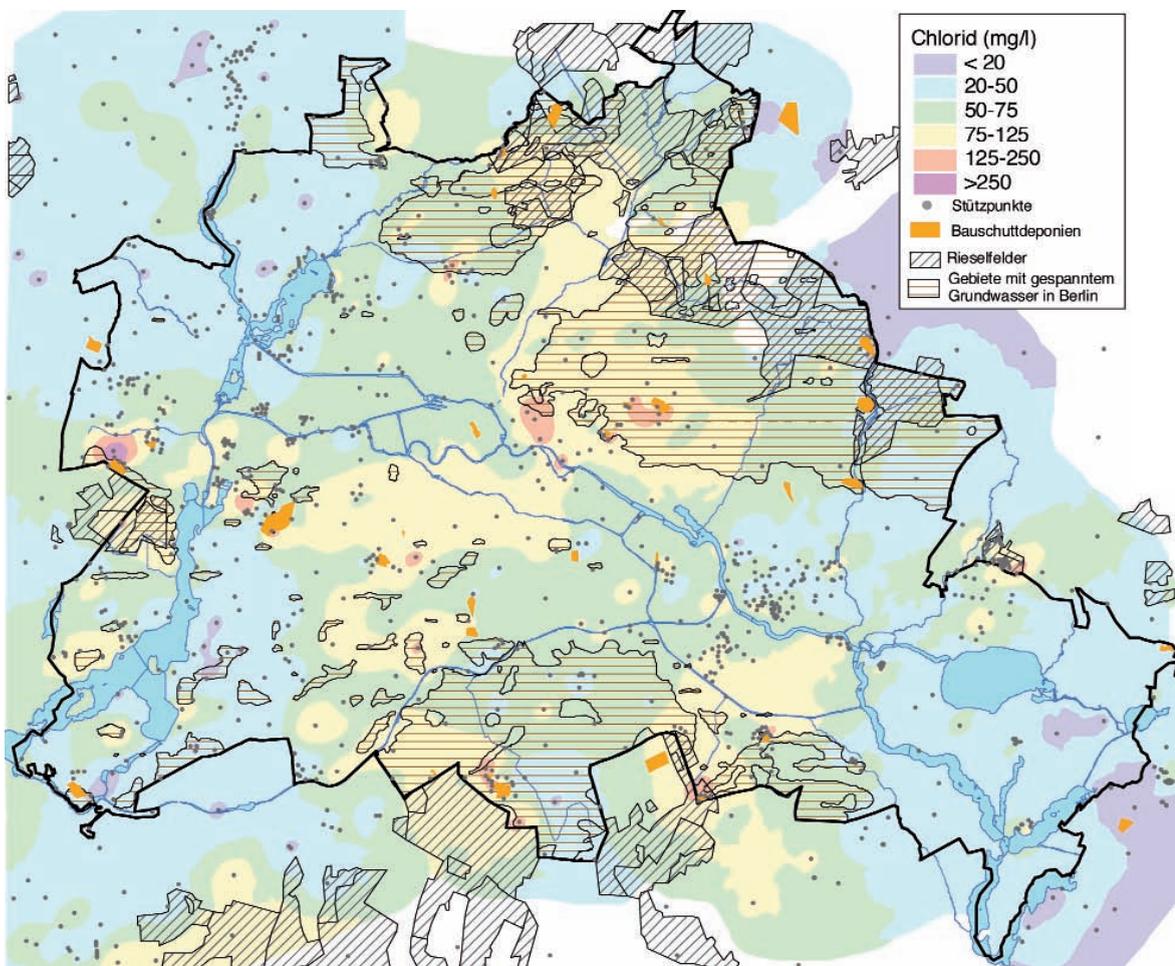


Abb. 5.1-2 Flächenhafte Verteilung von Chlorid

Bor

Bor ist im Grundwasser ein Problemstoff, weil es als Bestandteil der Waschmittel (Perborate) in großen Mengen über das Abwasser in die Umwelt freigesetzt wird. Wegen seiner geringen geogenen Konzentration (außer in tiefensalinar versalzten Wässern) ist es ein geeigneter Indikator für anthropogene Beeinflussungen des Grundwassers. Nach Schätzungen stammen etwa zwei Drittel des in der Umwelt vorhandenen Bors aus anthropogenen Quellen (LFU 2001). In Reinigungsmitteln wird es für Desinfektion und Bleichung verwendet. Außerdem ist es Bestandteil von Düngemitteln.

Auf Grund der vielseitigen Verwendung ist Bor häufig in Abwässern zu finden. Bor gelangt über undichte Abwasser- und Abfallanlagen und über die Infiltration von Oberflächenwasser in das Grundwasser. So treten erhöhte Borwerte oft in Gebieten mit hoher Besiedlungs- und Industrialisierungsdichte auf. Beeinflussungen zeigen sich ab etwa $80 \mu\text{g/l}$ (SCHLEYER & KERNDORFF 1992). Die Untersuchungen von FUGRO & HYDOR (2002) deuten auf Korrelationen zu den Sulfatgehalten hin; räumlich wurde festgestellt, dass die dicht bebauten Innenstadtareale erkennbar höhere Borwerte zeigen. Abb. 5.1-3 zeigt die berechnete flächenhafte Verteilung.

Da zu den brandenburgischen Messstellen im Umland von Berlin zumeist keine Borwerte vorliegen, konnten die Berechnungen hier weitgehend nur für das Stadtgebiet vorgenommen werden.

Diese räumlichen Inhomogenitäten zeigen sich auch im Stadtgebiet: Besonders niedrige Konzentrationen finden sich im Grunewald und im Norden (Tegeler Forst, Frohnau), besonders hoch vor allem entlang der innerstädtischen Spree, aber auch im landwirtschaftlich genutzten Gebiet um Lübars und Blankenfelde.

In den ungespannten Bereichen der Innenstadt finden sich fast durchgehend Gehalte oberhalb von 100 µg/l und damit eine erkennbare diffuse Beeinflussung, die mit undichten Kanal-

systemen in Verbindung stehen könnte. Hier muss eine Einzelfallanalyse der besonders belasteten Messstellen (oberhalb von 250 µg/l) durchgeführt werden.

Die Ergebnisse der Flächenberechnung zeigen in der Zusammenfassung sehr deutlich das flächenhafte Ausmaß des langjährigen Stoffeintrages in das oberflächennahe Grundwasser in Berlin an: Während bei Chlorid und Bor vorwiegend von lokalen Belastungen gesprochen werden kann, sind vor allem bei Sulfat große Bereiche des Stadtgebietes von drastischen Konzentrationserhöhungen bis weit oberhalb der Schwellenwerte gekennzeichnet – primäre Ursache ist hier die großflächige Verbringung von Bau- und Trümmerschutt.

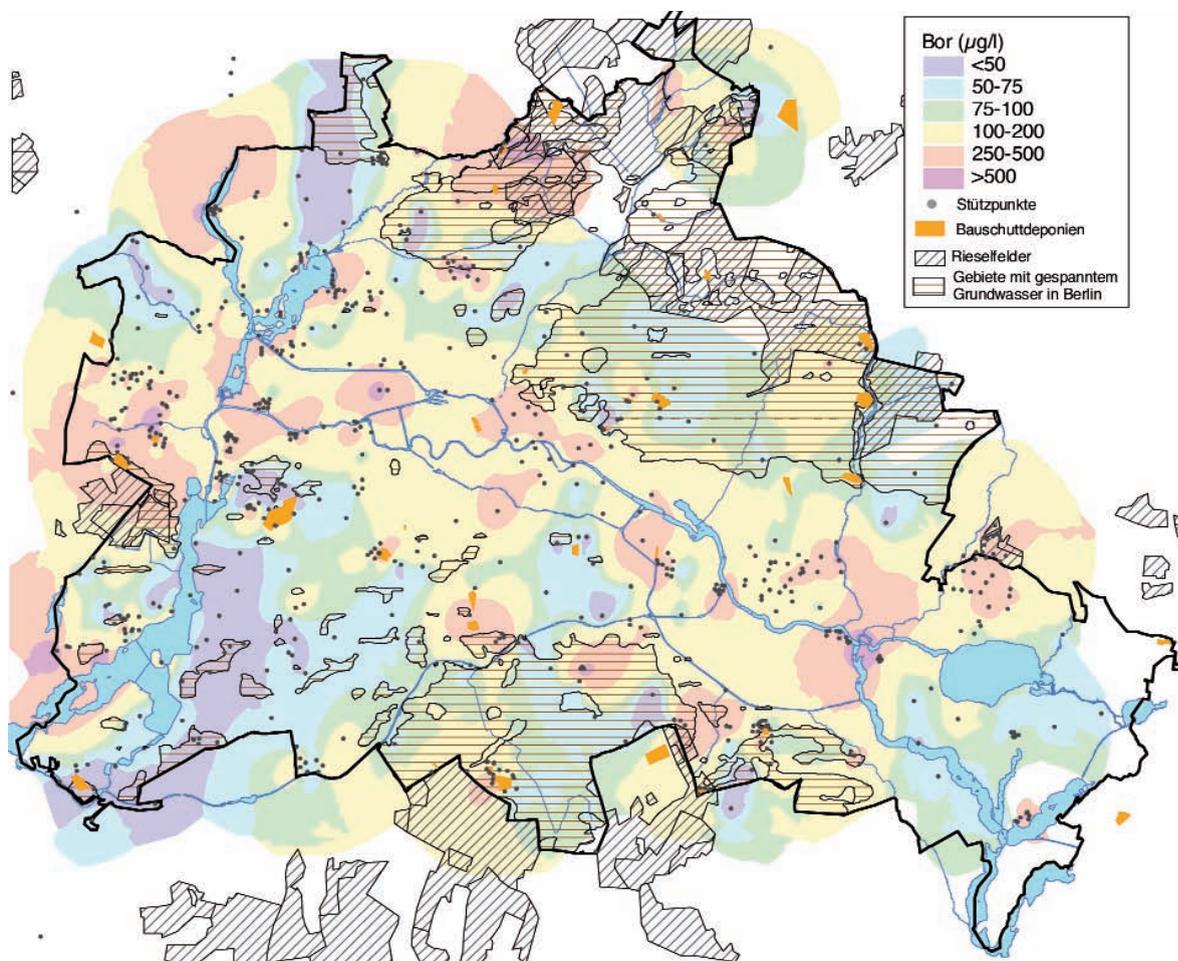


Abb. 5.1-3 Flächenhafte Verteilung von Bor

5.2 Altlasten

Altstandorte

Allgemeines

Die Beseitigung schädlicher Bodenverunreinigungen ist neben der akuten Gefahrenabwehr im Hinblick auf den Trinkwasserschutz ein Schwerpunktthema des Umweltschutzes in Berlin.

Unter nachsorgendem Bodenschutz werden Maßnahmen verstanden, die einen mit Schadstoffen belasteten Boden sanieren. Da es sich oft um Belastungen aus früheren Nutzungen handelt, spricht man verallgemeinernd von „Altlastensanierung“. Im Bundes-Bodenschutzgesetz wird begrifflich unterschieden zwischen schädlichen Bodenveränderungen – als Oberbegriff für eine Beeinträchtigung der Bodenfunktionen – und Altlasten. Altlasten sind danach stillgelegte Abfallbeseitigungsanlagen sowie sonstige Grundstücke, auf denen Abfälle behandelt, gelagert oder abgelagert worden sind (Altablagerungen) und Grundstücke stillgelegter Anlagen und sonstige Grundstücke, auf denen mit umweltgefährdenden Stoffen umgegangen worden ist (Altstandorte), durch die schädliche Bodenveränderungen oder sonstige Gefahren für den Einzelnen oder die Allgemeinheit hervorgerufen werden.

Unter Sanierung sind zum einen Maßnahmen zu verstehen, um Schadstoffe aus dem Boden und dem Grundwasser wieder zu entfernen (Dekontaminationsmaßnahmen); dadurch wird es u. a. dem Boden ermöglicht, seine natürlichen, biologischen und chemischen Vorgänge und Funktionen wieder zu gewinnen. Zum anderen sind es Maßnahmen zur Verhinderung der Schadstoffausbreitung (Sicherungsmaßnahmen) (Abb. 5.2-1).

Die erfolgreiche Sanierung von Boden und Grundwasser stellt die Versorgung der Bevölkerung mit einwandfreiem Trinkwasser sicher und gewährleistet eine dauerhafte Verfügbarkeit der Fläche zur Nutzung für Gewerbe, Industrie, Wohnungsbau oder



Abb. 5.2-1 Bodensanierung auf dem Gelände des ehemaligen Kabelwerks Oberspree

Naherholungsraum. Somit tragen die Maßnahmen der Altlastensanierung auch zu einer nachhaltigen Stadtentwicklung bei.

Durch die Industrialisierung seit Mitte des 19. Jahrhunderts – Berlin war einmal die größte Industriestadt Europas – existieren eine Vielzahl ehemaliger Gewerbe- und Industriestandorte sowie Altablagerungen, auf denen im Laufe der Zeit durch den unsachgemäßen Umgang mit umweltgefährdenden Stoffen, Havarien und/oder Kriegseinwirkungen zum Teil erhebliche Boden- und Grundwasserverunreinigungen stattgefunden haben.

Derzeit sind im Land Berlin **8.356** schädliche Bodenveränderungen, Verdachtsflächen, Altlasten oder altlastenverdächtige Flächen (Stand Mai 2007) im Bodenbelastungskataster erfasst. Darunter befinden sich **7.040** Branchenstandorte und **857** Altablagerungen. Bislang konnten **894** Flächen abschließend vom Verdacht auf schädliche Bodenverunreinigungen befreit werden (Abb. 5.2-2).

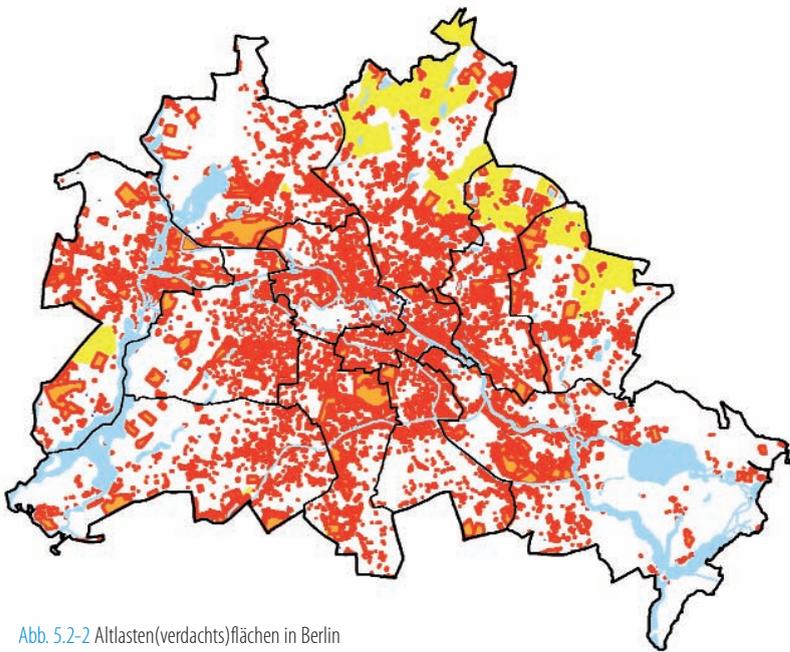


Abb. 5.2-2 Altlasten(verdachts)flächen in Berlin

Schwerpunkte der Altlastensanierung der letzten Jahrzehnte waren zum einen Maßnahmen zur akuten Gefahrenabwehr zum Schutz der Trinkwasserversorgung und zum anderen Sanierungsmaßnahmen im Zusammenhang mit Baumaßnahmen für Gewerbe- und Industrieansiedlungen. Im Rahmen des

► **Freistellungsverfahrens** – und hier insbesondere im ökologischen Großprojekt Berlin – können beide Ziele auf ideale Weise miteinander verbunden werden.

Vorrangige Ziele sind auch zukünftig:

- Schutz der Trinkwasserversorgung u. a. durch Sanierung der belasteten Transferpfade
- Durchführung von akuten Gefahrenabwehrmaßnahmen
- Beseitigung von Investitionshemmnissen

Die Kosten für eine Altlastenerkundung und -sanierung sind zum Teil erheblich. In der Regel muss der Verursacher bzw. Grundstückseigentümer die Kosten derartiger Maßnahmen tragen. Eine Ausnahme bildet das Freistellungsverfahren, bei dem der Bund und das Land Berlin den Großteil der Finanzierung übernehmen. Ein weiterer Sonderfall sind Gefahrenabwehrmaßnahmen, zu denen kein Sanierungspflichtiger herangezogen werden kann, sei es auf Grund unzureichender Liquidität oder weil die Ursache der Kontamination nicht bekannt ist. In diesen Fällen werden mit Haushaltsmitteln des Landes ► **Ersatzvornahmen** durchgeführt.

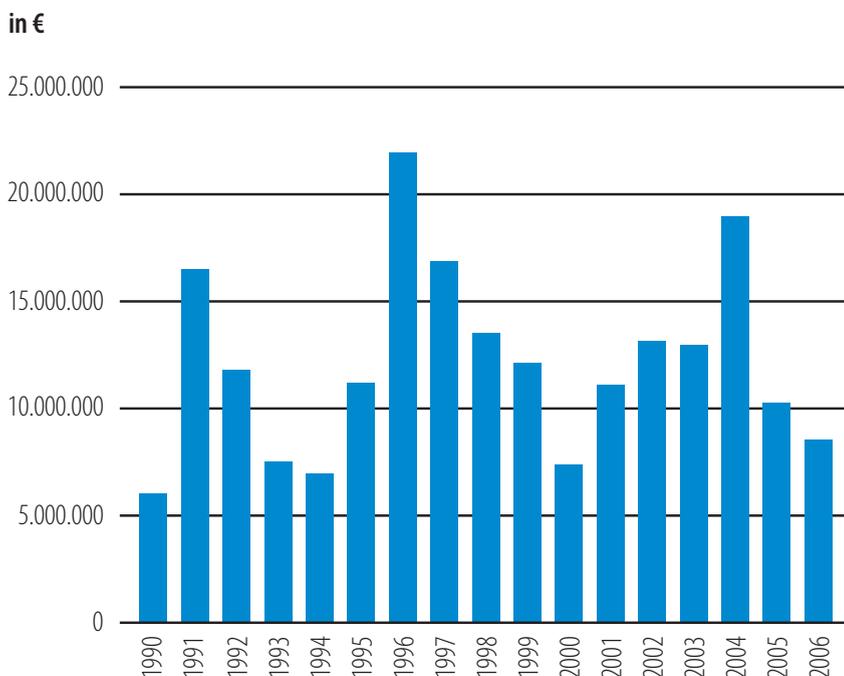


Abb. 5.2-3 Gesamtausgaben für die Altlastensanierung im Land Berlin 1990 - 2006

In der Grafik (Abb. 5.2-3) sind die Gesamtkosten der öffentlichen Hand für die Altlastensanierung seit 1990 dargestellt. Bis 1994 verursachten die Ersatzvornahmen den Großteil der Kosten. Ab dem Jahr 1995 verlagerten sich die Kosten deutlich in Richtung der Maßnahmen im Freistellungsverfahren.

Insgesamt belaufen sich die Ausgaben seit 1990 auf ca. 211 Mio. € (davon über 107 Mio. € Bundesanteil im Rahmen des Freistellungsverfahrens). Hinzu kommen die Eigenanteile der Investoren sowie die Ausgaben der Sanierungspflichtigen, wobei diese Kosten nicht abgeschätzt werden können.

Das ökologische Großprojekt Berlin

Die Region „Industriegebiet Spree“ – das heutige ökologische Großprojekt Berlin – befindet sich im Süd-Osten von Berlin und umfasst mit einer Fläche von mehr als 19 km² die größte zusammenhängende Industrieregion der Hauptstadt (Abb. 5.2-4).

Erste Hinweise auf die Ansiedlung von Gewerbe- und Industrieunternehmen reichen zurück bis 1846. Nicht zuletzt auf Grund des steigenden Wassergebrauchs durch die industrielle Entwicklung wurden die Wasserwerke Johannisthal (1901-1908) und Wuhlheide (1914-1916) errichtet und in Betrieb genommen. Der das Großprojekt im Süden begrenzende Teltowkanal wurde zusammen mit dem Britzer Zweigkanal in den Jahren 1901-1906 gebaut.

Festgestellte Schadstoffbelastungen im ► **Rohwasser** der Wasserwerke führten dazu, dass Förderbrunnen im Bereich der Westgalerie des Wasserwerkes Wuhlheide abgeschaltet und die gesamte Fördergalerie „Alte Königsheide“ im Wasserwerk Johannisthal in den Jahren 1989-91 schrittweise aus der Nutzung herausgenommen werden mussten.

Die hauptsächlich gefahrenrelevanten Schadstoffbelastungen des Bodens bestehen aus Mineralölkohlenwasserstoffen, Cyaniden, Arsen, Pestiziden und lokal auch Schwermetallen. Diese Kontaminationen sind im Wesentlichen an die flächig verbreiteten alten Aufschüttungsmaterialien gebunden, die vielfach über Jahrzehnte hinweg abgelagerte Industrieabfälle enthalten.

Die ► **Aufschüttungshorizonte** weisen zumeist Mächtigkeiten von einem bis zu drei Metern auf und reichen teilweise bis in den grundwassergesättigten Bereich.

Das Grundwasser ist nahezu flächig mit Kohlenwasserstoffen (im Wesentlichen leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe, untergeordnet aromatische Kohlenwasserstoffe und Mineralölkohlenwasserstoffe), Cyaniden, Schwermetallen und z. T. Arsen belastet. Im Rahmen der Schutzgutbetrachtung hatte bzw. hat der Schutz der Wasserwerke und somit die Trinkwasserversorgung Berlins oberste Priorität.

Mit Beschluss vom 11.05.1993 wurde die „Region Industriegebiet Spree“ in Berlin als ökologisches Großprojekt bestätigt. Dies bedeutete, dass auf allen Flächen, die in den Grenzen des Großprojektes liegen und unter die Regelungen eines zwischen dem Bund und den neuen Ländern einschl. Berlin geschlossenen Verwaltungsabkommens fallen, die Gefahrenabwehrmaßnahmen kostenseitig nach Abzug der Eigenanteile mit 75% Bundesmitteln und 25% Landesmitteln saniert werden.

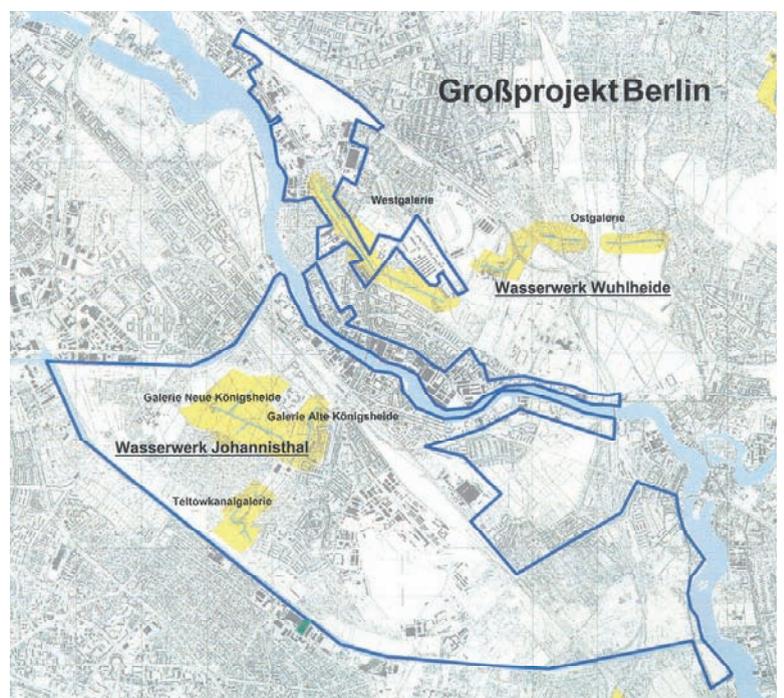


Abb. 5.2-4 Lage des ökologischen Großprojektes in Berlin



Abb. 5.2-5 Grundwasserreinigungsanlage am Wasserwerk Johannisthal

In den letzten 15 Jahren wurden auf Veranlassung der für den Umweltschutz zuständigen Senatsverwaltung insgesamt 32 Grundwasserreinigungsanlagen errichtet und betrieben. Davon sind noch 17 im Bereich des Großprojektes in Betrieb. Die Förder- und Reinigungsleistung dieser Anlagen beläuft sich auf insgesamt ca. 975 m³/h (Stand 12/2006) (Abb. 5.2-5).

Zur Verhinderung von Ausgasungen und zur Unterstützung der Grundwassersanierung bei Schadensfällen mit leichtflüchtigen Schadstoffen (insbesondere ► LCKW und ► FCKW), wurden an vielen Standorten nachgewiesene Belastungsquellen im Boden mittels einer Bodenluftsanierung gereinigt. Insgesamt wurden 18 Absauganlagen errichtet und in Betrieb genommen (Abb. 5.2-6).



Abb. 5.2-6 Bodenluftabsauganlage

Insgesamt wurden über 600.000 t Boden und Bauschutt als besonders überwachungsbedürftige Abfälle entsorgt. Hinzu kommen 64.000 t belastete Gewässersedimente aus dem Teltowkanal, die zum Schutze des Wasserwerks Johannisthal entfernt wurden.

Die Gesamtausgaben für die Maßnahmen beliefen sich bis Ende 2006 auf 136 Mio. €, wovon 95 Mio. € vom Bund übernommen wurden. In diesen Zahlen sind die Eigenanteile der Freigestellten für die Sanierungsmaßnahmen in der Regel in Höhe von 10% nicht enthalten. Die jährlichen Ausgaben seit 1994 zeigt die Abbildung (Abb. 5.2-7). Hieraus ist zu erkennen, dass seit 1996 im Durchschnitt ca. 10 Mio. € pro Jahr zur Umsetzung der Maßnahmen benötigt werden.

Im ökologischen Großprojekt Berlin sind nahezu alle gefahrenrelevanten grundstücksübergreifenden und grundstücksbezogenen Maßnahmen begonnen worden. Sechs Grundstücke konnten bereits nach umfangreichen Boden- und Grundwassersanierungsmaßnahmen vollständig saniert werden.

Auf der Grundlage der heutigen Erkenntnisse ist davon auszugehen, dass die Bearbeitung des Großprojektes bis zum Jahr 2010 weitgehend abgeschlossen sein wird. Einige Sicherungsmaßnahmen müssen darüber hinaus langfristig weiterbetrieben bzw. dauerhaft überwacht werden.

Altablagerungen

Deponieüberwachungsprogramm

Im Rahmen der Erfassung von Altlasten wurden innerhalb des Stadtgebietes Berlins 857 Altablagerungen identifiziert. In den ehemaligen Gewerbe- und Industriebetrieben entstanden große Abfallmengen aus Gewerbe- und Produktionsrückständen. Zusätzlich mussten große Hausmüllmengen sowie kriegsbedingte Trümmerschuttmassen in einer Größenordnung von ca. 80 Mio. m³ entsorgt werden. Die Nachkriegszeit und die spätere Insellage des Westteils Berlins erschwerte die Abfallentsorgung. Das zu entsorgende Material wurde in mehr oder weniger geordnete Deponien verbracht, zu Trümmerbergen aufgeschüttet oder aber auch zur Auffüllung von Kiesgruben, Bodensenken, Kanälen sowie Gewässeraltarmen genutzt. Erst seit 1972 wird mit dem Abfallbeseitigungsgesetz die geordnete Beseitigung von Abfällen geregelt.

Gemäß eines Senatsbeschlusses aus dem Jahre 1982 wurde ein Konzept entwickelt zur Suche nach ungeordneten Stoffablagerungen im Boden und im Wasser, die geeignet waren, die Gesundheit von Menschen, Tieren und Pflanzen zu schädigen.

Als Ergebnis wurde das Berliner Altlastensuch- später Deponieprogramm konzipiert. Neben der Erkundung der räumlichen Lage einer Ablagerung und deren Abfallinventar ist die Errichtung von Grundwassermessstellen im Grundwasseran- und abstrom und die analytische Beurteilung der Grundwassersitua-

in €

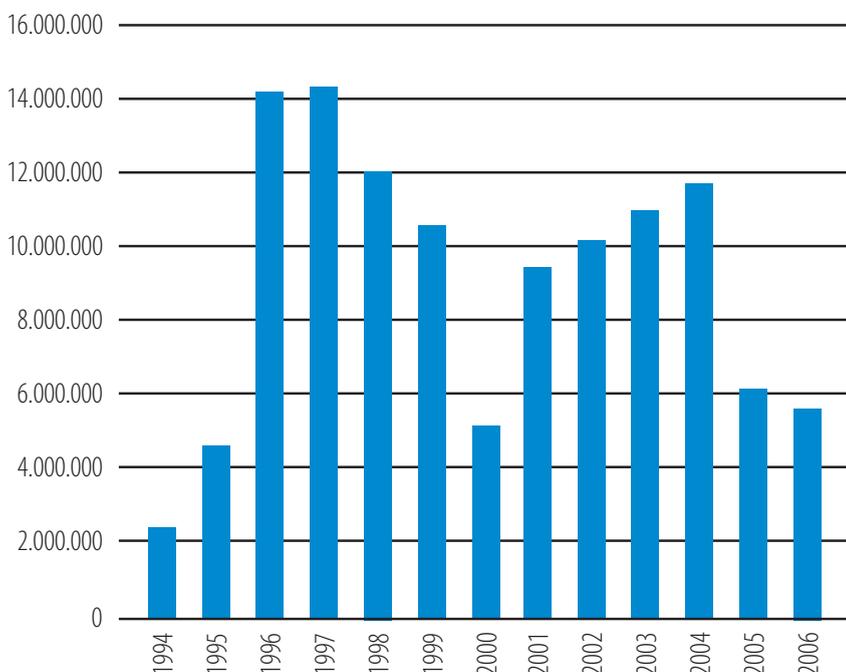


Abb. 5.2-7 Sanierungskosten in den Jahren von 1994 - 2006

tion zentrale Aufgabe des Programms. Insgesamt wurden dabei über 950 Grundwassermessstellen errichtet und beprobt. Seit 1994 wurden systematisch Messdaten erhoben und in einer Datenbank erfasst, die stoffliche Schwankungsbreiten und kurz- und langfristige Veränderungen der Grundwasserbeschaffenheit erkennen lässt.

Nach der Zuständigkeitsverlagerung ordnungsbehördlicher Aufgaben des Bodenschutzes in die Berliner Bezirke 2001 führt die Senatsverwaltung das Deponieprogramm ausschließlich an Altablagerungen in den Trinkwasserschutzgebieten weiter fort. Überwachungen außerhalb des Zuständigkeitsbereiches der Senatsverwaltung wurden 2006 beendet. Die bodenschutzrechtliche Verantwortlichkeit der Grundwasserüberwachung an den Berliner Hausmülldeponien ging 2005 an die Berliner Stadtreinigungsbetriebe (BSR) über.



Abb. 5.2-8 Blick auf eine ehemalige Hausmülldeponie

Ehemalige Hausmüllablagerungen in Berlin

Mit der Änderung des Berliner Betriebegesetzes im Jahr 2004 wurden die Aufgaben der Berliner Stadtreinigungsbetriebe (BSR) im Hinblick auf die Erfüllung der deponiebezogenen, bodenschutzrechtlichen Nachsorgepflichten insbesondere für die ehemaligen Müllverbringungsstandorte der BSR im Berliner Stadtgebiet ergänzt, da diese Altablagerungen auf Grund ihres Alters und Betriebsendes nicht unter die geltende Deponierichtlinie fallen und somit als altlastenverdächtige Flächen oder Altlasten nach Bundes-Bodenschutzgesetz zu behandeln sind (Abb. 5.2-8).

Zwischen den BSR und der für den Umweltschutz zuständigen Senatsverwaltung wurde in diesem Zusammenhang vereinbart, dass alle von den BSR beschickten Altablagerungen im Berliner Stadtgebiet hinsichtlich eventueller Gefährdungen der relevanten Wirkungspfade zu bewerten und nachsorgend zu sichern, zu sanieren oder zu überwachen sind.

Insgesamt 38 Standorte wurden über Recherchen und Listenverzeichnisse der Müllabladepätze in Berlin definiert. Bei acht dieser Standorte ist der Hausmüllanteil gegenüber dem Gesamtinventar untergeordnet. In der Standortverteilung spiegelt sich die besondere politische Situation Berlins in der Nachkriegszeit

wider. So liegen 36 Standorte im Gebiet des ehemaligen West-Berlin und lediglich zwei Standorte im ehemaligen Ostteil der Stadt. Hier wurde nach dem 2. Weltkrieg der Ost-Berliner Hausmüll grundsätzlich auf Mülldeponien außerhalb des Berliner Stadtgebietes verbracht. Die 38 Ablagerungsstandorte weisen sehr unterschiedliche Ablagerungszeiträume und Ablagerungsvolumina auf. Die Beendigung der standortbezogenen Schüttungen liegt dabei zwischen den Jahren 1948 und 1983. Die kleineren Altablagerungen wurden in der unmittelbaren Nachkriegszeit beschickt. Zu den größten Altablagerungen mit einem Ablagerungsvolumen von mehr als 1 Mio. m³ Hausmüll zählen die Standorte Wannsee, Lübars, Marienfelde, Egelpfuhl, Rohrbruchwiesen, Dörferblick und Köppchensee.

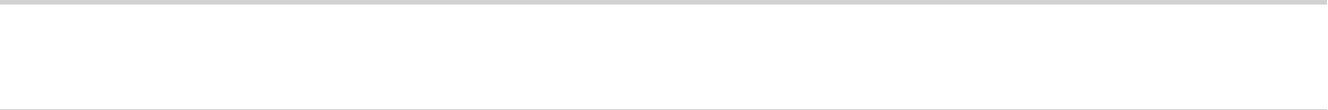
Für die 38 Standorte liegt ein unterschiedlicher Erkenntnisstand zu den verschiedenen Gefährdungspfaden (Grundwasser, Boden, Deponiegas) vor. Für die überwiegende Anzahl an Altablagerungen wurde im Rahmen des Deponieprogramms bereits ein Grundwassermonitoring errichtet und durchgeführt, seit 2005 durch die BSR. Ziel ist es, alle 38 Standorte in einem Zeitraum von ca. 15 Jahren durch geeignete Maßnahmen zu sichern oder zu sanieren (Abb. 5.2-9).



Abb. 5.2-9 Sicherung der Deponie Wannsee

Anhang





6. Anhang

Glossar

A

Absenktrichter

die eingetiefte ► [Grundwasserdruckfläche](#) im Absenkungsbereich einer Grundwasserentnahme

aerob

unter Einfluss von Luft bzw. Sauerstoff lebend oder ablaufend. Aerobe Stoffwechselprozesse laufen nur in Gegenwart von Luftsauerstoff ab

anaerob

ohne Einfluss von Luft bzw. Sauerstoff lebend oder ablaufend. Der Gegensatz ist ► [aerob](#)

anthropogen

vom Menschen ausgehende Beeinflussung

Anzeige

Arbeiten, bei denen so tief in den Boden eingedrungen wird, dass unmittelbar oder mittelbar auf die Bewegung oder die Beschaffenheit des Grundwassers eingewirkt werden kann, insbesondere die Errichtung und der Betrieb von Brunnen, sind von dem Unternehmer vorher der Wasserbehörde anzuzeigen

Aufschüttungshorizont

Bereich, der künstlich aufgefüllt ist und mit Schadstoffen belastet sein kann

B

bindig

Eigenschaft des Bodens oder Lockergesteins. Bindige Substrate (z. B. ► [Schluff](#) und Ton) halten im trockenen Zustand mehr oder weniger fest zusammen und wirken als ► [Grundwasserhemmer](#). Lockergesteine sind bindig, wenn mehr als 15 Gewichtsprozent der Körner kleiner als 0,06 mm sind

Biotope

ein bestimmter Lebensraum bzw. eine Lebensstätte einer Artengemeinschaft mit einer einheitlichen, gegenüber seiner Umgebung abgrenzbaren Beschaffenheit

Biotoptypen

ist ein abstrahierter Typus aus der Gesamtheit – hinsichtlich bestimmter Parameter – gleichartiger Biotope, z.B. Hochmoor, Meeresstrand, Trockenrasen, Teich, Höhle, Buchenwald

Bodenbakterien

im Boden lebende Bakterien, die wegen ihrer hohen Individuenanzahl eine bedeutende Gruppe bilden

Braunkohleflöz

Schicht aus Braunkohle. Braunkohle ist ein aus Zersetzung von Pflanzenresten durch Inkohlung entstandenes brennbares Gestein

Brunnenpfeife

Maßband zum Messen des ► [Grundwasserspiegels](#) in Grundwassermessstellen. Beim Auftreffen des Lotes auf den Grundwasserspiegel ertönt ein Pfiff

BTEX

Abkürzung für die aromatischen Kohlenwasserstoffe Benzol, Toluol, Ethylbenzol und die Xylole

Buntsandstein

unterster Abschnitt des Erdzeitalters der ► [Trias](#)

D

Datenlogger

Messgerät zum automatischen Aufzeichnen des Wasserstandes

diskordant

liegen zwei Schichten eines Gesteinskomplexes mit einer (großen) zeitlichen Lücke oder einem unterschiedlichen Winkel übereinander, so spricht man von diskordanter Lagerung oder Diskordanz

DOC

gelöster organischer Kohlenstoff

DVGW

Deutsche Vereinigung des Gas- und Wasserfaches

E

Eozän

unterer Abschnitt des Erdzeitalters des ► [Tertiärs](#)

erodieren

Abtragen des vorhandenen Gesteins z. B. durch Gletscher oder Flüsse. Dabei können z. B. Erosionsrinnen entstehen

Ersatzvornahme

Maßnahmen zur Gefahrenabwehr, die aus Mitteln des Landes Berlin finanziert werden, da ein Sanierungspflichtiger nicht zur Sanierung herangezogen werden kann, wirtschaftlich nicht in der Lage ist, sie durchzuführen oder die Sanierungsmaßnahmen trotz rechtskräftiger Anordnung nicht durchführt. Im letzteren Fall können die Kosten mittels Leistungsbescheid zurückgefordert werden

Evapotranspiration

die Summe aus Transpiration und Evaporation, also der Verdunstung von Wasser aus Tier- und Pflanzenwelt sowie der Bodenoberfläche

F

FCKW

Fluorkohlenwasserstoff, früher als Kühlmittel eingesetzt

Flurabstand

siehe ► [Grundwasserflurabstand](#)

Freistellungsverfahren

das Umweltraumgesetz beinhaltet eine Altlastenfreistellungsklausel, auf deren Grundlage im Interesse der Beseitigung von Investitionshemmnissen, dem Erhalt oder der Schaffung neuer Arbeitsplätze, Eigentümer von Grundstücken im Ostteil der Stadt und in West-Staaken auf Antrag von den Kosten der Altlastensanierung freigestellt werden

G

geomorphologisch

die Oberflächenform der Erde beschreibend (Geomorphologie)

Geschiebemergel

ein Gemisch aus Ton, ► [Schluff](#), Sand, Kies und Geschieben, welches die Gletscher als Grundmoräne hinterließen

glazial

vom Eis geschaffen, im Zusammenhang mit Gletschern oder Eisschilden entstanden

Grundwasseranreicherung

zur Erhöhung der natürlichen ► [Grundwasserneubildung](#) wird (gereinigtes) Oberflächenwasser in künstlich angelegten Sandbecken oder in Teich-Grabensystemen versickert

Grundwasserdargebot

Summe aller positiven Bilanzglieder des Wasserhaushaltes: ► [Grundwasserneubildung](#) aus Niederschlag, ► [Uferfiltrat](#) (und künstliche ► [Grundwasseranreicherung](#)). Das nutzbare Grundwasserdargebot ist der Teil des Grundwasserdargebotes, der für die Wasserversorgung unter Einhaltung bestimmter Randbedingungen, z. B. ökologischer Art, genutzt werden kann

Grundwasserdruckfläche

gedachte Fläche, die die gemessenen Höhen aller Grundwassermessstellen eines ► [Grundwasserleiters](#) verbindet

Grundwasserflurabstand

Lotrechter Abstand von der Geländeoberkante bis zur ► [Grundwasseroberfläche](#)

Grundwassergeringleiter

siehe ► [Grundwasserleiter](#)

Grundwasserhemmer

siehe ► [Grundwasserleiter](#)

Grundwasserkörper

Ein räumlich eindeutig abgegrenztes Grundwasservorkommen innerhalb eines oder mehrerer ► [Grundwasserleiter](#)

Grundwasserleiter

Lockergestein (z. B. Sand, Kies) oder festes Gestein (z. B. Sandstein), dessen zusammenhängende Hohlräume (Poren) groß genug sind, dass Wasser leicht hindurchströmen kann. Im Gegensatz dazu wirken bindige Gesteine mit sehr kleinen oder kaum zusammenhängenden Poren als Grundwassergeringleiter bzw. Grundwasserhemmer (z. B. Geschiebemergel, Mudde) oder als Grundwasserstauer (z. B. Ton, Tonstein)

Grundwasserneubildung

Zufluss von infiltriertem Wasser zum Grundwasser. I. d. R. ist das an der Oberfläche einsickernde Niederschlagswasser abzüglich des ► [Evapotranspirationsverlustes](#) und des ► [Interflow](#). Die Grundwasserneubildung kann auch durch künstliche ► [Grundwasseranreicherung](#) erhöht werden

Grundwassernichtleiter

siehe ► [Grundwasserleiter](#)

Grundwasseroberfläche

obere Begrenzungsfläche eines ► [Grundwasserkörpers](#)

Grundwasserspiegel

ausgeglichene Grenzfläche des Grundwassers gegen die Atmosphäre, wie sie z. B. in einer Grundwassermessstelle oder einem Brunnen gemessen werden kann

Grundwasserzehrung

Verdunstung von Grundwasser bei sehr geringem ► [Grundwasserflurabstand](#) (< ein Meter)

guter chemischer Zustand

Der gute chemische Zustand des Oberflächenwassers wird anhand von Umweltqualitätsnormen mit EU-weiter Gültigkeit bestimmt. Dabei sind die Qualitätsziele einschlägiger Gewässerschutzrichtlinien maßgeblich. Es erfolgt eine einfache Klassifikation in Abhängigkeit davon, ob die relevanten Umweltqualitätsnormen eingehalten werden oder nicht.

Der „gute chemische Zustand“ des Grundwassers gilt als erreicht, wenn im Grundwasser keine Anzeichen für einen anthropogen bedingten Zustrom von Salzwasser zu erkennen ist und die nachgewiesenen Stoffkonzentrationen diejenigen Qualitätsnormen nicht überschreiten, die in anderen Rechtsvorschriften der Gemeinschaft für Grundwasser gelten. Weiterhin muss die Grundwasserqualität gemäß WRRL so sein, dass keine negativen Auswirkungen auf die mit dem Grundwasser in Verbindung stehenden Oberflächengewässer und Landökosysteme zu befürchten sind.

guter mengenmäßiger Zustand

ein guter mengenmäßiger Zustand des Grundwassers liegt vor, wenn langfristig nicht mehr Grundwasser entnommen wird, als für die Oberflächengewässer und die mit dem Grundwasser verbundenen ► [Landökosysteme](#) verträglich ist. D. h. die Entnahmen dürfen nicht größer sein als das ► [nutzbare Dargebot](#). Es darf auch kein ► [anthropogen](#) bedingter Zustrom von Salzwasser hervorgerufen werden

guter ökologischer Zustand

ein Gewässer befindet sich in einem guten ökologischen Zustand, wenn seine spezifischen Eigenschaften wie das Vorkommen bestimmter Tiere und Pflanzen nicht wesentlich von dem Zustand abweicht, den man bei einem vom Menschen unbeeinflussten Gewässer desselben Gewässertyps erwarten kann

H

Halokinese

schwerkraftbedingte Salzbewegung durch Gebirgsaufblast, die zu Kissen- (► [Salzkissen](#)) oder diapirartigen Aufwölbungen führen kann

Hauptgrundwasserleiter

großer zusammenhängender Grundwasserleiter, der überwiegend zur Trinkwasserversorgung genutzt wird

Holozän

jüngster Abschnitt des Erdzeitalters des ► [Quartärs](#) beginnend vor 11.200 Jahren

Hydrogeologie

Lehre von den geologischen Eigenschaften der Gesteine in Hinblick auf ihre Leit- und Speicherfähigkeit für Grundwasser

hydrostatischer Druck

hydraulischer Schweredruck, den jede Flüssigkeit infolge ihrer eigenen Gewichtskraft erfährt

I

Interflow

oder auch Zwischenabfluss: oberflächennaher lateraler Wasserfluss zu den Oberflächengewässern in der ungesättigten Zone (oberhalb des Grundwassers)

Isochrone

Linie gleicher Fließzeit

Isotherme

Linie gleicher Temperatur

J

Jura

Erdzeitalter zwischen 206 und 144 Millionen Jahren vor unserer Zeit

K

Keuper

oberster Abschnitt des Erdzeitalters der ► [Trias](#)

Kontamination

Verunreinigung des Bodens oder des Grundwassers mit Schadstoffen

Kreide

Erdzeitalter zwischen 144 und 65 Millionen Jahren vor unserer Zeit

L

Langsamfilter

ein Langsamfilter besteht aus einer mindestens 1 m mächtigen Schicht Feinsand und wird zur Aufbereitung von Wasser mit einer Geschwindigkeit von 0,05 – 0,25 m pro Stunde durchsickert

LAWA

Bund/Länderarbeitsgemeinschaft Wasser

LCKW

leichtflüchtige chlorierte Kohlenwasserstoffe. Eine Gruppe von stark gesundheitsschädlichen, in der Natur nicht vorkommenden Stoffen

LHKW

leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe

Lichtlot

Maßband zum Messen des ► [Grundwasserspiegels](#) in Grundwassermessstellen. Beim Auftreffen des Lotes auf den Grundwasserspiegel leuchtet eine Lampe auf

Lithosphäre

äußere Erdschale von etwa 100 km Dicke, die die Erdkruste und Teile des Erdmantels enthält

Lockergestein

noch nicht verfestigtes Gestein: z. B. Torf, Mudde, Sand, Kies, Ton, Geschiebemergel

M

Mikroorganismen

mikroskopische Kleinstlebewesen wie Bakterien, Einzeller, niedere Algen und Pilze

Miozän

oberer Abschnitt des Erdzeitalters des ► Tertiärs

Monitoring-Programm

Erkundungsprogramm

Mudde

Seesediment, aus organischem Material. Wurde früher auch als Faulschlamm bezeichnet

Muschelkalk

mittlerer Abschnitt des Erdzeitalters der ► Trias

N

NHN

siehe Normalhöhennull

Normalhöhennull

Normalhöhennull (NHN) ist die Bezugsfläche für Höhen über dem Meeresspiegel im Deutschen Haupthöhennetz 1992. Seit Ende der 1990er wird in ganz Deutschland das Höhensystem auf Normalhöhen zum Nullpunkt des Amsterdamer Pegels umgestellt. Die Höhen in diesem System werden in Meter über Normalhöhennull (m ü. NHN) angegeben. NHN wurde eingeführt, da für die Höhen über Normalnull das tatsächliche Schwerefeld der Erde nicht berücksichtigt wurde.

nutzbares Grundwasserdargebot

siehe ► Grundwasserdargebot

O

Ökosystem

System der Gemeinschaft und Abhängigkeiten zwischen Lebewesen verschiedener Arten untereinander und zu ihrem Lebensraum

Oligozän

mittlerer Abschnitt des Erdzeitalters des ► Tertiärs

P

PAK

polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe

Paläozän

unterster Abschnitt des Erdzeitalters des ► Tertiärs

PBSM

Pflanzenbehandlungs- und Schädlingsbekämpfungsmittel

PCB

Polychlorierte Biphenyle

Perm

Erdzeitalter zwischen 296 und 251 Millionen Jahren vor unserer Zeit

pH-Wert

Wert für die Aggressivität von Säuren und Basen (Laugen)

Pleistozän

unterster Abschnitt des Erdzeitalters des ► Quartärs

Pliozän

oberster Abschnitt des Erdzeitalters des ► Tertiärs

Q

Quartär

Erdzeitalter von 1,8 Millionen Jahren vor unserer Zeit bis heute

quartäre Inlandvereisung

flächenhafte Vergletscherung kontinentalen Ausmaßes während des ► [Quartärs](#)

R

Randsenke

in einem Bereich, in dem im Untergrund Salz in einer Salzstruktur abwandert (► [Halokinese](#)), entsteht eine Senke mit erhöhter Sedimentmächtigkeit an der Oberfläche

Redoxzonierung

charakteristische Abfolge von Reduktions- und Oxidationsprozessen verursacht durch mikrobielle Stoffwechsellätigkeiten. Dabei wird durch Verbrauch des jeweils energetisch günstigeren Oxidationsmittels – in der Reihenfolge von Sauerstoff, Nitrat, Eisen/Mangan und Sulfat – organische Substanz abgebaut. In Folge ändert sich das hydrochemische Milieu von ► [aerob](#) über ► [anaerob](#) bis zu reduzierenden Bedingungen

Rohwasser

Wasser, das vom Wasserwerk für die Nutzung von Trinkwasser aus einem Grundwasservorkommen entnommen wird und noch nicht aufbereitet ist

rollig

Eigenschaft des Bodens oder Lockergesteins. Rollige Substrate (z. B. Sand und Kies) haben keine plastischen Eigenschaften und wirken als ► [Grundwasserleiter](#). Lockergesteine sind rollig, wenn weniger als 15 Gewichtsprozent der Körner kleiner als 0,06 mm sind

Rotliegendes

unterster Abschnitt des Erdzeitalters des ► [Perms](#)

Rupelton

marine Tonschicht aus dem mittleren ► [Oligozän](#)

S

Salzkissen

flache, durch Salzbewegung (► [Halokinese](#)) entstandene Aufwölbung

Salzwasserstockwerk

Grundwasserstockwerk, dessen Grundwasser eine hohe Konzentration von gelösten Salzen, überwiegend Natriumchlorid (Kochsalz), besitzt

Schluff

Kornfraktion mit einem Korndurchmesser von 0,002 – 0,063 mm. Diese feine Kornfraktion besitzt ► [bindige Eigenschaften](#)

Senktrichter

siehe ► [Absenktrichter](#)

Süßwasserstockwerk

Abfolge mehrerer z. T. hydraulisch miteinander verbundener ► [Grundwasserleiter](#) und ► [Grundwassergeringleiter](#), deren Grundwasser als Trinkwasser nutzbar ist

T

Trias

Erdzeitalter zwischen 251 und 206 Millionen Jahren vor unserer Zeit

U

Uferfiltrat

Bezeichnung für Grundwasser, das in der Nähe der Oberflächengewässer durch Versickerung von Oberflächenwasser aus dem natürlichen Gewässerbett gebildet wird

univariate Statistik

wenn nur „eine“ Variable ausgewertet wird, sprechen wir von univariater Statistik. Z. B. ein Vergleich der durchschnittlichen Luftfeuchtigkeit an zwei verschiedenen Orten

V

Variogrammanalyse

Die Variographie untersucht die Messwerte auf ihre räumliche Korrelation. Das Ausmaß dieser räumlichen Abhängigkeit wird über eine Variogrammfunktion ermittelt. Das Variogramm beschreibt die halben, mittleren quadratischen Differenzen von räumlich verteilten Messwerten in Abhängigkeit ihres Abstandes voneinander.

Verockerung

Durch Änderungen der Redoxbedingungen werden Ausfällungen und Anlagerungen von Eisen- und Manganverbindungen durch Oxidation von zweiwertigen Eisen- und Manganverbindungen, meist unter Mitwirkung von Mikroorganismen, gebildet.

Verschmutzungsempfindlichkeit

Je länger das Sickerwasser in der ungesättigten Zone verweilt, bevor es auf die Grundwasseroberfläche trifft, desto geringer ist die Verschmutzungsempfindlichkeit des Grundwassers.

W

Wärmestrom

oder Wärmefluss ist diejenige Wärmemenge, die pro Zeiteinheit durch eine bestimmte Fläche übertragen wird. Die Einheit ist W/m^2

wasserbehördliche Genehmigung

Genehmigungen sind erforderlich für Wasser-versorgungsanlagen, deren Herstellung eine Bohrung von mehr als 15 m erfordert oder die mehr als $6.000 m^3$ Grundwasser jährlich fördern sowie für Maßnahmen in Wasserschutzgebieten

wasserbehördliche Erlaubnis

Die Benutzung des Grundwassers bedarf der wasserbehördlichen Erlaubnis. Die Erlaubnis ist nicht erforderlich für Brunnen zur Bewässerung des nichtgewerbsmäßigen Gartenbaus, einschließlich der Grünflächen sowie für den Haushalt und bei der Benutzung des Grundwassers in geringen Mengen zu einem vorübergehenden Zweck.

Wassergebrauch

Man spricht von Wassergebrauch und nicht Wasserverbrauch, da Wasser immer wieder neu gebildet wird und deshalb nicht verbraucht werden kann.

Wasserkörper

Im Sinne der Wasserrahmenrichtlinie versteht man unter einem (Oberflächen)wasserkörper einen „einheitlichen und bedeutenden Abschnitt“ eines Gewässers (s. a. ► [Grundwasserkörper](#)).

Weichsel-Kaltzeit

Kaltzeit innerhalb des ► [Pleistozäns](#) zwischen 115 und 10,2 Tausend Jahren vor unserer Zeit

Z

Zechstein

oberster Abschnitt des Erdzeitalters des ► [Perms](#)

Zechsteinsalze

Salzgesteine, die während des ► [Zechsteins](#) in flachen Meeren durch Verdunstung des Wassers entstanden sind

Literatur und Links zum Internet

- BERLINER LISTE 2005:
Bewertungskriterien für die Beurteilung von Grundwasserverunreinigungen in Berlin. – Amtsblatt für Berlin, Abl. Nr. 35 vom 22.07.2005, S. 2683–2692.
- BUND DER INGENIEURE FÜR WASSERWIRTSCHAFT, ABFALLWIRTSCHAFT UND KULTURBAU e. V. (BWK [Hrsg.]) (2007):
Ermittlung des Bemessungsgrundwasserstandes für Bauwerksabdichtungen. – Merkblatt 8, Sindelfingen (im Druck).
- BTU (2003):
Erstellung von Karten zur Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung zur Erfüllung der gesetzlichen Aufgaben für die Europäische Wasserrahmenrichtlinie (EU-WRRL). – Bericht der Brandenburgischen Technischen Universität Cottbus, der Hydor Consult GmbH sowie der Heinkele Bodenconsult an die Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, Berlin (unveröff.).
- BUWAL (2003)
Grundwasser. – Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern
- DIN 18130, TL.1 (1989):
Bestimmung des Wasserdurchlässigkeitsbeiwertes, Laborversuche. – DIN Deutsches Institut für Normung e.V.; Beuth Verlag Berlin.
- DARKOW, P. (1998):
Berliner Wasserrecht: Schutz der Trinkwasservorkommen. – wasserwirtschaft wassertechnik, Heft 8, S. 45–47, Berlin.
- FUGRO & HYDOR (2002):
Hydrochemische Charakterisierung des Grundwassers in Berlin. – Gutachten im Auftrag der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung Berlin, (unveröff.).
- GCI & AKS (1998):
Hydrogeologisches Strukturmodell für das Wasserwerk Tiefwerder. – Gutachten im Auftrag der Berliner Wasserbetriebe und der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, Königs Wusterhausen & Frankfurt/O. (unveröff.).
- GERSTENGARBE, F.-W., BADECK, F., HATTERMANN, F., KRYSANOVA, V., LAHMER, W., LASCH, P., STOCK, M., SUCKOW, F., WECHSUNG, F. & P.C. WERNER (2003):
PIK-Report Nr. 83, Studie zur klimatischen Entwicklung im Land Brandenburg bis 2055 und deren Auswirkungen auf den Wasserhaushalt, die Forstwirtschaft und Landwirtschaft sowie die Ableitung erster Perspektiven. – Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung, Potsdam.
- GIBERT, J., STANFORD J.A., DOLE-OLIVIER M.-J. & J.V. WARD (1994):
Basic attributes of Groundwater Ecosystems and Prospects for Research. In: Gibert, J., D.L. Danielopol and J.A. Stanford (ed.) (1994): Groundwater Ecology. – Academic Press. San Diego. 7–40.
- HANNAPPEL, S. & A. LIMBERG (2007):
Ermittlung des Flurabstands des oberflächennahen Grundwassers in Berlin. – Brandenburgische Geowiss. Beitr., 14, 1, S. 65–74, Kleinmachnow.
- HÖLTING, B. (1996):
Hydrogeologie: Einführung in die allgemeine und angewandte Hydrogeologie. – 5. überarb. u. erw. Aufl., 114 Abb., 46 Tab.; Enke Verlag, Stuttgart.
- HYDOR (2003):
Risikoabschätzung diffuser Schadstoffquellen für das Berliner Trinkwasser. – Gutachten im Auftrag der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung Berlin (unveröff.).
- JAHN, D. (2000):
Sicherheitskonzept für Berlin, wasserwirtschaft wassertechnik, Heft 1, S. 10–16, Berlin.
- LaWA (2004):
Ableitung von Geringfügigkeitsschwellenwerten für das Grundwasser. – Hrsg.: Länderarbeitsgemeinschaft Wasser, Kulturbuchverlag GmbH, Berlin.
- LfU (2001):
Atlas des Grundwasserzustandes in Baden-Württemberg. – Hrsg.: Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, Reihe Grundwasserschutz, 19, Karlsruhe.
- LIMBERG, A. & J. THIERBACH (2002):
Hydrostratigrafie von Berlin – Korrelation mit dem Norddeutschen Gliederungsschema. – Brandenburgische Geowiss. Beitr., 9, 1/2, S. 65–68, Kleinmachnow.
- LÜHR, H.-P. & G. SCHULZ-TERFLOTH (1992):
Konzeption zur Ausweisungspraxis von Wasserschutzgebieten in Berlin. – Institut für wassergefährdende Stoffe an der TU Berlin, Gutachten für die Senatsverwaltung f. Stadtentwicklung und Umweltschutz, unveröff. Berlin.
- RUMM, P., HAHN, H. – J. & S. RICHTER (2006):
Möglichkeiten und Grenzen biologischer Bewertungsansätze für das Ökosystem Grundwasser. – UBA Bericht.
- SCHULZ-TERFLOTH, G. (1998):
Die Gestaltung der Trinkwasserschutzzonen, ihre Ausweisung und Festsetzung, Zukunft Wasser. – Dokumentation zum Symposium zur Nachhaltigkeit im Wasserwesen in der Mitte Europas. S. 77–81, Senatsverwaltung f. Stadtentwicklung, Umweltschutz und Technologie, Berlin.
- SENSTADTUM (1986):
Das Grundwasser in Berlin – Bedeutung, Probleme, Sanierungskonzeptionen. – Besondere Mitteilungen zum Gewässerkundlichen Jahresbericht des Landes Berlin, Hrsg.: Der Senator für Stadtentwicklung und Umweltschutz, Berlin.
- SIEBERT (1956):
Geologische und hydrogeologische Untersuchungen im Bereich des Wasserwerkes Grunewald. – Berliner Wasserwerke (unveröff.).
- SCHLEYER & KERNDORFF (1992):
Die Grundwasserqualität westdeutscher Trinkwasserressourcen. – VCH Verlagsgesellschaft, Weinheim.
- SOMMER-VON JARMERSTEDT (1998):
Erkundung des nutzbaren Süßwasserspeichers für Berlin – Dokumentation zum Symposium zur Nachhaltigkeit im Wasserwesen in der Mitte Europas. S. 72–76, Senatsverwaltung f. Stadtentwicklung, Umweltschutz und Technologie, Berlin.
- STOCK, M. / POTSDAM-INSTITUT FÜR KLIMAFOLGENFORSCHUNG (PIK) (2007):
freundliche Mitteilung per Mail, Potsdam
- TRINKWV (2001):
Verordnung über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch (Trinkwasserverordnung – TrinkwV). Bundesgesetzblatt, Teil 1, S. 959–980.
- VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE (VDI [HRSG.]) (2001):
Thermische Nutzung des Untergrundes. – Erdgekoppelte Wärmepumpenanlagen. Richtlinie 4640, Blatt 2, Düsseldorf.
- WURL (1995):
Die geologischen, hydraulischen und hydrochemischen Verhältnisse in den südwestlichen Stadtbezirken von Berlin. – Berliner Geowiss. Abh. (A), 172: 164 S., Berlin.

Grundwasserneubildung

www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/umweltatlas/i217.htm

Verweilzeit des Sickerwassers

www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/umweltatlas/i216.htm

Grundwassergleichenkarte

www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/umweltatlas/if212.htm

Flurabstandskarte

www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/umweltatlas/ib207.htm

Informationen zum Brunnenbau

www.berlin.de/sen/umwelt/wasser/grundwasser/de/brunnenbau.shtml

Karte zur Grundwassertemperatur

www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/umweltatlas/i214.htm

Erdwärmeleitfaden

www.berlin.de/sen/umwelt/wasser/wasserrecht/pdf/leitfaden-erdwaerme.pdf

Niederschlagswasserversickerung

www.berlin.de/sen/umwelt/wasser/regenwasser/index.shtml

Dokumentation der Umsetzung der EG-Wasserrahmenrichtlinie in Berlin (Bestandsaufnahme)

www.berlin.de/sen/umwelt/wasser/download/wrrl-doku2004.pdf

Allgemeine Informationen zur Wasserrahmenrichtlinie

www.wasserblick.net

Bodenschutzvorsorge

www.berlin.de/sen/umwelt/bodenschutz/de/vorsorge/

Ansprechpartner zu Fragen rund um das Grundwasser

Senatsverwaltung für Gesundheit,
Umwelt und Verbraucherschutz, Abteilung Integrativer Umweltschutz,
Brückenstraße 6, D – 10179 Berlin
www.berlin.de/sen/guv/

Zur Geologie und zum Grundwassermanagement des Landes Berlin berät Sie

Herr Limberg

Tel. 9025-2037

Hydrogeologische Fragestellungen beantwortet Ihnen

Frau Hörmann

Tel. 9025-2006

Auskünfte zu Grundwasserständen erhalten Sie von

Herrn Schneemann

Tel. 9025-2035

Fragen zum Baugrund beantwortet Ihnen

Frau Eichler

Tel. 9025-2007

Das Grundwassermonitoring erläutert Ihnen

Frau Kolberg

Tel. 9025-2008

Informationen zur Grundwasserqualität erteilt Ihnen

Herr Wagner

Tel. 9025-2038

Informationen zu wasserwirtschaftlichen Grundsatzfragen
und zur EG-Wasserrahmenrichtlinie erteilt Ihnen

Herr Rehfeld-Klein

Tel. 9025-2003

Wasserstände und Abflüsse von Oberflächengewässern erfahren Sie von

Frau Kalk

Tel. 9025-2452

Fragen zur Qualität der Oberflächengewässer beantwortet

Frau Köhler

Tel. 9025-2448

Auskünfte zum Wasserrecht, Fischereirecht
und EG-Richtlinien mit Wasserbezug erhalten Sie bei

Frau Darkow

Tel. 9025-2004

Informationen zu

- Baumaßnahmen im Grundwasser
- Anforderungen an Erdwärmennutzungen
- Maßnahmen in Wasserschutzgebieten
- Anzeige von Brunnenbohrungen

erteilt Ihnen

Frau Hähnel

Tel. 9025-2058

Informationen zu Regenwasserversickerungen erhalten Sie

- in Wasserschutzgebieten bei
Frau Hähnel
Tel. 9025-2058
- außerhalb von Wasserschutzgebieten bei
Frau Schulze
Tel. 9025-2057

Senatsverwaltung für Stadtentwicklung,
Abteilung Geoinformation Vermessung, Wertermittlung,
Fehrbelliner Platz 1,
D – 10707 Berlin
www.stadtentwicklung.berlin.de

Karten und Daten zu Geologie und zum Grundwasser
finden Sie im Internet unter
www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/umweltatlas/

Informationen dazu erteilen Ihnen

Herr Goedecke
Tel. 9012-2253
oder
Herr Schneider
Tel. 9012-2255

Berliner Wasserbetriebe

Neue Jüdenstraße 1 · D - 10179 Berlin
www.bwb.de

Informationen zum Thema Wasserverteilung erhalten Sie bei

Frau Vaupel
Tel. 8644 -7742

Das Grundwassermanagement der Berliner Wasserbetriebe erläutert Ihnen

Herr Günther
Tel. 8644-6663

Weitere Informationen zur Trinkwasserversorgung und Abwasserbehandlung
in Berlin finden Sie im Internet unter www.bwb.de

Bildnachweis

- C. Bach: S. 11 oben · 64
- Berliner Wasserbetriebe: S. 60 · 62 · 63 · 65 oben · 74 rechts
- Berliner Stadtreinigung: S. 118 unten
- Deutscher Wetterdienst: S. 27 unten
- A. Faensen-Thiebes: S. 48 · 102
- Thomas Glatzel, Uni Oldenburg: S. 43
- R. Fischer: S. 55
- Antje Köhler: S. 43
- Landesarchiv: S. 59
- Landesbildstelle: S. 59
- A. Limberg: Umschlag und S. 8 · 9 · 10 · 11 · 12 · 13 · 14 · 34 · 35 · 46
65 unten · 67 · 69 · 74 links · 84 · 87 · 88 · 89 · 90 · 92 · 95
- B. Machatzi: S. 56
- J. Naumann: S. 12 oben · 13 links · 113 · 116 · 118 oben
- Peter Rumm, Bayerisches Landesamt für Umwelt: S. 43
- J. Thierbach: S. 71