



Dresden.  
TU  
TU



# Umweltbericht Grundwasser



# **Umweltbericht Grundwasser**

# Inhalt

<b>Vorwort</b>	<b>4</b>	5.3.8 Schwermetalle	44
<b>1 Das Grundwasser in Dresden – Einführung</b>	<b>5</b>	5.4 Welche Temperatur hat das Dresdner Grundwasser?	45
<b>2 Grundwasser im Wasserkreislauf</b>	<b>6</b>	<b>6 Der Grundwasserstand – eine veränderliche Größe</b>	<b>48</b>
<b>3 Die geologisch/ hydrogeologische Situation – ein Blick in den Untergrund</b>	<b>9</b>	6.1 Was beeinflusst die Grundwasserstände im Stadtgebiet?	48
3.1 Der geologische Bau	9	6.2 Der Einfluss von Hochwasserereignissen auf den Grundwasserstand	52
3.1.1 Der tiefere Untergrund – Grundgebirge und Molassestockwerk	9	6.2.1 Historische Hochwasserereignisse	53
3.1.2 Das Erdmittelalter – die Ablagerungen des Kreidemeeres	9	6.2.2 Das Hochwasser vom August 2002	54
3.1.3 Die Erdneuzeit – Eiszeiten als landschaftsprägendes Element	11	6.2.3 Das Hochwasser vom April 2006	57
3.2 Die Verbreitung des Grundwassers im Untergrund	13	6.2.4 Hochwasserschäden durch Grundwasser	58
3.2.1 Unteres paläozoisch/mesozoisches Grundwasserstockwerk	14	6.2.5 Schutz vor Grundhochwasser im Stadtgebiet	59
3.2.2 Oberes pleistozänes Grundwasserstockwerk	17	6.2.6 Das Dresdner Hochwasserbeobachtungssystem für das Grundwasser	62
3.2.3 Geringmächtiges Randpleistozän	18	<b>7 Grundwassernutzung – Reserven werden nicht angetastet</b>	<b>65</b>
<b>4 Grundwasser im Naturhaushalt</b>	<b>20</b>	7.1 Grundwasservorräte im Stadtgebiet von Dresden	65
4.1 Wie entsteht Grundwasser?	20	7.1.1 Wieviel Grundwasser gibt es im Stadtgebiet und wie viel davon darf genutzt werden?	65
4.1.1 Die natürliche Grundwasserneubildung	21	7.1.2 Grundwasserdargebot und Bilanzgebiete	66
4.1.2 Naturnahe Niederschlagswasserbewirtschaftung in Dresden	22	7.1.3 Zukünftige Anforderungen an den Wasserhaushalt	69
4.2 Grundwasser als Lebensraum und Lebensgrundlage	24	7.2 Die Wasserversorgung in Dresden	70
4.2.1 Organismen im Grundwasser	24	7.2.1 Historische Entwicklung bis zur Mitte des 19. Jh.	70
4.2.2 Quellen, Wiesen, Moore – vom Grundwasser abhängige Lebensräume	24	7.2.2 Eine zentrale Wasserversorgung für Dresden	71
4.3 Die natürliche Geschüttheit des Grundwassers	28	7.2.3 Die öffentliche Wasserversorgung heute	75
<b>5 Die Beschaffenheit des Dresdner Grundwassers</b>	<b>30</b>	7.2.4 Brauchwassernutzung durch Industrie und Gewerbe	77
5.1 Welche Einflüsse bestimmen die Grundwasserqualität in Dresden?	30	7.2.5 Haus- und Gartenbrunnen	79
5.2 Die natürliche Grundwasserbeschaffenheit – Grundlage für das Erkennen von Veränderungen	32	7.3 Heizen und Kühlen mit Erdwärme und Grundwasser	80
5.3 Wie stark ist das Dresdner Grundwasser belastet?	35	7.3.1 Was ist bei der Errichtung von Erdwärmesonden zu beachten?	80
5.3.1 Leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe	35	7.3.2 Möglichkeiten zur Nutzung von Grundwasser-Wärmepumpen in Dresden	83
5.3.2 Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)	39	7.3.3 Raumklimatisierung mit Grundwasser	85
5.3.3 BTEX (Benzol, Toluol, Ethylbenzol und Xylol)	39	7.4 Bauen und Grundwasser – ein Problem?	88
5.3.4 Sulfat	40	7.4.1 Grundwasserabsenkung	89
5.3.5 Nitrat, Ammonium	42	7.4.2 Einbringen von Stoffen in das Grundwasser	89
5.3.6 Chlorid	44	7.4.3 Wenn Bauwerke den Grundwasserabfluss versperren – dauerhaftes Aufstauen, Absenken und Umleiten	89
5.3.7 Pestizide	44	7.4.4 Das dreidimensionale Dresdner Grundwassermodell	90
		7.4.5 Muss ein Bauwerk auch vor dem Grundwasser geschützt werden?	91
		7.4.6 Höchster Grundwasserstand und Bemessungsgrundwasserstand	91

<b>8</b>	<b>Grundwasserschutz – Wie wird das Dresdner Grundwasser geschützt?</b>	<b>93</b>
8.1	Vorsorgender Grundwasserschutz	93
8.2	Gesetzliche Grundlagen des Grundwasserschutzes	93
8.2.1	Die EU-Wasserrahmenrichtlinie	93
8.2.2	Wasserhaushaltsgesetz des Bundes und Sächsisches Wassergesetz	95
8.2.3	Wasserschutzgebiete	95
8.2.4	Vorsorgender Bodenschutz als Schutz des Grundwassers	98
8.3	Nachsorgender Grundwasser- und Bodenschutz – Erkundung und Sanierung von Altlasten	98
8.3.1	Die industrielle Entwicklung als Ursache für Altlasten	98
8.3.2	Ordnungsbehördliche Bearbeitung von Altlasten – wozu dient das Sächsische Altlastenkataster?	100
8.3.3	Sanierung von Altlasten im bodenschutzrechtlichen Verfahren	102
8.3.4	Sanierung von Altlasten im Zusammenhang mit Bauvorhaben	103
8.3.5	Freistellung von den Kosten für die Altlastensanierung	104
8.3.6	Kommunale Altlastensanierung und Brachflächenrevitalisierung	104
8.3.7	Kommunale Altlastensanierung und Brachflächenrevitalisierung	105
<b>Anhang</b>		<b>107</b>
	Behördenwegweiser Grundwasser	107
	Was kann jeder Einzelne tun? – Zehn Tipps für den Grundwasserschutz	107
	Glossar	109
	Verzeichnis zitierter und weiterführender Literatur	111

# Vorwort



Grundwasser ist eine unsichtbare aber lebenswichtige Ressource, die in Zukunft noch an Bedeutung gewinnen wird. Es wird nicht nur als aufbereitetes Trinkwasser im Haushalt benötigt, sondern auch zum Produzieren, Transportieren und Bewässern, zum Heizen und Kühlen genutzt. Durch Versickerung aus Niederschlägen und oberirdisch fließendem Wasser wird Grundwasser ständig neu gebildet. Grundwasser ist aber auch Lebensraum für Pflanzen und Tiere. Es ist deshalb wichtig, mit dem Grundwasser sparsam umzugehen und es vor Verunreinigungen zu schützen, damit es auch nachfolgenden Generationen in guter Qualität und ausreichender Menge zu Verfügung steht.

In der Zukunft wird der Klimawandel zu Veränderungen im Wasserhaushalt führen. Dresden muss sich bereits jetzt mit den kommenden Veränderungen auseinandersetzen und nach entsprechenden Anpassungen und Lösungen suchen. Wichtige Bausteine können dabei Flächennutzungen mit ausreichend Grün- und Freiflächen sein. Das Niederschlagswasser muss so bewirtschaftet werden, dass die Grundwasserneubildung gefördert wird.

Dieser Bericht wendet sich an alle interessierten Bürger, die gern mehr über das Dresdner Grundwasser erfahren wollen oder planen, das Grundwasser selbst zu nutzen. Er stellt fundierte und aktuelle Informationen zu Vorkommen, Nutzung, Schutz und Gefährdung des Grundwassers bereit. Er informiert aber auch über wichtige gesetzliche Pflichten. Wer Grundwasser nutzen möchte, muss die Wasserbehörde zuvor informieren. Für viele Nutzungen ist eine wasserrechtliche Entscheidung einzuholen.

Um das Grundwasser vor nachteiligen Veränderungen der Beschaffenheit und vor mengenmäßiger Beeinträchtigung zu schützen, müssen Eingriffe in den Wasserhaushalt hinsichtlich ihrer Auswirkungen zuvor fundiert beurteilt werden. Das gilt nicht nur für Wasserentnahmen zur Trink- oder Brauchwasserversorgung, sondern auch für Bauwerke die in den grundwasserführenden Bereich hineinreichen oder Anlagen zur geothermischen Nutzung des Untergrundes.

Damit eine nachhaltige Bewirtschaftung des Grundwassers ermöglicht wird und das Ziel der Wasserrahmenrichtlinie – einen guten Zustand für alle Wasserkörper zu erreichen – verwirklicht werden kann, arbeiten die Fachleute der Verwaltung eng mit Spezialisten aus wissenschaftlichen Instituten und Ingenieurbüros zusammen.

Trotz aller bereits erzielten Erfolge bei der Verbesserung der Grundwasserqualität sind noch Probleme zu lösen. Der Schadstoffeintrag in Böden und Gewässer muss weiter minimiert werden. Eine Vielzahl von Altlasten ist noch zu sanieren.

Um das Grundwasser mit seinen Funktionen im Wasserkreislauf und in den Ökosystemen als Bestandteil des Naturhaushaltes sowie als Ressource der Wasserversorgung langfristig und nachhaltig zu erhalten und zu schützen, sind daher besondere Anstrengungen notwendig. Nur so ist es möglich, kommenden Generationen wieder ein weitgehend natürliches und schadstofffreies Ökosystem Grundwasser zu hinterlassen, das allen künftigen Nutzungsansprüchen gerecht werden kann.

Das Engagement der Verwaltung allein genügt hier nicht – besonders beim vorsorgenden Grundwasserschutz ist das Mitdenken und umsichtige Handeln jedes Einzelnen gefragt.

Der vorliegende Bericht soll Sie, liebe Leserin und lieber Leser, umfassend über das Dresdner Grundwasser informieren und Ihnen Hinweise und Anregungen geben, wie Sie dazu beitragen können, unser wertvolles Grundwasser zu schützen und zu bewahren.

Dirk Hilbert  
Bürgermeister für Wirtschaft

# 1 Grundwasser in Dresden – Einführung



Abb. 1-1

Obwohl es das größte Süßwasserreservoir der Erde ist, wird dem Grundwasser im Allgemeinen nur wenig Beachtung geschenkt. Ohne das in Gletschern und Polkappen enthaltene Wasser macht das Grundwasser über 97 Prozent unserer Süßwasservorräte aus. Die verbleibenden 3 Prozent entfallen hauptsächlich auf Oberflächengewässer (Seen, Flüsse, Feuchtgebiete) sowie auf die Bodenfeuchte (Wasser, das sich in den Hohlräumen des Bodens befindet).

In der Regel ist Grundwasser nicht sichtbar, weil es – wie der Name schon sagt – fast immer im Untergrund verborgen ist und nur an relativ wenigen Stellen zu Tage tritt. Sehen kann man es jedoch in Kiesseen, wie in Sporbitz oder Zschieren, in Quellen, an denen sich der natürliche Übergang vom Grundwasser zum Oberflächenwasser vollzieht oder wenn unter Druck stehendes Grundwasser angebohrt wird und an der Erdoberfläche austritt (artesisches Grundwasser).

Die weltweite Grundwasserförderung schätzt man auf jährlich 600 bis 700 Milliarden Tonnen. Im Vergleich dazu beträgt der Verbrauch der Massenrohstoffe Kies und Sand global nur 18 Milliarden Tonnen. Der weltweite Erdölverbrauch liegt bei 3,5 Milliarden Tonnen pro Jahr /1-1/. Anders als die Rohstoffe Erdöl, Erdgas und als Erzvorkommen ist Grundwasser eine Ressource, die sich als ein Teil des Wasserkreislaufs in vielen Fällen wieder erneuert (Kapitel 2).

In den letzten Jahrzehnten hat sich die Erkenntnis durchgesetzt, dass Grundwasser mehr ist als nur eine Ressource für Trinkwassergewinnung und Industrie. Grundwasser ist ein wesentlicher Teil der Umwelt und damit ein eigenständiges Schutzgut. Als Bestandteil des Wasserkreislaufs hat es eine grundlegende Bedeutung, um Feuchtgebiete zu erhalten sowie Mindestabflüsse in Gewässer zu sichern. Damit wirkt es als Puffer in Trockenperioden. Es liefert in den trockenen Jahreszeiten den Basisabfluss für die Oberflächengewässersysteme, also jenes Wasser, das die Flüsse das ganze Jahr hindurch speist. Bei vielen europäischen Flüssen stammen mehr als 50 Prozent des Jahresabflusses aus dem Grundwasser. In Niedrigwasserperioden kann dieser Anteil auf über 90 Prozent ansteigen /1-1/. Werden die verfügbaren Grundwasservorräte verringert und verschlechtert sich die chemische Grundwasserbeschaffenheit, so hat dies direkte Auswirkungen auf die mit dem Grundwasser verbundenen Oberflächengewässer- und Landökosysteme.

Die Beschaffenheit des Grundwassers resultiert aus Wechselwirkungen zwischen dem Niederschlagswasser und den durchflossenen Boden- und Gesteinsschichten. Welche Stoffe das Wasser aufnimmt und wie groß die Menge dieser Stoffe ist, hängt von einer ganzen Reihe verschiedener Faktoren ab. Von größter Bedeutung ist die mineralogische Zusammensetzung der Gesteine, durch die das Wasser fließt. Weitere wichtige Faktoren sind der pH-Wert des Wassers und seine

Aufenthaltsdauer im Boden, Untergrund und Grundwasserleiter selbst. Auch wenn das Grundwasser von mehr oder weniger mächtigen Boden- und Deckschichten überlagert wird, so können doch die verschiedensten (Schad-)Stoffe bis zu ihm vordringen und es verunreinigen.

In Dresden führen vor allem Einträge aus alten Industriegebieten, Deponien oder Altlastflächen zu Schadstoffbelastungen im Grundwasser. Je nach früherer Nutzung treten Verunreinigungen durch Lösemittel, Kraftstoffe, Schwermetalle und andere Stoffe auf (Kapitel 5).

Von Bedeutung für Dresden ist außerdem die Belastung des Grundwassers durch Nitrat und Sulfat. Nitrat stammt überwiegend aus der Landwirtschaft oder dem Gartenbau, denn nur ein Teil des Stickstoffs in Düngemitteln kann tatsächlich von den Pflanzen aufgenommen werden. Der Rest verbleibt im Boden und wird langsam in den tieferen Untergrund und ins Grundwasser verlagert. Zu Sulfatbelastungen im Grundwasser führen vor allem Bauschuttdeponien und die in Dresden zahlreich vorhandenen Trümmerschuttauuffüllungen.

Da sich Grundwasser nur langsam im Untergrund bewegt, können die Auswirkungen von Schadstoffeinträgen lange Zeit nachwirken. Verschmutzungen, die vor mehreren Jahrzehnten erfolgten – sei es durch die Landwirtschaft, Industrie oder andere menschliche Tätigkeiten – können noch heute und teilweise auch noch über mehrere Generationen die Grundwasserqualität gefährden. Dies wird sehr deutlich an großflächigen Altlasten, etwa Industriestandorten, bei denen es schwierig oder gar unmöglich sein kann, die Verschmutzungen mit dem derzeitigen Stand der Technik und den verfügbaren finanziellen Mitteln zügig zu beseitigen.

Außerdem haben die Erfahrungen mit solchen Sanierungen aus den letzten 20 Jahren gezeigt, dass die Schadstoffbelastungen meistens nicht vollständig beseitigt werden konnten. Selbst wenn die Verschmutzungsquellen teilweise entfernt werden, breiten sich die einmal in das Grundwasser gelangten Schadstoffe noch lange mit dem Grundwasserstrom aus. Verschmutzungen bereits im Vorfeld zu vermeiden hat folglich für den Schutz unseres Grundwassers eine elementare Bedeutung.

Grundvoraussetzung für einen effektiven Grundwasserschutz ist eine regelmäßige und systematische Überwachung des Grundwassers. Nur so lassen sich Veränderungen der Grundwasserqualität rechtzeitig erkennen und Maßnahmen zur Beseitigung von Schäden einleiten.

Abb. 1-1

Messstelle zur Überwachung der Grundwasserbeschaffenheit in der Trinkwasserschutzzone des Wasserwerkes Tolkewitz

## 2 Grundwasser im Wasserkreislauf

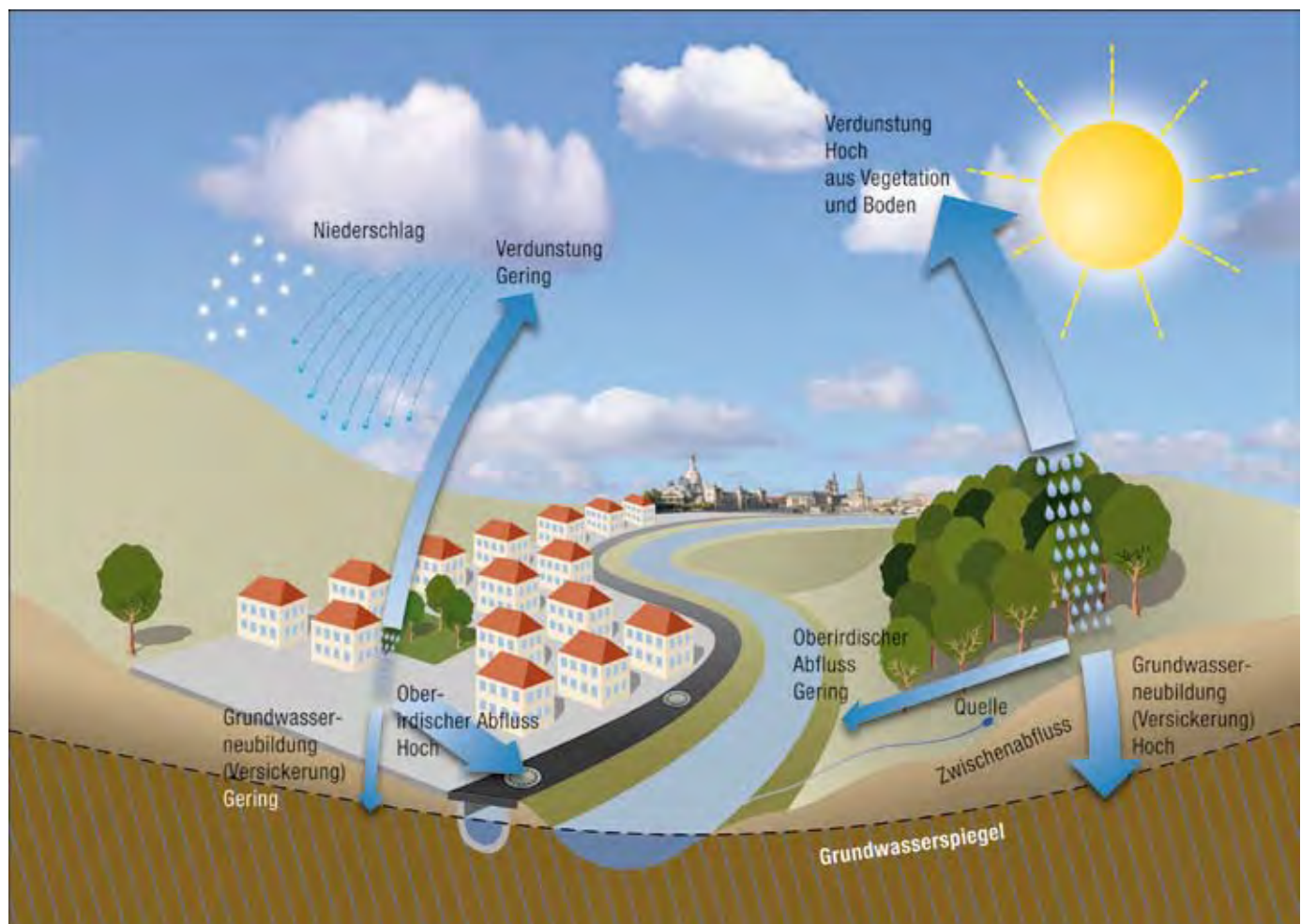
Wissenschaftlich gesprochen ist Grundwasser das Wasser, das die Hohlräume im Untergrund zusammenhängend ausfüllt und in seinen Bewegungen nur der Schwerkraft unterworfen ist. Wie alles Wasser auf der Erde befindet sich auch das Grundwasser im stetigen Kreislauf von Niederschlag, Verdunstung und Abfluss.

Der Wasserhaushalt eines Gebietes kann durch die folgende Gleichung – die Grundwasserbilanz – beschrieben werden:

Die Grundwasserbilanz in einem bestimmten Einzugsgebiet gibt Auskunft über Abfluss und Neubildung des Grundwassers, sie wird berechnet aus der jährlichen Niederschlagsrate, der Verdunstungsrate und der Abflussrate. Zusätzliche Faktoren – wie der Verbrauch des Wassers durch die Vegetation und den Menschen – müssen bei der Grundwasserbilanz Berücksichtigung finden. Aus diesen Angaben lässt sich eine Aussage über die Grundwasserneubildungsrate oder die Ab-

$$\text{Niederschlag} + \text{Gebietszuflüsse} = \text{Gebietsabflüsse} + \text{Verdunstung} \pm \text{Speicherung}$$

Abb. 2-1  
Der urban veränderte Wasserkreislauf





nahme der Grundwasserbestände in einem betrachteten Einzugsgebiet machen. Das feuchte Klima Deutschlands führt in der Regel zu einer Grundwasserneubildung in den Wintermonaten und eher zu einer Abnahme in den Sommermonaten, in denen die Verdunstungsrate höher ist. Wichtig sind Modellrechnungen zur Grundwasserbilanz, um festzustellen, wie viel Grundwasser etwa zur Trinkwassergewinnung aus einem Grundwasserleiter entnommen werden kann, ohne ein Absenken des Grundwasserspiegels mit gravierenden Folgen für das Ökosystem zu riskieren.

Während der Niederschlag als natürliche Größe in seiner Menge nicht direkt von der Landnutzung eines Gebietes abhängt, können Gebietszu- und -abflüsse sowie die Verdunstung menschlichen Einflüssen unterliegen. Das Verhältnis von versiegelter und unversiegelter Landfläche sowie die Verteilung von Wald- und Grünflächen haben entscheidenden Einfluss auf die Wassermenge, die in einem Gebiet verdunstet. Natürliche Gebietszuflüsse sind die Zuflüsse durch oberirdische Gewässer sowie Zuflüsse in den Grundwasserleitern. Auch bei den Abflüssen aus einem Gebiet gibt es oberirdische und unterirdische Anteile.

In Abbildung 2-2 ist eine zusammenfassende Abschätzung der Wassermengen für den Wasserhaushalt im Stadtgebiet von Dresden einschließlich der Beziehungen zwischen den Wasserflüssen dargestellt.

Im gesamten Stadtgebiet fallen im Jahr durchschnittlich 697 Liter Niederschlag auf einen Quadratmeter Fläche. Das entspricht im Jahresdurchschnitt einer täglichen Wassermenge von 627 000 m<sup>3</sup>. Mehr als die Hälfte davon fließt oberirdisch ab, wird von Pflanzen aufgenommen oder verdunstet wieder. Die Verdunstungsmenge wird mit rund 351 000 m<sup>3</sup>/d abgeschätzt. Im Jahresdurchschnitt sind das etwa 390 Liter

pro Quadratmeter. Rund 119 000 m<sup>3</sup>/d vom Niederschlag versickern und tragen zur Neubildung von Grundwasser bei, während etwa 75 000 m<sup>3</sup>/d direkt in der Kanalisation gefasst werden.

Zum oberirdischen Zufluss in das Stadtgebiet trägt naturgemäß die Elbe am stärksten bei. Die Elbe durchfließt das Stadtgebiet auf einer Länge von 30 km. Der durchschnittliche Abfluss beträgt etwa 324 m<sup>3</sup>/s. Das heißt, bei Mittelwasser fließen täglich etwa 28 Millionen m<sup>3</sup> Elbwasser durch Dresden.

Die Gewässer erster Ordnung Weißeritz und Lockwitz führen rund 280 000 m<sup>3</sup> Wasser pro Tag in das Stadtgebiet. Die Gewässer zweiter Ordnung (die kleineren Fließgewässer) tragen mit etwa 51 000 m<sup>3</sup>/d zum Gebietszufluss bei. Über das Grundwasser werden rund 9 200 m<sup>3</sup>/d an Wasser dem Stadtgebiet von Dresden zugeführt (Zufluss im Bereich des quartären Grundwasserleiters im Osten der Stadt).

Abb. 2-3  
Elbe im Stadtzentrum



Abb. 2-4  
Prießnitz in der Dresdner Heide



Abb. 2-2  
Der Wasserhaushalt des Stadtgebietes Dresden (nach /2-1/)

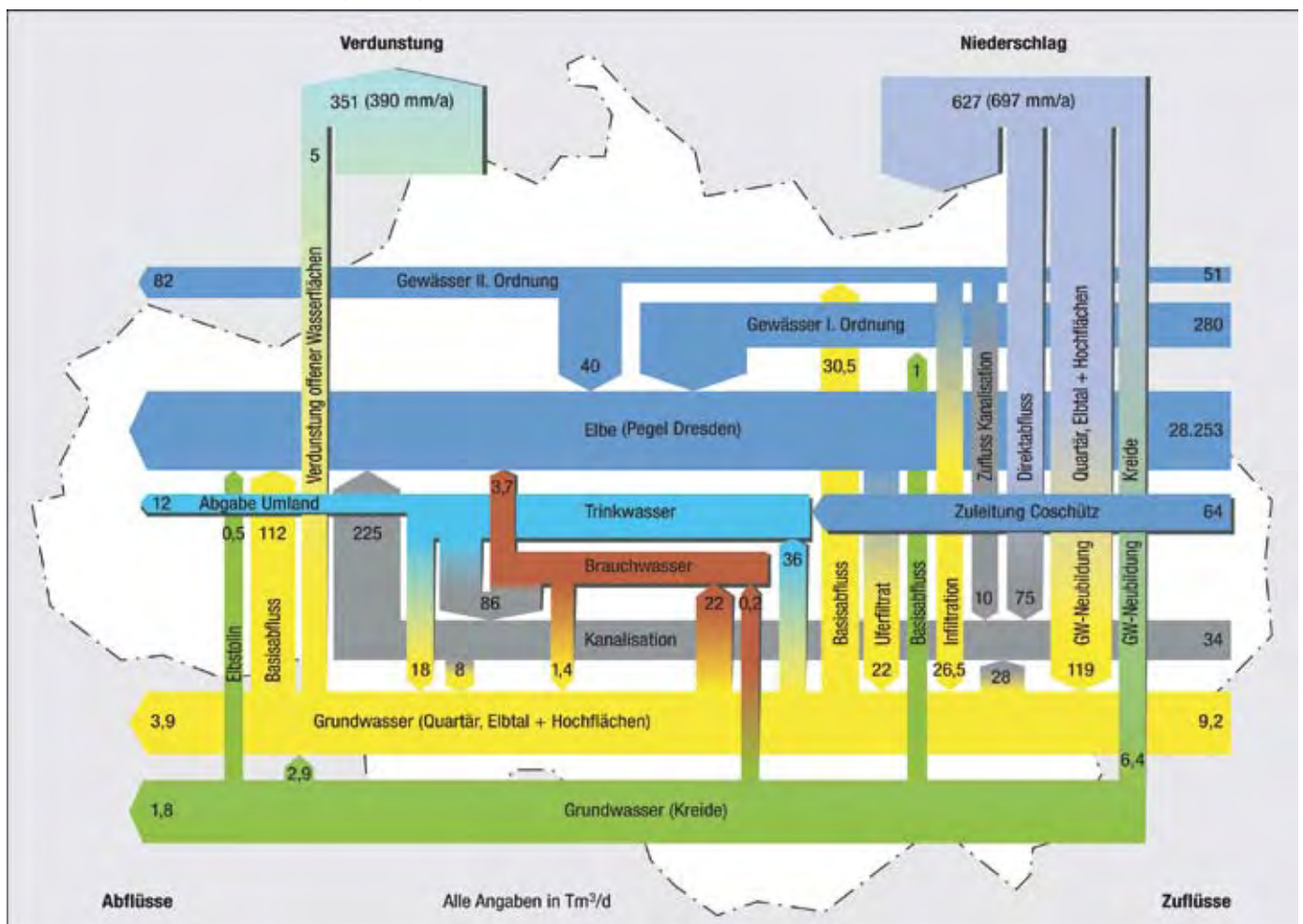




Abb. 2-5  
Die Kanalisation – eines der Wassernetze im Untergrund (Quelle: SE Dresden GmbH)



Abb. 2-6  
Blick auf die Kläranlage in Kaditz (Quelle: SE Dresden GmbH)

Der Stadt fließt jedoch nicht nur Wasser zu. Sowohl oberirdisch in den Gewässern als auch unterirdisch in den Grundwasserleitern fließt Wasser aus dem Stadtgebiet heraus. Während die Gewässer erster Ordnung ihr Wasser in die Elbe abgeben, führen die Gewässer zweiter Ordnung etwa 82 000 m<sup>3</sup>/d aus dem Stadtgebiet von Dresden in die Gewässersysteme der Großen Röder und der Wesenitz ab.

Für den oberen, quartären Grundwasserleiter (vgl. Kapitel 3) wurden 46 500 m<sup>3</sup>/d an unterirdischen Zuflüssen über die Ränder des Grundwasserleiters abgeschätzt. Dazu kommen rund 2 900 m<sup>3</sup> als Speisung aus dem gespannten unteren Kreide-Grundwasserleiter. An der nordwestlichen Stadtgrenze gibt der Grundwasserleiter etwa 3 900 m<sup>3</sup>/d in Richtung Meißen ab. In die Elbe strömen aus dem Grundwasserleiter über die gesamte Flusslänge innerhalb der Stadtgrenzen im Mittel rund 112 000 m<sup>3</sup>/d ab.

Der natürliche Wasserhaushalt des unteren Kreidegrundwasserleiters wird mit etwa 6 400 m<sup>3</sup>/d durch die Grundwasserneubildung gespeist. Die Neubildungsflächen liegen am südlichen Stadtrand von Dresden zwischen Lockwitz und Briesnitz. Auf Grund der unterirdischen Morphologie des Kreide-Grundwasserleiters fließen an der Stadtgrenze rund 1 800 m<sup>3</sup> Grundwasser täglich ab, davon rund 1 400 m<sup>3</sup>/d in Richtung Pirna und 400 m<sup>3</sup>/d in Richtung Radebeul/Meißen. Im Bereich des Lockwitztales gibt der Kreide-Grundwasserleiter etwa 1 000 m<sup>3</sup>/d in den Vorfluter Lockwitz ab.

Für die Beschreibung des Wasserhaushaltes einer Großstadt wie Dresden sind außer den natürlichen Größen auch die anthropogenen, also vom Menschen verursachten Einflüsse zu beachten. Bestimmend sind hierbei vor allem die Bebauung und Versiegelung von Flächen mit Ableitung des Regenwassers in die Kanalisation sowie die Wassergewinnung für Trink- und Brauchwasser.

Für den gesamten Bedarf an Trink- und Brauchwasser in Dresden ist die natürliche Grundwasserneubildung auf der Fläche des quartären Grundwasserleiters (42 000 m<sup>3</sup>/d) bei weitem nicht ausreichend. Von der im Regelbetrieb durch die DREWAG Stadtwerke Dresden GmbH in das Netz eingespeisten Trinkwassermenge in Höhe von 100 000 m<sup>3</sup>/d stammt der überwiegende Teil (im Regelbetrieb rund 64 000 m<sup>3</sup>/d) aus den Talsperren des Erzgebirges. Das Talsperrenwasser bildet damit den drittgrößten Zufluss zum Wasserhaushalt der Stadt Dresden. Etwa 36 000 m<sup>3</sup> Trinkwasser werden pro Tag aus dem Grundwasserleiter in Dresden gewonnen, davon 19 500 m<sup>3</sup>/d aus Uferfiltrat der Elbe (vgl. Kap. Wasserversorgung). Von der gesamten aufbereiteten Trinkwassermenge werden etwa 12 000 m<sup>3</sup>/d an Versorgungsnetze außerhalb von Dresden abgegeben.

Aus dem quartären Grundwasserleiter werden im Tagesdurchschnitt etwa 22 000 m<sup>3</sup> Wasser für Brauchwasserzwecke gefördert. Etwa 1 Pro-

zent davon (rund 250 m<sup>3</sup>/d) entfällt auf erlaubnisfreie Nutzungen zum Beispiel zur Gartenbewässerung. Aus dem Kreide-Grundwasserleiter werden gegenwärtig lediglich 0,2 m<sup>3</sup>/d an Brauchwasser entnommen. Für die Gewinnung von Trinkwasser wird der Kreide-Grundwasserleiter derzeit nicht genutzt. Er bildet damit eine städtische Reserve für die Versorgung in Notzeiten, die vor Beeinträchtigungen sorgfältig zu schützen ist.

Die unterirdischen Leitungssysteme (Trinkwassernetz und Kanalnetz) können für den Wasserhaushalt des quartären Grundwasserleiters nicht unberücksichtigt gelassen werden. Trotz der bereits unternommenen Anstrengungen zur Sanierung der unterirdischen Rohrleitungsnetze gibt es sowohl aus dem etwa 2 500 km langen öffentlichen Trinkwassernetz und den privaten Hausanschlussleitungen als auch aus der Kanalisation Netzverluste in das Grundwasser. Andererseits nimmt die Kanalisation in den Bereichen, in denen sie im Grundwasser liegt, bis zu 28 000 m<sup>3</sup>/d an Grundwasser auf.

Insgesamt fließen der Kläranlage Kaditz im Mittel etwa 225 000 m<sup>3</sup>/d an Mischwasser zu. Davon kommen rund 34 000 m<sup>3</sup>/d aus Netzen außerhalb von Dresden (Freital, Radebeul und Pirna). Der Anteil des in die Kanalisation abgeleiteten Abwassers in Dresden beträgt im Mittel 86 000 m<sup>3</sup>/d. Der Rest des Mischwassers besteht aus Niederschlagswasser von versiegelten Flächen sowie Ableitungen aus Oberflächengewässern /2-1/.

# 3 Die geologisch/hydrogeologische Situation – ein Blick in den Untergrund

## ■ 3.1 Der geologische Bau

Vom geologischen Aufbau eines Gebietes, von der Beschaffenheit und Lagerung der Gesteine werden das Landschaftsbild und die Landnutzung aber auch der Grundwasserhaushalt geprägt, denn Art und Ablagerungsform der Gesteinsschichten bilden die wesentlichen Randbedingungen für eine mögliche Grundwasserführung.

Die in Dresden heute vorhandenen Gesteine sind zu ganz verschiedenen erdgeschichtlichen Zeiten abgelagert worden. Die ältesten Gesteine finden sich im Nordosten des Stadtgebietes. Die hier anstehenden und zum Teil von Heidesanden und Dünen bedeckten Gesteine des kristallinen Grundgebirges (Lausitzer Granodioritmassiv) sind erdgeschichtlich dem Präkambrium zuzuordnen und damit rund 600 Millionen Jahre alt. Die jüngsten Schichten sind nacheiszeitliche Auensedimente in den Bach- und Flussauen der Dresdner Flüsse. Deren Ablagerung findet auch heute noch statt und wird nach größeren Hochwasserereignissen wie im August 2002 für jedermann sichtbar.

Der erdgeschichtliche Werdegang hat dem Dresdner Raum eine gegenüber anderen deutschen Großstädten ungewöhnliche Vielfalt geologischer Verhältnisse hinterlassen. Die Ursache: im Großraum Dresden werden zwei alte Bereiche der Erdkruste mit unterschiedlicher geologischer Entwicklung – Erzgebirge und Lausitzer Massiv – durch eine mindestens 600 Millionen Jahre alte geotektonisch aktive Struktur getrennt. Diese Struktur wird als Elbelineament bezeichnet und ist Teil einer größeren Schwächezone der Kontinentalkruste, die sich parallel zum Südwestrand der Osteuropäischen Tafel über 500 km vom Gifhorner Trog (zwischen Salzgitter und Gifhorn gelegen) bis zum Nordrand der Karpaten verfolgen lässt /3.1-1/.

### 3.1.1 Der tiefere Untergrund – Grundgebirge und Molassestockwerk

Das Grundgebirge der Elbtalzone wird von einem alten Schiefergebirge sowie von unterschiedlich alten magmatischen Gesteinskomplexen gebildet. Im Norden und Osten des Stadtgebietes sind es die neoproterozoischen Gesteine des Lausitzer Granodioritmassivs, die nach Süden durch den Dohnaer Biotitgranodiorit und die Schiefer und Grauwacken des proterozoischen Elbtalschiefergebirges begrenzt werden.

Während der variszischen Gebirgsbildung sind diese Gesteine gefaltet und verschoben worden. Gegen Ende der Hauptfaltungsphase (vor etwa 320 Millionen Jahren) drang das Meißner Granitoidmassiv mit Syenodioriten (neue Bezeichnung: Monzonite) und verschiedenen Granitoiden auf, das den tieferen Untergrund im westlichen Teil des Stadtgebietes bildet.

Über dem im Laufe weniger Millionen Jahre wieder abgetragenen Gebirge lagerten sich besonders im Meißner Gebiet Porphyre und Porphyrtuffe ab. Im Döhlener Becken entstanden mächtige Rotliegendablagerungen, die aus Porphyriten, Tuffen, Konglomeraten, Sandsteinen, Schiefertönen und geringmächtigen Steinkohleflözen bestehen. Im Oberrotliegenden entstanden durch das Abrutschen von Gerölllawinen an den Hängen der damals aktiven Vulkane über 100 Meter mächtige Hangschuttablagerungen, die sogenannten Rhyolit-Fanglomerate der Bannewitzer Schichten. Ein selbständiges Verbreitungsgebiet von Rotliegendesedimenten im Dresdner Stadtgebiet bildet das durch den Monzonit von Coschütz/Ockerwitz vom Döhlener Becken abgetrennte Briesnitzer Becken. Diese vor etwa 290 Millionen Jahren durch die Abtragung des variszischen Gebirges entstandenen Ablagerungen werden auch als Molassestockwerk bezeichnet.

### 3.1.2 Das Erdmittelalter – die Ablagerungen des Kreidemeeres

Gesteine aus Trias, Jura und Unterkreide sind im Bereich Dresden nicht vorhanden. Erst in der Oberkreide, im Cenoman, drang das Kreidemeer auf das Dresdner Gebiet vor. Dieses Vordringen (Transgression) ist anhand der Auflagerung der hellen marinen Ablagerungen auf dem dunklen Grundgebirgsgestein besonders gut im Plauenschen Grund zu erkennen.

Die Sedimente der oberen Kreide weisen sowohl in der Vertikalen als auch in der Horizontalen eine erhebliche Differenzierung auf. Grund sind untermeerische Schwellen und Klippen, an denen andere Sedi-

Abb. 3.1-1  
Ratssteinbruch in Dresden-Dölzchen (heller Pläner über rotem Monzonit)





Abb. 3.1-2  
Quadersandstein



Abb. 3.1-3  
Plänersandstein

mente entstanden als im Inneren des Kreidebeckens. In Dresden wurden vor allem im Cenoman und Turon (das sind Abschnitte der Kreidezeit) Sedimente abgelagert.

Von besonderer Bedeutung sind für Dresden die cenomanen Sandsteine und Konglomerate der Oberhäslicher Schichten, der sogenannte Quadersandstein, der Mächtigkeiten von 10 Meter im Bereich Kauscha und bis zu 40 Meter in 400 Meter Tiefe an der Lausitzer Überschiebung erreicht. Aufgrund seiner Wasserleitfähigkeit bildet er den kretazischen Grundwasserleiter. Die Sandsteinformationen werden überlagert von der cenoman-turonen Übergangszone mit dem sogenannten plenus-Basiston, der als Grundwasserstauer fungiert. Darüber folgen turone Ablagerungen von Plänersandsteinen und -mergeln, deren Mächtigkeit vom ehemaligen Beckenrand südlich der Stadtgrenze nach Norden kontinuierlich zunimmt. Der Pläner ist ein plattig brechendes, festes, hellgraues, sehr feinkörniges kieseliges Gestein mit sehr hohen Anteilen an kalkigem Bindemittel /3.1-2/.

Pläner ist dabei eine Lokalbezeichnung für die unter marinen Bildungsbedingungen entstandenen und an Karbonat, Schluff und Ton

sehr wechselnden oberkretazischen Sedimente im sächsischen Raum. Der Pläner ist keinesfalls als Grundwasserstauer zu betrachten, sondern infolge seiner stark schwankenden Klüftigkeit durchaus teilweise wasserführend. Grundwasserstauend wirken vor allem die in der Pläner-Abfolge auftretenden Tonhorizonte. In seinem obersten Bereich ist der Pläner in einen grünlich-grauen, manchmal auch leicht gelblichen Ton von wenigen Zentimetern bis zu einem Meter Mächtigkeit umgewandelt. Diese Zersatzzone des Pläners bildet den Grundwasserstauer für die darüberliegenden pleistozänen Sedimente. Im Bereich Lockwitz/Luga ist der Pläner sehr tiefgründig zu tonigem Lehm zersetzt und wurde in zahlreichen Lehmgruben zur Ziegelherstellung abgebaut.

In der höheren Oberkreide (Coniac, vor etwa 85 Millionen Jahren) wurde das Elbelineament wieder aktiv. An der Lausitzer Überschiebung wurden Teile des Lausitzer Massivs um bis zu 500 Meter emporgehoben und teilweise auf die jüngeren Gesteine der Kreide aufgeschoben. Morphologisch besonders gut sichtbar ist diese Überschiebung am Nordrand des Dresdner Elbtales, wo die Dresdner Elbhänge eine charakteristische Geländestufe bilden.

Abb. 3.1-4  
Dresdner Elbhänge bei Wachwitz



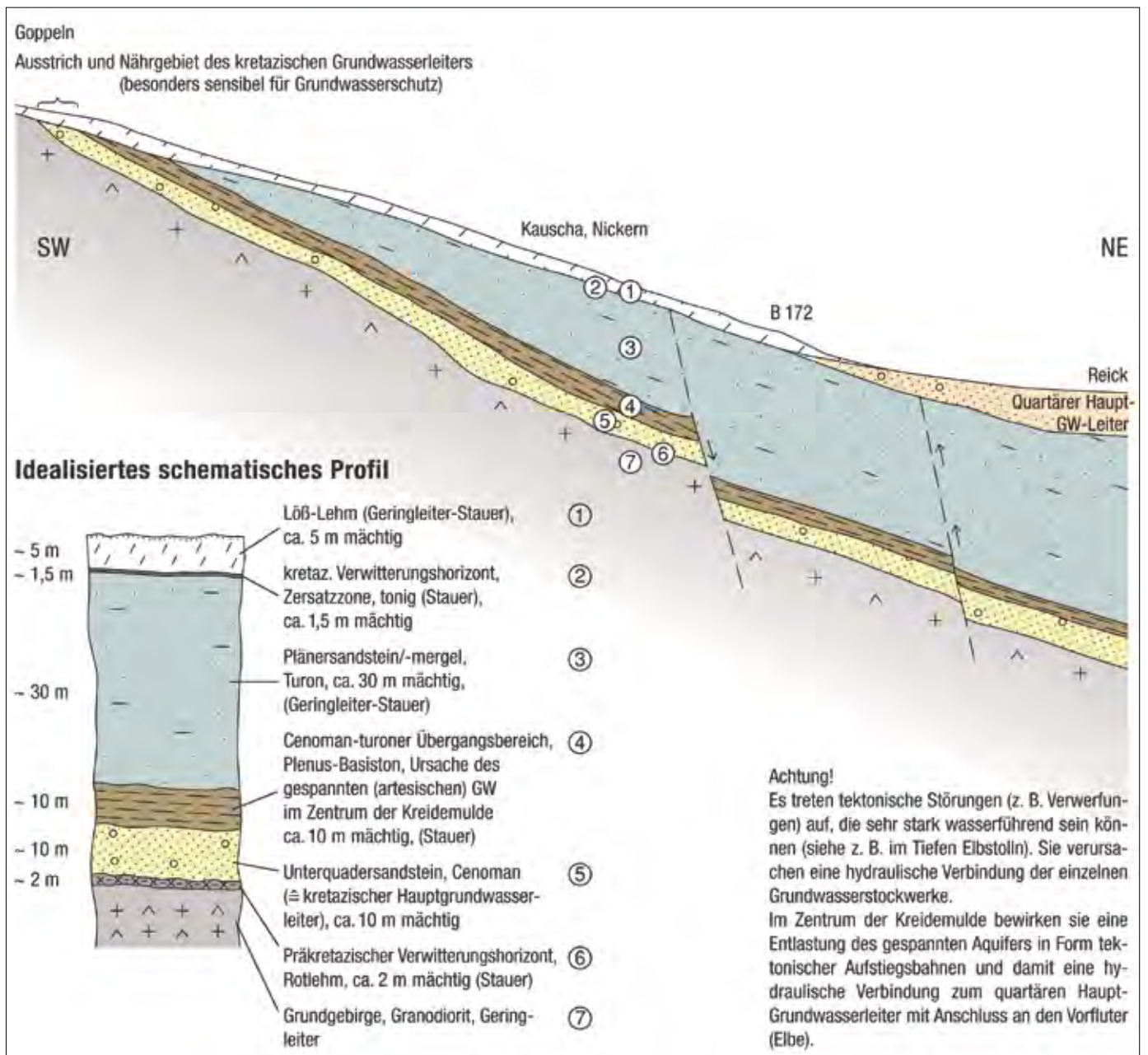


Abb. 3.1-5  
Geologische Verhältnisse im Raum Kauscha – Reick (Autor: L. Fuhrmann)

Als Ergebnis dieser tektonischen Bewegungen sind die Gesteine der Oberkreide heute schräg gestellt und fallen mit einer Neigung von etwa 1 bis 5 Grad nach Nordosten ein – man sieht es gut an der Autobahn Prag – Dresden im Einschnitt bei Altfranken. Dadurch stehen die cenomanen Sandsteine auf den südlichen Randhöhen Dresdens an der Oberfläche an, während sie an der Lausitzer Überschiebung in über 300 Meter Tiefe zu finden sind.

### 3.1.3 Die Erdneuzeit – Eiszeiten als landschaftsprägendes Element

Die geologische Neuzeit umfasst Tertiär und Quartär. Tertiäre Bildungen sind in Dresden kaum vorhanden. Das Quartär gliedert sich in das Pleistozän und das noch nicht abgeschlossene Holozän.

Das Pleistozän als Zeitalter der Eiszeiten ist dabei gekennzeichnet durch einen mehrfachen Wechsel von Kaltzeiten (Glazialen) und Warmzeiten (Interglazialen). Das Stadtgebiet Dresden war nur während der

Elstereiszeit vom Inlandeis bedeckt. Komplexe Aufschotterungs- und Wiederabtragungsprozesse, bei denen sich die Elbe und die Elbnebenflüsse in die jeweils zuvor abgelagerten Terrassensedimente mehr oder weniger tief einschnitten, fanden jedoch auch in der Saale- und der Weichselkaltzeit statt. In den dazwischenliegenden Interglazialen kam es zu Auenbildungen – ähnlich der heutigen Elbaue. Die dabei abgelagerten Sedimente sind bereichsweise als stauende Zwischenschichten erhalten geblieben.

Die Elbe fließt erst seit dem späten Unterpleistozän (vor etwa 1 Million Jahren) durch Dresden und benutzte dabei bis zur Elster-Eiszeit zunächst ein heute mit jüngeren Sedimenten aufgefülltes Tal, das von Blasewitz nach Nordwesten über Klotzsche in Richtung Großenhain verlief. Während des 2. Elstereisvorstoßes wurde dieses Tal verschüttet und gleichzeitig das heutige Elbtal durch die Gletscher ausgeräumt. Die Elbe sowie die Elbnebenflüsse begannen die heutige Elbtalweitung aufzuschottern. Dadurch entstand die sogenannte tiefere Mittelterrasse, die die Basis der quartären Ablagerungen im heutigen Elbtal bildet. Sie

besteht in ihrem unteren Bereich vor allem aus hoch wasserdurchlässigen Mittel- bis Grobkiesen (auch als Elbschotter bezeichnet), die durch starkes Auftreten von Geröllen und Steinen (zum Teil mit Durchmessern bis zu 80 cm) sowie durch gute Wasserwegsamkeit und Ergiebigkeit gekennzeichnet sind. Typische Durchlässigkeitswerte für diese frühpleistozänen Bildungen liegen bei  $> 10^{-3}$  m/s.

Während der Saaleeiszeit lag der Eisrand wahrscheinlich unmittelbar nördlich des Stadtgebietes. Er staute die Elbe zu einem weit nach Südosten reichenden See auf, in dem ein mehrere Meter mächtiger Bänderton abgelagert wurde. Dieser ist heute noch im Bereich der Albertstadt erhalten. Besonders charakteristische Bildungen der Saaleeiszeit sind die sogenannten Heidesande, die sich zwischen Graupa und Niederau als terrassenähnliches Gebilde am nördlichen Elbtalhang entlang ziehen. Nach neueren Untersuchungen handelt es sich dabei um Sandersedimente, die vom nördlich gelegenen Saaleeisrand nach Süden in das Elbtal flossen und bis auf die heute noch erhaltene „Hellerterrasse“ wieder weitgehend erodiert wurden. Die äußerst gleichkörnigen Mittelsande erreichen maximale Mächtigkeiten von etwa 60 Meter. Sie sind jedoch im Wesentlichen der Aerationzone zuzuordnen, also grundwasserfrei. Typische Durchlässigkeitsbeiwerte liegen im Bereich von etwa  $2 \cdot 10^{-4}$  m/s. In den Sandgruben am Kannenhenkel und an der Radeburger Straße wurden diese Heidesande abgebaut.

der Neustadt verbreitet. Während späterer Abschnitte der Weichselzeit verlief die Elbe von Leuben her über Seidnitz, Striesen, den Großen Garten und die Altstadt nach Übigau und Kaditz. Es entstand die Tiefere Niederterrasse.

Besondere Verhältnisse herrschen in der südlich der Altstadt befindlichen Niederterrassenbucht. Hier tritt eine Wechsellagerung von Elb- und Nebenflussschottern auf, die mit Schluffen verzahnt sein können. Den Abschluss der weichselzeitlichen Flussablagerungen bilden Tallehne von 0,5 bis 2 maximal auch bis zu 4 Meter Mächtigkeit, die an der Basis in Sande übergehen.

Auch die am südlichen Elbhang befindlichen mächtigen Lößbildungen (Löß, Löß- und Gehängelehme, Schuttdecken) sind während der Weichselzeit als äolische (durch den Wind bedingte) Bildungen entstanden. Die Mächtigkeit des Lößlehms schwankt von wenigen Dezimetern bis zu maximal 14 Meter im Bereich Mockritz. Im Bereich der Talaue sind die pleistozänen Ablagerungen durch holozäne Auelehme von 1,5 bis 2,5 Meter Mächtigkeit überdeckt.

Nördlich der Lausitzer Überschiebung ändert sich das bisher beschriebene Bild grundlegend. Hier treten über dem paläozoischen Grundgebirge lokal begrenzte Lockergesteinsablagerungen auf, die in ihrer Wasserführung stark differieren. Nach ihrer Entstehung sind vor allem durch den Wind (äolisch) umgelagerte, reliktsche glazifluviatile



Abb. 3.1-6  
Mächtige Hellersandablagerungen im Sandtagebau Radeburger Straße

Während der Weichselkaltzeit lag der Eisrand im südlichen Brandenburg. In Dresden sind die weichselzeitlichen Bildungen in eine mehr sandig-kiesige, frühglaziale „Höhere Niederterrasse“ und eine jüngere, vorwiegend kiesige, hochglaziale „Tiefere Niederterrasse“ zu untergliedern. Die Grenzziehung ist im Elbtal zum Teil mit Unsicherheiten behaftet. Die Sedimente sind inhomogen ausgebildet. Bereichsweise kommen schluffige Einlagerungen vor, die zur Ausbildung teilgespannter Verhältnisse führen können. Die weichselzeitlichen Sedimente schnitten sich in die vorhandenen elsterzeitlichen Bildungen ein und schotterten das Elbtal weiter auf.

Ablagerungen der Höheren Niederterrasse sind linkselbisch vor allem zwischen Tolkewitz, Blasewitz und Johannstadt sowie auf der rechten Elbseite zwischen dem Schotengrund in der Dresdner Heide und

(eis- und schmelzwassergeprägte) und in Rinnenstrukturen erhaltene fluviatile Bildungen zu unterscheiden. Diese Sedimente werden als Randpleistozän bezeichnet.

Damit sind die für die geologische Entwicklung Dresdens besonders bedeutsamen Gesteinsfolgen kurz beschrieben. Außer den genannten gibt es jedoch noch eine Vielzahl weiterer Bildungen, die dieses generelle geologische Bild im Detail deutlich komplizierter gestalten. So finden sich beispielsweise im Bereich der Dresdner Heide große fossile Dünen, am südlichen Elbhang können Soliflukationsdecken auftreten, die durch Abrutschen von Hangschuttmassen entstanden sind, und eine Vielzahl unterschiedlich alter Nebenflussschotter der Weißeritz und Lockwitz überprägen die Kiese und Sande der Elbe /3.1-1/.

### 3.2 Die Verbreitung des Grundwassers im Untergrund

Die Grundwasserführung im Untergrund wird immer durch den geologischen Bau und die Tektonik eines Gebietes bestimmt. Schichten, die Grundwasser führen können, bezeichnet man als Grundwasserleiter, die dazwischen liegenden wasserundurchlässigen Gesteinsschichten als Grundwasserhemmer oder Grundwasserstauer.

In Festgesteinen wie Granit oder Schiefergesteinen zirkuliert das Grundwasser nur in Spalten und Rissen im Gestein, den sogenannte Klüften. Man nennt sie auch Kluffgrundwasserleiter (siehe Abbildung 3.2-1). Manche Gesteine wie z. B. der im tieferen Untergrund von Dresden verbreitete Quadersandstein weisen neben den Klüften auch eine Wasserführung in den Gesteinsporen auf. Sie werden deshalb als klüftig-poröse Grundwasserleiter bezeichnet.

In wasserdurchlässigen Schichten aus Sanden und Kiesen, wie sie die Eiszeiten im Dresdner Elbtal abgelagert haben, kann das Grundwasser sich flächig ausbreiten. Diese Schichten werden Porengrundwasserleiter genannt (siehe Abbildung 3.2-2).

In der Abbildung 3.2-3 ist die Verbreitung der geologischen Einheiten dargestellt.

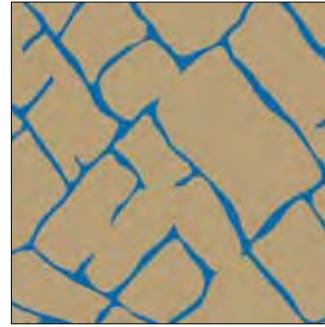


Abb. 3.2-1  
Kluffgrundwasserleiter

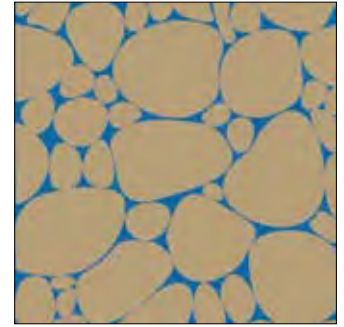
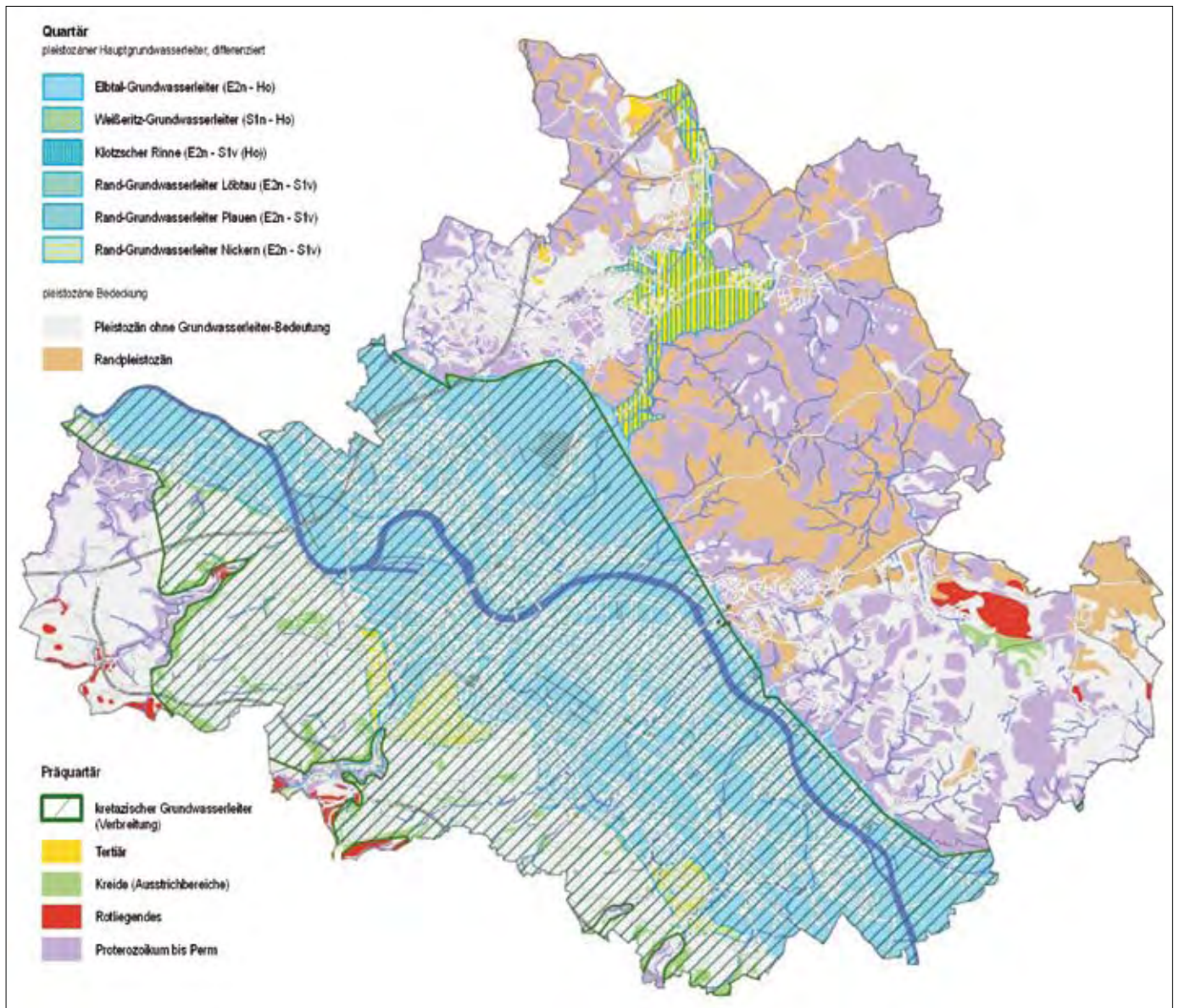


Abb. 3.2-2  
Porengrundwasserleiter

Entsprechend des geologischen Baus lassen sich in Dresden verschiedene hydrogeologische Einheiten unterscheiden:

- paläozoisch/mesozoisches Grundwasserstockwerk (Kreide/Rotliegendes)
- pleistozänes Grundwasserstockwerk (Quartär)
- Randpleistozän (Quartär)

Abb. 3.2-3  
Verbreitung der grundwasserführenden Schichten im Dresdner Stadtgebiet /3.2-1/



### 3.2.1 Unteres paläozoisch/mesozoisches Grundwasserstockwerk

#### Grundgebirge

Die Festgesteine des Lausitzer und des Meißner Massivs führen in ihren Klüften nur sehr wenig Grundwasser. In ihrem oberen Bereich weisen diese Gesteine jedoch oft eine grusige Zersatzzone auf, in der sich bei ausreichender Mächtigkeit Sickerwasser sammeln kann. Die Grund- bzw. Sickerwasserfließrichtung orientiert sich meist am Geländegefälle. Die gewinnbaren Wassermengen sind sehr gering.

#### Rotliegendes

Die Gewinnung der Steinkohle des Döhlener Beckens führte durch den Abbau der Flöze und die erforderlichen Schächte und Auffahrungen zu einem künstlichen Grundwasserleiter in der ansonsten als Grundwasserstauer wirkenden Döhlen-Formation. Nach der Einstellung des Bergbaus wurde seit 1995 auch die künstliche Wasserhaltung schrittweise beendet und begonnen, die Tiefbaue kontrolliert zu fluten. Ein großer Teil des unterirdisch zufließenden Grubenwassers wird durch den in den Jahren 1817 bis 1863 gegrabenen Tiefen Elbstolln mit seinen beiden Flügeln gefasst und zur Elbe abgeleitet. Am Endpunkt des Stollns, dem sogenannten Mundloch in Cotta, strömen jährlich etwa 2 Millionen Kubikmeter Flutungswasser in die Elbe.

Mit Stollen (im sächsischen Raum und in Eigennamen und traditionell „Stolln“ geschrieben) wird ein waagrecht oder leicht ansteigender unterirdischer Gang bezeichnet, der von der Tagesoberfläche aus in einen Berg oder Hügel getrieben wird.

Zur Anbindung der Grube Gittersee an den alten Elbstolln wird bis 2013 in 120 Meter Tiefe und auf 2,9 km Länge ein neuer Stolln unterirdisch aufgeföhren, der es ermöglichen soll, die kontrollierte Flutung sicher zum Abschluss zu bringen (Abb. 3.2-6 und 3.2-7).



Abb. 3.2-4  
Mundloch des Dresdner Elbstollns



Abb. 3.2-5  
Im alten Elbstolln



Abb. 3.2-6  
Schwere Technik im WISMUT-Stolln (Quelle: Thomas Ackermann, Wismut GmbH)



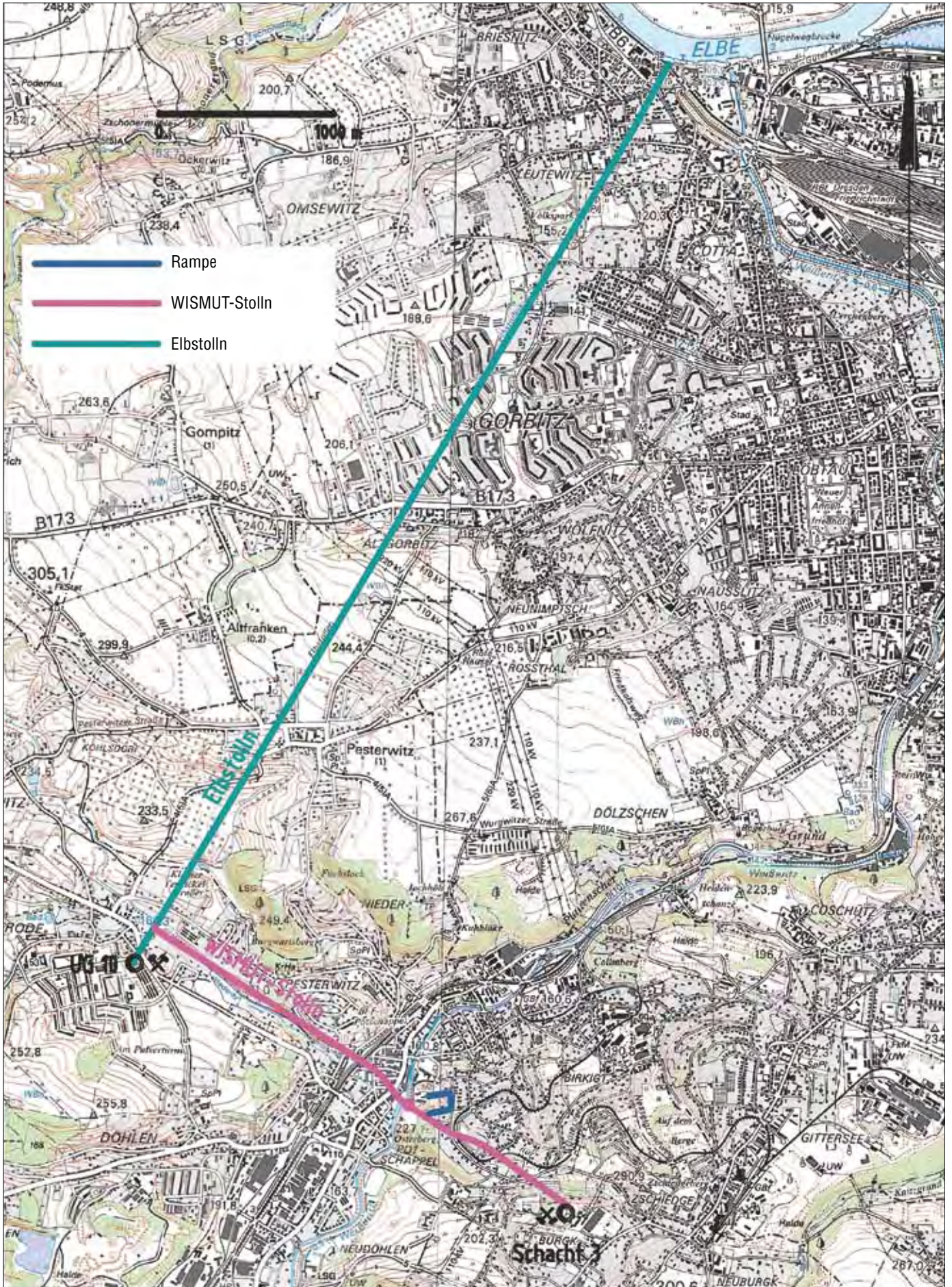


Abb. 3.2-7  
 Lage des Elbstollns (vorhanden) und des neuen WISMUT-Stollns



Abb. 3.2-8  
Brunnenhaus für einen Rotliegend-Brunnen im Kaitzbachtal



Abb. 3.2-10, Abb. 3.2-11  
Ausläufe des Artesischen Brunnens am Albertplatz (der Brunnen selbst befindet sich neben dem Hochhaus auf der westlichen Seite der Königsbrücker Straße)

Im oberen Rotliegenden führen vor allem die Fanglomerate der Bannewitz-Formation auf den Trennflächen und Klüften Grundwasser. Der Durchlässigkeitsbeiwert nach DARCY liegt hier im Durchschnitt bei etwa  $1 \cdot 10^{-6}$  m/s. In Störungszonen herrschen jedoch weitaus bessere Fließverhältnisse. Ein Beleg dafür sind die fünf Tiefbrunnen im Kaitzbachtal, von denen einer bis heute zur Wassergewinnung genutzt wird sowie die ebenfalls im Kaitzgrund gelegene Rotliegendquelle, die eine Schüttung von etwa 1 l/s aufweist.

### Kreidegrundwasserleiter

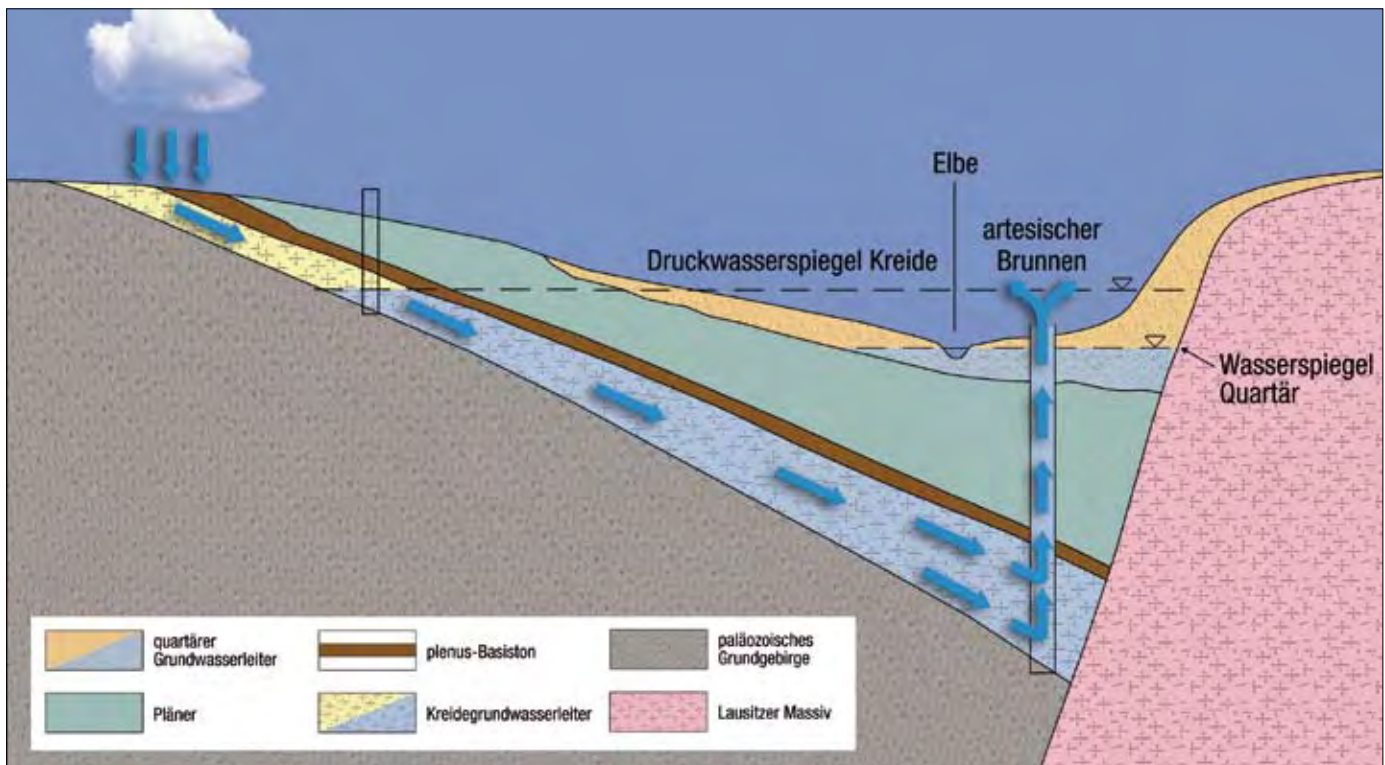
Von den kretazischen Ablagerungen sind die Quarzsandsteine und Konglomerate der Oberhäslicher Schichten (Quadersandstein) als Grundwasserleiter einzuordnen. Grundwasser bewegt sich hier sowohl auf Klüften als auch in den Poren. Die Mächtigkeit des kretazischen Grundwasserleiters hängt stark vom Relief des präkretazischen Untergrundes ab und kann an alten Inselzonen sogar völlig fehlen. Nach Nordosten nimmt die Mächtigkeit jedoch zu und erreicht an der Lau-

sitzer Überschiebung maximal 35 bis 40 Meter. Als stauende Schicht (Hangendstauer) tritt über dem Quadersandstein der sogenannte plenus-Basiston auf.

Die Neigung der grundwasserführenden Schichten nach Nordosten sowie die Überdeckung durch den stauenden plenus-Basiston bewirken in den tieferen Teilen des Grundwasserleiters gespannte Grundwasserdruckverhältnisse. Wird der Grundwasserleiter in diesem Bereich angebohrt, so tritt das Wasser artesisch, d. h. unter Druck an der Oberfläche aus. Typisches Beispiel ist der artesische Brunnen am Albertplatz.

Die Wasserdurchlässigkeit des Kreidegrundwasserleiters kann mit  $1$  bis  $9 \cdot 10^{-5}$  m/s abgeschätzt werden /3.1-1/. Die Ausstrichbereiche und damit das Nährgebiet für die wesentlichen Anteile der Grundwasserneubildung im tieferen Grundwasserleiter befinden sich im Bereich der südlichen bzw. südwestlichen Stadtgrenze. Unter der Annahme mittlerer Werte für Gefälle und Durchlässigkeit benötigt Niederschlagswasser, welches im Bereich Bannewitz in den Kreidegrundwasserleiter infiltriert, etwa 200 Jahre für den Fließweg bis zum Albertplatz.

Abb. 3.2-9  
Artesisch gespanntes Grundwasser im Dresdner Kreidegrundwasserleiter (Schematische Darstellung)



### 3.2.2 Oberes pleistozänes Grundwasserstockwerk

#### Flussschotter der Elbe

Die quartären Schotter der Elbe bilden den vorrangig im Elbtal gelegenen Hauptgrundwasserleiter im Stadtgebiet. Die Ausbreitung des pleistozänen Hauptgrundwasserleiters folgt im Wesentlichen der geologischen Struktur des Dresdner Elbtalgrabens und ist im Nordosten durch die Lausitzer Überschiebung sowie im Süden durch die Ausstrichbereiche der meist lößbedeckten kretazischen Ablagerungen begrenzt. Die Basis des pleistozänen Hauptgrundwasserleiters wird von der tonig-schluffigen Zersatzschicht der Pläner und Mergel der oberen Kreide gebildet. Die Oberkante dieser Zersatzschicht ist flachwellig ausgebildet und weist eine Gliederung durch Senken und Auftragungen auf (Abbildung 3.2-12)

Im Mittel liegt die Quartärbasis im Stadtgebiet bei etwa 92 bis 97 Meter NN. Der Grundwasserleiter selbst weist eine Mächtigkeit von etwa 15 bis 20 Meter auf, von denen im Durchschnitt etwa 10 Meter wassererfüllt sind. Der Durchlässigkeitsbeiwert der Elbschotter schwankt zwischen 0,4 und  $1,7 \cdot 10^{-3}$  m/s. Die Einheitsergiebigkeit ist vom Brunnendurchmesser und vom genauen hydrogeologischen Profil bestimmt und kann Werte von  $E = 5$  bis  $10 \text{ l/s} \cdot \text{m}$  erreichen. Der Speicherkoeffizient beträgt im Durchschnitt  $S = 0,2$ .

Das Grundwasser fließt durch die Elbschotter von beiden Seiten der Elbe zu, die damit als „Vorfluter“ für das Elbtal wirkt. Dieses grundsätzliche Strömungsbild wird durch Entnahmen, aber auch durch Auf-

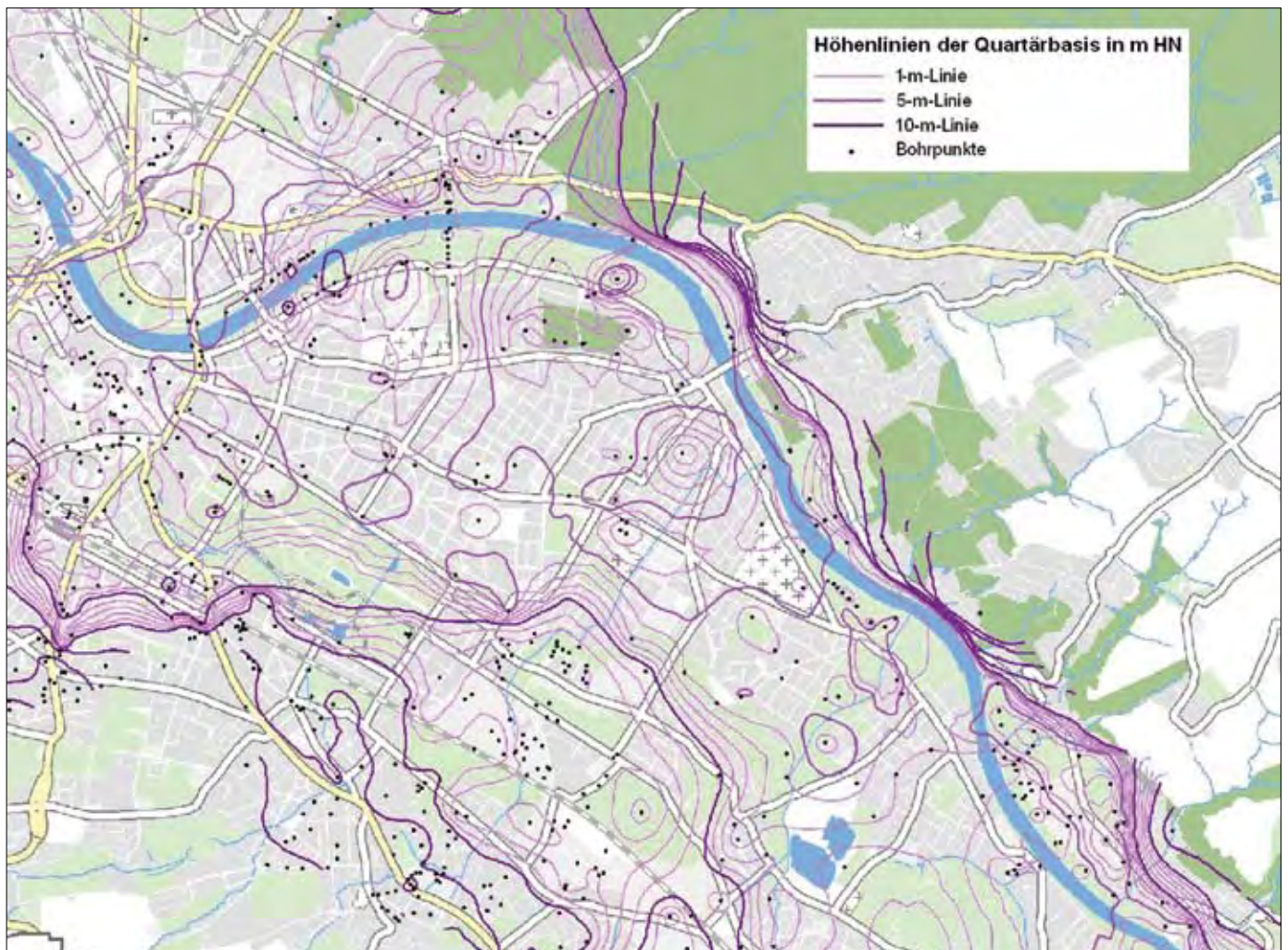
ragungen der Grundwasserleiterbasis und die Inhomogenitäten des Grundwasserleiters stellenweise verändert.

Um ein Bild von der Lage der Grundwasseroberfläche zu gewinnen, führt man an Grundwasseraufschlüssen (Brunnen oder Pegel) sogenannte Stichtagsmessungen durch. Dabei wird an den Messpunkten eines Gebietes an einem Stichtag (abhängig von der Größe des Gebietes auch bis zu einer Woche) der jeweilige Grundwasserstand bestimmt. Diese Messungen werden in Form von Linien gleicher Grundwasserhöhen (Hydroisohypsen) dargestellt. Grundlage der Karte in Abbildung 3.2-13 ist eine Stichtagsmessung der Grundwasserstände, die im Jahr 2005 durchgeführt wurde /3.2-3/.

Die Form der Grundwasseroberfläche und die Höhe des Grundwasserspiegels geben den momentanen Gleichgewichtszustand der Grundwasserverhältnisse eines Gebietes wieder. Die Grundwasseroberfläche ist jedoch in ständiger Veränderung, denn eine Vielzahl von Faktoren wirkt auf die Grundwasserstände ein. Eine Kartendarstellung kann daher immer nur die Situation zu einem bestimmten Zeitpunkt abbilden. Kenntnisse über die Lage der Grundwasseroberfläche und die Grundwasserfließrichtung sind wichtige Voraussetzung für die Klärung einer Vielzahl hydrogeologischer und wasserwirtschaftlicher Fragestellungen, wie sie beispielsweise im Zusammenhang mit der Festlegung maximal zulässiger Grundwasserentnahmemengen oder bei der Abgrenzung von Einzugsgebieten für Grundwasserfassungen (Brunnen) auftreten. Für den Einzelnen ist die Lage der Grundwasseroberfläche insbesondere dann von Bedeutung, wenn beispielsweise entschieden werden soll, ob eine private Brunnenbohrung Aussicht auf Erfolg hat.

Abb. 3.2-12

Ausschnitt aus der Karte der Quartärbasis im Stadtgebiet /3.2-2/



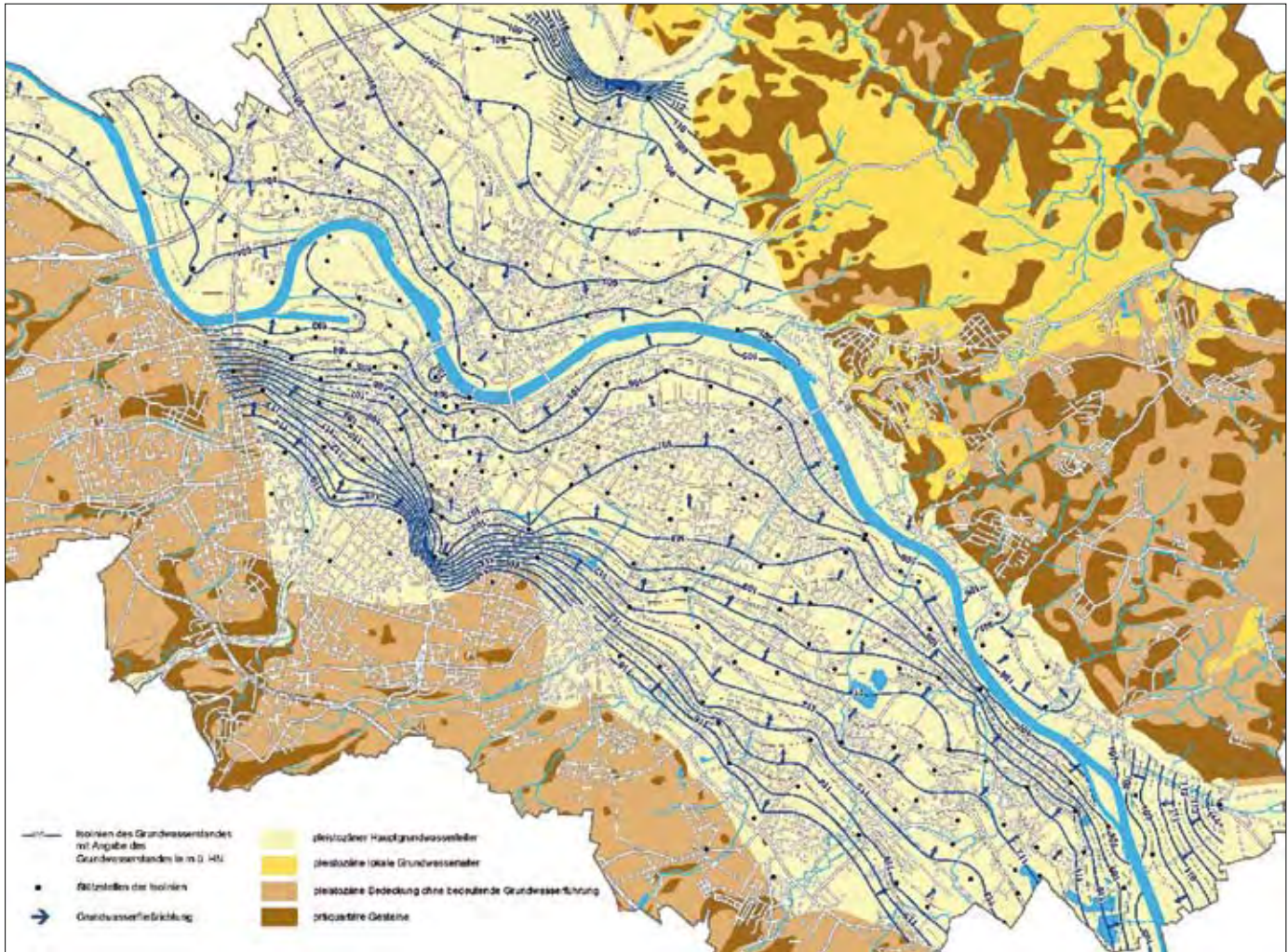


Abb. 3.2-13  
Ausschnitt aus der Karte der Grundwasserdynamik im Stadtgebiet –  
Isolinien des Grundwasserstandes und Fließrichtung des Grundwassers im pleistozänen Hauptgrundwasserleiter /3.2-3/

Neben der Elbe wirkt im Stadtgebiet lediglich die Weißeritz in ihrem Oberlauf bis südlich des Hauptbahnhofes als Vorfluter. Im stark verbauten Unterlauf besteht über weite Strecken keine direkte Verbindung mit dem Grundwasser. Zur Verbesserung der Abflussbedingungen bei Hochwasser wird die Flusssohle der Weißeritz allerdings nördlich der Brücke Wernerstraße um bis zu zwei Meter eingetieft. Dadurch wird künftig in diesem Bereich eine Kommunikation zwischen Grundwasser und Weißeritz vorhanden sein.

Die Lockwitz und ebenso die Prießnitz als größtes Gewässer zweiter Ordnung im Stadtgebiet bleiben im Elbtal generell mit ihrem Wasserspiegel über dem Grundwasser des pleistozänen Hauptgrundwasserleiters. Ebenfalls von Einfluss auf die Grundwasserfließrichtung sind die größeren Grundwasserentnahmen, die im Abschnitt Grundwassernutzung noch genauer beschrieben werden.

#### Weißeritz- und Lockwitzschotter

Der Lauf der Weißeritz wird von den gröber ausgebildeten Weißeritzschottern begleitet. Nachdem die Weißeritz in Plauen das Engtal verlässt, bilden diese Schotter einen breiten Schwemmkegel aus und verzahnen sich südlich der Cottaer Straße mit den Elbschottern. Aufgrund des großen Anteils an lehmig zersetzten Bestandteilen weisen die Weißeritzschotter nur eine geringe Wasserführung auf und lassen sich kaum zur Wassergewinnung nutzen. Dies ist die Ursache für die vergleichsweise große Anzahl an bis in die Kreide reichenden Tiefbrunnen in Plauen und Löbtau.

#### 3.2.3 Geringmächtiges Randpleistozän

Als Randpleistozän werden die geringmächtigen und nur lückenhaft verbreiteten Sedimente auf den Hochlagen beidseitig des Elbtales bezeichnet. Sie füllen meist Hohlformen des älteren Untergrundes aus und sind oft sehr inhomogen aufgebaut. In der Regel lassen sich hier nur geringe Wassermengen, z. B. in Schachtbrunnen für den Hausgebrauch gewinnen.

Typisch sind in diesem Bereich auch Quellaustritte an Geländeeinschnitten, wie z. B. die Schwestern- und die Degelequelle im Stechgrund.



Abb. 3.2-14  
Alte Brunnenanlage



Abb. 3.2-15  
Degelequelle



Abb. 3.2-16  
Schwesternquelle

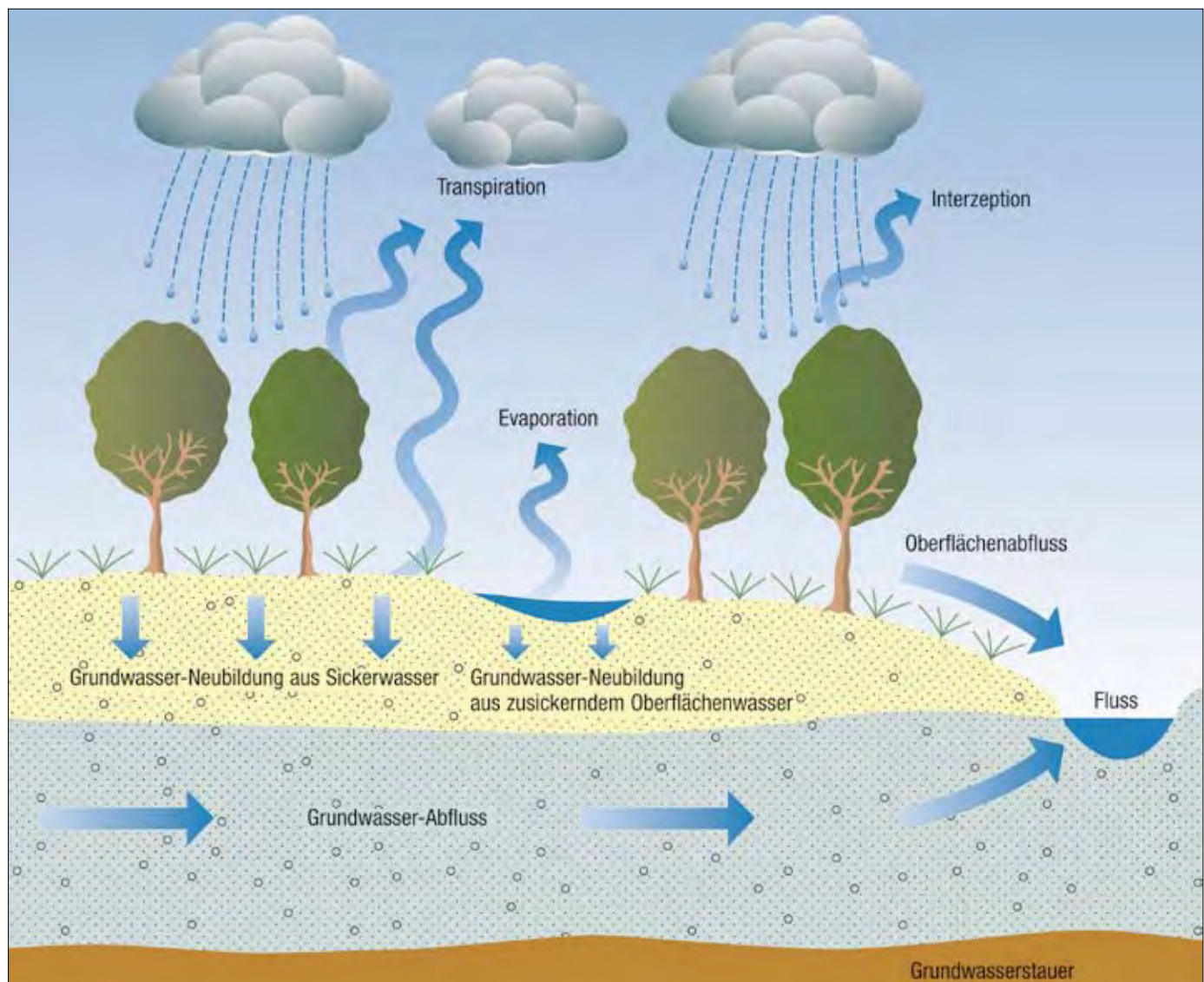
## 4 Grundwasser im Naturhaushalt

### ■ 4.1 Wie entsteht Grundwasser?

Grundwasser bildet sich, wenn Regen oder Schmelzwasser vom Boden aufgenommen wird und der Schwerkraft folgend durch den wasserungesättigten Bereich bis zur Grundwasseroberfläche sickern kann.

Der größte Teil des auftreffenden Niederschlages wird von Pflanzen aufgenommen und wieder verdunstet (Transpiration), verdunstet von den feuchten Oberflächen der Blätter (Interzeption) oder von unbewachsenem Boden und offenen Wasserflächen (Evaporation). In Hanglagen und auf wenig wasserdurchlässigem Untergrund (auch wenn der

Abb. 4.1-1  
Grundwasserneubildung aus Niederschlag



Boden wassergesättigt oder gefroren ist), fließt ein erheblicher Teil des Niederschlages oberirdisch ab und nur ein kleiner Anteil erreicht das Grundwasser.

Die in einem Gebiet jährlich neu gebildete Grundwassermenge ist abhängig von den klimatischen Verhältnissen, der Flächennutzung, dem geologischen Untergrund, dem Geländegefälle und dem Abstand des Grundwassers von der Erdoberfläche (Grundwasserflurabstand).

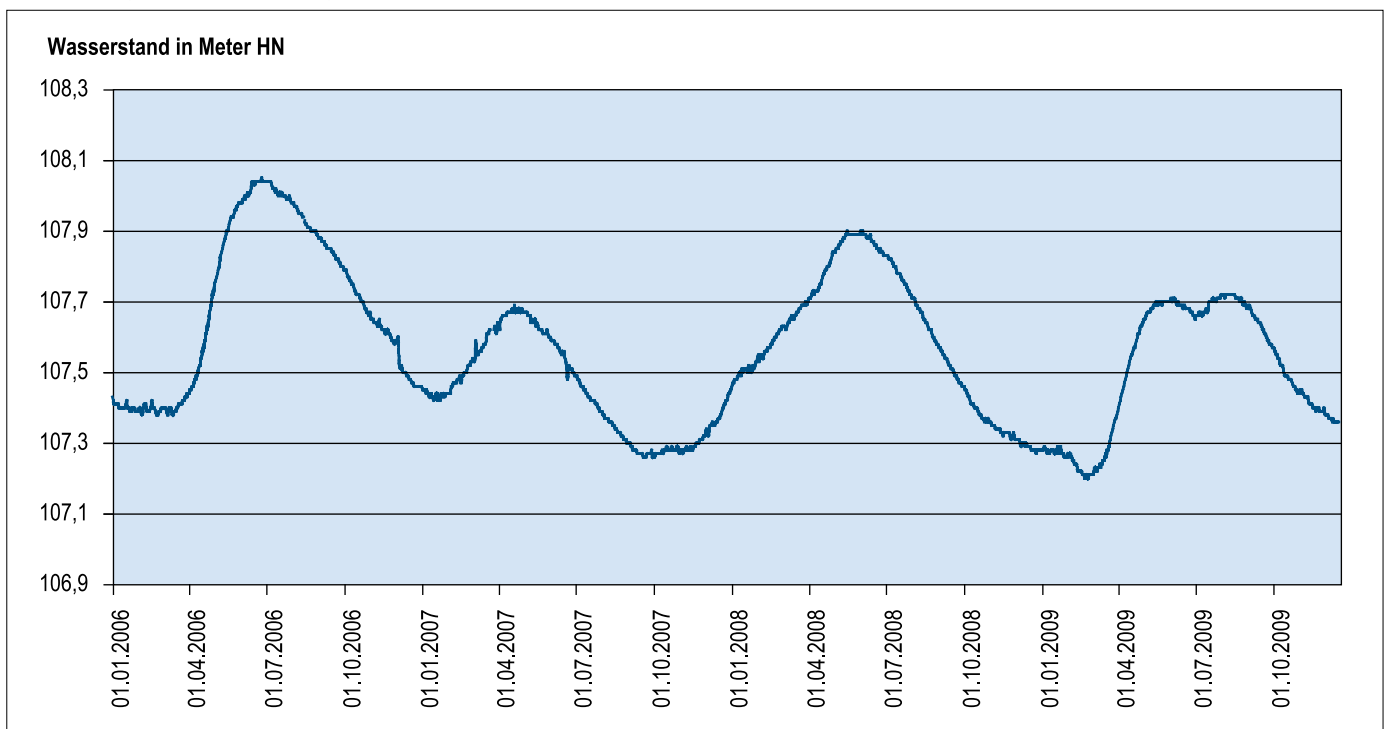
Bestimmender klimatischer Einfluss ist neben der Niederschlagsmenge vor allem die Lufttemperatur. Im Sommer führen Niederschläge meist nicht zu einer Neubildung von Grundwasser. Gründe dafür sind die hohe Verdunstung und der Wasserbedarf der Vegetation. Im Winterhalbjahr sind die Temperaturen und damit auch die Verdunstung geringer. Auch der verminderte Wasserbedarf der Vegetation führt dazu, dass mehr Niederschlag bis zum Grundwasserspiegel sickern kann. Wegen des Sickerweges wirken sich diese Schwankungen allerdings zeitverzögert aus, so dass die geringsten Grundwasserstände üblicherweise im Herbst/Winter und die höchsten Wasserstände im Frühjahr/Sommer auftreten (Abbildung 4.1-2).

#### 4.1.1 Die natürliche Grundwasserneubildung

Für Dresden wurden die natürlichen, das heißt von der derzeitigen Bebauung unbeeinflussten Grundwasserneubildungsraten in einer Untersuchung abgeschätzt /4.1-1/. Für die Berechnung wurde dabei ein höhenkorrigierter Mittelwert aus den langjährigen mittleren Niederschlagshöhen der Stationen Klotzsche und Langebrück (Neff = 736 mm) verwendet. Dieser Wert liegt etwas über der in einer neuen Untersuchung zum Wasserhaushalt des Stadtgebietes /2-1/ an insgesamt fünf für das Stadtgebiet relevanten Messstationen beobachteten und flächengemittelt ausgewerteten Niederschlagssummen (N = 697 mm). Die in der Karte (Abbildung: 4.1-3) ausgewiesenen Neubildungsraten zwischen 1 und 13 l/s\*km<sup>2</sup> überschätzen die urban unbeeinflusste Grundwasserneubildung damit tendenziell etwas. Ganz deutlich ist jedoch der Einfluss des geologischen Untergrundes auf die Grundwasserneubildung erkennbar.

Bereiche mit geringer natürlicher Neubildung finden sich vor allem in den holozänen Auen der Bäche, wo jüngere Ablagerungen schwer durchlässige Auelehme bilden. Deutlich ist hier vor allem ein alter Elbarm im Bereich Leuben erkennbar. Auch die Wälder der Dresdner Heide fallen aufgrund der relativ hohen Verdunstung bewaldeter Flächen in diese Kategorie.

Abb. 4.1-2  
Typische Grundwasserstandsganglinie mit deutlicher Ausprägung der jahreszeitlichen Schwankungen (GWM 5504 – Haydnstraße)



Bedeutsam für die Menge des neugebildeten Grundwassers ist neben der Niederschlagsmenge vor allem, wie die Flächen genutzt werden. Damit sich Grundwasser bildet, muss der Regen in den Boden einsickern können. Auf versiegelten oder überbauten Flächen ist die Versickerung jedoch stark eingeschränkt. Das Niederschlagswasser wird hier meist gefasst, in die Kanalisation abgeleitet und steht für die Neubildung damit nicht mehr zur Verfügung. Aber auch unter Waldgebieten wird nur sehr wenig Grundwasser neu gebildet. Der größte Anteil des Niederschlages wird hier zwischengespeichert und verdunstet dann wieder.

Im Bereich des Dresdner Elbtales liegt die potentielle natürliche Grundwasserneubildung zwischen 3 und 9 l/s\*km<sup>2</sup>. Durch eine relativ hohe potentielle Grundwasserneubildung von mehr als 5 l/s\*km<sup>2</sup> sind dabei die grundwasserflurfernen Bereiche beiderseits der Elbe gekennzeichnet, in denen Talsande ausgebildet sind und wo bindige Bedeckungen weitgehend fehlen. Die höchsten Werte von über 10 l/s\*km<sup>2</sup> wurden für die unbewachsenen Sandflächen im Bereich der Hellerdünen ermittelt, in denen eine fast vollständige Versickerung der auftreffenden Niederschläge stattfindet. Nähere Angaben zur Karte der natürlichen Grundwasserneubildung finden sich im Umweltatlas der Stadt Dresden unter [www.dresden.de/umweltatlas/4.1-2/](http://www.dresden.de/umweltatlas/4.1-2/).

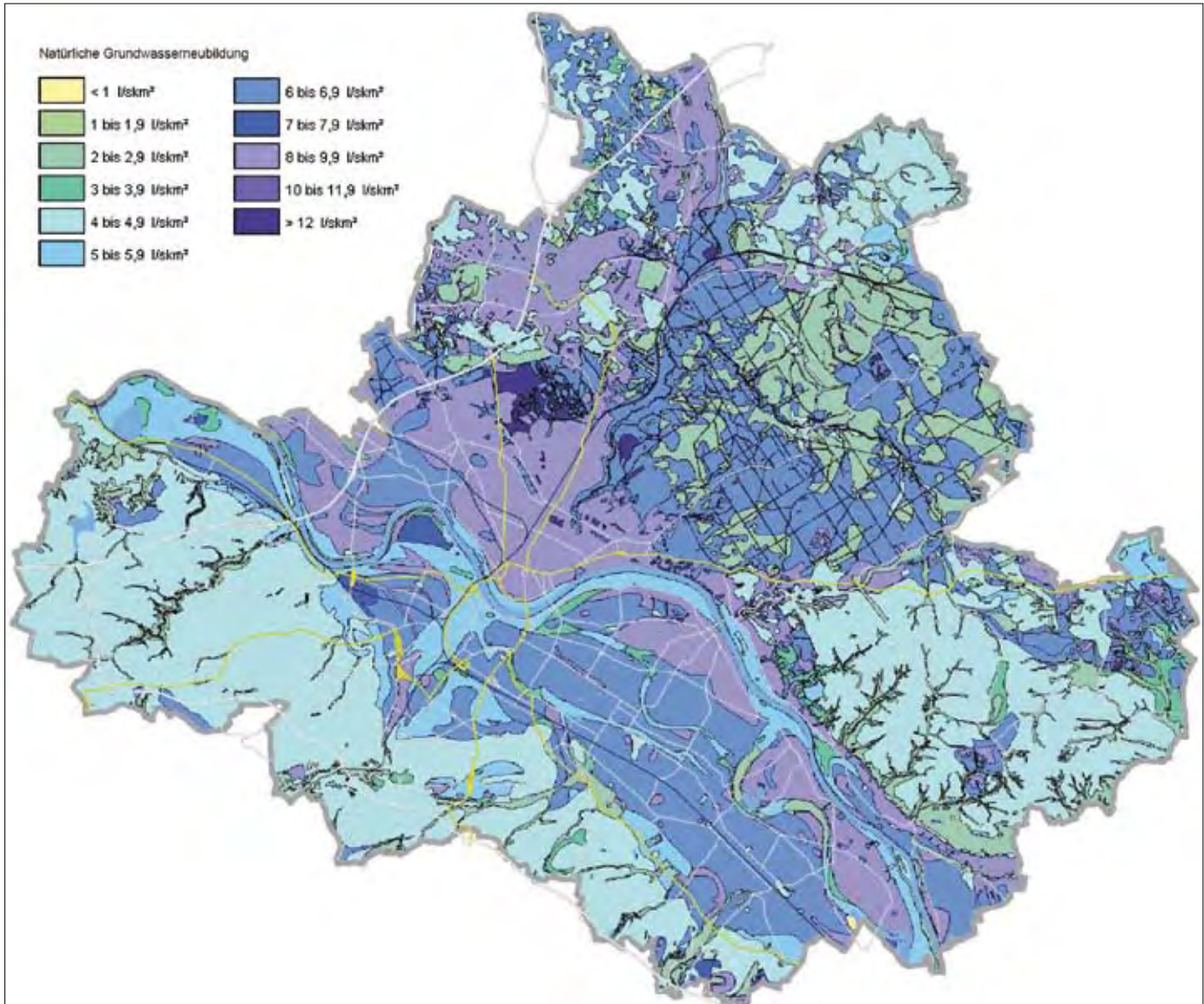


Abb. 4.1-3 Karte der potentiellen natürlichen Grundwasserneubildung im Stadtgebiet (keine Berücksichtigung von Versiegelung und Bebauung) /4.1-2/

Die Versiegelung von Flächen und ihr Anschluss an die Kanalisation haben dieses natürliche Bild in den bebauten Gebieten stark verändert. Auf versiegelten Flächen anfallendes Niederschlagswasser, das in die Kanalisation abgeleitet wird, steht für die Grundwasserneubildung nicht mehr zur Verfügung. Die in der Karte ausgewiesenen hohen Grundwasserneubildungsraten sind daher im heutigen Dresden so nicht mehr anzutreffen.

Es wäre ökologisch jedoch nicht sinnvoll, aus diesem Grunde pauschal eine Versickerung allen anfallenden Niederschlagswassers zu fordern. Gerade in Gebieten mit wenig durchlässigen Deckschichten fließt das Wasser hauptsächlich oberflächlich ab oder wird im Boden gespeichert und verdunstet wieder. Bei einer Direktversickerung des Wassers würde daher hier viel mehr Wasser in den Untergrund eingebracht als unter natürlichen Verhältnissen. Das kann zu Vernässungen und bautechnischen Problemen führen.

Wichtig ist es deshalb, das anfallende Niederschlagswasser möglichst naturnah zu bewirtschaften. Grundlage für die Entwässerungsplanung eines Gebietes muss dabei der natürliche Gebietswasserhaushalt sein, den es unter Beachtung von natürlichen Elementen der Zwischenspeicherung und Verdunstung wie Sickermulden und -rigolen möglichst weitgehend zu erhalten gilt.

#### 4.1.2 Naturnahe Niederschlagswasserbewirtschaftung in Dresden

In Dresden fallen im Durchschnitt im Jahresverlauf etwa 697 Liter Niederschlag auf jeden Quadratmeter Stadtfläche. Mehr als die Hälfte davon verdunstet wieder und trägt damit durch die entstehende Verdunstungskälte zu einem angenehmeren Stadtklima bei (vgl. Kapitel 2). Im Vergleich zu naturnahen Flächen in der freien Landschaft sind in städtischen Siedlungsgebieten viele Flächen versiegelt. Auf diesen Flächen können Regen und Tauwasser nicht mehr versickern und werden stattdessen in die städtische Kanalisation oder in vorhandene Bäche und Gräben abgeleitet.



Abb. 4.1-4 Regen- und Tauwasser kann nicht versickern



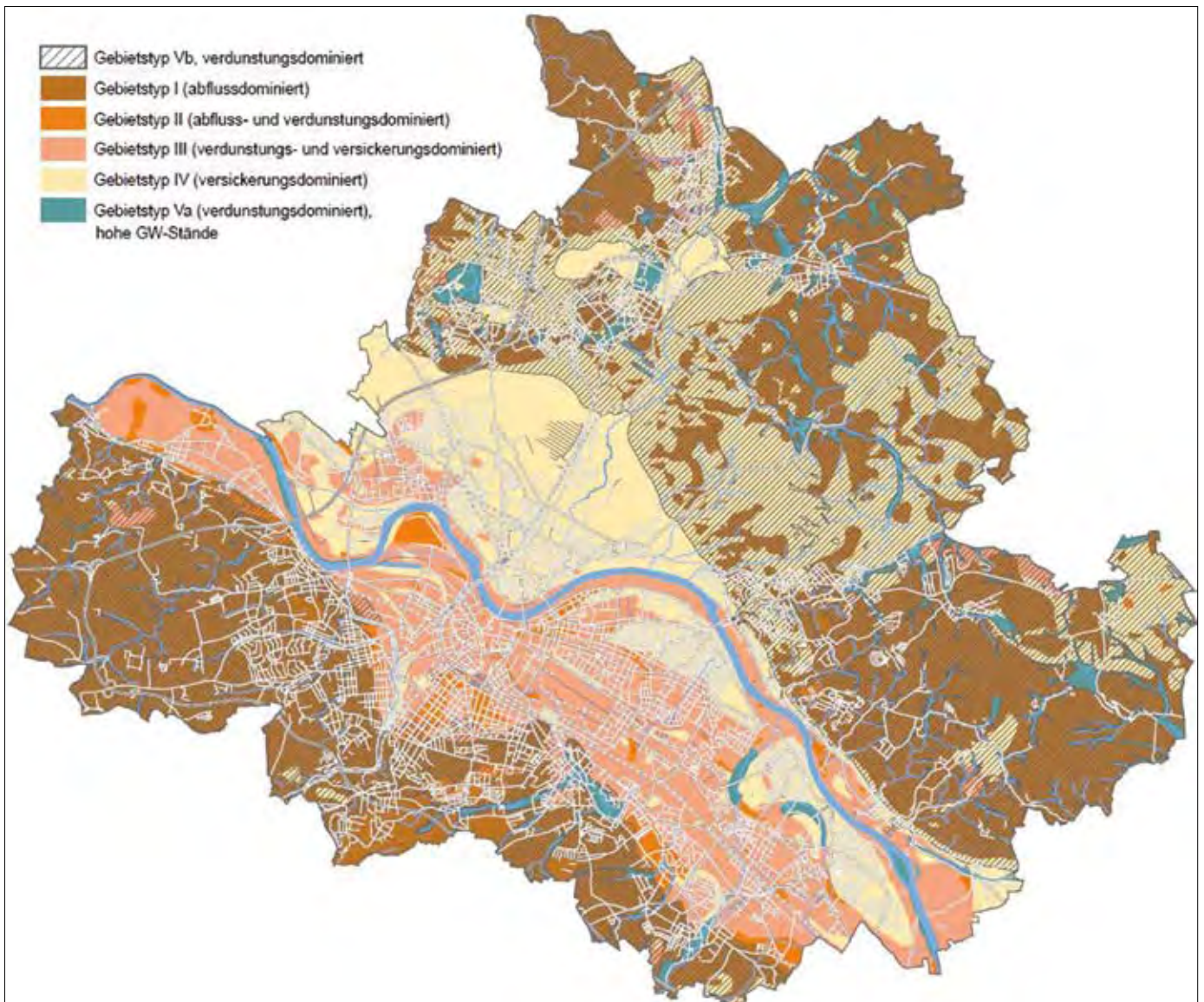


Abb. 4.1-5  
Verbreitung der Gebietstypen des Wasserhaushaltes im Stadtgebiet Dresden (der verdunstungsdominierte Gebietstyp Vb ist durch eine Schraffur gekennzeichnet) /4.1-3/

Dabei entstehen vielfältige negative Auswirkungen:

- die Neubildung von Grundwasser verringert sich, Grundwasserstände können sinken,
- die Überflutungsgefährdung anliegender Grundstücke nimmt zu,
- organische und anorganische Schmutzfrachten aus Mischwasserentlastungen verschlechtern Gewässergüte und ökologischen Zustand,
- insbesondere bei kleinen Fließgewässern mit geringer Wasserführung lassen hydraulische Stoßbelastungen die Gewässerbetten erodieren und die Gewässerlebewesen verdriften,
- in Trockenperioden vermindert sich die Niedrigwasserführung der Gewässer, da die Speisung aus dem Grundwasser geringer wird.

Diesen nachteiligen Auswirkungen muss durch einen intelligenten Umgang mit dem auf versiegelten Flächen anfallenden Niederschlagswasser begegnet werden.

#### Naturnahe Niederschlagswasserbewirtschaftung in Dresden

Jede Bebauung und die damit verbundene Veränderung der Bodenbeschaffenheit bedeutet einen Eingriff in den Naturhaushalt, hier speziell in den Wasserhaushalt. Wenn der Eingriff selbst nicht vermieden

werden kann, gilt das Gebot, zumindest die Folgen des Eingriffs zu minimieren. Dabei ist es ein vorrangiges Ziel, den natürlichen Wasserkreislauf durch eine naturnahe Niederschlagswasserbewirtschaftung zu erhalten oder wieder herzustellen. Dieser Bewirtschaftung liegt der Gedanke zugrunde, die Wasserhaushaltsgrößen oberirdischer Abfluss und Versickerung durch die bauliche Inanspruchnahme einer Fläche möglichst wenig zu verändern. Als Voraussetzung dazu sind zunächst die Komponenten des natürlichen Gebietswasserhaushaltes **Niederschlag**, **oberirdischer Abfluss**, **Versickerung** und **Verdunstung** im Jahresmittel vor der Bebauung zu ermitteln. Anhand dieser Größen sind planerisch geeignete Entwässerungssysteme zu konzipieren, die dem natürlichen Verhältnis von Versickerung, Verdunstung und Abfluss möglichst nahe kommen. Wird dagegen ohne Berücksichtigung dieser Grundlagen ausschließlich dezentrale Versickerung praktiziert, können steigende Grundwasserstände die Gründung von Bauwerken statisch beanspruchen oder gar beschädigen!

In Dresden wurden fünf Gebietstypen des Wasserhaushaltes ermittelt, die sich vor allem durch Reliefneigung und Versickerungsfähigkeit des Baugrundes unterscheiden (siehe Abbildung 4.1-5).

Je nach Gebietstyp sind unterschiedliche Maßnahmen zur Versickerung (Mulden, Rigolen), zur Rückhaltung und gedrosselten Ableitung (Gründächer, Regenrückhaltebecken, Stauraumkanäle) oder eine Kombination verschiedener Systeme besonders vorteilhaft /4.1-4/.

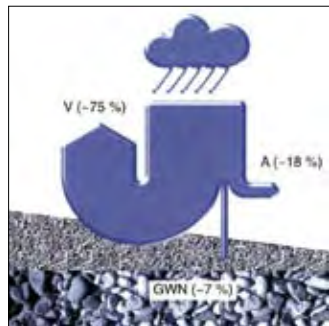


Abb. 4.1-6  
Wasserbilanz eines abflussdominierten Gebietes (Lößlehm, Hangneigung etwa 5 %) Empfohlene Systeme: Rückhaltebecken, Dachbegrünung

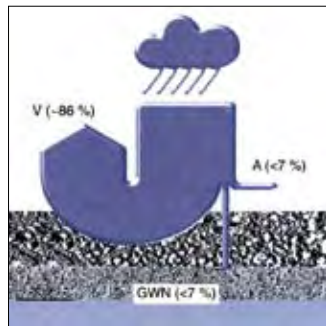


Abb. 4.1-7  
Versickerungsdominierter Gebietswasserhaushalt (Glaziale Sande, Hangneigung < 2 %); Empfohlene Systeme: Mulden- oder Flächenversickerung

Bei der dezentralen Rückhaltung ist zu beachten, dass dazu bestimmte Anlagen regelmäßig nur für einen bestimmten Bemessungsregen ausgelegt sind, z. B. für ein Ereignis mit 10-jährlicher Wiederkehrwahrscheinlichkeit. Oberhalb dieses Wertes findet praktisch keine Rückhaltung mehr statt und das Gewässer wird überlastet. Es uferst schnell aus und zwar in einer ganz anderen Weise als vor der Bebauung. Damit wird klar, dass prinzipiell jede Erhöhung des Anteils an versiegelten Flächen das Hochwasserrisiko verschärft. Das Augusthochwasser 2002 hat uns gelehrt, für Extremniederschläge zumindest so weit Vorsorge zu treffen, dass bei Rückhalteanlagen bei Überschreiten des Bemessungsregens ein kontrollierter und weitgehend schadloser Überlauf gegeben ist. So können beispielsweise Straßen als „Notgerinne“ präpariert werden.

Die naturnahe Niederschlagsbewirtschaftung und auch der vorsorgende Hochwasserschutz erfordern, die fachlichen Grundlagen sorgfältig zu ermitteln und im konkreten Zusammenhang zu betrachten /4.1-5/.

Zur Realisierung von Maßnahmen zur Niederschlagswasserbewirtschaftung bietet das Instrument der Bauleitplanung die Möglichkeit, nach dem § 9 Abs. 1 Nr. 14 BauG Flächen für die Rückhaltung und Versickerung von Niederschlagswasser festzusetzen.

Diese Flächen stehen in Konkurrenz zu anderen Nutzungen. Im Interesse einer konfliktarmen Planung sollte der Flächenbedarf bereits im Landschaftsplan und im Flächennutzungsplan berücksichtigt werden. Diese Flächen können in der Regel auch weitere Funktionen übernehmen. Der aktuelle Entwurf des Landschaftsplanes der Stadt Dresden weist z. B. ein Netz solch multifunktionaler Freiräume aus. Verbindlichkeit erlangen die vorgeschlagenen Maßnahmen als Festsetzungen im Rechtsplan des B-Planes bzw. über das Instrument des Erschließungsvertrages.

Für den Bürger bedeutet eine dezentrale Regenwasserversickerung eine erhebliche Verringerung der anfallenden Abwassergebühren, da entsprechend der städtischen Abwassergebührensatzung der Gebührenanteil für das Niederschlagswasser ganz oder teilweise entfallen kann /4.1-6/.

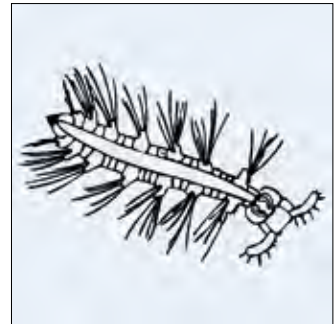
Mit den Mitteln der naturnahen Niederschlagswasserbewirtschaftung können die nachteiligen Folgen einer Bodenversiegelung für den Wasserhaushalt des betreffenden Gebietes bis zu einem definierten Regenereignis kompensiert werden. Ein verbesserter Hochwasserschutz wird damit nur erreicht, wenn über die Kompensation hinaus auf bebauten Flächen wasserundurchlässige Befestigungen entfernt oder die Rückhaltung im Einzugsgebiet z. B. durch Aufforstung verbessert wird.

## 4.2 Grundwasser als Lebensraum und Lebensgrundlage

### 4.2.1 Organismen im Grundwasser



Abb. 4.2-1  
Niphargus schellenbergi (Brunnenkrebs) und Troglochaetus beranecki (Urringelwurm)  
(Quelle: Balazuc 1954, Karaman 1932 und Delachaux, 1921 aus Ginet 1996)



Das Grundwasser ist trotz der schwierigen Lebensbedingungen für Organismen ein komplexes Ökosystem, in dem zahlreiche ganz unterschiedliche Lebewesen ihren Lebensraum haben. Bisher sind in Europa etwa 2000 grundwasserbewohnende Tierarten bekannt. Neben Mikroorganismen wie Bakterien und Einzellern (Protozoen) leben im Grundwasser auch zahlreiche Tierarten wie Würmer und Kleinkrebse (Abbildung 4.2-1).

Diese Organismen haben sich auf typische Weise an die Bedingungen im Untergrund wie völlige Dunkelheit, räumliche Enge, gleichbleibende niedrige Temperaturen, Nahrungs- und Sauerstoffarmut angepasst. Mehrzellige Grundwassertierchen sind sehr klein und langgestreckt, meist pigmentlos und blind. Sie sind wahre Hungerkünstler, ihre Lebensfunktionen laufen stark verlangsamt ab. Insgesamt reagiert das Ökosystem Grundwasser deshalb sehr sensibel auf Veränderungen der Milieuparameter und regeneriert sich bei Störungen nur langsam.

Über die Nahrungsketten im Untergrund ist bislang nur wenig bekannt. Obwohl biologische Prozesse im Grundwasser deutlich langsamer als in Oberflächenwasser oder im Boden ablaufen, kommt ihnen eine entscheidende Bedeutung für die Qualität des Grundwassers zu. Mit dem Sickerwasser in die Tiefe gelangende organische und anorganische Stoffe werden vor allem durch Bakterien aufgenommen und in Biomasse umgewandelt. Diese dient wiederum den mehrzelligen Organismen als Lebensgrundlage. Insgesamt wird das Grundwasser so von eingetragenen Nähr- und Schadstoffen gereinigt. Unter bestimmten Randbedingungen können durch speziell angepasste Mikroorganismen selbst hochgiftige Schadstoffe wie chlorierte Kohlenwasserstoffe und polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe abgebaut werden /4.2-1/.

In unserem Trinkwasser sind diese Mikroorganismen jedoch nicht zu finden. Dafür sorgen umfangreiche Filtrations- und Aufbereitungsprozesse in den Wasserwerken.

### 4.2.2 Quellen, Wiesen, Moore – vom Grundwasser abhängige Lebensräume

Dort wo Grundwasser oberflächennah vorhanden ist, prägt es auch die oberirdischen Lebensräume. Fluss- und Bachauen, Quellbereiche und Feuchtwiesen sowie Sumpfwiesen und Niedermoore weisen eine typische Tier- und Pflanzenwelt auf, die sich nur in Bereichen mit einem hohen Grundwasserspiegel ausbilden kann.



Abb. 4.2-2  
Beginn des Kurwiesengrabens in Dresden-Klotzsche



Abb. 4.2-3  
Das FND „Salweidenfeuchtgebiet“ bewahrt ein seltenes Biotopmosaik, bestehend aus Sumpfwald, Sumpfgewächsbüsch und Sumpfwiese

Feuchtgebiete sind grundsätzlich durch einen periodischen oder ganzjährigen Überschuss von Grund- oder Oberflächenwasser geprägt. Wird dem Untergrund über einen längeren Zeitraum Wasser entzogen, können die entstehenden Grundwasserabsenkungen zu gravierenden Veränderungen in diesen sensiblen Biotopen führen.

Während der letzten 100 Jahre haben sich auch im Stadtgebiet von Dresden die Bedingungen für die grundwasserabhängigen Lebensräume verschlechtert. Dazu haben Veränderungen der Landnutzung, Bewirtschaftung und Siedlungstätigkeit, des Grund- und Bodenwasserhaushaltes, der Fließgewässer, des Abflusses, des Klimas sowie von Wasserinhaltsstoffen (Nährstoffe, Pflanzenschutzmittel) beigetragen. Die umfangreiche Entwässerung land- und forstwirtschaftlicher Flächen, Wald- und Feldholzrodungen, aber auch Bodenveränderungen und wasserbauliche Maßnahmen sind nicht ohne Folgen für den Landschaftswasserhaushalt geblieben.

Viele grundwasserabhängige Lebensräume von Tieren und Pflanzen gelten in Sachsen in ihrem Fortbestand als gefährdet. Sie sind deshalb nach § 26 des Sächsischen Naturschutzgesetzes besonders geschützt. Alle Handlungen, die zu einer Zerstörung oder sonstigen erheblichen oder nachhaltigen Beeinträchtigung der besonders geschützten Biotope führen können, sind verboten. Der Schutz und die Revitalisierung dieser Feuchtgebiete sind Ziele des Flächenschutzes sowie der Landschaftspflege und -entwicklung im Stadtgebiet, wobei die Verbesserung des Wasserhaushaltes im Mittelpunkt der Bemühungen steht.

Neben ihrer großen ökologischen Bedeutung für Flora und Fauna besitzen natürliche Feuchtgebiete weitere wesentliche Funktionen im Wasser- und Stoffhaushalt der Landschaft. So wirken sie als Wasserspeicher und Rückhaltebereiche bei Überschwemmungsereignissen und übernehmen auch für den Ausgleich des Kleinklimas eine wichtige Rolle. Grundwasserabhängige Feuchtgebiete sind daher nicht nur besonders geschützte Biotope nach dem Sächsischen Naturschutzgesetz sondern stehen auch unter dem besonderen Schutz der EU-Wasserrahmenrichtlinie. Im Folgenden werden Biotope grundwasserbeeinflusster Standorte vorgestellt.

### Sümpfe und Moore

Sümpfe sind mineralische Nassstandorte, die durch Oberflächen-, Quell- oder hoch anstehendes Grundwasser geprägt sind. Mitunter bilden sie eine Vorstufe der Moorentwicklung, was voraussetzt, dass abgestorbene Pflanzenteile unter ständigem Wassereinfluss nur un-

vollständig zersetzt werden (Torfbildung). Das Flächennaturdenkmal (FND) „Salweidenfeuchtgebiet“ nördlich von Marsdorf schützt eine grundwasserbeeinflusste Glazialwanne, die vor allem im Frühjahr vom Wasser überstaut ist und im Verlauf des Jahres abtrocknet.

Moore sind dagegen organische Nassstandorte, die sich bei Wasserüberschuss bilden können. Durch künstliche Entwässerung von Flächen können Moore in ihrer Existenz gefährdet werden. Eines der letzten erhalten gebliebenen Moore in der Dresdner Heide ist als FND „Saugarten-Moor“ geschützt. Das in einer abflusslosen Senke entstandene Versumpfungsmoor (= hydrologischer Moortyp) wurde im 16./17. Jahrhundert möglicherweise zum „Saugartenteich“ umgestaltet und begann nach Aufgabe der Nutzung zu verlanden. Das Verlandungsmoor wird sowohl von Niederschlägen als auch vom Grundwasser gespeist.

Moore gehören deutschlandweit zu den gefährdetsten Ökosystemen. Als CO<sub>2</sub>-Senken haben sie einen hohen Stellenwert für den Klimaschutz. Auch in der Dresdner Heide ist die Revitalisierung gestörter Moore – auf historischen Forstkarten oft als „Bruch“ bezeichnet – geboten, um die zahlenmäßig kleine Population gefährdeter Tiere und Pflanzen der Moore zu vergrößern und dauerhaft zu erhalten. Das kann man beispielsweise durch den Verzicht auf Beräumung der Wassergräben, die Verlangsamung des Oberflächenwasserabflusses durch Grabeneinstau und begleitende waldbauliche Maßnahmen erreichen.

Abb. 4.2-4  
Das FND „Saugarten-Moor“ ist als Lebensstätte gefährdeter Pflanzen und Tiere der nährstoffarmen Moore überregional bedeutsam



### Seggen- und binsenreiche Nasswiesen

Seggen- und binsenreiche Nasswiesen sind extensiv genutzte Pflanzenbestände auf nassen oder wechsellassen Böden. Der hohe Anteil von Seggen und Binsen zeigt die Nässe an, beispielhaft ausgeprägt im FND „Wiesen an der Radeburger Straße“, wo sogar noch die in Sachsen als vom Aussterben bedroht geltende Floh-Segge wächst. Weitere grundwasser- und quellengespeiste Nasswiesen beherbergen die FND „Feuchtwiese am Löbnitzweg“, „Hellerauer Teichwiesen“, „Hellerauer Seewiesen“, „Kurwiese Klotzsche“ und „Rehwiese Bühlau“. Nässeanzeiger sind der Wassernabel, Großes Zweiblatt, Natternzunge und Fieberschmalz. Die regelmäßige Mahd mit Beräumung des Mähgutes fördert das Wachstum weiterer Sumpfpflanzen wie Sumpf-Dotterblume, Kuckucks-Lichtnelke und Breitblättriges Knabenkraut.

Sumpfschrecke und Zwergmaus, Braunkelchen und Wiesenpieper sind typische Tierarten nasser Wiesen. Oft gehen die Nasswiesen harmonisch über in magere Frischwiesen. Diese gehören vegetationskundlich zu den Glatthaferwiesen, die oft im Kontakt zu Flüssen und Bächen oder grundwassernahen Bereichen stehen. An den Blütenköpfen des dort vorkommenden Großen Wiesenknopfes legt der Schmetterling Dunkler Wiesenknopf-Ameisenbläuling im Juli seine Eier ab, woraus sich die Larven entwickeln. Ende August, Anfang September sondern die Larven ein süßliches Sekret aus, das die Knötchenameisen anlockt. Sie tragen die Raupen in ihren Bau, wo sich die Larven von der Ameisenbrut ernähren. Im Jahr darauf schlüpft aus der Puppe die nächste Generation der Schmetterlinge. Beobachten kann man den Falter auf grundwassernahen Stromtalwiesen an der Elbe, auf zahlreichen Feuchtwiesen im Schönfelder Hochland und in der Seifenbachaue Weixdorf. In den Fauna-Flora-Habitat-Gebieten „Elbtal zwischen Schöna und Mühlberg“ bzw. „Prießnitzgrund“ soll der europäisch bedeutsame Falter durch pflegliche Wiesenutzung besonders gefördert werden.

### Bruch-, Moor-, Sumpf- und Auwälder

Bruchwälder sind naturnahe Wälder auf nährstoffreichen Moorböden, Moorwälder hingegen auf nährstoffarmen Moorstandorten. Auf den moorigen Flächen am Mordgrundbach in der Dresdner Heide gedeiht in einem Erlen-Bruchwald im FND „Oberer Stechgrund“ die Sumpf-Calla und am Ruhlandgraben in der Dresdner Heide weist der baumhöhlenreiche Erlenbruch einen hohen Anteil an Alt- und Totholz auf. Im Rahmen der landesweiten Biotopkartierung wurde für das Stadtgebiet Dresden kein Moorwald kartiert /4.2-2/, in der Dresdner Heide gibt es jedoch Flächen mit kleinteiligen Ausprägungen. An solchen Stellen kann die Moorrevitalisierung zur Wiederherstellung von Moorbiotopen beitragen. Während naturnahe Sumpfwälder und -gebüsche auf Mineralboden mit hoch anstehendem Grundwasser vorkommen, wachsen Auwälder und deren Ufergebüsche in Überflutungsbereichen von Bächen und Flüssen. Im Naturschutzgebiet (NSG) „Elbinseln Pillnitz und Gauernitz“ sind Erlen- und Eschenwälder, Weichholzaunenwälder und Eichen-Ulmen-Eschen-Auenwälder ein bedeutendes Schutzgut.

Hier leben Elbebiber, Fischotter, zahlreiche Fledermausarten und im sandig-kiesigen Ufer die Larven der Grünen Keiljungfer. Im Überflutungsbereich der Elbe sind nur noch Auwaldreste vorhanden, so gewähren die Elblachen bei Stetzsch Einblicke in die Weichholzaue. In den ufernahen Wald- und Gebüschsäumen der Elbe und ihrer Nebengewässer fand der Flussuferläufer früher ausreichend Brutplätze, die heute weithin fehlen. In Sachsen beträgt sein Brutbestand nur noch 20 bis 40 Paare. Spülichtsäume, Sand-, Kies- und Schlammflächen im Dresdner Elbtal sind willkommene Rastplätze. Am mäandrierenden Nöthnitzbach im FND „Läusebusch im Nöthnitzgrund“ ist beispielhaft dokumentiert, dass im Stadtgebiet von Dresden Au- und Sumpfwälder nur noch selten und kleinflächig vorhanden sind. In den Fluss- und Bachauen besteht aber ein hohes Potential zur Wiederherstellung solcher vom Menschen zurückgedrängten Waldgesellschaften.

Abb. 4.2-5

Dunkler Wiesenknopf-Ameisenbläuling am Blütenstand des Großen Wiesenknopfes  
Quelle: Dr. Hanno Voigt



Abb. 4.2-6

Die Pillnitzer Elbinseln ist seit 1924 als Naturschutzgebiet gesichert, der Auwaldkomplex ist als Totalreservat geschützt.



### Natürliche und naturnahe Bereiche fließender und stehender Binnengewässer

Naturnahe und unverbaute Bäche sind u. a. gekennzeichnet durch seichte oder tiefe Stellen (Kolke) mit verschiedenen Sohlsubstraten sowie Wasserfälle, Prallhänge mit Uferabbrüchen, Gleitufer mit Kies-, Sand-, Schlick- oder Felsbänken einschließlich der Ufervegetation. An der Großen Röder im NSG „Seifersdorfer Tal“ und entlang der Prießnitz in der Dresdner Heide sind viele dieser Gewässerstrukturen in schöner Weise ausgebildet und für den Besucher von den Wanderwegen aus erlebbar. Von der hohen Gewässergüte profitiert der fischjagende Eisvogel ebenso wie die Wasseramsel, die in schnellfließenden Gewässerabschnitten ins Wasser taucht und Wasserinsekten und deren Larven erbeutet. Naturnahe Bachabschnitte sind auch in den FND „Ullersdorfer Dorfwasser“ und „Prießnitzwasserfall und Uferhänge“ geschützt. Das Ullersdorfer Dorfwasser mit seiner engen Verzahnung von mäandrierendem Bachlauf, quelligen Bereichen, Seggen- und Binsensumpf ist ein Beispiel dafür, dass an einem Standort oftmals ein vielfältiges Biotopmosaik mit einer hohen Mannigfaltigkeit der Tier- und Pflanzenwelt besteht. In den rechts- und linkselbischen Bachtälern trägt die Erhaltung und weitere Ausprägung des Wildbachcharakters dazu bei, artenreiche Tier- und Pflanzengemeinschaften zu bewahren.

Zu den natürlichen oder naturnahen stehenden Binnengewässern gehören naturnahe Teiche, Weiher, Tümpel und Abbaugewässer (Kies-, Sand-, Ton- und Lehmgruben, Steinbrüche). Die Gewässer können ständig Wasser führen oder auch zeitweise trocken fallen, wie z. B. Tümpel. Im FND „Naturpark Prohlis“ wurde der Lehm- und Kiesabbau in den 1920er Jahren nach dem Anschneiden einer Grundwasser führenden Schicht aufgegeben. Heute bildet der Naturpark eine störungsarme Vorkommens- und Vermehrungsstätte seltener Tierarten. Im FND „Wiesen und Teich an der Quohrener Straße“ bildet das mit Binsen bewachsene, verlandende Kleingewässer ein Laichhabitat für Erdkröte und Teichmolch. Die umgebenden mageren Frisch- und Streuobstwiesen sind ein bevorzugter Landlebensraum für Lurche.

Abb. 4.2-7

Große Röder nördlich Dresden-Schönborn im NSG „Seifersdorfer Tal“



### Quellen und Quellbereiche

Quellbereiche sind natürliche, ständig oder zeitweise schüttende Grundwasseraustritte aus der Erdoberfläche im Wald oder im offenen Gelände. Die typische Umgebung der Quellen umfasst je nach Quelltyp Quellflur, Quellbach, Quellwald, Kleinseggensumpf, Nasswiese, Niedermoor oder Zwischenmoor sowie nasse Staudenflur, die vom Quellwasser beeinflusst sind. Das NSG „Dresdner Elbtalhänge“ sowie der Tännicht- und Amselgrund in den linkselbischen Tälern sind reich an Quellbiotopen. In den feucht-kühlen Laubwaldgründen kann der farbenprächtige Feuersalamander beobachtet werden. Die Larven der Zweigestreiften Quelljungfer, einer seltenen Großlibelle, leben in sauberen Quell- und Wildbächen. Nährstoffeinträge in Quellbereiche sind zu vermeiden, weil sie die Biotopqualität verschlechtern und die Lebensstätte spezialisierter Tiere und Pflanzen zerstören, darunter auch Quell- und Wassermoose. Der Olterteich im gleichnamigen FND wird durch eine Quelle im benachbarten Erlenbruch gespeist und das FND „Tiefe Börner Mockritz“ ist ein aus mehreren Quellen gebildeter Quellsumpf, der als einziger sächsischer Fundort einer speziellen Form der Echten Brunnenkresse gilt.



Abb. 4.2-9

Der Feuersalamander besiedelt im Bereich der Elbtalhänge bevorzugt die feuchten, quellbachdurchzogenen Laubwälder. Quelle: Jan Blau

Abb. 4.2-8

Sickerquelle im NSG „Seifersdorfer Tal“, deren Grundwasseraustritt als Quellsumpf ausgebildet ist.



### 4.3 Die natürliche Geschüttheit des Grundwassers

Abhängig von der Art und der Mächtigkeit der über dem grundwasserführenden Horizont lagernden Schichten ist das Grundwasser in Dresden ganz unterschiedlich vor einem Eintrag von Schadstoffen von der Erdoberfläche her geschützt. Kenntnisse über die Schutzfunktion der Schichten über dem Grundwasser (Grundwasserüberdeckung) sind wichtig, um eine mögliche Gefährdung des Grundwassers durch Schadstoffeinträge beurteilen zu können. Dies gilt sowohl für die Beurteilung des Eintrages von Düngemitteln und Pflanzenschutzmitteln, als auch für die Bewertung der möglichen Auswirkungen einer Altlast.

In der Grundwasserüberdeckung können im Sickerwasser enthaltene Schadstoffe durch mechanische, physikalische und mikrobielle Prozesse zurückgehalten, umgewandelt bzw. entfernt werden. Die Wirksamkeit dieser Vorgänge wird maßgeblich von der Verweildauer des Sickerwassers in der ungesättigten oder Aerationzone beeinflusst (Abbildung 4.3-1).

Die Verweildauer des Sickerwassers hängt wesentlich von Mächtigkeit und Durchlässigkeit der das Grundwasser überdeckenden Schichten sowie von der anfallenden Sickerwassermenge ab.

Die Mächtigkeit der Grundwasserüberdeckung bestimmt die Länge des Sickerweges und damit auch die Intensität der chemisch-physikalischen und mikrobiellen Abbauprozesse. Darüber hinaus beeinflusst sie die Rückhalte- und Puffermöglichkeit für Schadstoffe. Der in diesem Zusammenhang entscheidende Faktor ist jedoch die Durchlässigkeit (Korngrößenverteilung) der das Grundwasser überdeckenden Schichten.

Aufgrund der verschiedenen geohydraulischen Eigenschaften sind Locker- und Festgesteine hier getrennt zu bewerten. Bei Lockergesteinen bestimmt die Korngröße vor allem das hydraulische Leitvermögen des Sedimentes, auch die Kationenaustauschkapazität hängt von der Korngröße ab. Festgesteine weisen bei einer sehr geringen Durchlässigkeit des Gesteins meist auch eine geringe Sorptionsfähigkeit auf.

Für das Dresdner Stadtgebiet liegt eine flächendeckende Beurteilung der natürlichen Grundwassergeschüttheit vor (Abbildung 4.3-2).

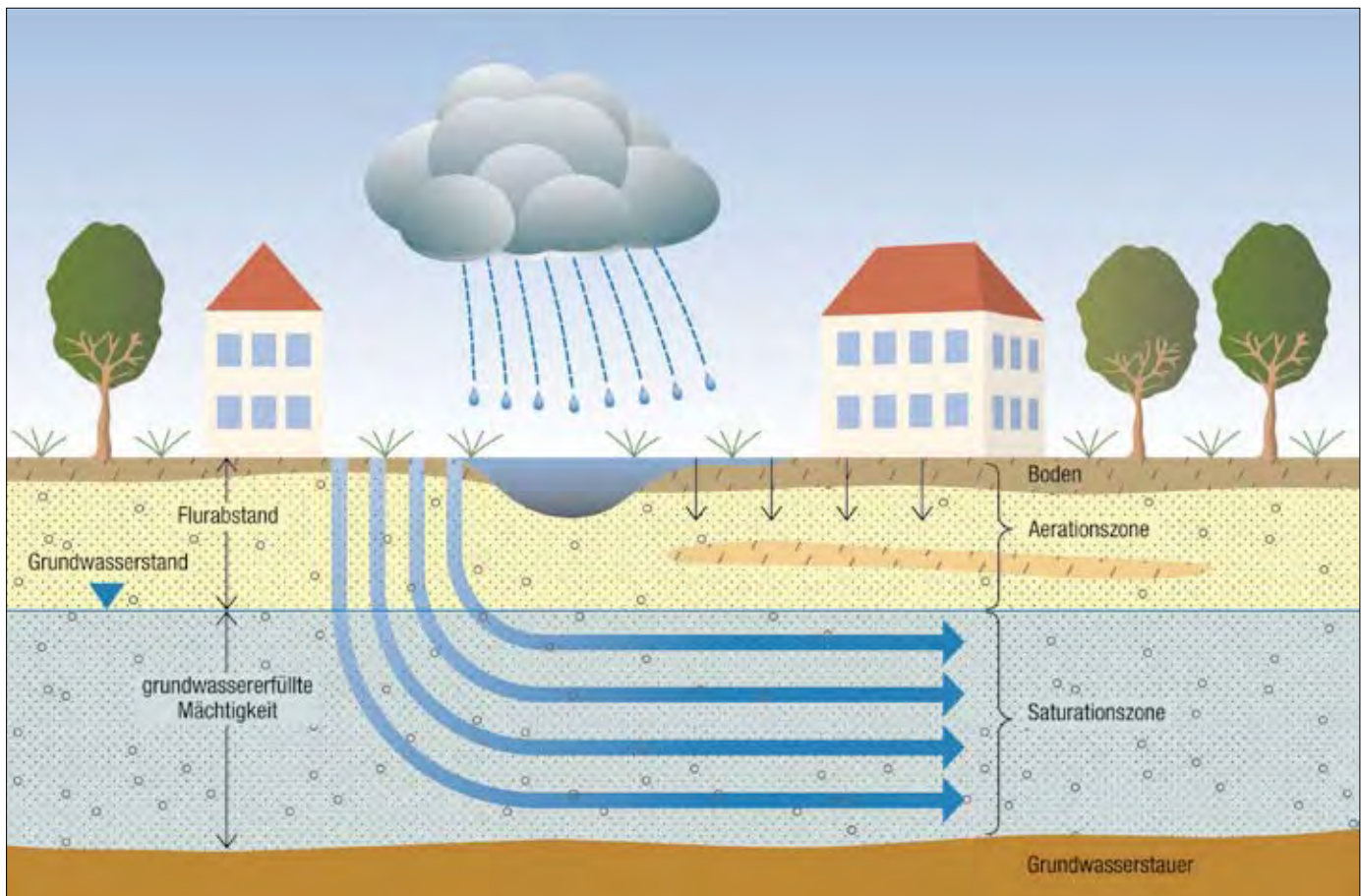


Abb. 4.3-1  
Grundwassergeschüttheit durch stauende Zwischenschichten

Die Geschüttheit wird in Abhängigkeit vom Grundwasserflurabstand und der Mächtigkeit bindiger Schichten innerhalb der Grundwasserüberdeckung in fünf Geschüttheitsklassen differenziert. Die Methodik der Kartenerstellung ist in der Erläuterung zur Umweltatlaskarte ausführlich beschrieben /4.3-1/.

Der für Dresdens Wasserversorgung bedeutsame Elbtalgrundwasserleiter ist gegenüber flächenhaft eindringenden Schadstoffen nur gering bis mittel geschützt. Dabei ergibt sich für den größten Bereich der Elbaue eine mittlere Grundwassergeschüttheit. Besonders in den alten Elbarmen ist die natürliche Grundwassergeschüttheit aber als sehr gering einzuschätzen.

Die lokalen pleistozänen Grundwasserleiter des Schönfelder Hochlandes, des Heidegebietes, des Langebrücker Granithügellandes und der Klotzscher-Medinger-Schotterplatte werden in die Geschüttheitsklassen 3 bis 5 (Geschüttheit mittel bis sehr gering) eingestuft. Die sehr gering geschützten Gebiete liegen in Bereichen der kleinen Flusstäler und in sehr grundwasserflurnahen Gebieten bzw. in Bereichen ohne hangende Bedeckungen.

Eine hohe natürliche Grundwassergeschüttheit ist im Dresdner Raum rechtselbisch lediglich im Verbreitungsbereich der saalekaltzeitlichen Heidesandterrasse in Folge des hier vorliegenden großen Grundwasserflurabstandes von bis zu 70 Meter und auf der linken Elbseite im Bereich der von Löß- und Gehängelehm bedeckten Elbwest- und Elbsüdhängen vorhanden. Ein absoluter Schutz des Grundwassers gegen eindringende Schadstoffe ist durch die natürlichen Verhältnisse im Dresdner Raum nicht gegeben. Auch in Bereichen relativ hoher natürlicher Geschüttheit sind Stoffeinträge bis in das Grundwasser möglich.

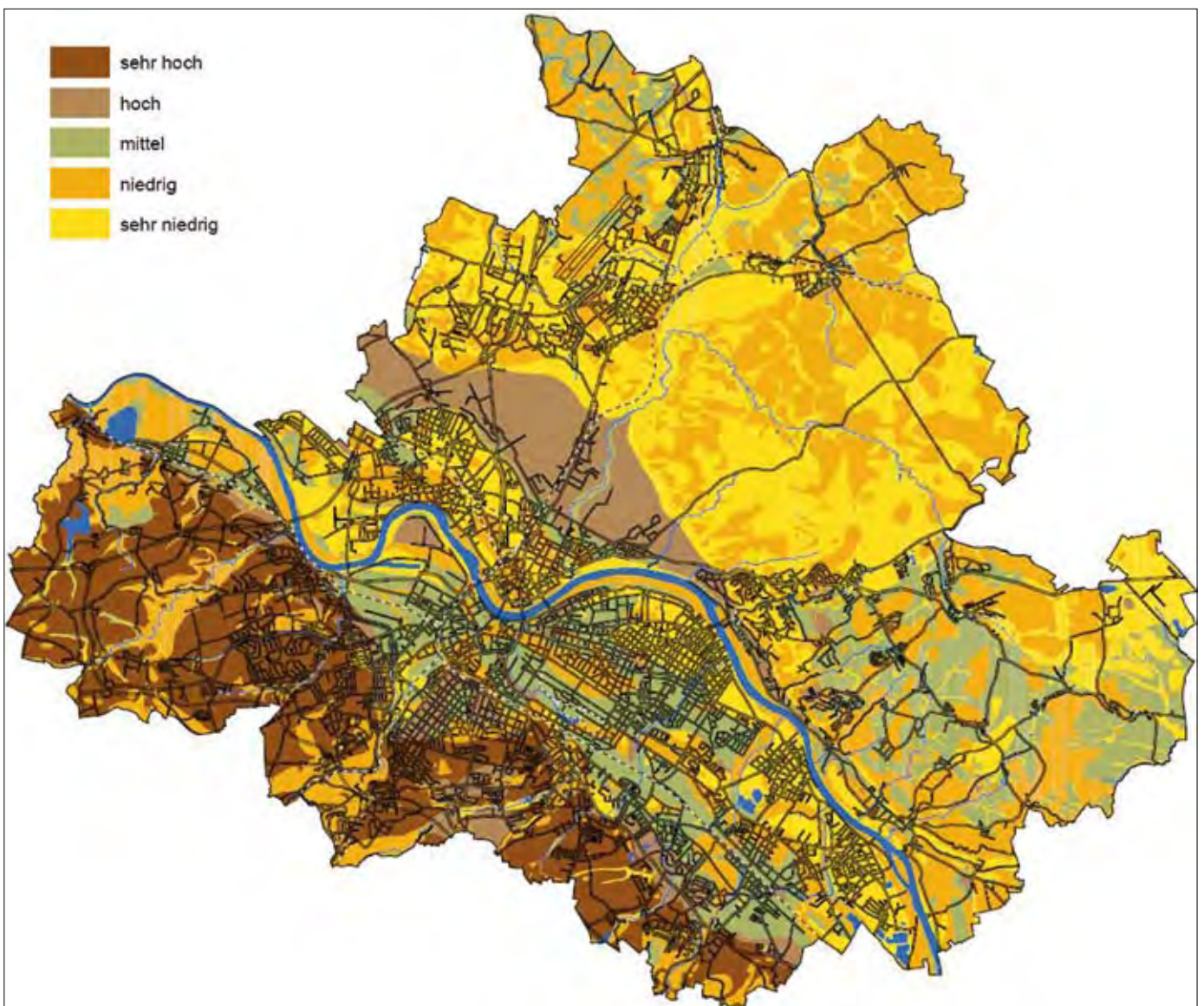


Abb. 4.3-2  
Karte der natürlichen Grundwassergeschüttheit

# 5 Die Beschaffenheit des Dresdner Grundwassers

## ■ 5.1 Welche Einflüsse bestimmen die Grundwasserqualität in Dresden?

Die Beschaffenheit des Dresdner Grundwassers wird durch eine Vielzahl natürlicher und menschlicher Einflüsse bestimmt. Die natürliche Grundwasserbeschaffenheit hängt zunächst von der Beschaffenheit des versickernden Niederschlagswassers ab. Sie wird aber mit zunehmendem Fließweg immer stärker von dem durchströmten Untergrund bestimmt. Wie viele und welche Mineralstoffe das Grundwasser im Untergrund aufnimmt, hängt von der Art der Mineralien in Boden und Grundwasserleiter und von ihrer Wasserlöslichkeit ab.

In städtischen, aber auch in landwirtschaftlich genutzten Gebieten ist die natürliche Beschaffenheit des Grundwasser meist durch menschliche Einflüsse verändert. Regen, der auf die Erde fällt, nimmt schon in der Atmosphäre Gase wie Stickstoff, Sauerstoff und Rauchgase auf. Von den benetzten Oberflächen wäscht das Wasser Partikel wie Staub von Dächern, Reifenabrieb von Straßen, Dünger von Feldern und Öltropfen von Parkplätzen ab. Danach versickert es in den Boden und nimmt dabei leicht lösliche Salze und Zersetzungsprodukte organischer Substanzen, wie Kohlendioxid und organische Säuren auf.

Bevor das Sickerwasser zu Grundwasser wird, durchläuft es verschiedene Bodenschichten und wird dabei physikalisch, chemisch und biologisch gereinigt. Von der Größe der Bodenporen hängt ab, wie gut das Wasser gefiltert und in den tieferen Untergrund weitergeleitet wird. Das Wasser wird auch chemisch und biologisch verändert: Das organische Material (Humus) und die feinen Tonplättchen in der obersten Bodenschicht verbinden sich und bilden die so genannten Ton-Humus-Komplexe. Diese können Stoffe – auch schädliche – chemisch aus dem Wasser filtern und an sich binden. In den obersten Bodenschichten (35 bis 50 cm) leben zahlreiche Kleinstlebewesen, die unerwünschte Stoffe abbauen und sie in unschädliche umwandeln.

An 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 ( $\text{CO}_2$ ) aus. Das  $\text{CO}_2$  löst sich im herabsickernden Wasser. Dabei entsteht Kohlensäure ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ). Je mehr Kohlensäure im Wasser gelöst ist, desto stärker ist seine Lösungskraft für andere Mineralstoffe. 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. 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. Hier wird das Wasser weiter gefiltert und chemisch verändert.

Im Allgemeinen machen nur einige wenige Inhaltsstoffe mehr als 99 Prozent des Lösungsinhaltes des Grundwassers aus. Hierzu gehören die Kationen Calcium ( $\text{Ca}^{2+}$ ), Magnesium ( $\text{Mg}^{2+}$ ), Natrium ( $\text{Na}^+$ ), Kalium ( $\text{K}^+$ ) sowie die Anionen Sulfat ( $\text{SO}_4^{2-}$ ), Chlorid ( $\text{Cl}^-$ ) Nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) und Hydrogenkarbonat ( $\text{HCO}_3^-$ ) und untergeordnet Eisen (Fe) und Mangan (Mn). Darüber hinaus können auch eine Reihe von Spurenstoffen, wie z. B. Aluminium, Silizium, Arsen und Fluor sowie Schwermetalle und einige organische Verbindungen im Grundwasser gelöst vorliegen. Die Milieuparameter pH-Wert, Redoxpotential bzw. die Sauerstoffkonzentration, aber auch die Summe der gelösten Salze (ausgedrückt durch die elektrische Leitfähigkeit) bestimmen die Stoffverteilung im Grundwasser /5.1-1/.

Wie in vielen anderen in Flussauen gelegenen Städten ist auch in Dresden das Grundwasser des oberen Grundwasserleiters aufgrund der geologischen Situation vor Schadstoffeinträgen kaum geschützt (siehe auch Kapitel 4.3). Folgende Ursachen sind hier für anthropogene (vom Menschen verursachte) Veränderungen der Grundwasserbeschaffenheit vor allem verantwortlich:

- unkontrollierter Stoffaustrag aus Altlastenstandorten und Altablagerungen,
- Auswaschungen aus Ablagerungen und Verfüllungen mit dem Trümmerschutt aus dem 2. Weltkrieg,
- Düngemittel- und Pestizideinsatz in Landwirtschaft, Forstwirtschaft und Gartenbau,
- unsachgemäße Lagerung und Entsorgung von Abfällen,
- fahrlässiger Umgang mit wassergefährdenden Stoffen/Havarien,
- Abwasserverluste der Kanalisation,
- Versickerung von biologisch vorgereinigtem Abwasser oder Straßenablaufwasser,
- Infiltration von Oberflächenwasser in das Grundwasser bei der Wassergewinnung (Uferfiltration) sowie
- Streusalzeintrag auf durchlässigen Flächen.

In Dresden sind vor allem die vielen Altstandorte und Altablagerungen Ursache für die punktuelle Belastung des Grundwassers mit Schadstoffen (Abbildung 5.1-1).

Stoffeinträge durch Altlasten werden aufgrund der klaren räumlichen Zuordnung auch als Punktbelastungen bezeichnet. Zu sogenannten diffusen Belastungen führt vor allem die landwirtschaftliche Nutzung von Flächen. Neben Nitrat und Phosphat spielen hier auch Einträge von Pflanzenschutzmitteln eine Rolle.



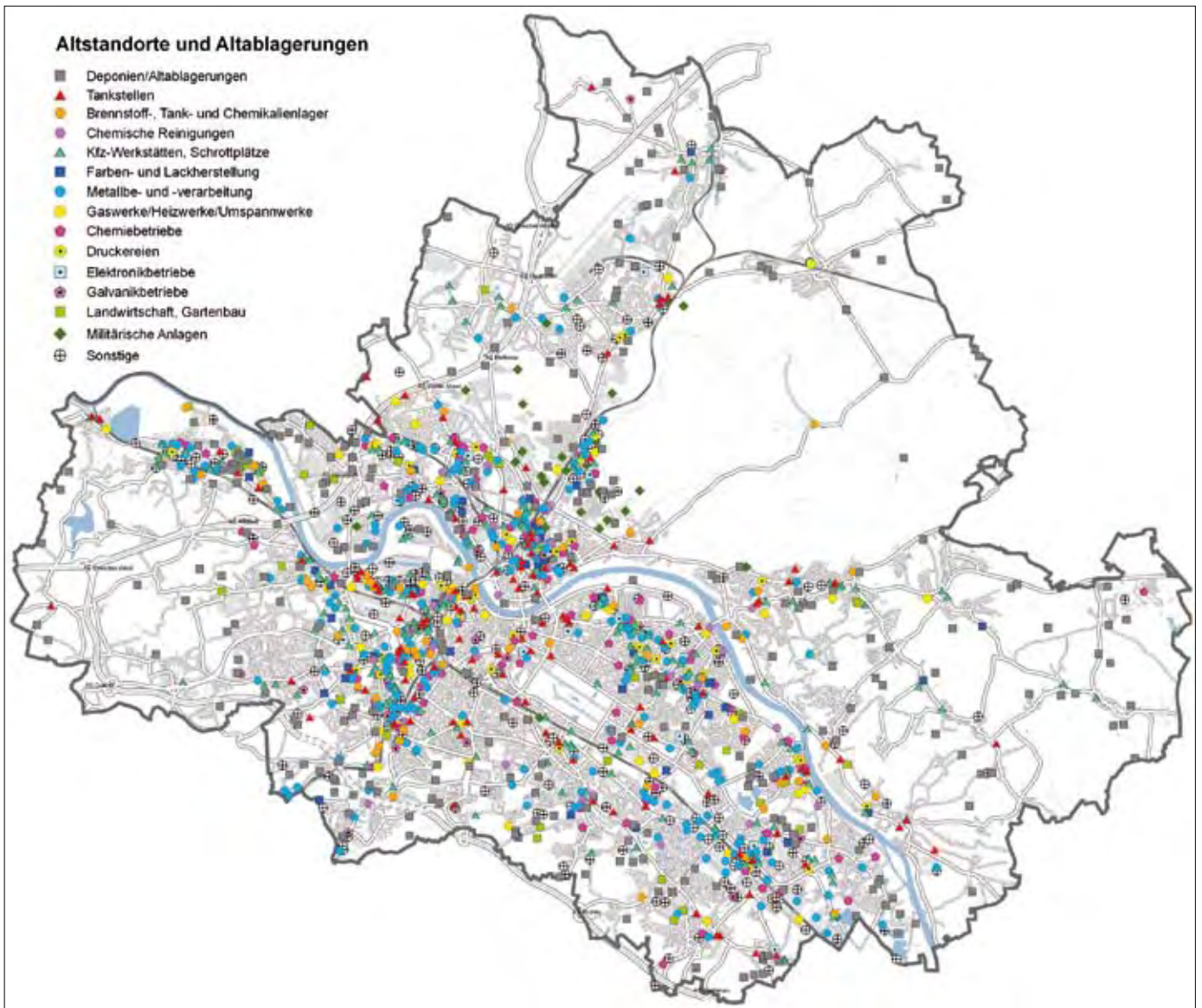


Abb. 5.1-1  
Altlastverdächtige Flächen – mögliche Quellen für Schadstoffeinträge in das Grundwasser

Abb. 5.1-2  
Landwirtschaft als Quelle für diffuse Schadstoffbelastungen (Quelle: Bilderdatenbank BMU)



## 5.2 Die natürliche Grundwasserbeschaffenheit – Grundlage für das Erkennen von Veränderungen

Ein rein natürlich geprägtes und durch menschliches Zutun unbeeinflusstes Grundwasser gibt es in Deutschland schon seit Jahrhunderten nicht mehr. Durch Ackerbau und Forstwirtschaft, die Regulierung der Vorflut und durch die Grundwasserentnahmen ist die Beschaffenheit des oberflächennahen Grundwassers in der Regel großflächig verändert.

Diffuse flächenhafte Einträge über das Sickerwasser aus der Landwirtschaft (mineralische Düngemittel, Gülle, Pflanzenschutzmittel) und der Atmosphäre werden mit dem Niederschlagswasser in den Grundwasserleiter eingetragen und verändern die Grundwasserbeschaffenheit.

Oft werden Wässer aus der vorindustriellen Zeit als „natürlich“ bezeichnet. Aus dieser Zeit liegen jedoch keine Messwerte vor. Die natürliche Grundwasserbeschaffenheit wird deshalb nach einem Vorschlag der Arbeitsgruppe „Grundwasserbeschaffenheit“ des DVWK folgendermaßen definiert:

Eine „natürliche“ Grundwasserbeschaffenheit liegt vor, wenn der Stoffgehalt des Grundwassers rein geogenen Ursprungs ist bzw. durch Einflüsse einer normalen, Jahrhunderte alten Kulturlandschaft ubiquitär überprägt wurde und das Grundwasser keine synthetischen Stoffe enthält /5.2-1/.

Für das Dresdner Stadtgebiet lässt sich eine „natürliche Grundwasserbeschaffenheit“ kaum mehr ermitteln. Gänzlich unbeeinflusste Bereiche gibt es im Stadtgebiet kaum. Teilweise weisen sogar tiefe oder auch nah am Talrand gelegene Grundwassermessstellen deutliche Zeichen anthropogener Beeinflussung auf. Für die Einordnung gemessener Grundwasserbeschaffenheitsdaten ist es aber wichtig, zumindest die Größenordnung der natürlichen Beschaffenheit zu kennen. Zur Ableitung von Hintergrundwerten für das Dresdner Grundwasser wurden deshalb im quartären Grundwasserleiter Messstellen ausgewählt, deren Lage nach

allgemeinen Erfahrungen nur eine geringe anthropogene Beeinflussung erwarten ließ, und hinsichtlich ihrer chemischen Beschaffenheit ausgewertet. In Tabelle 5.2-1 sind die Anzahl der einbezogenen Proben sowie die statistischen Kennziffern zusammengefasst. Dabei ist der sogenannte Median der Wert, unter dem 50 Prozent aller Messwerte liegen. Dieser Wert repräsentiert die tatsächlichen mittleren Verhältnisse oft besser als der Mittelwert, da einzelne höhere Werte („Ausreißer“) sich weniger stark auf das Berechnungsergebnis auswirken.

### pH-Wert

Der pH-Wert charakterisiert das Puffervermögen des natürlichen Systems Grundwasser/Boden. Der pH-Wert hat entscheidenden Einfluss auf das Lösungsvermögen und somit auf die Konzentration gelöster Stoffe im Grundwasser. Bei natürlichem, unbeeinflusstem Wasser wird der pH-Wert hauptsächlich von der Konzentration des Kohlendioxids und dem gelösten Kalk geprägt. Grundwässer in karbonatarmen Gesteinen sind besonders anfällig für eine Grundwasserversauerung.

Im Dresdner Grundwasser sind natürliche pH-Werte von 5,1 bis 8,6 vorhanden. Der Medianwert liegt bei 6,4 und damit im schwach sauren Bereich.

### Elektrische Leitfähigkeit

Die elektrische Leitfähigkeit ist ein Summenparameter für die im Grundwasser gelösten Stoffe und ist in anthropogen unbeeinflussten Regionen in erster Linie von der Löslichkeit der im Boden und in den Gesteinen vorhandenen Mineralien abhängig. Die Leitfähigkeit ist damit auch von der Aufenthaltszeit des Grundwassers und den physikalisch-chemischen Bedingungen im Aquifer abhängig. Grundwässer aus größeren Tiefen haben oft eine größere Leitfähigkeit als oberflächennahe Grundwässer.

Durch anthropogene Einflüsse (z. B. Düngung, Abwässer, Deponien, Streusalz) kann sich die Leitfähigkeit vor allem im oberflächennahen Grundwasser stark erhöhen. Eine hohe Leitfähigkeit kann daher einen ersten Hinweis auf eine anthropogene Belastung geben.

Tabelle 5.2-1  
Hintergrundwerte der Grundwasserbeschaffenheit im quartären Grundwasserleiter

	Anzahl	Min	Max	Median	Mittelwert
<b>pH-Wert</b>	167	5,17	8,61	6,41	6,42
<b>Leitfähigkeit</b>	151	287	981	397	456
<b>O2-Gehalt</b>	136	0,2	13,3	8,1	7,8
<b>Kalium</b>	169	0,6	5,45	2,20	2,34
<b>Calcium</b>	143	30,2	89,6	45,9	49,1
<b>Magnesium</b>	131	1,7	28,6	11,2	12,3
<b>Natrium</b>	140	7,4	29,7	13,8	15,0
<b>Chlorid</b>	141	2,4	80	21,3	24,2
<b>Nitrat</b>	100	2	17,8	5,9	7,2
<b>Sulfat</b>	141	52,1	142	110,0	101,8
<b>DOC</b>	151	0,27	3,3	0,69	0,77
<b>Gesamthärte</b>	123	5,8	14,9	8,08	8,94
<b>Eisen (gesamt)</b>	113	0	2,7	0,09	0,25
<b>Mangan</b>	158	0	1,3	0,02	0,15
<b>Aluminium</b>	125	0	5	0,05	0,32
<b>Ammonium</b>	168	0	0,299	0	0,01
<b>Barium</b>	126	0	0,55	0,04	0,05
<b>Bor</b>	161	0	0,21	0,03	0,04
<b>Phosphat</b>	35	0,013	0,28	0,06	0,08

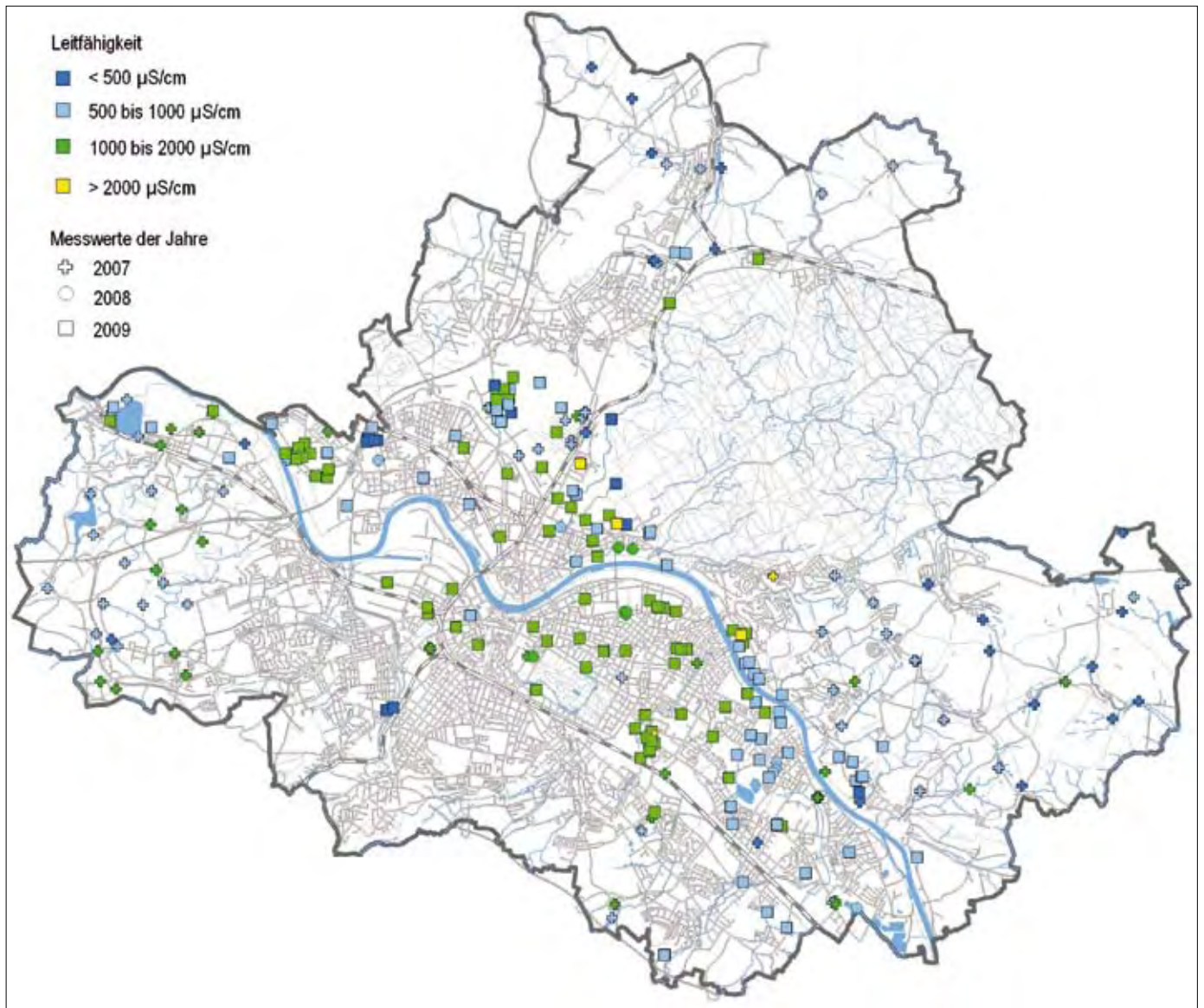


Abb. 5.2-1  
Verteilung der analysierten Leitfähigkeiten – synoptische Darstellung der Jahre 2007 bis 2009

Belastungsklassen	Belastung
< 500 µS/cm	unbelastet
500 bis 1000 µS/cm	sehr gering belastet
1000 bis 2000 µS/cm	gering belastet
> 2000 µS/cm	deutlich belastet

Tabelle 5.2-2  
Belastungsklassen Leitfähigkeit

Die natürliche Leitfähigkeit des Dresdner Grundwassers im quartären Grundwasserleiter liegt bei 300 bis 500 µS/cm. In belasteten Bereichen kann sie auf mehrere Tausend µS/cm ansteigen. Die Verteilung der ermittelten Leitfähigkeitswerte im Stadtgebiet Dresden zeigt Abbildung 5.2-1.

### Sauerstoff

Sauerstoff wird über die Grundwasserneubildung in das Grundwasser eingetragen. Im Allgemeinen liegt die Konzentration des im Grundwasser gelösten Sauerstoffs zwischen 2 und 8 mg O<sub>2</sub>/l. Bei unbeeinflussten Grundwassertemperaturen von 8 bis 10 °C liegt die Sauerstoffsättigung zwischen 9,5 und 12 mg O<sub>2</sub>/l. In Anwesenheit sauerstoffzehrender Substanzen kommt es zu Umsetzungsprozessen, die zu einem vollständigen Verbrauch des gelösten Sauerstoffs führen können. Ein solches Grundwasser wird als „reduziertes Grundwasser“ bezeichnet /5.2-2/. Typische Merkmale reduzierter Grundwässer sind erhöhte Eisen- und Mangankonzentrationen sowie das Auftreten von Nitrit und Ammonium. Über die Sauerstoffkonzentration, die als Grenze zwischen oxidierten und reduzierten Bedingungen angesehen werden kann, liegen uneinheitliche Angaben vor; generell kann jedoch ein Grundwasser mit einer Sauerstoffkonzentration unter 1 bis 1,5 mg/l als reduziert angesehen werden. Bei Sauerstoffkonzentrationen oberhalb von etwa 5 mg/l sind Grundwässer in der Regel frei von Eisen, Mangan, Ammonium und Schwefelwasserstoff /5.2-3/. Für Dresden sind mittlere Werte um 8 mg/l typisch.

## DOC

Der gelöste organische Kohlenstoff (DOC) ist ein Summenparameter für die im Grundwasser gelösten organischen Kohlenstoffverbindungen. In reduzierten Grundwässern können die DOC-Konzentrationen 5 mg/l und mehr betragen. In oxidierten, unbelasteten Grundwässern sind die DOC-Werte deutlich geringer. Während die im Grundwasserleiter selbst gelösten Mengen an organischem Kohlenstoff in der Regel natürlichen Ursprungs sind (z. B. aus der Lösung von Kohlepartikeln), können mit dem Sickerwasser auch synthetische Kohlenstoffverbindungen in das Grundwasser eingetragen werden. Vor allem in oberflächennahen Grundwässern können erhöhte DOC-Konzentrationen auf anthropogene Eintragsquellen (Deponien, Abwässer) hinweisen. In anthropogen unbeeinflussten Gebieten mit aeroben (oxidierten) Grundwasserverhältnissen übersteigt die DOC-Konzentration nur selten 2,5 mg/l. Im Dresdner Grundwasser sind unter natürlichen Verhältnissen DOC-Gehalte von etwa 0,7 mg/l zu erwarten.

## Natrium

Natrium ist ein wichtiger Bestandteil von Feldspaten und Tonmineralen sowie von Salzgesteinen. Natürliche Quellen für hohe Natriumkonzentrationen wie Salzlagerstätten oder Aufstiegszonen hoch mineralisierter Tiefenwässer gibt es in Dresden nicht. Nach /5.2-4/ liegen die Natriumkonzentrationen der meisten Grundwässer unter 50 mg/l. Anthropogene Eintragsquellen für Natrium in das Grundwasser sind Streusalze, natriumhaltige Düngemittel (Chilesalpeter) und Abwässer. Für das unbeeinflusste Dresdner Grundwasser wurden Natriumkonzentrationen von 7,4 bis 30 mg/l ermittelt. Im Mittel liegen die Natriumgehalte bei 15 mg/l.

## Kalium

Kalium ist wie Natrium ein Alkalimetall und findet sich häufig in Silikaten (Feldspaten und Glimmern) sowie in Salzgesteinen. Obwohl das Vorkommen des Kaliums in den Gesteinen in etwa der des Natriums entspricht, liegen die Kaliumkonzentrationen im Grundwasser in der Regel unter 5 mg/l und damit deutlich unterhalb der Natriumkonzentrationen. Ursache hierfür ist die starke Adsorption von Kalium an Tonminerale. Kalium ist wie Stickstoff und Phosphor ein bedeutender Pflanzennährstoff, so dass Kaliumdünger in der Landwirtschaft unverzichtbar sind. Außerdem kann es zu erhöhten Kaliumgehalten durch Abwässer und Deponien kommen. Unbeeinflusstes Grundwasser in Dresden weist Kaliumgehalte von 1 bis 2 mg/l auf.

## Calcium

Calcium ist das häufigste Kation in süßen Grundwässern der Sedimentgesteine. Der Gehalt an Calcium- und Hydrogenkarbonationen wird im Grundwasser vor allem durch das Kalk-Kohlensäure-Gleichgewicht bestimmt. Nach /5.2-5/ liegt die Calciumkonzentration in Grundwässern silikatischer Gesteine bei etwa 50 mg/l. Durch anthropogene Einflüsse wird der Calciumgehalt von Grundwässern in der Regel erhöht. Die durch atmosphärische Säuredeposition eingetragenen Wasserstoffionen werden in karbonathaltigen Aquiferen gepuffert, wobei Calciumionen freigesetzt werden. Daneben ist Calcium ein Bestandteil vieler Düngemittel, was zu einer Erhöhung der Calciumkonzentration im Grundwasser um etwa 10 bis 30 mg/l führen kann /5.2-6/. Im Dresdner Grundwasser sind Hintergrundwerte von etwa 30 bis 90 mg/l typisch. Der Medianwert liegt bei 45 mg/l.

## Magnesium

Magnesium ist wie Calcium ein Erdalkalimetall und nach Calcium das zweithäufigste Kation im Grundwasser. Es ist vor allem in Karbonatgesteinen (Dolomit, Magnesit) und Silikatgesteinen (Olivin, Pyroxene)

gebunden. Die Magnesiumkonzentration im Grundwasser ist meist geringer als die Calciumkonzentration, was auf die geringere Verbreitung und schlechtere Löslichkeit magnesiumhaltiger Karbonate zurückzuführen ist. Zu einer großräumigen Erhöhung der Magnesiumkonzentrationen im Grundwasser kann es durch mineralische Düngemittel, lokal durch Deponien und den Einsatz von Laugen im Winterdienst kommen. In Dresden liegen die unbeeinflussten Magnesiumgehalte zwischen 2 und 28 mg/l, der Medianwert bei 11,2 mg/l.

## Hydrogenkarbonat

Die Konzentration von Hydrogenkarbonat im Grundwasser wird durch das Kalk-Kohlensäure-Gleichgewicht bestimmt, welches gleichzeitig eine steuernde Funktionen bei vielen geochemischen Wechselwirkungsprozessen im Untergrund ausübt:



Aufgrund der Mineralisierung der organischen Substanzen in der Bodenzone kommt es zu einer Anreicherung von  $\text{CO}_2$  in der Bodenluft und in Verbindung damit zu einer Anreicherung von Hydrogenkarbonat und Protonen im Sickerwasser. Dadurch entsteht eine erhöhte Kalkaggressivität, so dass Kalke aus dem Boden bzw. den Sedimenten gelöst werden. Neben weiteren Hydrogenkarbonationen reichert sich dabei vor allem Calcium im Sicker- und Grundwasser an.

In Regionen mit karbonatarmlen Gesteinen und Böden sind die natürlichen Hydrogenkarbonatgehalte im Grundwasser im Allgemeinen gering. Durch Kalkung dieser Böden oder durch die landwirtschaftliche Düngung kann es zu einer Erhöhung der Hydrogenkarbonatkonzentration im Grundwasser kommen. Für Dresden liegen nur sehr wenige auswertbare Datensätze zu Hydrogenkarbonat vor. Der Medianwert liegt bei etwa 50 mg/l.

## Gesamthärte

Der Kalkgehalt des Wassers wird auch als Wasserhärte bezeichnet. Die Wasserhärte gibt an, wie viel Calcium und Magnesium im Wasser gelöst sind. Je höher der Kalkgehalt, desto größer die Wasserhärte. Dresdens unbeeinflusstes Grundwasser ist mit seiner Gesamthärte von 6 bis 15° dH als mittelhart einzuordnen.

## Wasserhärte im Trinkwasser

Die Kenntnis der Wasserhärte im Trinkwasser ist wichtig für die richtige Dosierung von Wasch- und Reinigungsmitteln. Waschaktive Substanzen benötigen weiches Wasser, um optimal wirken zu können. Auch Dresdens Trinkwasser liegt im Bereich „mittelhartes Wasser“ /7.2-4/.

Härtebereich	Bezeichnung	° deutsche Härte
1	weich	< 7
2	mittelhart	7 bis 14
3	hart	14 bis 21
4	sehr hart	> 21

Tabelle 5.2-3  
Klassifikation des Wassers nach der Härte

## Eisen

Eisen kommt in fast allen Böden und Gesteinen vor und ist in den meisten Grundwässern nachweisbar. In sauerstoffhaltigen Grundwässern liegt Eisen zumeist in dreiwertiger Form als ausgefälltes Fe(III)-Hydroxid ( $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ) vor und ist gelöst entweder nicht oder nur in Spuren nachweisbar. Im Gegensatz zu Fe(III) ist Fe(II) relativ gut wasserlöslich,

weshalb das gesamte im Grundwasser gelöste Eisen zumeist als Fe(II) vorliegt. Eine großräumige anthropogene Überprägung des Grundwassers durch Eiseneinträge mit dem Sickerwasser ist in der Regel auszuschließen, da in Lösung befindliches Eisen im aeroben Milieu des Sickerwassers ausgefällt würde. Gelöstes Fe(III) kann nur in sauren Wässern (pH < 5), zum Beispiel unter stark versauerten Waldböden oder in Halden und Grubenwässern des Kohle- und Erzbergbaus, vorkommen. In Dresden sind Werte zwischen 0 und 0,25 mg/l Eisen im Grundwasser typisch.

### Mangan

Mangan hat ähnliche geochemische Eigenschaften wie das Eisen und ist deshalb in der Regel in Gesellschaft mit Eisen anzutreffen. Aufgrund dessen geringerer Verbreitung liegen die Mangankonzentrationen im Grundwasser meist unter 1 mg/l und damit deutlich unterhalb der Eisenkonzentrationen. Eine großräumige anthropogene Überprägung des Grundwassers durch Manganeinträge mit dem Sickerwasser ist in der Regel auszuschließen. Erhöhte Mangankonzentrationen im Dresdner Grundwasser deuten zumeist auf den Abbau organischer Schadstoffe hin.

### Phosphat

Neben Stickstoff und Kalium zählt Phosphat zu den wichtigsten Pflanzennährstoffen und spielt deshalb in den Stoffwechselkreisläufen eine entscheidende Rolle. Die wichtigste anthropogene Quelle der Phosphate sind Abwässer sowie Düngemittel aus der Landwirtschaft. Im unbeeinflussten Dresdner Grundwasser liegen die Phosphatwerte unter 1 mg/l.

## ■ 5.3 Wie stark ist das Dresdner Grundwasser belastet?

Zur Beurteilung der Grundwasserqualität gibt es derzeit nur wenige rechtlich verbindliche Grundlagen. Die EU-Wasserrahmenrichtlinie /5.3-1/ schreibt lediglich für Nitrat und Pestizide ein Umweltqualitätsziel fest. Die für Deutschland seit dem 09. 11. 2011 gültige Grundwasserverordnung /5.3-2/ greift diese Werte auf und legt in ihrer Anlage 2 Schwellenwerte für weitere Stoffe fest. Ein Schwellenwert ist dabei die Konzentration eines Schadstoffes, einer Schadstoffgruppe oder der Wert eines Verschmutzungsindikators im Grundwasser, die zum Schutz der menschlichen Gesundheit und der Umwelt festgelegt werden.

Tabelle 5.3-1  
Schwellenwerte nach Anlage 2 der Grundwasserverordnung

Substanzname	Schwellenwert
Nitrat (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	50 mg/l
Wirkstoffe in Pflanzenschutzmitteln und Biozidprodukten einschließlich relevanter Stoffwechsel-, Abbau- und Reaktionsprodukte	jeweils 0,1 µg/l insgesamt 0,5 µg/l
Arsen (As)	10 µg/l
Cadmium (Cd)	0,5 µg/l
Blei (Pb)	10 µg/l
Quecksilber (Hg)	0,2 µg/l
Ammonium (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	0,5 mg/l
Chlorid (Cl <sup>-</sup> )	250 mg/l
Sulfat (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	240 mg/l
Summe aus Tri- und Tetrachlorethen	10 µg/l

Außerdem stehen für die Beurteilung von Grundwasserwerten die sogenannten Geringfügigkeitsschwellenwerte der LAWA zur Verfügung /5.3-3/ und /5.3-4/. Diese Werte sind definiert als Konzentrationen, bei denen trotz einer Erhöhung der Stoffgehalte gegenüber den regionalen Hintergrundwerten keine relevanten ökotoxischen Wirkungen auftreten können und die Anforderungen der Trinkwasserverordnung eingehalten werden. Unterhalb der Geringfügigkeitsschwellenwerte ist das Grundwasser im rechtlichen Sinne nicht verunreinigt.

Grundvoraussetzung für einen effektiven Grundwasserschutz ist eine regelmäßige und systematische Überwachung des Grundwassers. Nur so lassen sich Veränderungen der Grundwasserqualität rechtzeitig erkennen und Maßnahmen zur Beseitigung von Schäden einleiten.

Das Dresdner Grundwasser wird seit den 1990er Jahren durch das Umweltamt in Zusammenarbeit mit der DREWAG Stadtwerke Dresden GmbH regelmäßig überwacht. Dabei werden in die regelmäßigen Untersuchungen insgesamt 100 Standorte einbezogen. Der Schwerpunkt liegt in den Einzugsgebieten der Wasserwerke. Aufgrund von zu geringen Wasserständen oder zeitweiliger Unzugänglichkeit einzelner Messstellen gibt es geringfügige Unterschiede in der Gesamtanzahl der Proben.

Außerdem führt das Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie im Rahmen der Berichterstattung zur EU-Wasserrahmenrichtlinie an insgesamt 28 Messstellen /5.3-5/ im Stadtgebiet regelmäßige Untersuchungen der Grundwasserqualität mit einem sehr umfangreichen Parameterspektrum durch.

Ergänzende Informationen stehen auch aus Sondermessungen im Umfeld von Altlastenstandorten sowie aus der Überwachung von Grundwassernutzungsanlagen zur Verfügung. Im Jahr 2007 wurde eine Untersuchung zur Grundwasserqualität in den lokalen Grundwasservorkommen der um 1999 eingemeindeten Gebiete durchgeführt, um auch für diese Bereiche eine Übersicht über die Grundwasserbeschaffenheit zu gewinnen.

Alle diese Untersuchungen haben gezeigt, dass das Grundwasser des oberen Grundwasserleiters in Dresden eine Vielzahl von Veränderungen gegenüber dem natürlichen Zustand aufweist. Für die wichtigsten Parameter wird die Entwicklung der Grundwasserbeschaffenheit nachfolgend beschrieben. Für die Kartendarstellungen werden dabei alle dem Umweltamt bekannten Messwerte verwendet. Den Auswertungen zur zeitlichen Entwicklung sind jedoch nur die Werte der regelmäßig untersuchten Standorte zugrunde gelegt, damit eine Vergleichbarkeit der Aussage möglich ist. Liegen an einem Messpunkt innerhalb der betrachteten Jahre mehrere unterschiedliche Werte vor, zum Beispiel in Folge verschiedener Entnahmetiefen oder mehrmaliger Beprobung des Standortes, wurde jeweils der höchste ermittelte Wert dargestellt. Diese Vorgehensweise ist statistisch nicht exakt, kann aber den schnell wechselnden Grundwasserqualitätsveränderungen und der daraus resultierenden Zufälligkeit der Messwerte, die nicht immer die höchste an einem Messpunkt im Laufe des Auswertungszeitraumes de facto aufgetretene Belastung repräsentieren, in ausreichendem Maße Rechnung tragen.

### 5.3.1 Leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe

Die Schadstoffgruppe mit der größten Relevanz für das Dresdner Grundwasser sind zur Zeit die leichtflüchtigen halogenierten Kohlenwasserstoffe (LHKW).

LHKW sind kettenförmige Kohlenwasserstoffverbindungen, die mindestens ein Halogen-Atom (Chlor, Fluor, Brom) enthalten. In Industrie und Gewerbe werden sie vor allem als Lösungsmittel zur Reinigung von Metallen und Textilien verwendet.

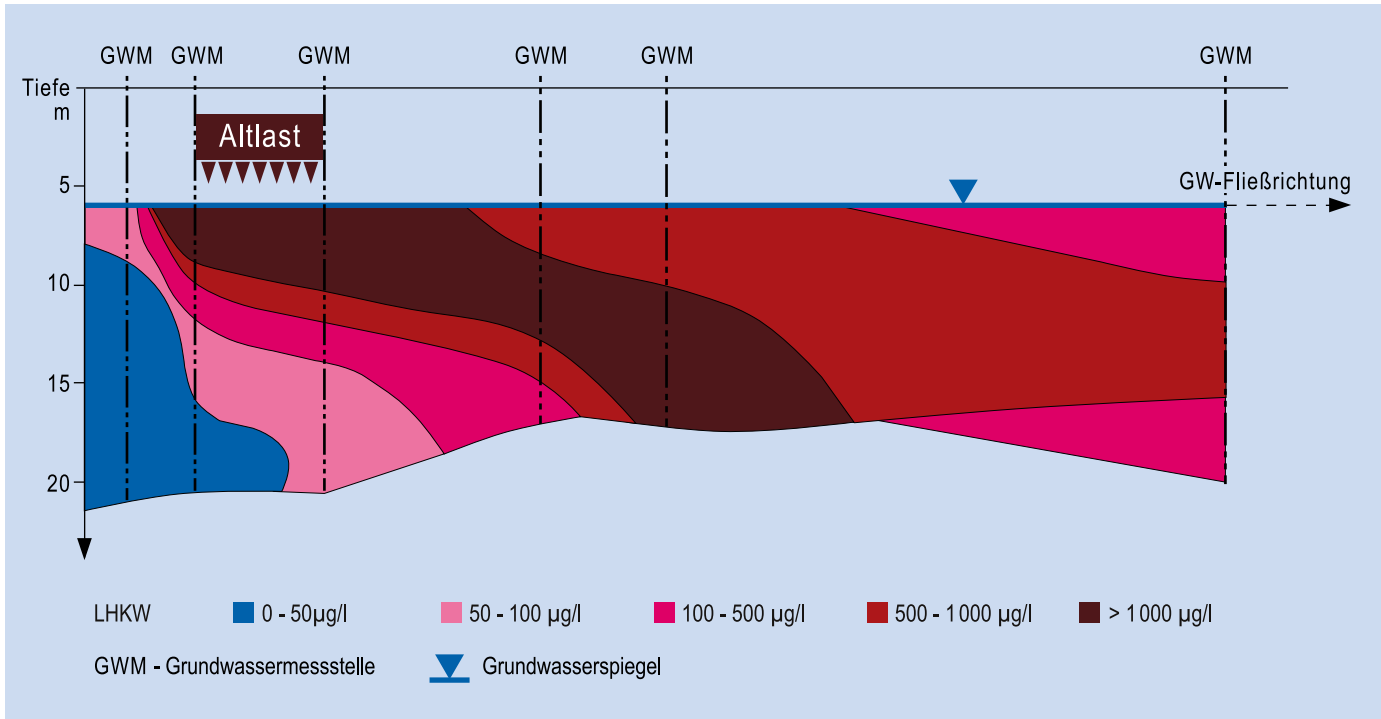


Abb. 5.3-1  
Ausbreitung eines LHKW-Schadens im Untergrund

In der natürlichen Umwelt sind LHKW hoch mobil und besonders langlebig (persistent). Teilweise sind sie auch giftig oder haben karzinogene (krebserregende) Wirkung. Wichtige Vertreter der Stoffgruppe LHKW sind Tetrachlorethen, Trichlorethen, Tetrachlormethan und Trichlormethan („Chloroform“). Die Gründe für den Stoffeintrag in die Umwelt reichen von der mutwilligen Einleitung von Reststoffen in den Untergrund über fahrlässigen Umgang mit den früher kritiklos eingesetzten Reinigungs- und Entfettungsmitteln bis hin zu Schadensfällen und Havarien.

Aufgrund ihrer gegenüber Wasser größeren Dichte sinken LHKW mit zunehmendem Fließweg im Grundwasserleiter ab und erzeugen so ein differenziertes Verteilungsbild (Abbildung 5.3-1).

LHKW können grundwasserstauende Schichten durchdringen und so auch in gegen andere Schadstoffe gut geschützte Grundwasserleiter eindringen. Unter ungestörten hydraulischen Bedingungen bilden sich infolge der geringen Adsorptionsneigung der LHKW lange schmale Kontaminationsfahnen heraus. Zur differenzierten Erfassung der Belastungssituation im Dresdner Stadtgebiet wurden für LHKW die folgenden Belastungsklassen ausgewertet:

Belastungsklassen	Belastung
< 1 µg/l	unbelastet
1 bis 20 µg/l	sehr gering belastet
20 bis 50 µg/l	gering belastet
50 bis 100 µg/l	deutlich belastet
100 bis 250 µg/l	stark belastet
> 250 µg/l	sehr stark belastet

Tabelle 5.3-2  
LHKW-Belastungsklassen

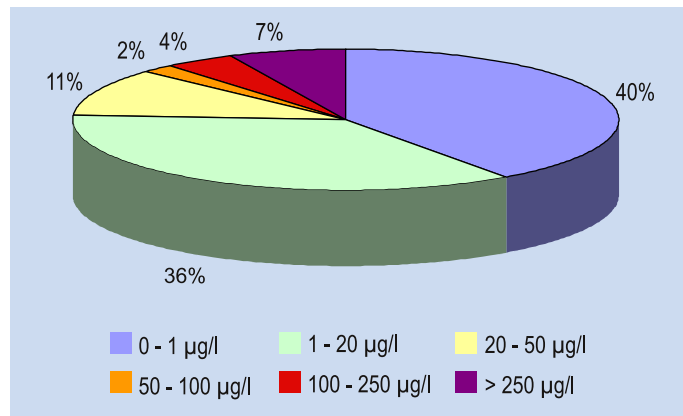


Abb. 5.3-2  
Verteilung der analysierten LHKW-Konzentrationen im Jahr 2009

Der Grenzwert der Trinkwasserverordnung /5.3-6/ liegt für die Summe der LHKW bei 10 µg/l. Bei Einhaltung dieses Wertes sind auch bei dauerhafter lebenslanger Aufnahme nachteilige Wirkungen nicht zu erwarten. Der Geringfügigkeitsschwellenwert (GFS-Wert) der LAWA, der für die Beurteilung von Grundwasserbelastungen gedacht ist, liegt für die Summe der LHKW bei 20 µg/l. Zusätzlich gibt es einen GFS-Wert für die Summe der Einzelsubstanzen Trichlorethen und Tetrachlorethen (10 µg/l). In Sachsen wurde bis 2004 außerdem ein sogenannter Dringlichkeits-Wert zur Beurteilung von Grundwasserbelastungen genutzt, der bei 50 µg/l lag.

Die Messergebnisse haben gezeigt, dass im Stadtgebiet Dresden LHKW an vielen Standorten im Grundwasser vorhanden sind. Dennoch wäre es falsch, von einer flächendeckenden Belastung des Dresdner Grundwassers durch LHKW zu sprechen, denn bei insgesamt 76 Prozent aller Messungen wurden Werte unterhalb des Geringfügigkeitsschwellenwertes von 20 µg/l gefunden. 40 Prozent aller Beprobungen liegen sogar unter 1 µg/l und sind damit als unbelastet einzustufen.

Belastung	Quelle	Bearbeitungsstand
Diebweg	militärische Liegenschaft	Sanierung abgeschlossen
Stauffenbergallee	militärische Liegenschaft	Sanierung abgeschlossen
Hennigsdorfer Straße	Altstandort	Sanierung abgeschlossen
Kötzschenbroder Straße	Altstandort (Lackfabrik)	Sanierung abgeschlossen
Dohnaer Straße	ehem. Chemische Reinigung	Sanierungsplanung
Rosenstraße	ehem. Chemiehandel	Sicherung
Friedrichstraße	ehem. Chemische Reinigung	Sanierungsplanung
Schandauer Straße	mehrere Altstandorte	Bodenluft saniert, Grundwasserüberwachung
Lockwitzbachweg	Altstandort	Sanierung
Hamburger Straße	Altstandort	Anordnung in Vorbereitung
Kaditz, Bereich Spitzhausstraße	Quelle außerhalb Stadtgebiet	Sanierung in Vorbereitung
Hellerhofstraße	Quelle unbekannt	Amtsermittlung wird weiter geführt
Flughafenstraße	Altstandort (Metallbearbeitung)	Überwachung
Behringstraße	ehem. Chemiehandel	Überwachung
An der Niedermühle	ehem. Dico-Werk	Sanierung
Kötzschenbroder Straße	ehem. VEB Elko	Bodensanierung abgeschlossen
Körnerweg	Quelle unbekannt	Amtsermittlung ergebnislos
Klagenfurter Straße	ehem. Kunststoffverarbeitung	Bodenluft saniert, Grundwasserüberwachung

Tabelle 5.3-3  
Standorte mit Grundwasserbelastungen durch LHKW

Als generell unbelastet oder nur geringfügig belastet können vor allem die südöstlichen Randbereiche eingeschätzt werden. Auch im inneren Stadtzentrum sowie im Bereich des Großen Gartens sind nur geringfügige Belastungen zu verzeichnen (Abbildung 5.3.-4).

In den durch größere Industrieanstaltungen geprägten Gebieten der Stadt, insbesondere in der Friedrichstadt, im Dresdner Osten und in Teilen der Äußeren Neustadt sind leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe an vielen Stellen im Grundwasser gefunden worden. Maßgebliche Ursache dafür ist die Vielzahl der in Dresden ansässig gewesenen metallverarbeitenden Industriebetriebe, Maschinenbaubetriebe und chemischen Reinigungen, bei denen produktionsbedingt LHKW zum Einsatz kamen. Außerdem sind die militärischen Liegenschaften, vor allem der GUS-Streitkräfte, als Eintragsorte von LHKW ermittelt worden.

Mit Stand 2009 sind in Dresden 14 gravierende Grundwasserverunreinigungen mit LHKW als Hauptschadstoff bekannt. Bei einem Standort befindet sich die Quelle außerhalb des Stadtgebietes. Fünf hoch belastete Standorte konnten bereits erfolgreich abschließend saniert werden.

Außerdem wurde bei vielen Baumaßnahmen im Zuge von Abriss und Neubebauung mit dem Bodenaushub oft auch belastetes Material mit entfernt.

Mit diesen bereits durchgeführten Sanierungsmaßnahmen sind an einer Vielzahl von Standorten die Schadstoffquellen beseitigt worden und der Schadstoffeintrag in das Grundwasser ist stark zurückgegangen. Auch Schadstoffabbau und -verdünnung tragen langfristig zu einer Verbesserung der Situation bei. Wie sich die Belastungssituation an den regelmäßig überwachten Messstellen in den letzten Jahren entwickelt hat, zeigt die Abbildung 5.3-5.

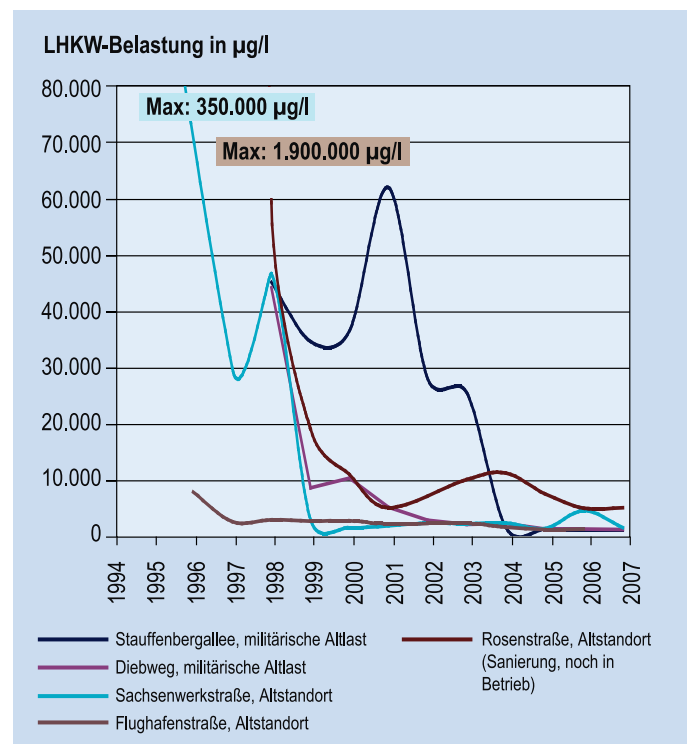


Abb. 5.3-3  
Entwicklung der LHKW-Belastung an Standorten mit erfolgreicher Grundwassersanierung

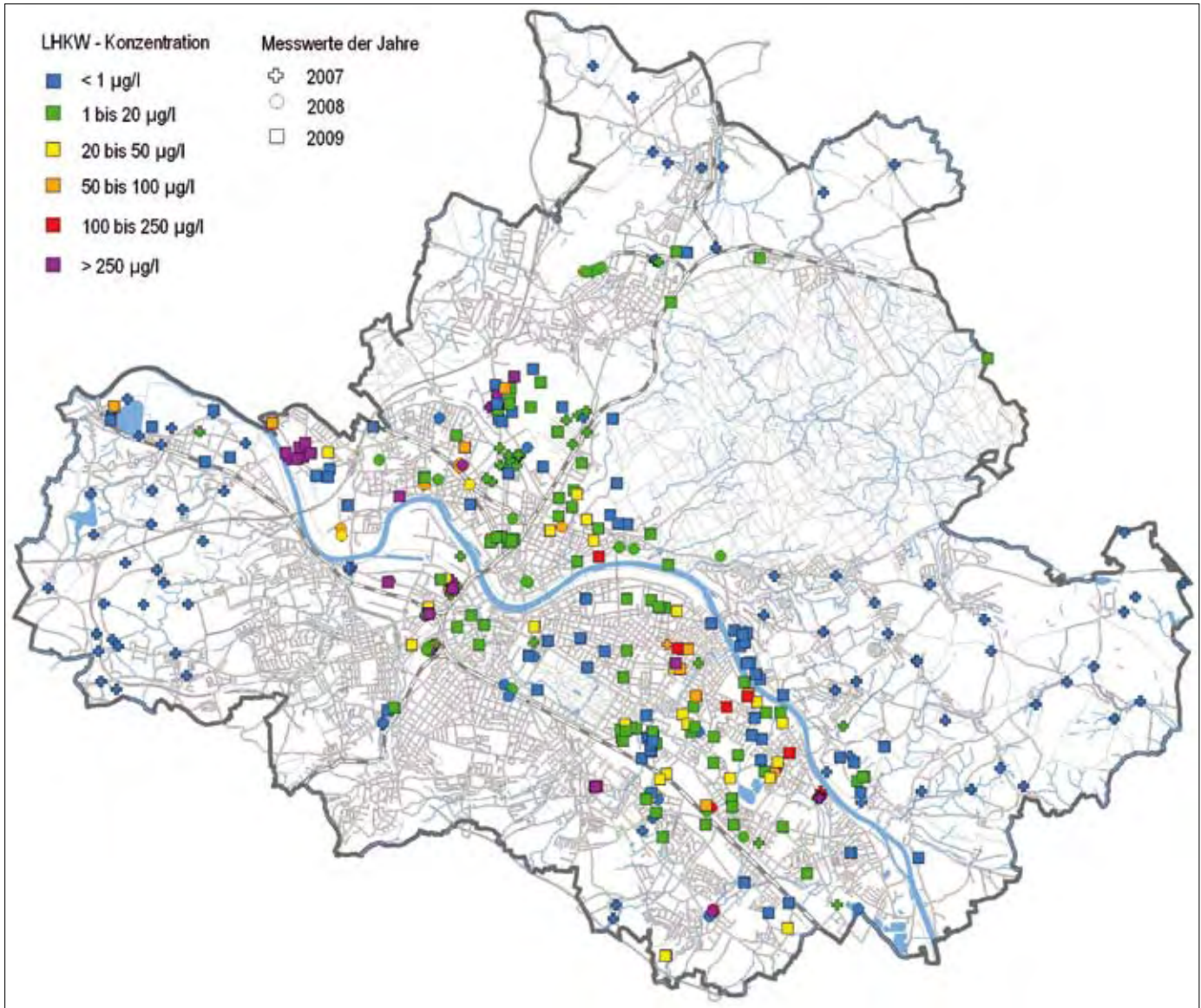
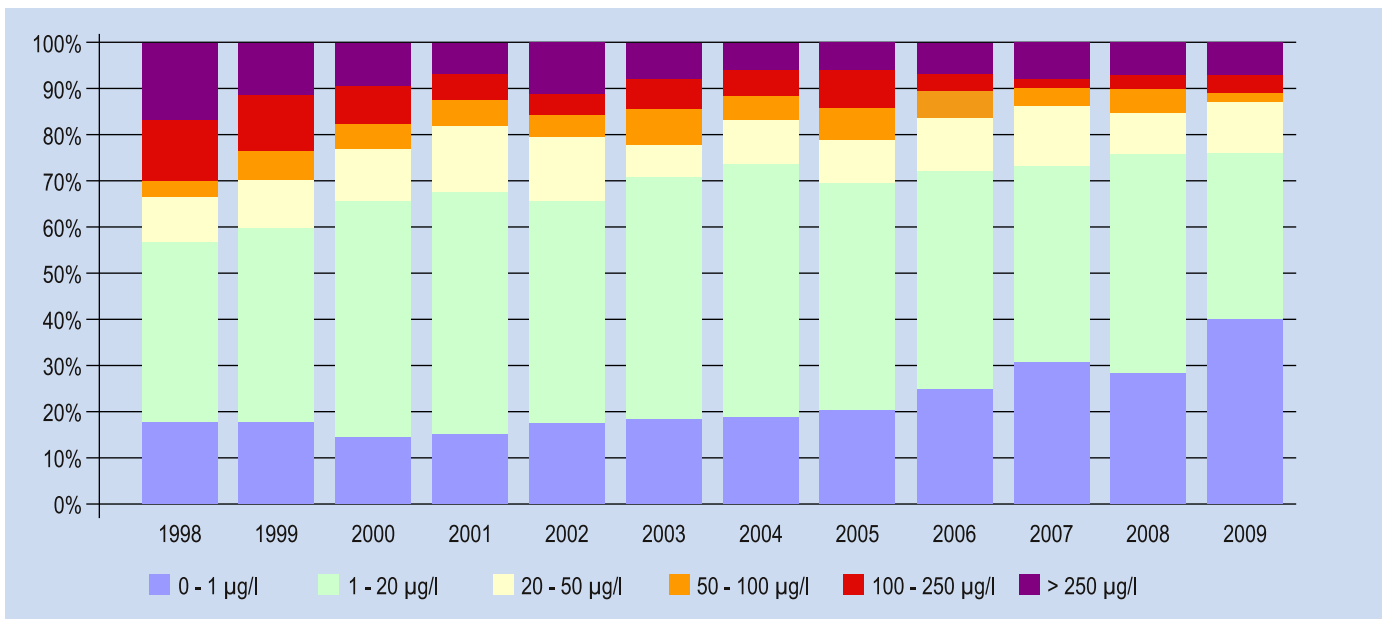


Abb. 5.3-4  
Belastung des Grundwassers mit LHKW im Stadtgebiet – synoptische Darstellung der Jahre 2007 bis 2009

Abb. 5.3-5  
Entwicklung der Schadstoffbelastung des Grundwassers mit LHKW zwischen 1998 und 2009





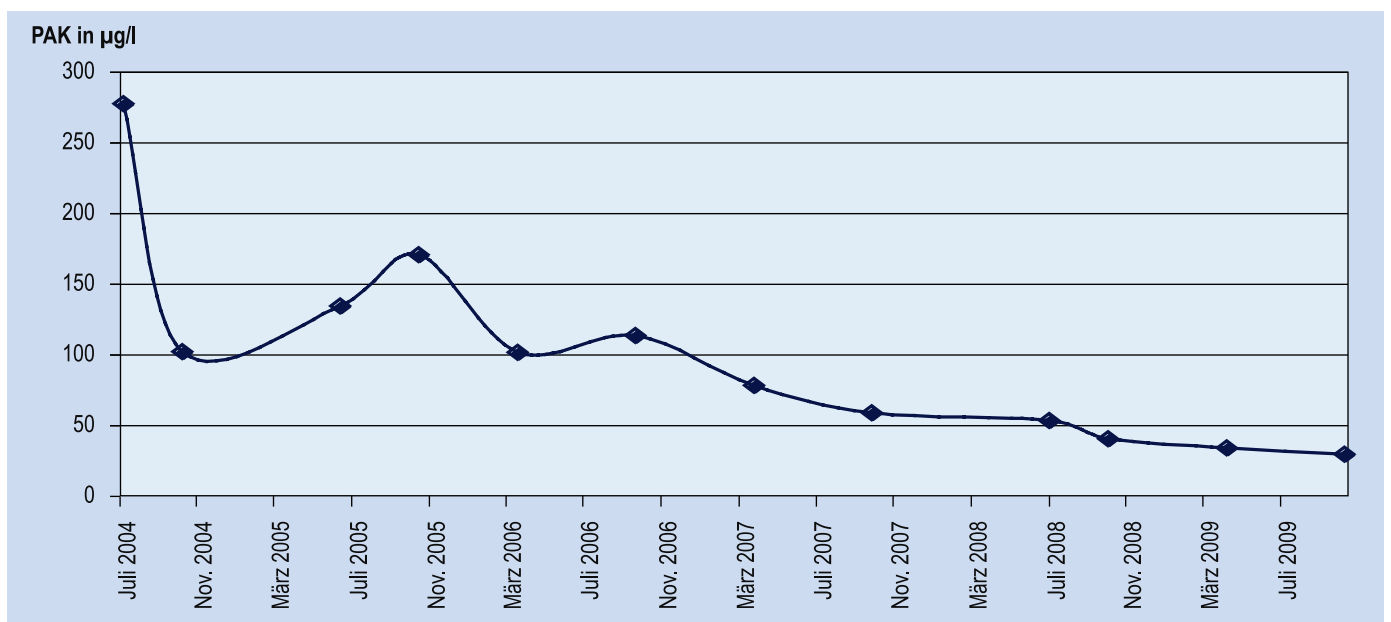
### 5.3.2 Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)

Die Stoffgruppe der polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe (PAK) umfasst verschiedene ringförmige Kohlenwasserstoffe mit mehreren Benzolringen. Aufgrund ihrer toxikologischen und chemisch-physikalischen Eigenschaften, die je nach Anzahl und Stellung der Benzolringe deutlich variieren, kommt den PAK als Umweltschadstoffen eine besondere Bedeutung zu. Einige Stoffe aus dieser Gruppe sind akut toxisch bzw. haben kanzerogene oder mutagene Wirkungen. Der Geringfügigkeitsschwellenwert für PAK liegt bei 0,2 µg/l. In der Umwelt sind PAK weit verbreitet. Sie sind hochpersistent (langlebig) und schwerflüchtig. Einige Einzelsubstanzen werden biogen und geogen erzeugt.



Abb. 5.3-7  
Alter Gasspeicher im ehemaligen Gaswerk Reick

Abb. 5.3-6  
Rückgang der Schadstoffbelastung im Abstrom des Gaswerkes Reick



Den größten Anteil an der anthropogenen Grundbelastung durch PAK erzeugen Rauchgasemissionen. Spitzenbelastungen des Bodens treten besonders im Zusammenhang mit Kokereien und Gaswerken sowie teer- und holzschutzmittelverarbeitenden Betrieben auf. Auch auf Deponien und in Verfüllungen werden häufig PAK festgestellt.

Im Stadtgebiet Dresden werden PAK im Grundwasser bei den flächenhaften Untersuchungen in der Regel nicht angetroffen. Es existiert aber eine Reihe von Altstandorten, an denen PAK in Grundwasser und Boden auftreten. Die höchsten Belastungen mit PAK treten an den Standorten der alten Gaswerke auf. Die kontaminierten Bereiche sind zum Teil extrem hoch belastet, aber infolge der geringen Mobilität der PAK meist sehr engräumig begrenzt.

Ein Belastungsschwerpunkt ist das ehemalige Gaswerk Reick. Hier waren zu Beginn der Sanierung Grundwasserbelastungen von weit über 1 000 µg/l PAK vorhanden. Obgleich durch aufwendige Sanierungsmaßnahmen im Rahmen des technisch Machbaren bereits 98 Prozent des Gesamtschadstoffpotentials entfernt wurden, sind im Grundwasser punktuell immer noch Werte von 20 bis 40 µg/l PAK vorhanden. Die Restbelastung ist jedoch relativ ortsfest und vermindert sich weiter durch natürliche Schadstoffabbauprozesse.

### 5.3.3 BTEX (Benzol, Toluol, Ethylbenzol und Xylol)

Benzol, Toluol, Ethylbenzol und Xylol (BTEX) sind monozyklische aromatische Kohlenwasserstoffe. Das heißt, sie weisen im Gegensatz zu den polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) nur einen Benzolring auf.

BTEX sind im Wasser relativ gut löslich und gegenüber den vergleichsweise persistenten LHKW etwas besser abbaubar. Während die krebserregende Wirkung des Benzols eindeutig nachgewiesen wurde, sind von Toluol und Xylol vor allem Blutbildveränderungen und Störungen des zentralen Nervensystems bekannt. Die Geringfügigkeitsschwelle liegt für die Summe der alkylierten Benzole bei 20 µg/l, für Benzol als Einzelsubstanz bei 1 µg/l.

BTEX-Kontaminationen im Grundwasser werden vor allem durch Betriebe der Lack- und Farbenherstellung, Druckereien, Gaserzeuger sowie durch Tankstellen oder Tanklager verursacht.

Belastung	Quelle	Bearbeitungsstand
Bremer Straße	Tanklager	Sanierung
An der Niedermühle	Altstandort	Sanierung
Scharfenberger Straße	Altstandort	Überwachung
Rankestraße	Altstandort	Überwachung
Flughafen	Tanklager	Sanierung abgeschlossen
Emerich-Ambros-Ufer	Altstandort	Sanierung abgeschlossen
August-Bebel-Straße	Öllager	Sanierung
Leipziger Straße	mehrere Tankstellen	Sanierung abgeschlossen
Hüblerstraße	Tankstelle	Sanierung
Schäferstraße	Tankstelle	Sanierung abgeschlossen
Pirnaer Landstraße	Tankstelle	Sanierung
Hamburger Straße	Tankstelle	Sanierung in Vorbereitung
Hansastraße	Öllager	Sanierung abgeschlossen
Bautzner Straße	mehrere Tankstellen	Sanierung abgeschlossen
Bodenbacher Straße	Tankstelle	Sanierung
Quohrener Straße	Tankstelle	teilweise saniert
Milkeler Straße	Tankstelle	Sanierung abgeschlossen
Behringstraße	Tankstelle	teilweise saniert
Tharandter Straße	mehrere Altstandorte	Sanierung
Gasanstaltstraße	Gaswerk	Bodensanierung abgeschlossen, Überwachung
Königsbrücker Landstraße	Gaswerk	Untersuchung in Vorbereitung

Tabelle 5.3-4  
Übersicht über bekannte BTEX-Schadensfälle



Abb. 5.3-8  
Tankstelle an der Bautzner Straße (ehemalige BTEX-Belastung – zwischenzeitlich saniert)

In Dresden sind die höchsten BTEX-Belastungen an den Standorten der alten Gaswerke Klotzsche und Reick, an einigen Tankstellen und im Bereich der Elbwiesen unterhalb des Tanklagers Bremer Straße gefunden worden. Vor Beginn der Sanierung war beispielsweise das Grundwasser am Standort des alten Gaswerkes in Reick mit über 30 000 µg/l Benzol belastet. Aktuell liegen die Werte an dieser Stelle bei < 10 µg/l. Langfristig wird auch hier mit einer weiteren Verbesserung der Grundwasserqualität zu rechnen sein.

Außerhalb von Altlaststandorten ist das Dresdner Grundwasser in der Regel frei von BTEX.

### 5.3.4 Sulfat

Bei den anorganischen Stoffparametern haben für das Dresdner Grundwasser vor allem Sulfat und Nitrat eine besondere Bedeutung.

Sulfat bildet als Salz der Schwefelsäure besonders gut wasserlösliche Verbindungen und wird daher aus sulfathaltigen Materialien leicht herausgelöst. Neben dem Eintrag von Sulfat aus dem Niederschlag oder der Atmosphäre sind Gips und Anhydrit die wichtigsten Sulfatlieferanten im Grundwasser. Diese Gesteine kommen jedoch im Dresdner Untergrund nicht vor. Die Sulfatkonzentration im Grundwasser wird vor allem durch flächenhafte anthropogene Einträge wie organische Wirtschafts- oder Mineraldünger, durch Abwässer, Bergbauhalden und Deponien beeinflusst.

Zu natürlichen Sulfatkonzentrationen finden sich in der Literatur unterschiedliche Angaben. Als Referenzbereich für pleistozäne Lockergesteine werden Konzentrationen zwischen etwa 20 und 120 mg SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>/l angegeben. Im Dresdner Grundwasser liegen die Sulfatgehalte an anthropogen wenig belasteten GWM zwischen etwa 50 und 140 mg/l.

In der Trinkwasserverordnung ist für Sulfat ein Grenzwert von 240 mg/l festgelegt. Vor allem weil es keine ausgereiften Aufbereitungstechnologien zur Entfernung von Sulfaten aus dem Wasser gibt, ist die Sulfatbelastung des Grundwassers von Bedeutung.

Tabelle 5.3-5  
Sulfat-Belastungsklassen

Belastungsklassen	Belastung
< 120 mg/l	Normalbereich
120 bis 240 mg/l	gering belastet
240 bis 480 mg/l	deutlich belastet
> 480 mg/l	stark belastet

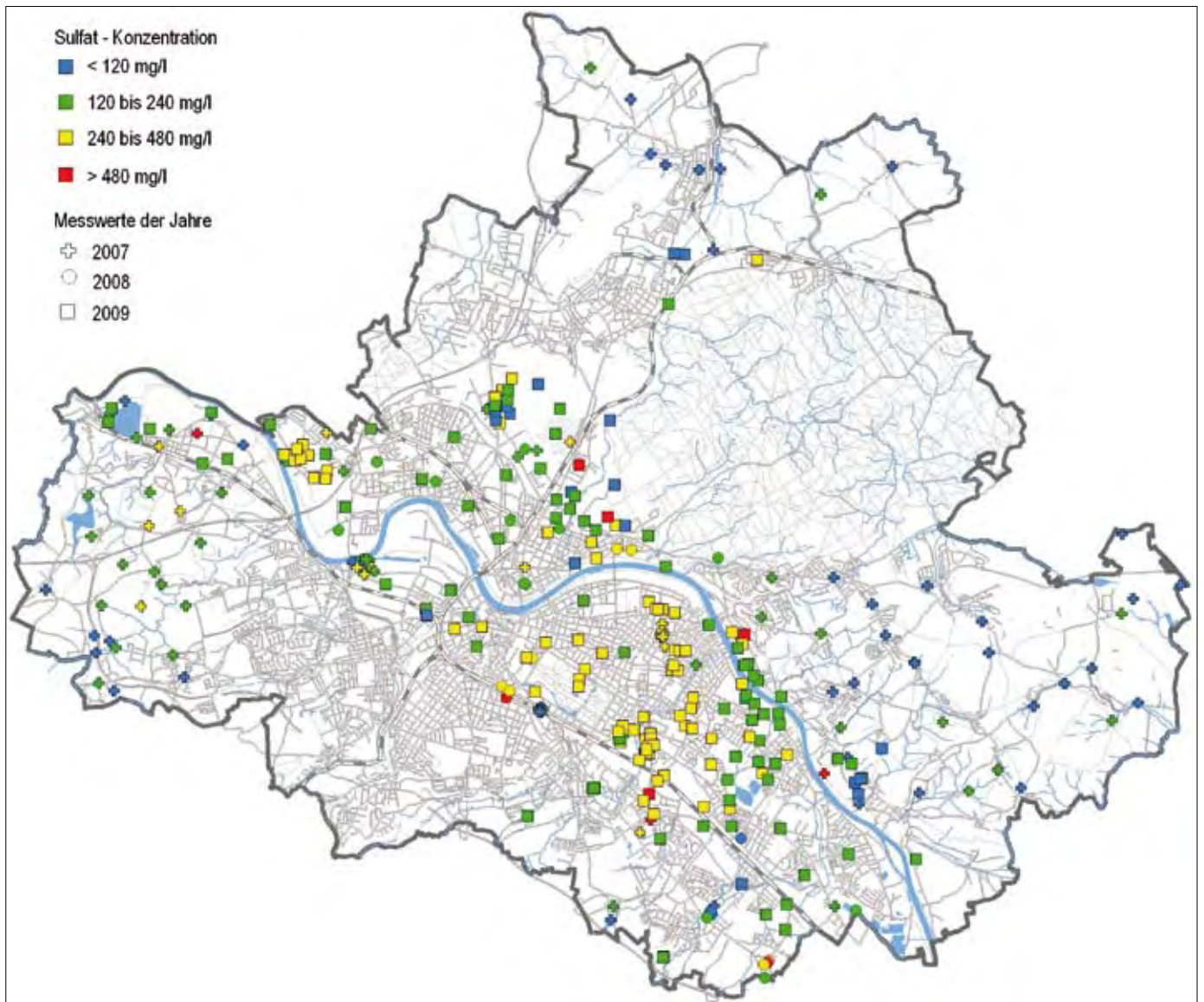


Abb. 5.3-9  
Belastung des Grundwassers mit Sulfat im Stadtgebiet – synoptische Darstellung der Jahre 2007 bis 2009

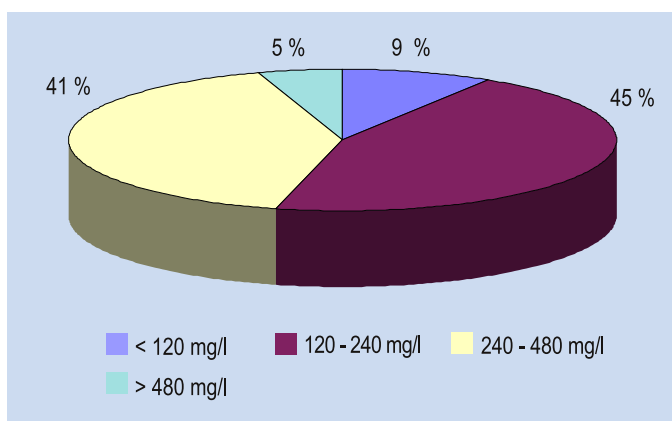


Abb. 5.3-10  
Verteilung der analysierten Sulfat-Konzentrationen im Jahr 2009

Die Verteilung der ermittelten Sulfatgehalte im Stadtgebiet Dresden zeigt Abbildung 5.3-9.

Bei den ausgewerteten Beprobungen sind nur an 9 Prozent der Standorte „natürliche“ Sulfatgehalte von weniger als 120 mg/l angetroffen worden. An insgesamt 54 Prozent der Messstellen liegen die Werte allerdings unter dem Grenzwert der Trinkwasserverordnung. Eine eindeutige Abgrenzung von Gebieten mit erhöhten Gehalten ist bei der aktuellen Datenlage nicht möglich. Die ermittelten Werte liegen in der Regel zwischen 200 und 400 mg/l und sind als leicht bis deutlich erhöht zu kennzeichnen. 5 Prozent der Messstellen (meist im direkten Abstrom von Ablagerungsflächen) weisen Gehalte von über 480 mg/l auf (Abbildung 5.3-10).

Ursache für die Erhöhung der Sulfatgehalte ist vor allem die großflächige Verbreitung von Trümmerschutttauffüllungen im Stadtgebiet. Aber auch die vielen Kies- und Sandgruben, die nach Abschluss des Abbaus mit Bauschutt und teilweise auch Hausmüll verfüllt wurden, sind heute Quellen von Sulfatbelastungen. Viele dieser Auffüllungsflächen sind heute bebaut. Sanierungsmaßnahmen sind deshalb mit vertretbarem Aufwand nicht mehr möglich. Die Überwachung an den regelmäßig beprobten Messstellen zeigt dennoch einen ganz leichten Trend zur Verbesserung der Situation (Abbildung 5.3-11), der eventuell auf natürliche Verdünnungsprozesse zurück zu führen ist.

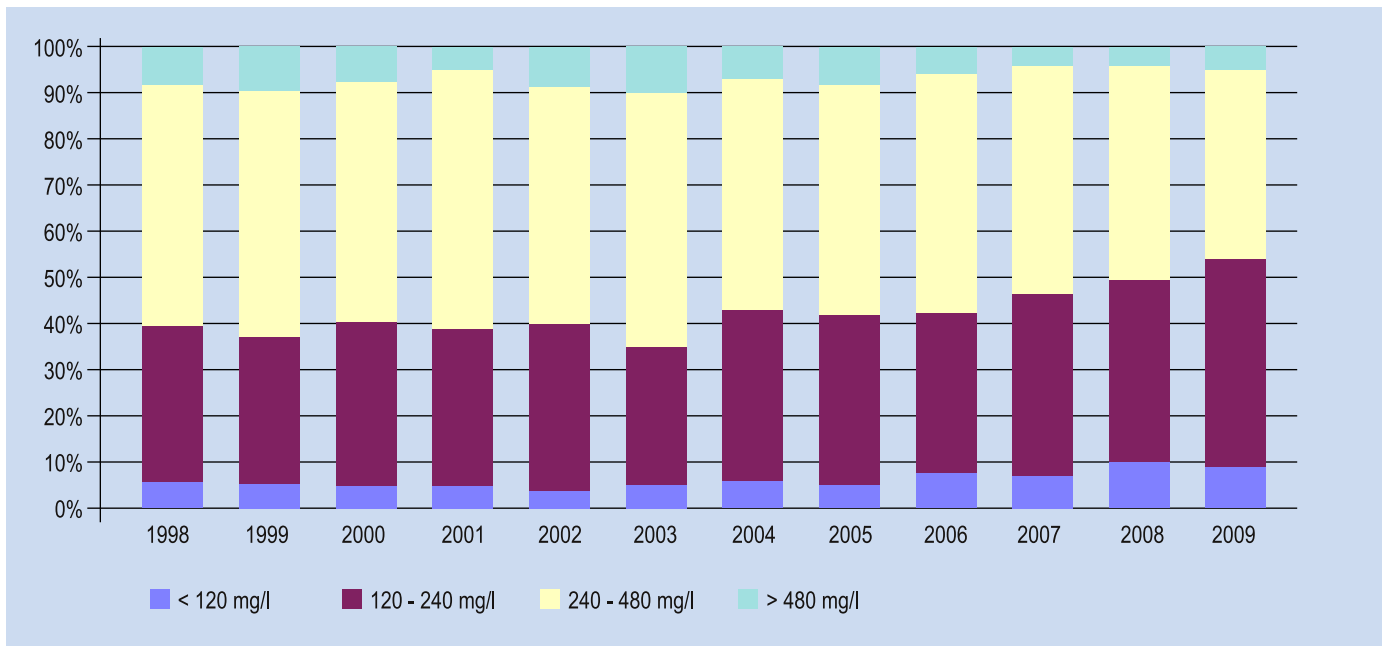


Abb. 5.3-11  
Entwicklung der Belastung des Grundwassers mit Sulfat zwischen 1998 und 2009

### 5.3.5 Nitrat, Ammonium

Der natürliche Anteil an Nitrat im Grundwasser ist gering. Grund hierfür ist die hohe Wasserlöslichkeit der Nitratsalze, die im Laufe der Erdgeschichte nur unter spezifischen Bedingungen (abflusslose, aride Gebiete) die Bildung von Nitratgesteinen erlaubte. Mit dem Niederschlag gelangen natürliche und anthropogen bedingte Stickoxide, aber auch Ammoniak (NH<sub>3</sub>) aus der Luft in das Grundwasser. In der Regel stellt sich ein Gleichgewicht ein, das in sauerstoffreichen Grundwässern zu Nitratkonzentrationen zwischen etwa 10 und 30 mg/l führt /5.3-7/.

Erhöhte Nitratgehalte werden im Grundwasser meist im Zusammenhang mit landwirtschaftlich und gärtnerisch intensiv genutzten Flächen angetroffen, auf denen nitrathaltige Düngemittel zur Ertragsoptimierung eingesetzt werden. Weitere Eintragsquellen von Nitrat in das Grundwasser sind Stoffausträge aus Altablagerungen und Abwasseranlagen.

In organisch belasteten Grundwässern kann Nitrat als Sauerstoffquelle für den Schadstoffabbau dienen. Sehr geringe Nitratkonzentrationen können deshalb auf reduzierende Bedingungen im Grundwasserleiter hindeuten, bei denen ein Abbau organischer Stoffe unter Nitratverbrauch erfolgt. Für das unbeeinflusste Dresdner Grundwasser sind Nitratkonzentrationen von 2 bis etwa 20 mg/l typisch. Ammonium tritt nicht auf.

Die EU-Wasserrahmenrichtlinie schreibt für Nitrat seit 2006 ein Umweltqualitätsziel von 50 mg/l fest. Die Toxizität von Nitrat selbst ist gering. Im Körper wird Nitrat jedoch teilweise zu Nitrit umgewandelt. Daraus können sich durch weitere Umsetzungsvorgänge krebserregende Nitrosamine bilden. Auch der Grenzwert der Trinkwasserverordnung liegt deshalb bei 50 mg/l. Für die Darstellungen zur Nitratbelastung wurden die in Tabelle 5.3-6 aufgeführten Belastungsklassen ausgewertet.

In Abbildung 5.3-12 wird die aktuelle Belastungssituation des Dresdner Grundwassers für den Parameter Nitrat dargestellt. Gleichzeitig sind Flächen ausgewiesen, die aufgrund ihrer landwirtschaftlichen, gärtnerischen oder kleingärtnerischen Nutzung potentiell zu einem Eintrag von Nitrat in das Grundwasser beitragen können. Als Grundlage für die Auswahl der Flächen wurde die Flächenart nach der Biotopty-

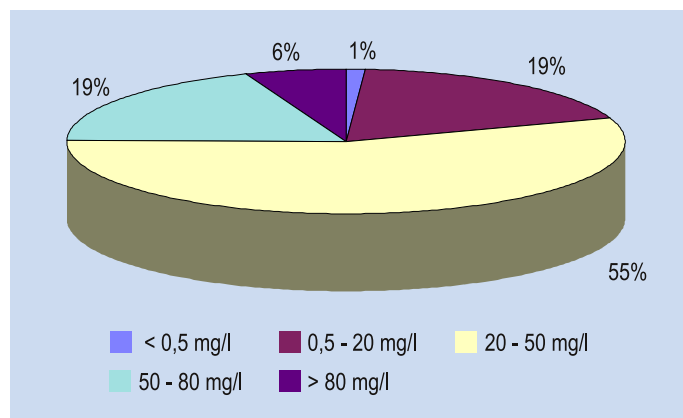
Belastungsklassen	Belastung
< 0,5 mg/l	sehr geringe Konzentration
0,5 bis 20 mg/l	Normalbereich
20 bis 50 mg/l	gering belastet
50 bis 80 mg/l	deutlich belastet
> 80 mg/l	stark belastet

Tabelle 5.3-6  
Nitrat-Belastungsklassen

penkartierung der Landeshauptstadt Dresden aus dem Jahr 2003 verwendet (siehe auch Umweltatlas Dresden, Karten 2.3 und 4.14 /5.3-8/ und /5.3-9/). Über die tatsächliche Nitratbelastung dieser Flächen sind daraus jedoch keine Aussagen abzuleiten.

Die prozentuale Verteilung der Werte auf die Belastungsklassen wird aus dem Diagramm ersichtlich (Abbildung 5.3-13). In drei Viertel aller Proben wurden Konzentrationen unter dem Grenzwert der Trinkwasserverordnung analysiert.

Abb. 5.3-13  
Verteilung der ermittelten Nitrat-Konzentrationen im Jahr 2009



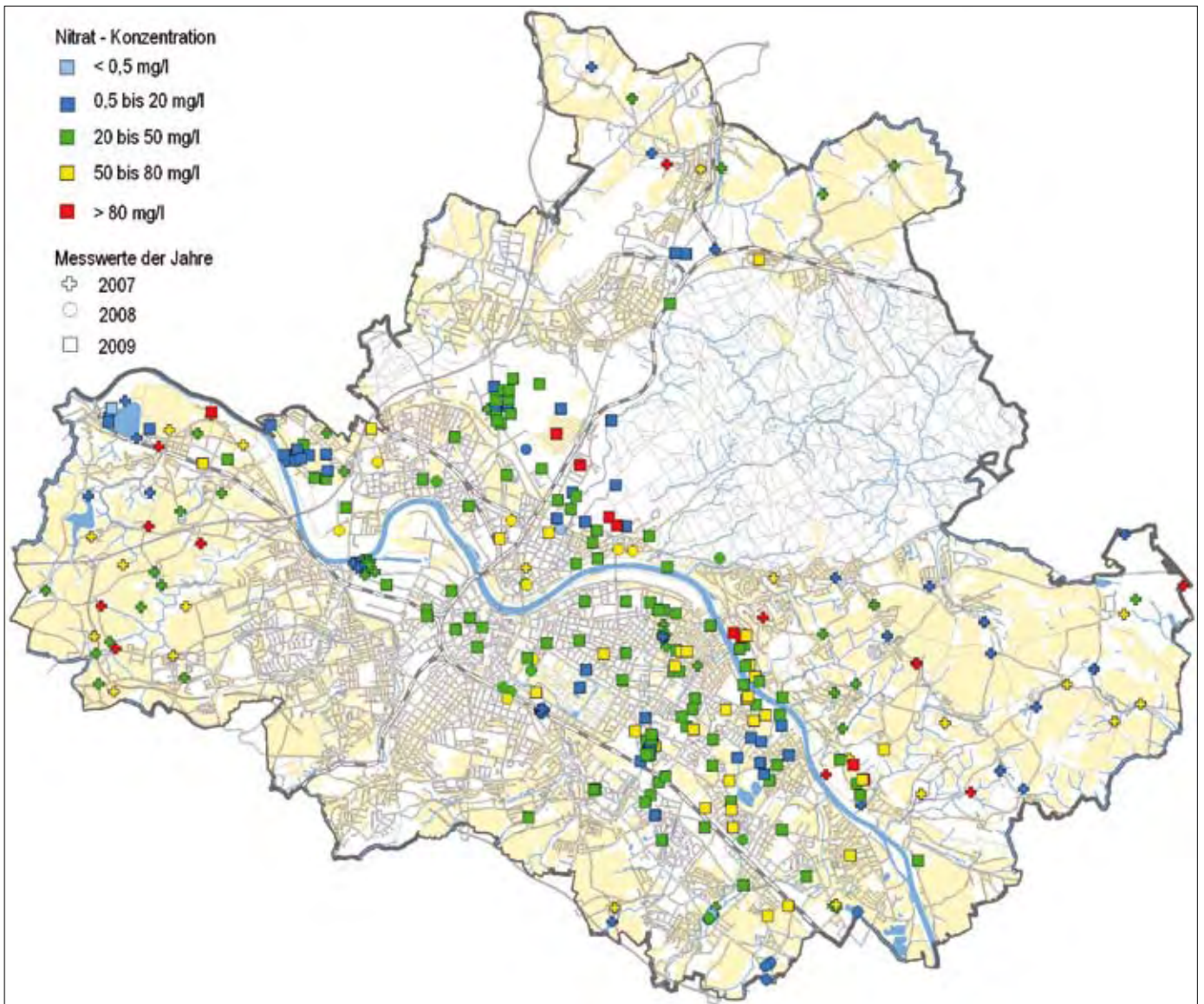
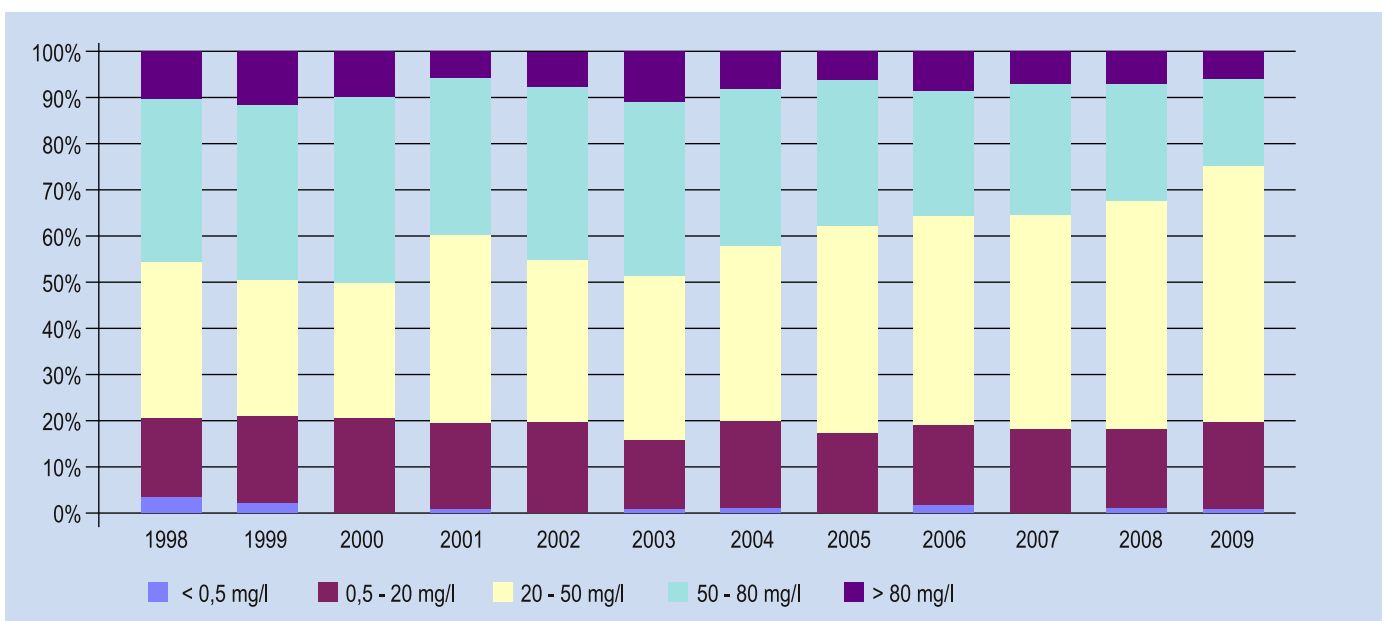


Abb. 5.3-12  
Belastung des Grundwassers mit Nitrat im Stadtgebiet – synoptische Darstellung der Jahre 2007 bis 2009

Abb. 5.3-14  
Entwicklung der Belastung des Grundwassers mit Nitrat zwischen 1998 und 2009



Die einzelnen Analysenwerte lagen 2009 zwischen 0,5 mg/l und 219 mg/l. Die räumliche Verteilung der analysierten Nitratkonzentrationen zeigt ein wechselhaftes Bild. Weite Teile des Stadtgebietes sind durch mittlere Konzentrationen im Bereich von 20 bis 50 mg/l gekennzeichnet. Gebiete, in denen die natürliche Hintergrundkonzentration von Nitrat noch vorhanden ist, gibt es kaum.

Die festgestellten Maximalbelastungen liegen vorwiegend im Bereich von Kleingartenanlagen, gärtnerisch bzw. landwirtschaftlich genutzten Flächen (z. B. in den Stadtgebieten Cossebaude, Mobschatz, Gompitz, Leuben und Schönfeld-Weißig). Teilweise können hohe Nitratgehalte aber offenbar auch auf den Stoffaustrag aus Altlasten oder die dezentrale Versickerung aus Kleinkläranlagen zurückzuführen sein.

Auch für die Nitratbelastung des Grundwassers zeigt sich ähnlich wie bei Sulfat etwa seit dem Jahr 2000 ein leichter Trend zur Verbesserung der Situation (Abbildung 5.3-14).

### 5.3.6 Chlorid

Chlorid kommt in nahezu allen Grundwässern vor und ist in der Regel an die Kationen Natrium und Kalium gebunden. Chlorid ist ein „idealer Tracer“, der weder Abbau- noch Umwandlungsvorgängen im Grundwasser unterliegt. Im Allgemeinen liegen die Chloridkonzentrationen in natürlichen Grundwässern, die nicht durch den Aufstieg salzhaltiger Tiefenwässer verändert sind, zwischen 10 und 30 mg/l /5.1-1/. Höhere Konzentrationen sind in Dresden ein deutliches Anzeichen für anthropogene Einträge, z. B. durch Düngemittel, Streusalz oder Abwässer. Auch durch den Abbau organischer Halogenverbindungen, die in Dresden im Grundwasser vielfach anzutreffen sind, können erhöhte Chloridgehalte auftreten. Das Dresdner Grundwasser weist bereits an den Randzustrom-Messstellen eine relativ hohe Grundbelastung von 2 bis 80 mg/l Chlorid auf, deren Ursache nicht eindeutig zuzuordnen ist.

Der Geringfügigkeitsschwellenwert (GFS-Wert) der LAWA liegt für Chlorid bei 250 mg/l. Alle Werte über 30 mg/l sind jedoch bereits als

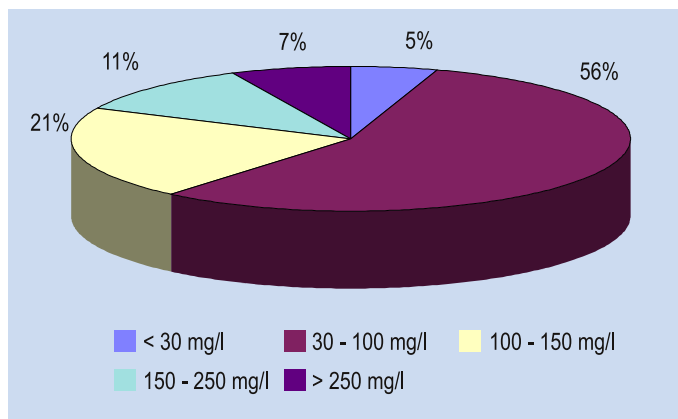


Abb. 5.3-15  
Verteilung der analysierten Chlorid-Konzentrationen im Jahr 2009

anthropogen erhöht zu bewerten. Etwa 60 Prozent aller Werte liegen über 100 mg/l und weisen damit eine deutliche Beeinflussung auf (Abbildung 5.3.-15).

Der Geringfügigkeitsschwellenwert von 250 mg/l wurde im Jahr 2009 lediglich bei 7 Prozent der Proben überschritten. Werte von über 150 mg/l finden sich vor allem dort, wo im Grundwasser Abbauvorgänge von Halogenkohlenwasserstoffen erfolgen.

### 5.3.7 Pestizide

Unter dem Oberbegriff „Pestizide“ wird eine Vielzahl organischer und anorganischer Substanzen unterschiedlicher Stoffgruppen mit bestimmten physiologischen Wirkungen zusammengefasst.

Pestizide werden vorrangig in Landwirtschaft und Gartenbau zur Bekämpfung unerwünschter Organismen wie Fäulniserreger, Pilze, Würmer, aber auch zur Bekämpfung des Wachstums von Nahrungskonkurrenten (Unkräuter) eingesetzt. Weiterhin kommen Pestizide bei der Unkrautfreihaltung von Verkehrs- und Freiflächen zum Einsatz.

Eine flächige Belastung des Grundwassers mit Pestiziden wurde bislang nicht festgestellt. In verschiedenen Grundwasserproben im Dresdner Osten sind Pestizide aber bereits in signifikanten Konzentrationen nachgewiesen worden.

Als Einzelverbindungen überwiegen Simazin, Atrazin, Desethylatrazin sowie Desisopropylatrazin. Simazin ist ein Herbizid, das beim Anbau von Kernobst, Beeren und Gemüse, aber auch im Weinanbau eingesetzt wurde. In Deutschland sowie auch auf EU-Ebene ist Simazin nicht mehr als Wirkstoff zugelassen

Atrazin war früher ein weit verbreitetes Herbizid, das zur Unkrautvernichtung im Maisanbau wie auch bei Verkehrsanlagen verwendet wurde. Seit 1992 besteht ein EU-weites vollständiges Anwendungsverbot für Atrazin zum Schutz des Grundwassers. Atrazin und auch dessen Abbauprodukt Desethylatrazin wirken über Boden und Blatt durch Störung der Photosynthese und anderer fermentativer Prozesse in der Pflanze. Atrazin ist im Wasser unter Umweltbedingungen nur schwer und im Boden nur mäßig abbaubar. Simazin und Atrazin sind gesundheitsschädlich und stark wassergefährdend.

Im Umfeld des Arzneimittelwerks Dresden (Dresden-Kaditz, Radebeul) wurde außerdem eine Belastung durch das Arzneimittel Carbamazepin nachgewiesen. Carbamazepin ist der Wirkstoffklasse der Harnstoffderivate zuzuordnen. Diese Substanz ist durch eine geringe Abbaubarkeit und hohe Mobilität gekennzeichnet. Die Sorption von Carbamazepin an Sedimente ist stark vom Gehalt an organischer Substanz abhängig.

### 5.3.8 Schwermetalle

Schwermetallbelastungen im Grundwasser sind vor allem an Altstandorten wie Chromereien, Verzinkereien und galvanischen Betrieben nachgewiesen worden. Die Belastungen können hohe Konzentrationen erreichen – sie sind aber relativ ortsfest. Die durchgeführten Untersuchungen erbrachten keine Hinweise auf eine flächenhafte Belastung des Grundwassers durch Schwermetalle in Dresden.

## 5.4 Welche Temperatur hat das Dresdner Grundwasser?

Eine wichtige physikalische Eigenschaft des Grundwassers ist die Grundwassertemperatur. Sie wird in den oberen 15 bis 20 Metern unter der Erdoberfläche vom Wärmeaustausch zwischen Sonne, Atmosphäre und Boden bzw. Grundwasser bestimmt. Dadurch entsteht ein sogenannter „innerjähriger Temperaturgang“.

Die Abbildung 5.4-1 zeigt einen typischen Grundwassertemperaturverlauf. Die Messstelle ist mit einem Temperatursensor ausgerüstet, der etwa 7 Meter unter der Erdoberfläche laufend die Grundwasser-

temperatur misst. Die Messstelle zeigt die typischen jahreszeitlichen Schwankungen der Temperatur mit einem Maximum von 13,5 °C und einem Minimum von 10,5 °C. Aufgrund der zeitlichen Verzögerung der Temperaturausbreitung im Untergrund werden die höchsten Werte im November/Dezember erreicht und die geringsten im Mai/Juni.

Die maximale Eindringtiefe der jahreszeitlichen Temperaturschwankungen wird als „neutrale Zone“ bezeichnet. Ihre Tiefenlage hängt maßgeblich von geogenen Faktoren wie dem Flurabstand (Abstand des Grundwassers von der Erdoberfläche), der Wärmeleitfähigkeit der Gesteine, der Grundwasserneubildung und von anthropogenen Fakto-

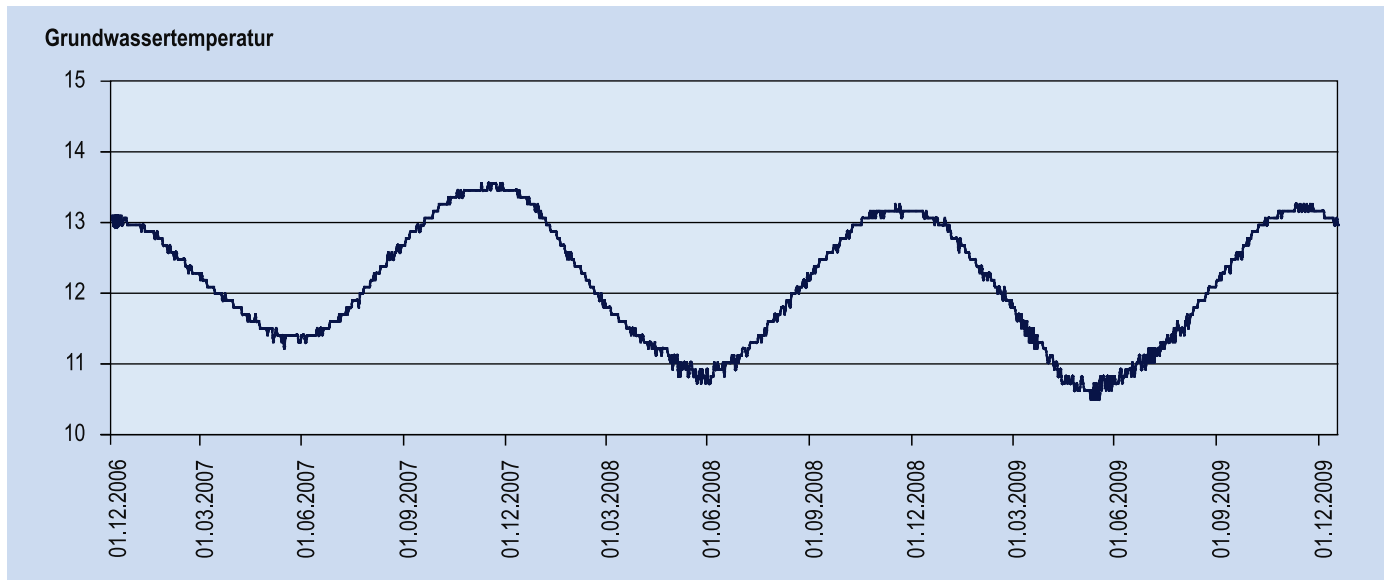


Abb. 5.4-1 Grundwassertemperaturverlauf an der Grundwassermessstelle 5511 (Bärwalder Straße)

Abb. 5.4-2 Temperaturverteilung im Untergrund in Abhängigkeit von der Jahreszeit

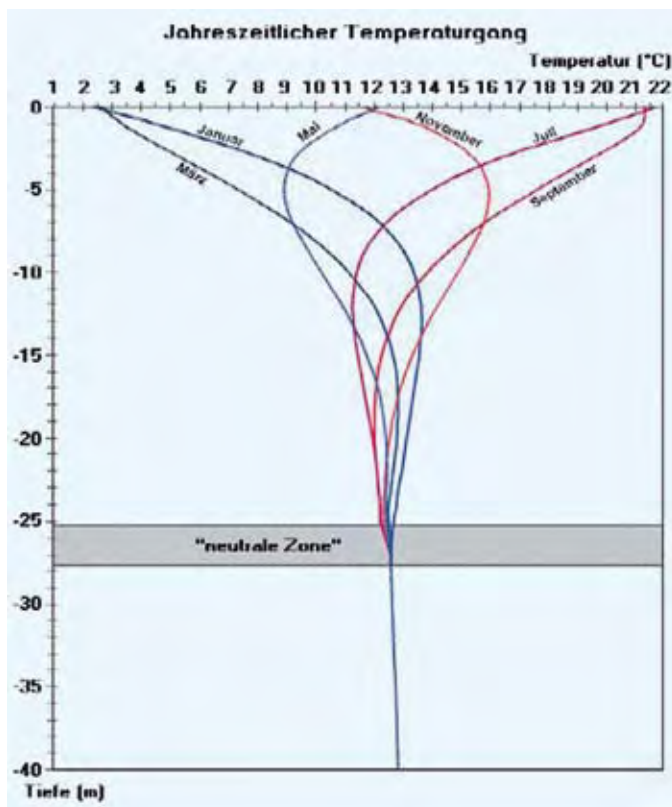
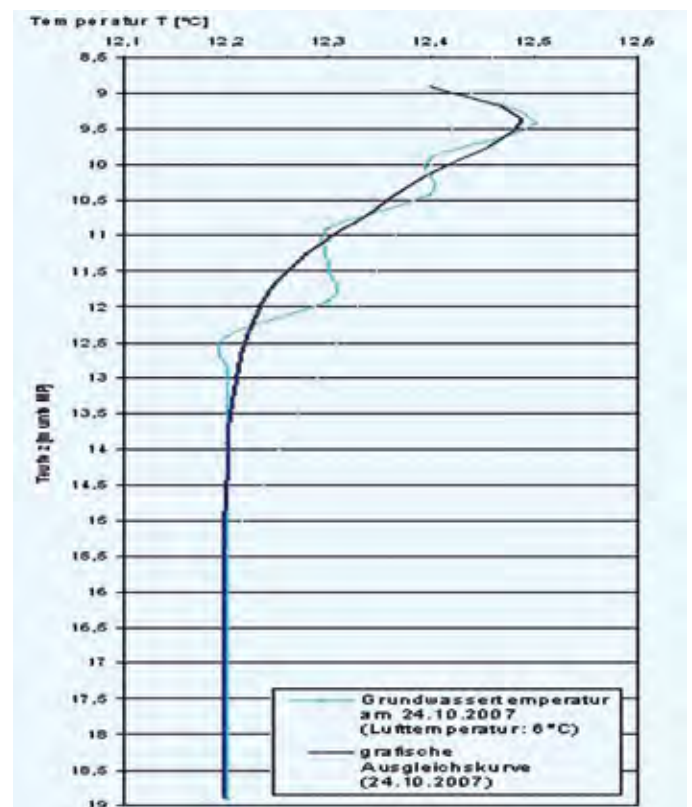


Abb. 5.4-3 Temperaturprofil in einer GWM in Dresden-Johannstadt (GWM 514) – mit erkennbarer „neutraler Zone“ /5.4-1/



ren wie der Versiegelung ab. In Dresden liegt die neutrale Zone meist zwischen 12 und 20 m, häufig zwischen 12 und 15 m unter der Geländeoberfläche /5.4-1/.

In urbanen Gebieten wird die Grundwassertemperatur nicht nur vom jahreszeitlichen Temperaturngung sondern auch von vielen anderen Faktoren beeinflusst (Abbildung 5.4-4).

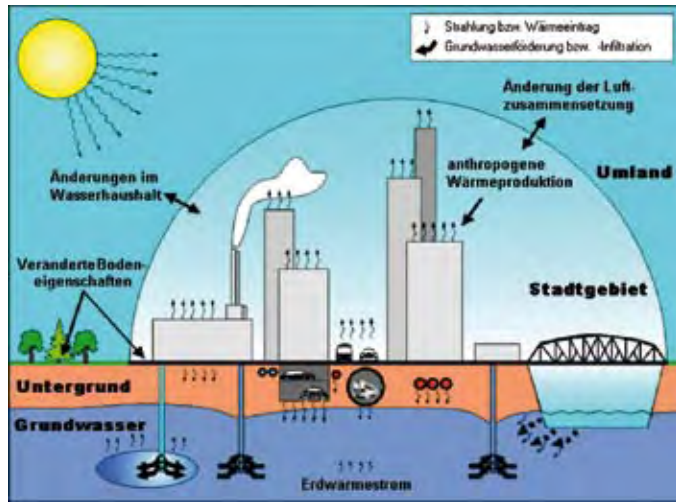


Abb. 5.4-4  
Schematische Darstellung der Ursachen für die Beeinflussung der Grundwassertemperatur /5.4-2/

Es lassen sich dabei direkte und indirekten Beeinflussungen der Grundwassertemperatur unterscheiden. Indirekte Beeinflussungen resultieren aus der Veränderung des Wärmehaushalts der bodennahen Atmosphäre durch die Urbanisierung. Dazu gehören:

- die Störung des Wasserhaushalts durch einen hohen Versiegelungsgrad,
- die Veränderung der Bodeneigenschaften durch eine Häufung von Bauwerken (Änderung der Oberflächenwärmeleitung und -wärmekapazität),
- die Änderung des Strahlungshaushaltes durch Veränderungen in der Luftzusammensetzung (Luftverschmutzung),
- die anthropogene Wärmeerzeugung (Wohnbebauung, Industrie, Verkehr) sowie
- exotherme (Wärme freisetzende) Reaktionen beim Abbau von organischen Schadstoffen im Grundwasser

Durch alle diese Prozesse heizt die Stadt sich auf, speichert insgesamt mehr Wärme und gibt die Wärme nur langsam an die Umgebung zurück. Auf lange Sicht führt dieser Gesamtprozess zu einer Erhöhung der langjährigen mittleren Luft- bzw. Bodentemperatur und damit auch zu einer langfristigen Erwärmung des Grundwassers /5.4-2/.

Unter einer direkten Beeinflussung der Grundwassertemperatur werden alle Wärme- oder Kälteeinträge in das Grundwasser verstanden. In Dresden betrifft das vor allem Einträge durch das Abwasserkanalnetz, Fernheizleitungen, unterirdische Bauwerke (Tiefgeschosse, Tiefgaragen) und aufgeheiztes oder abgekühltes Wasser aus Wärme- und Kälteversorgungsanlagen.

Um die Grundwassertemperatur zu beschreiben und Veränderungen erkennen zu können, werden in Dresden seit 2006 Grundwassertemperaturmessungen durchgeführt und in Form von Kartendarstellungen ausgewertet (Abbildung 5.4-5).

Als mittlere Grundwassertemperatur wurde für 2009 ein Wert von rund 12 °C ermittelt. Diese Temperatur ist durch die Folgen der Urbani-

sation bereits deutlich gegenüber der ungestörten natürlichen Grundwassertemperatur erhöht.

Niedrige Grundwassertemperaturen zwischen durchschnittlich 9,0 und 10,5 °C wurden bei den Messungen im Jahr 2009 nur in wenig oder unbesiedelten, bewaldeten Randbereichen von Dresden oder unter großen Wiesen- bzw. Parkflächen (Wald, Gärten, Wasserschutzgebiete) innerhalb der Besiedlung gemessen. Noch kälter war es nur in Sonderfällen, z. B. im Grundwasser am Grund des tief eingeschnittenen Prießnitztals und im unteren Grundwasserabstrom des Kiessees Sportitz. Hier wurden Wassertemperaturen unter der Jahresmitteltemperatur der Luft, d. h. deutlich weniger als 9 °C gemessen.

Hohe bzw. höchste Grundwassertemperaturen erreichten im Mai bzw. September 2009 Werte bis 18,7 °C. Das ist deutlich weniger als im Hochsommer 2007 oder Herbst 2006, als 19,6 bzw. 19,8 °C gemessen wurden.

Temperaturmaxima werden zahlenmäßig am häufigsten durch ökologische Altlasten, Industrie, Abfalldeponien und Havariestandorte verursacht (14 Anomalien). In 11 Fällen sind hohe Grundwassertemperaturen durch unterirdische Bauwerksteile wie Tiefgaragen, genutzte Kellergeschosse und Fernwärmeleitungen bedingt. Auch die beiden großen Klimatisierungsanlagen, die erwärmtes Grundwasser in den Untergrund einleiten, verursachen deutliche Erhöhungen der Grundwassertemperatur.

Die Messergebnisse zeigen jedoch auch, dass eine Aufklärung der Zusammenhänge zwischen den direkten Faktoren Abwasserkanalnetz, Fernheizungsleitungen, unterirdische Bauwerke (Tiefgeschosse, Tiefgaragen), Grundwasserkälte- und Grundwasserwärmennutzungen und Grundwasserkontaminationen nur eingeschränkt erfolgen kann.



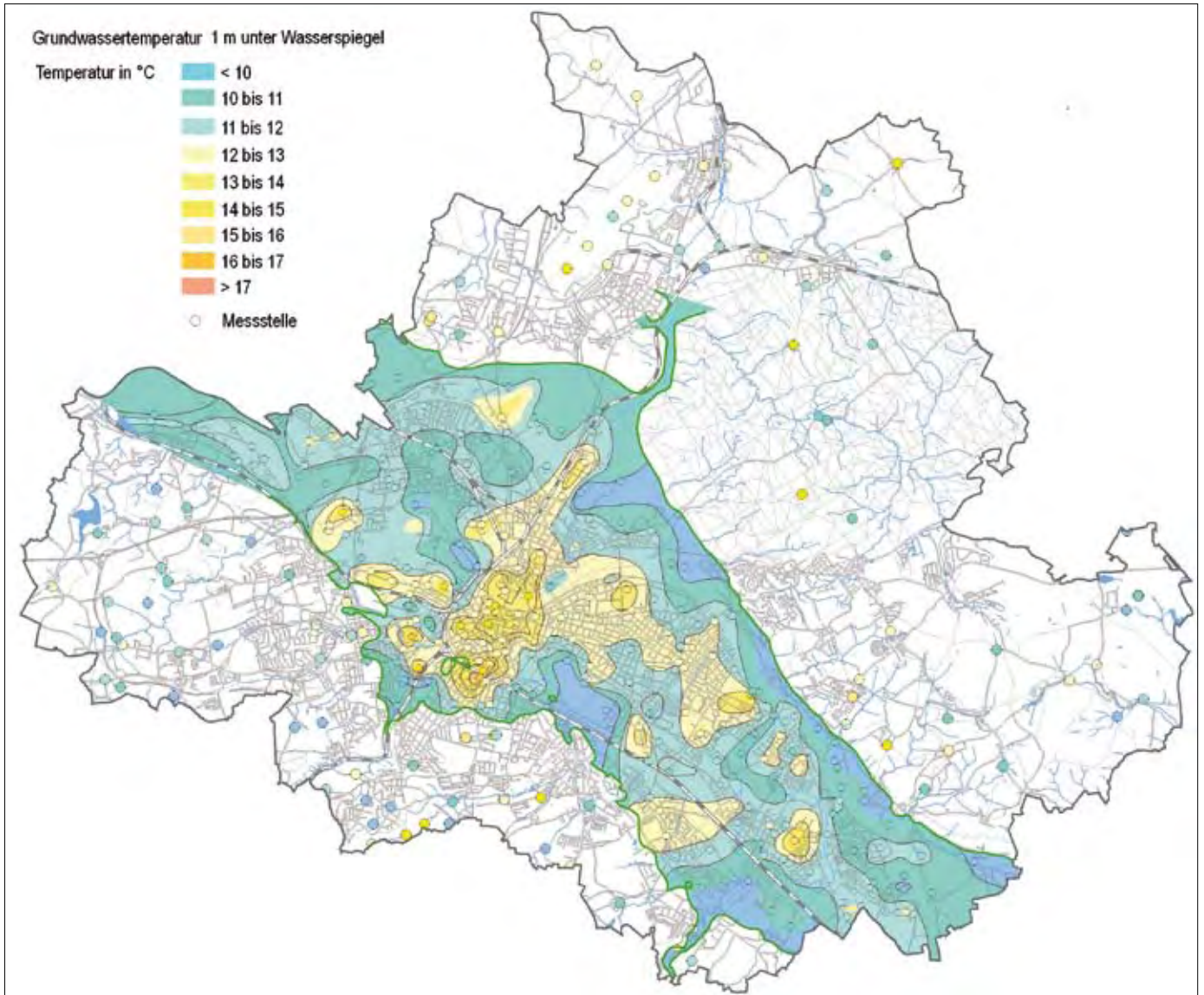


Abb. 5.4-5  
 Grundwassertemperatur im Mai 2009 (Messtiefe: 1 Meter unter der Grundwasseroberfläche)

## 6 Der Grundwasserstand – eine veränderliche Größe

### ■ 6.1 Was beeinflusst die Grundwasserstände im Stadtgebiet?

Die oft gestellte Frage nach der Höhe des Grundwasserspiegels in Dresden lässt sich in dieser Form pauschal nicht beantworten. Der Grundwasserstand ist keine feste Größe, sondern ändert sich im Jahresverlauf periodisch. Das Ausmaß dieser Wasserstandsschwankungen kann dabei von Stadtgebiet zu Stadtgebiet ganz unterschiedlich sein und ist sowohl von hydrologischen und klimatischen als auch von anthropogenen Einflüssen abhängig. Der Zustrom des neu gebildeten Grundwassers wird vor allem durch die Regenmenge, die Temperatur und daraus resultierend den Anteil der Verdunstung, die Wasseraufnahme durch Pflanzen und den Anteil des oberirdischen Abflusses bestimmt. Dementsprechend steigen vor allem im Winter und im Frühjahr die Grundwasserstände an.

In Flussauen wie dem Dresdner Elbtal beeinflusst vor allem die Wasserführung der oberirdischen Fließgewässer die Grundwasserstände stark. Bei Hochwasser können die Grundwasserstände je nach Entfernung zur Elbe in kürzester Zeit um mehrere Meter ansteigen (siehe nachfolgende Kapitel).

Von Bedeutung für die Entwicklung der Grundwasserstände sind in urban geprägten Gebieten aber auch menschliche Eingriffe in den Wasserhaushalt. Durch die Entnahme des Grundwassers für die Versorgung mit Trink- oder Brauchwasser haben sich in den Wassergewinnungsgebieten Hosterwitz, Tolkewitz und Saloppe/Albertstadt im Einzugsbereich der Brunnen dauerhafte, weitgespannte Absenkungstrichter herausgebildet.

Auch Maßnahmen der Grundwasserhaltung bei Baumaßnahmen können zu einer Absenkung der Grundwasserstände führen. Wird das Grundwasser wieder in den Grundwasserleiter eingeleitet (re-infiltriert), erhöhen sich in diesem Bereich die Grundwasserstände.

Die zunehmende Versiegelung des Erdbodens mit Bauwerken oder Straßen und die hiermit meist verbundene kanalisierte Ableitung des Niederschlagswassers bewirkt eine Verminderung der Grundwasserneubildung. Dadurch kann es langfristig zu einer Absenkung des Grundwasserspiegels kommen. Um diesem Einfluss möglichst entgegen zu wirken, verfolgt die Stadt Dresden bereits seit Beginn der neunziger Jahre die Strategie einer naturnahen Regenwasserbewirtschaftung (vgl. Kapitel Regenwasserbewirtschaftung). Dabei soll durch

Abb. 6.1-1  
Grundwasserabsenkung in einer Baugrube an der Schloßstraße



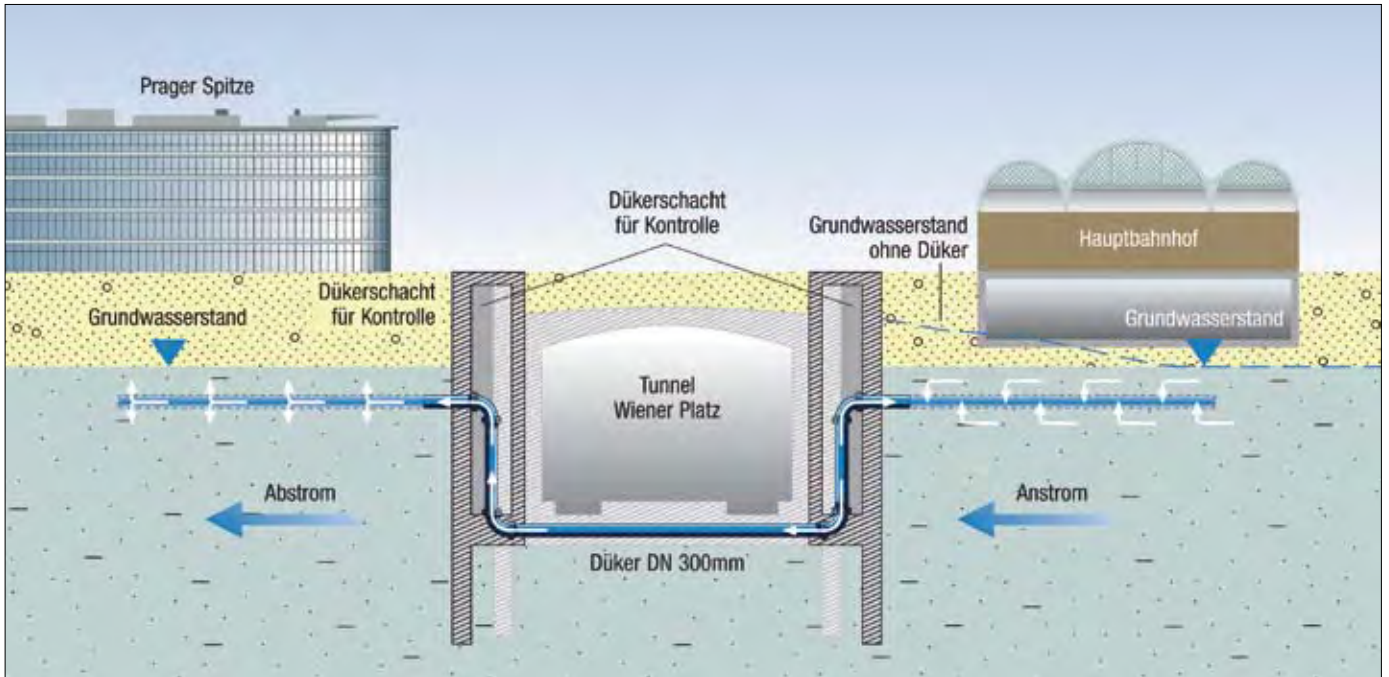


Abb. 6.1-2  
Grundwasserdüker am Wiener Platz

gezielte Bewirtschaftung des Regenwassers mit Zwischenspeicherung und Versickerung ein möglichst naturnaher Zustand erhalten werden.

Künstliche Einbauten in die grundwasserführenden Schichten (z. B. Tiefgaragen) bewirken mehr oder weniger große, jedoch lokal begrenzte Veränderungen des Grundwasserstandes. Sind derartige Eingriffe in die Grundwasserströmung nicht zu vermeiden, können sogenannte Grundwasserdüker eingebaut werden, die für einen Ausgleich der Wasserstände an- und abstromig des Bauwerkes sorgen. Bauherren gehen hier jedoch eine hohe Verantwortung für die dauerhafte Funktionsfähigkeit der technischen Anlage ein und müssen mit hohen Aufwendungen für die Wartung rechnen. Ein Beispiel dafür ist die Dükeranlage, die das Grundwasser um die Tiefgarage und den Tunnel am Wiener Platz umleitet, so dass die nahegelegenen Fundamente des Hauptbahnhofes nicht gefährdet werden (Abb. 6.1-2)

In bebauten Gebieten spielt die Speisung des Grundwassers aus Leckagen von Ver- und Entsorgungsleitungen immer noch eine nicht zu unterschätzende Rolle. So muss in Dresden im Trinkwassernetz mit Strangverlusten von 1 bis 10 l/min-km gerechnet werden. Sofern die Kanalisation über dem Grundwasserspiegel liegt, können Abwasserverluste in Größenordnungen von (extrapoliert) 0,6 l/s-km<sup>2</sup> bei geringen Schäden an der Kanalisation bis 4,4 l/s-km<sup>2</sup> bei großen Schäden auftreten.

Generell ist in Dresden seit Beginn der städtischen Entwicklung ein Rückgang der Grundwasserstände zu verzeichnen. Dies wird eindrucksvoll durch das Fortschreiten der Bebauung in vormals wasser geprägte Gebiete (Seevorstadt) belegt. Beispiel für eine großflächige Grundwasserabsenkung ist die Trockenlegung des Rähnitzer Moores im Zuge der Anlage der Gartenstadt Hellerau.

Abb. 6.1-3  
Grundwasserstände einer GWM im Dresdner Osten (Messstelle 5049 1961, Meublitz, F.Schreiter-Straße) – deutlich erkennbar ist das Ansteigen der Werte nach 1990 /6.1-1/



Als bedeutendster historischer Eingriff in das natürliche hydraulische Regime ist jedoch die Befestigung des Elbufers zu nennen. Dies hatte zur Folge, dass sich die Elbe um etwa 1 Meter in das Gelände eintiefte. Auch der Grundwasserspiegel glich sich dem niedrigeren Elbniveau an, wie an alten Grundwasserganglinien deutlich ablesbar ist. Mit der seit den 20er Jahren zunehmenden Industrialisierung und Versiegelung des Stadtgebietes lässt sich vor allem für den linkselbischen Bereich ein weiterer Rückgang der Grundwasserstände deutlich verfolgen.

Seit 1989 ist jedoch insbesondere links der Elbe im Dresdner Osten ein deutlicher Wiederanstieg des Grundwassers zu verzeichnen gewesen. Als Ursache hierfür können neben der meteorologischen Situation vor allem die stark verminderten Entnahmen industrieller Brauchwasserversorgungsanlagen sowie der Rückgang des intensiven Land- und Gartenbaus benannt werden. Diese Entwicklung hatte zur Folge, dass sich die Grundwasserstände im Dresdner Osten wieder auf ein natürliches Niveau einstellten.



Abb. 6.1-4  
Außergewöhnliche Grundwasserstände in einer Kleingartenanlage in Dresden-Leuben

In Extremfällen kann ein hoher Grundwasserstand dazu führen, dass in Auebereichen wie dem alten Elbarm keine Versickerung von Niederschlägen mehr möglich ist und sich oberirdisch freie Wasserflächen ausbilden. Die Abbildung 6.1-4 zeigt eine Kleingartenanlage im alten Elbarm in Dresden-Leuben. Hier stand im Sommer 1995 über mehrere Wochen freies Grundwasser an der Oberfläche an und beeinträchtigte die Nutzung der Gartenflächen.

### Grundwasserstand und Grundwasserflurabstand

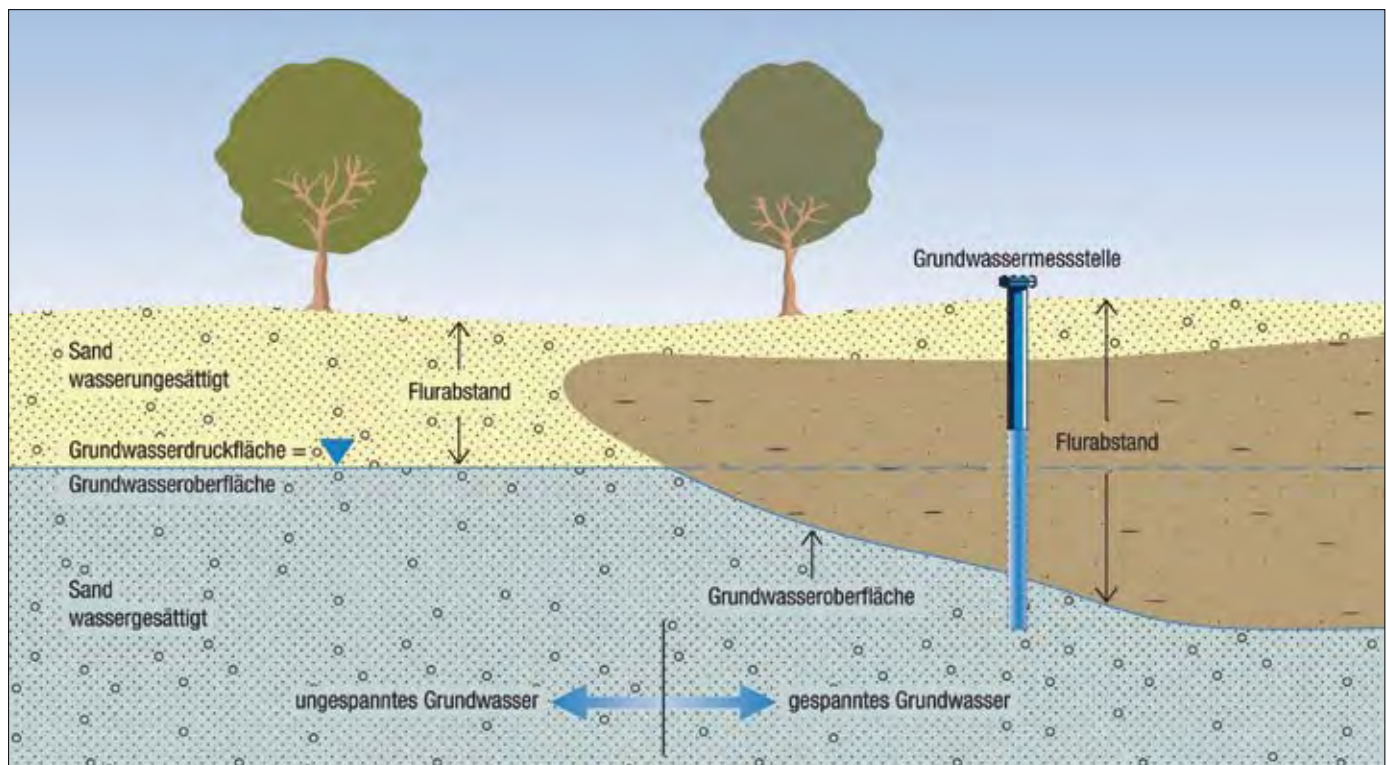
Der Abstand der Grundwasseroberfläche zur Erdoberfläche wird als Grundwasserflurabstand bezeichnet. In Sand- und Kiesschichten ist die Grundwasseroberfläche gleich der Druckfläche des Grundwassers. Sind jedoch wasserstauende Zwischenschichten vorhanden, liegt die Grundwasseroberfläche unterhalb der stauenden Schicht und steht damit unter Druck. Man spricht dann von gespannten Grundwasser-Verhältnissen. Wird gespanntes Grundwasser angebohrt, steigt es im Brunnen oder Messpegel an, bis ausgeglichene Druckverhältnisse herrschen.

In Dresden liegt das Grundwasser im oberen quartären Grundwasserleiter meist ungespannt vor. Sind jedoch lokale Auelehme eingelagert, wie beispielsweise in den alten Elbarmen, können auch gespannte Grundwasserverhältnisse auftreten.

Die Abbildung 6.1-6 gibt einen Überblick über die Verteilung der Grundwasserflurabstände im Stadtgebiet. Insbesondere der Bereich der Elbaue ist nahezu flächendeckend durch Grundwasserflurabstände von 2 bis 5 Meter bzw. 5 bis 10 Meter gekennzeichnet. Eine Ausnahme hiervon bilden lediglich einzelne Bereiche in den alten Elbarmen, das engere Kaitzbachtal sowie die unmittelbaren Uferbereiche der Elbe, in denen Flurabstände unter zwei Meter auftreten.

Mit deutlich größeren Flurabständen muss man im Verbreitungsgebiet der saalekaltzeitlichen Heidesande (auch als „Hellerterrasse“ bezeichnet) rechnen. In Abhängigkeit von der Mächtigkeit der Terrassensedimente sind hier Flurabstände von bis zu 60 Meter anzutreffen!

Abb. 6.1-5  
Gespannte und ungespannte Grundwasserdruckverhältnisse (nach /6.1-2/)



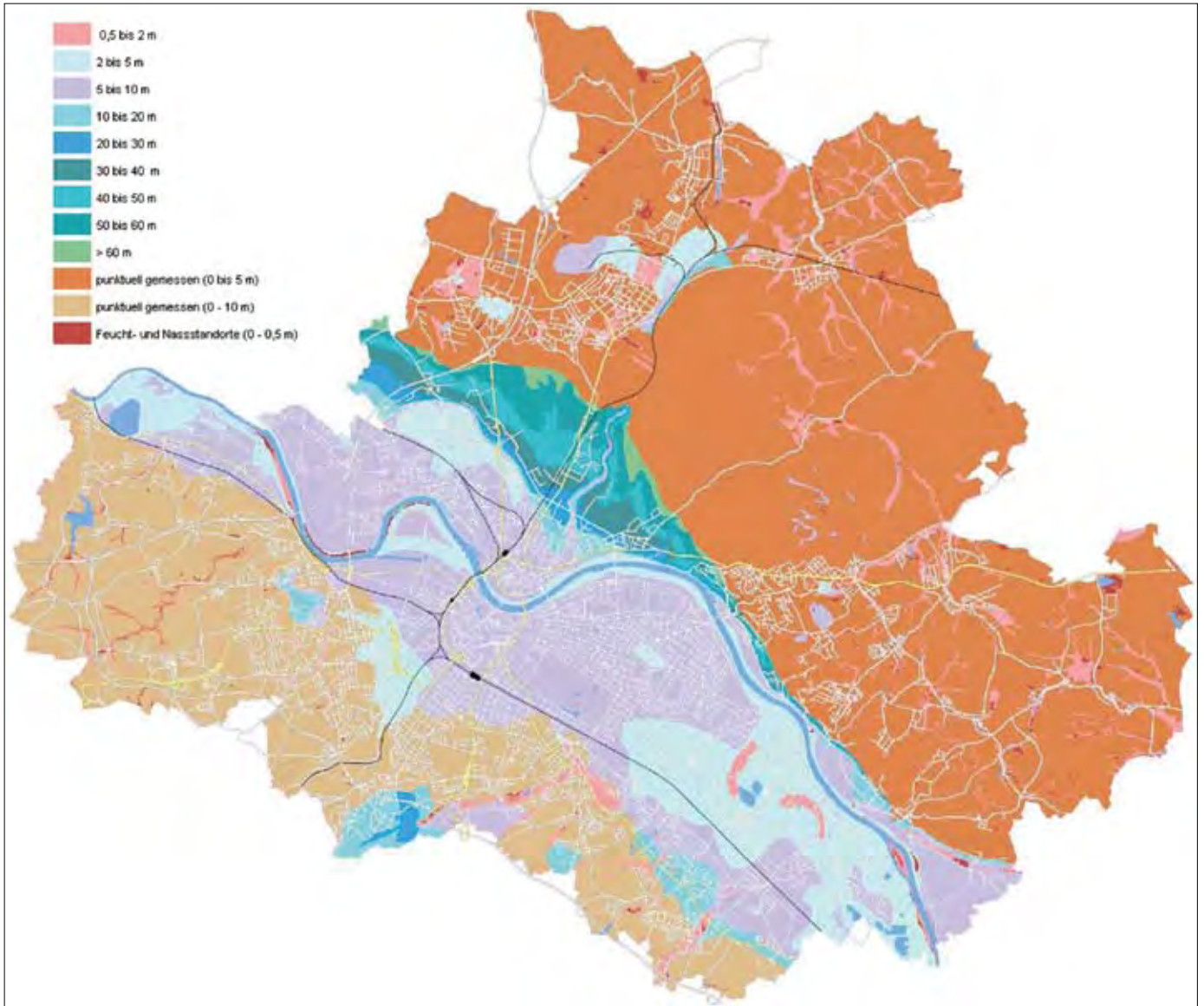


Abb. 6.1-6  
Grundwasserflurabstände im Stadtgebiet Dresden

In den Festgesteinsbereichen beidseits des Elbtales sind die hydrogeologischen Verhältnisse komplizierter und oftmals sehr unmittelbar von hydrologischen und klimatischen Faktoren abhängig. So können zum einen zeitweise oberflächennahe Schichtenwässer auftreten und nach längeren Trockenzeiten wiederum flurferne Grundwasserstände vorherrschen.

Im Bereich der Festgesteinsgrundwasserleiter im südlichen Stadtgebiet wird der Flurabstand vielfach durch die Geländemorphologie geprägt und variiert hier stark. Leider ist hier die Dichte an Aufschlüssen unzureichend, so dass über weite Flächen nur die Flurabstandsklasse 0 bis 10 Meter angenommen werden konnte.

Nördlich der Lausitzer Überschiebung stehen in ihrer Ausprägung lokal stark wechselnde pleistozäne Hüllsedimente über dem mächtigen Block des Lausitzer Granitmassivs an. Auch in diesem Bereich fehlen verwertbare Aufschlüsse über weite Strecken. Es wurde daher anhand der geologischen Situation von einem relativ geringen Grundwasserflurabstand ausgegangen. Insbesondere in der Dresdner Heide beeinflusst jedoch die morphologische Gliederung des Geländes die Flurabstände deutlich.

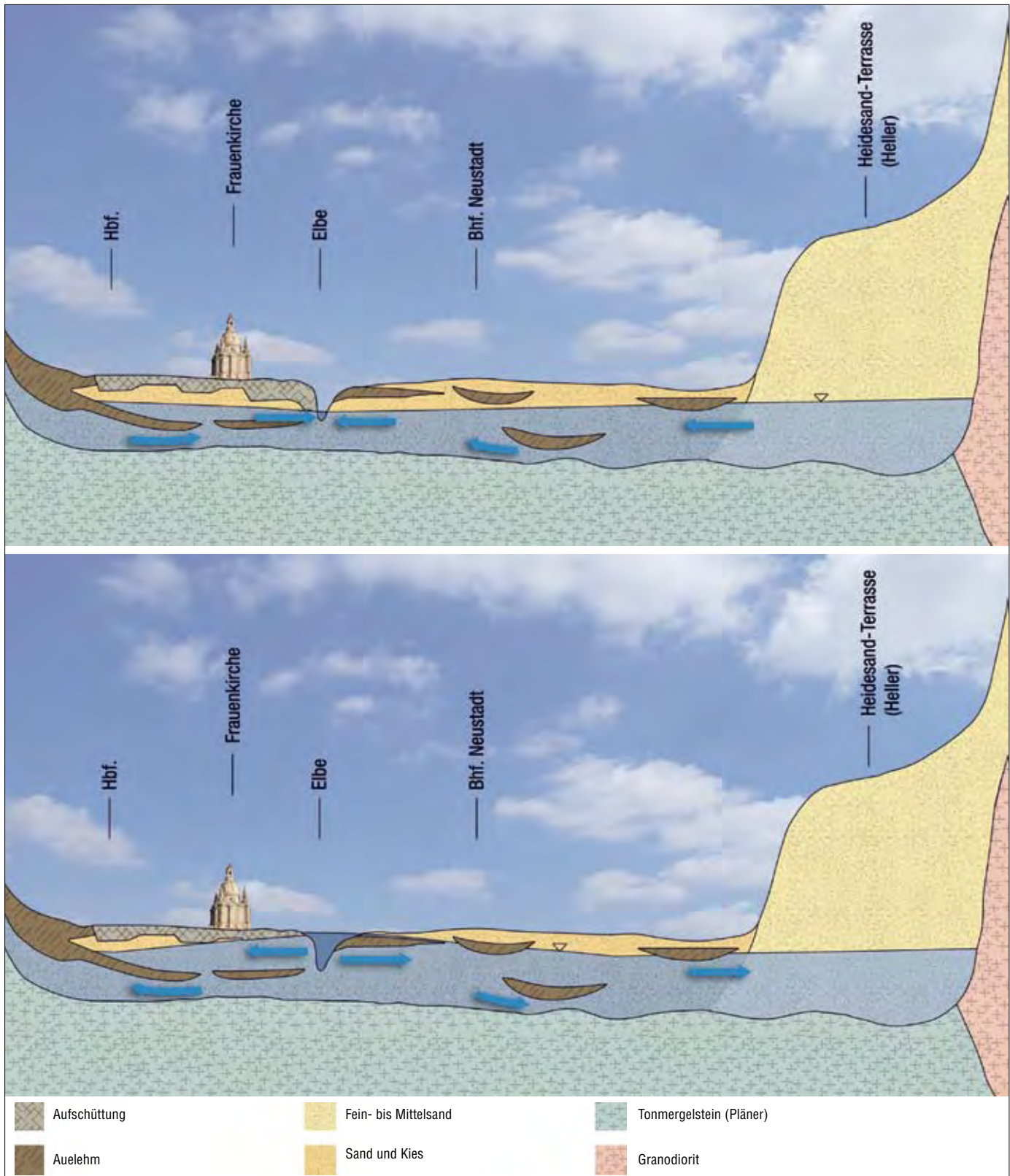
## 6.2 Der Einfluss von Hochwasserereignissen auf den Grundwasserstand

Die Wasserstände der oberirdischen Gewässer wirken sich vor allem bei Hochwasserereignissen auf die Grundwasserstände aus. Unter normalen Bedingungen fließt das Grundwasser im Untergrund dem oberirdischen Gewässer zu (effluente Verhältnisse). Steigt aber durch

ein Hochwasser der Wasserstand im oberirdischen Gewässer an, kehrt sich die Fließrichtung um und Wasser aus dem oberirdischen Gewässer drückt in den Grundwasserleiter (influente Verhältnisse). Die unmittelbare Folge ist ein Ansteigen des Grundwasserstandes in der Umgebung des Fließgewässers (Abbildung 6.2-1a und 6.2.1b).

In oberirdisch überfluteten Flächen kommt es gleichzeitig zur flächenhaften Infiltration großer Wassermengen in den Untergrund.

Abb. 6.2-1  
oben: Grundwasserfließrichtung bei Mittelwasser, unten: Grundwasserfließrichtung bei Hochwasser



Durch die Umkehr der Strömungsrichtung kann es bei länger anhaltenden Hochwässern im Weiteren zum Aufstau von Grundwasser kommen, da das aus den Neubildungsgebieten zufließende Grundwasser nicht in den Vorfluter entwässern kann. Die Grundwasserstände steigen an und können zur Gefährdung von Bauwerken und Technik führen. Steigt der Grundwasserspiegel über das Niveau der Gebäudegründung hinaus an, wirkt auf das Gebäude eine nach oben gerichtete Auftriebskraft. Die

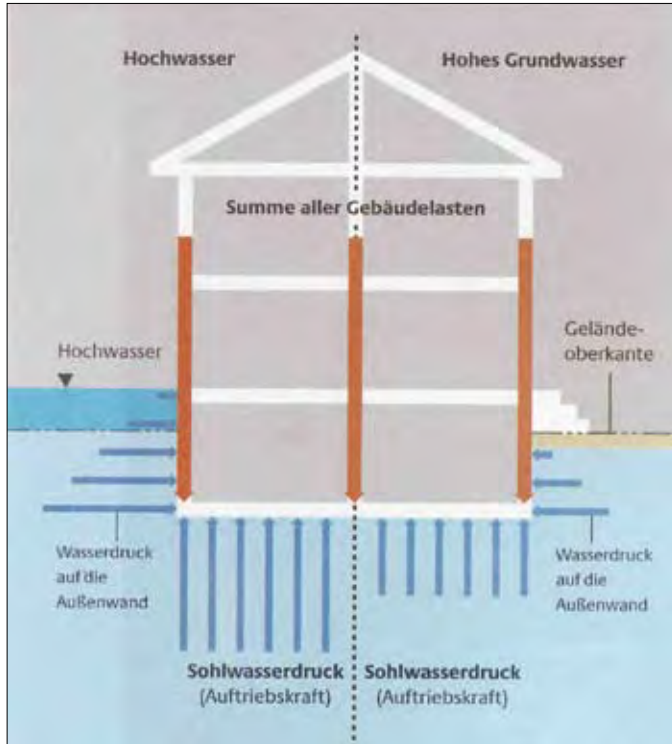
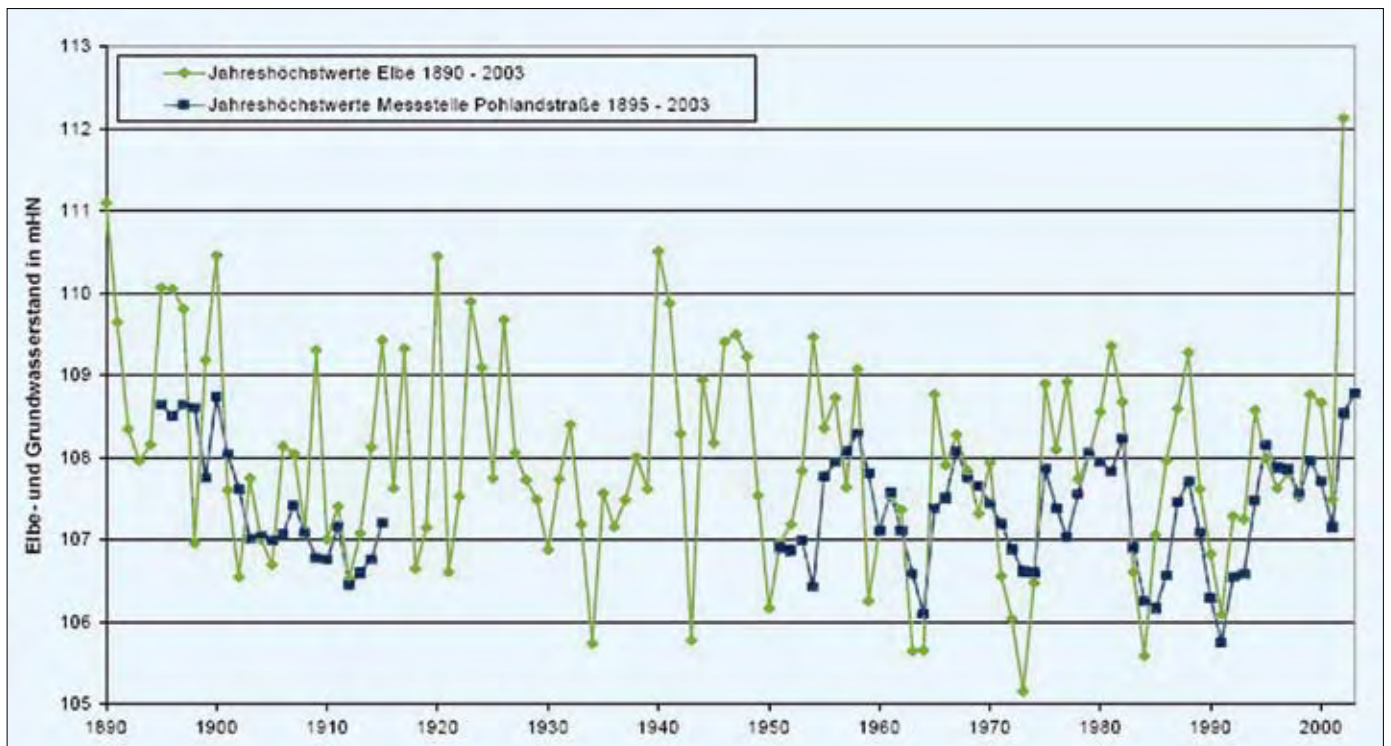


Abb. 6.2-2  
Gebäudegefährdung durch ansteigendes Grundwasser (Quelle: BMVBS)

Abb. 6.2-3  
Höchste Grundwasserstände an der Grundwasser-Messstelle Pohlandplatz im Vergleich zu den Höchstwerten der Elbe /6.2-1/



Größe der Auftriebskraft hängt von dem durch das Gebäude verdrängten Wasservolumen und damit von der Höhe des Wasserstandes ab (Abbildung 6.2-2).

Mit steigendem Wasserstand nimmt die Auftriebskraft deshalb zu. Wird die Auftriebskraft größer als die Summe der Gebäudelasten, schwimmt das Gebäude auf und kann im ungünstigsten Fall zerstört werden (hydraulischer Grundbruch). Besonders gefährdet sind deshalb moderne Bauten mit sogenannter „Weißer Wanne“ (gegen eindringendes Wasser abgedichtete Kellerbauweise) und wenigen oberirdischen Geschossen. Das Eindringen von Wasser in das Gebäude führt im Allgemeinen zwar nicht zu einer Gefährdung der Standsicherheit, schädigt aber die Gebäudesubstanz und die Inneneinrichtung, insbesondere auch technische Anlagen wie Heizungen, Steueranlagen und Öltanks.

Im Gegensatz zum oberirdischen Hochwassergeschehen, das direkt beobachtet und über Luftaufnahmen recht genau ermittelt werden kann, spielt sich die Entwicklung der Grundwasserstände weitgehend im Verborgenen ab. Nur durch Beobachtung an Grundwasseraufschlüssen (Brunnen oder Messpegel) lassen sich Informationen zur Druckhöhe des Grundwassers zu einem konkreten Zeitpunkt an einem bestimmten Ort ermitteln.

### 6.2.1 Historische Hochwasserereignisse

Während die Erfassung der höchsten Elbewasserstände bis in das 15. Jahrhundert zurück reicht, erfolgt die Beobachtung der Grundwasserstände an der ältesten Messstelle des sächsischen Landesmessnetzes am Dresdner Pohlandplatz erst seit 1894. Grundwasserstandsaufzeichnungen vor dieser Zeit gibt es in Dresden nicht.

Aus den Anfangsjahren der Grundwasserbeobachtung sind nur die Monatsmittelwerte und die Extremwerte vorhanden. Aus dem Zeitraum von 1916 bis 1951 stehen nahezu keine Messwerte zur Verfügung. Die Messstelle Pohlandplatz liegt rund 1 600 Meter von der Elbe entfernt und wird nicht direkt vom Elbehochwasser beeinflusst. Es besteht nur eine indirekte Beeinflussung durch Verhinderung des Grundwasserabflusses im Hochwasserfall. Die Abbildung 6.2-3 zeigt die Entwicklung

der höchsten Grundwasserstände an der Messstelle Pohlandplatz im Vergleich zu den höchsten jährlichen Elbwasserständen. Am Vergleich der Grundwasserstände 1895 bis 1900 und 2002/2003 wird deutlich, dass die hohen Grundwasserstände 2002/2003 an dieser Messstelle nicht extrem außergewöhnlich sind /6.2-1/.

### 6.2.2 Das Hochwasser vom August 2002

Im August 2002 wurde Dresden von einem der schlimmsten Hochwasser in der Geschichte der Stadt getroffen. Ausgelöst durch die extremen Niederschläge und die damit verbundenen Überflutungen großer Flächen stieg auch die Grundwasseroberfläche auf ein Niveau an, das zuvor – mit Ausnahme der Messstelle Pohlandplatz – noch nicht gemessen wurde.

te und zum Teil unter Druck geratene Abwasserkanalsystem sowie geflutete Fernwärmekanäle in den Untergrund auch in nicht direkt von der oberirdischen Überflutung betroffene Bereiche.

Während der Hochwasserphase hat sich die normalerweise zur Elbe hin gerichtete Fließrichtung des Grundwassers umgekehrt. Elbwasser drückte in den Grundwasserleiter hinein. Dieser konnte so als Speicher für einen Teil des Elbwassers wirken. Während der etwa zehn Tage andauernden Hochwasserphase wurden ungefähr 25 Millionen m<sup>3</sup> Elbwasser im Grundwasserleiter zwischengespeichert.

Zwischen September 2002 und dem Ende des Jahres 2002 kam es zu einem langfristigen Ausgleich der Grundwasserdruckpotenziale. Dabei sanken die Grundwasserstände elbnah, während sie im Hinterland weiter anstiegen. Sehr nah am Elbtalrand gelegene Messstellen erreichten die höchsten Wasserstände erst im März bis Mai 2003. Zum

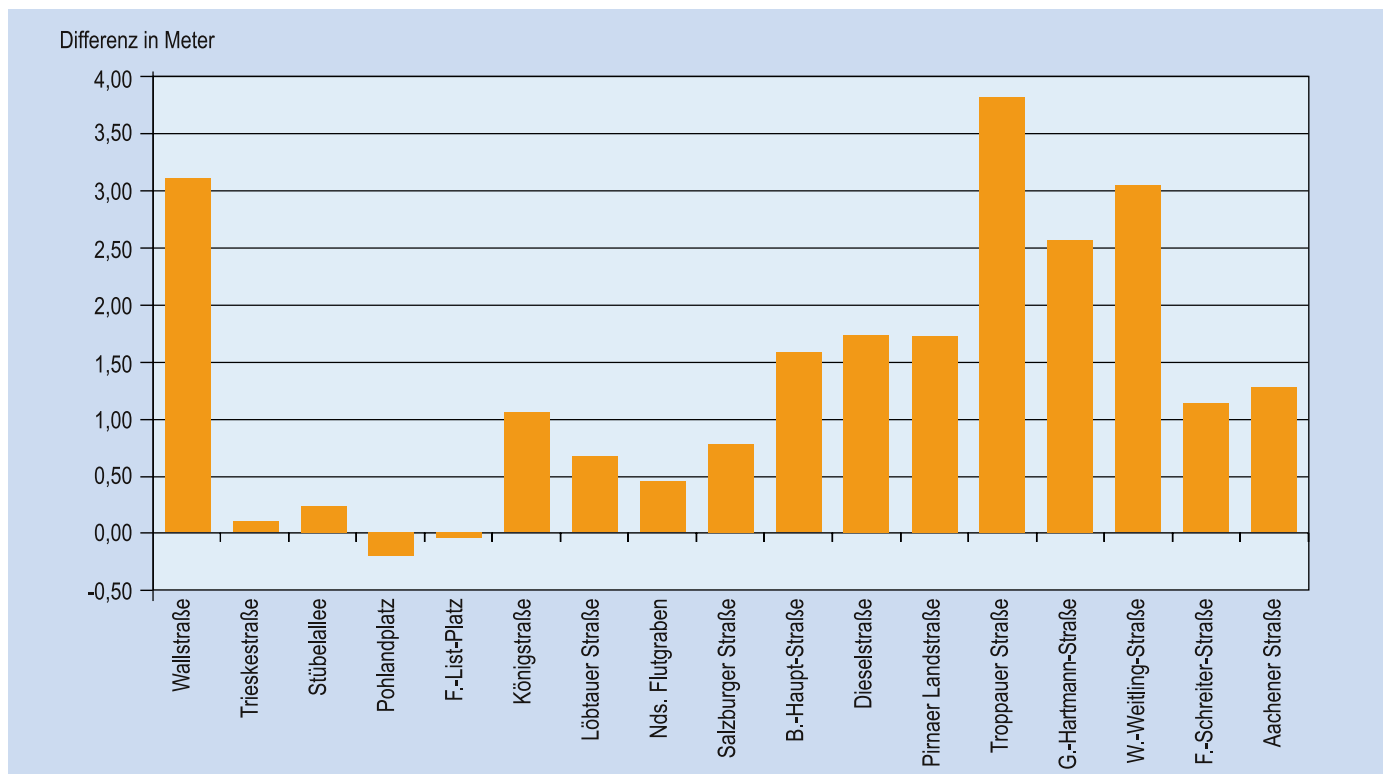


Abb. 6.2-4  
Unterschied der Wasserstände vom August 2002 zu den bisher bekannten Höchstwasserständen an ausgewählten langjährig beobachteten Messstellen

Auch wenn dies teilweise durch die zu kurzen Beobachtungsreihen begründet sein kann, ergeben sich grundlegende Unterschiede zu vorangegangenen Hochwasserereignissen. Insbesondere fehlten im elbnahen Bereich die sonst typische zeitliche Verzögerung der Hochwasserwelle im Grundwasser um ein bis zwei Tage sowie die Dämpfung der Amplitude fast vollständig. Die außergewöhnliche Entwicklung der Grundwasserstände lässt sich auf mehrere, zeitlich eng aufeinander folgende Ursachen zurückführen:

- hohe Grundwasserneubildung durch die extremen Niederschläge am 11./12.08.2002,
- zusätzliche Infiltration infolge der flächenhaften Ausuferungen der Gewässer 1. und 2. Ordnung (insbesondere Vereinigte Weißeritz, Lockwitzbach, Kaitzbach) am 12./13.08.2002,
- Infiltration aus durch das Elbhochwasser überstauten Flächen einschließlich einer Anhebung des Grundwasserspiegels durch Umkehr der Fließrichtung bis zirka 28.08.2002,
- zusätzliche Zuführung von Oberflächenwasser durch das eingestau-

Jahreswechsel 2002/2003 stellte sich infolge anhaltend feuchter Witterung eine erhöhte Grundwasserneubildung aus Niederschlägen ein. Die Neubildungsraten lagen dabei teilweise doppelt so hoch wie im August 2002 /6.2-2/. Gleichzeitig ließ das Winterhochwasser vom Januar 2003 insbesondere in Elbnähe die Grundwasserstände wieder ansteigen. Danach setzte ein kontinuierlicher Rückgang der Grundwasserstände an allen Messstellen ein und erst gegen Ende 2003 hatte sich die Situation mit den o. g. Ausnahmen weitgehend normalisiert. Anstieg und Rückgang der Grundwasserstände vollzogen sich in Abhängigkeit von der konkreten geologischen Situation und der Entfernung des betrachteten Bereiches zur Elbe sehr unterschiedlich wie die nachfolgenden Beispiele verdeutlichen /6.2-3/.

Abbildung 6.2-5 zeigt beispielhaft die Entwicklung der Grundwasserstände im Bereich der Innenstadt. Der Grundwasserstand steigt im August 2002 nahezu zeitgleich mit dem Elbwasserstand an. Der Anstieg vollzieht sich innerhalb von 72 Stunden und weist eine Höhe von sechs Metern auf. Zeitliche Verzögerung und Dämpfung der Hochwasserwelle fehlen völlig. Das war vor allem auf die flächige Infiltration von Wasser



Grundwasserstand inmHN

Messstelle 3538 – Wallstraße/Ecke Wilsdruffer Straße

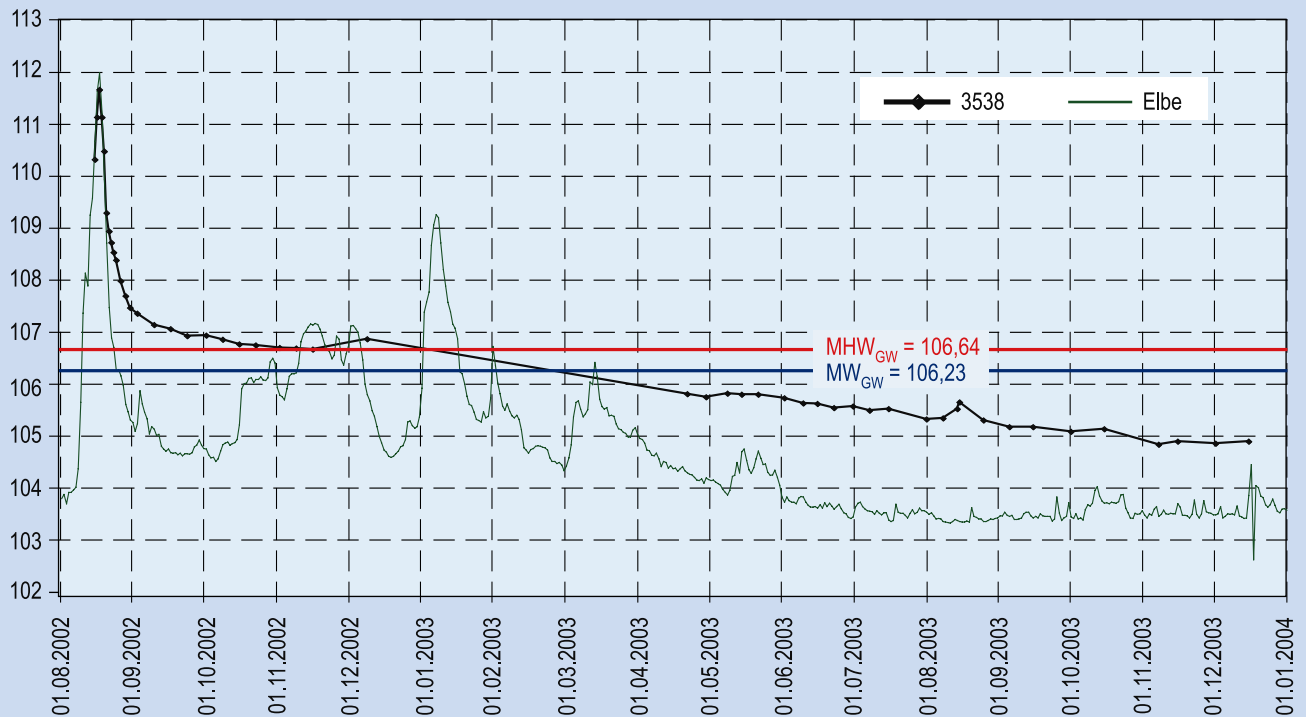


Abb. 6.2-5  
Grundwasserstandsentwicklung an der Messstelle 3538 (Wallstraße)

aus den Überflutungsflächen von Weißeritz und Elbe sowie die direkte Zuführung von Wasser in den Untergrund über die unterirdischen Kanalsysteme zurück zu führen.

Fast ebenso schnell wie der Anstieg vollzieht sich der Rückgang der Wasserstände. Erst beim Januarhochwasser 2003 ist die Dämpfung

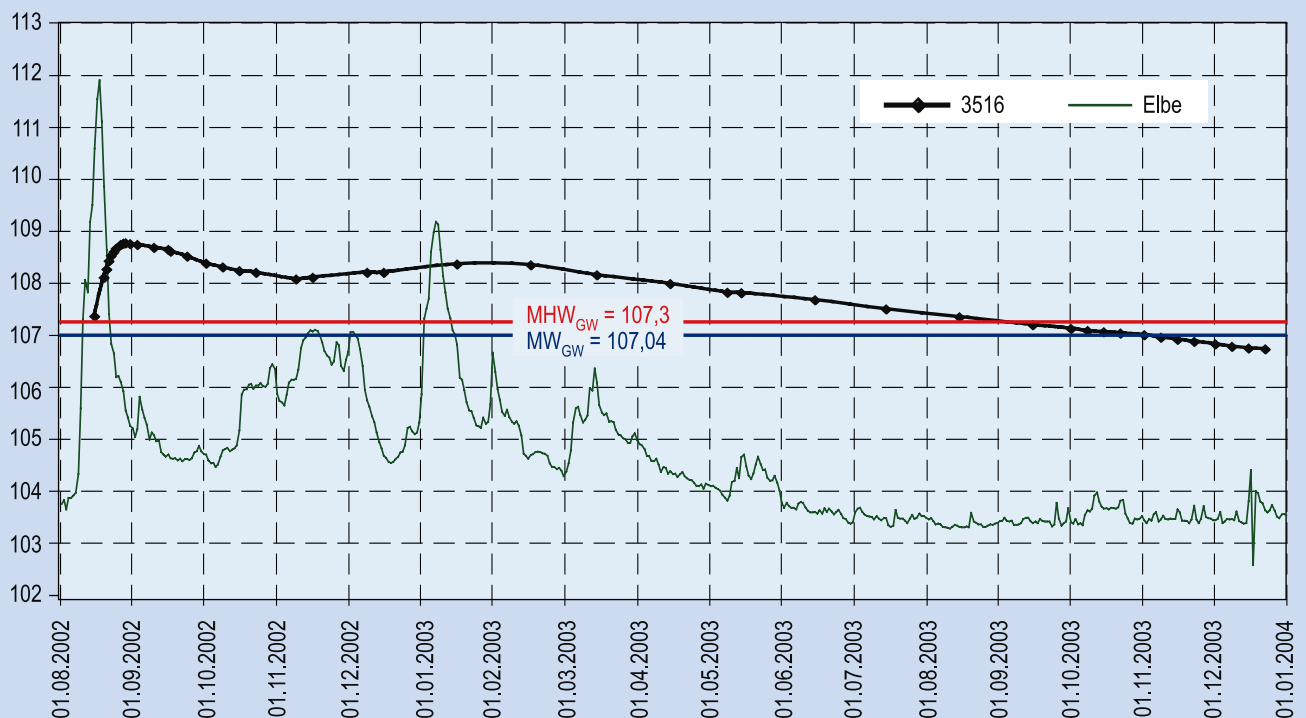
wieder erkennbar – die Höhe von Grundwasserspiegel und Elbwasserstand unterscheiden sich deutlich.

Während in der Dresdner Innenstadt der Anstieg des Grundwassers extrem schnell erfolgte, waren weiter entfernt von der Elbe bzw. den überfluteten Flächen gelegene Gebiete durch einen langsameren und in

Abb. 6.2-6  
Grundwasserstandsentwicklung an der Messstelle 3516 (Botanischer Garten)

Grundwasserstand inmHN

Messstelle 3516 – Botanischer Garten



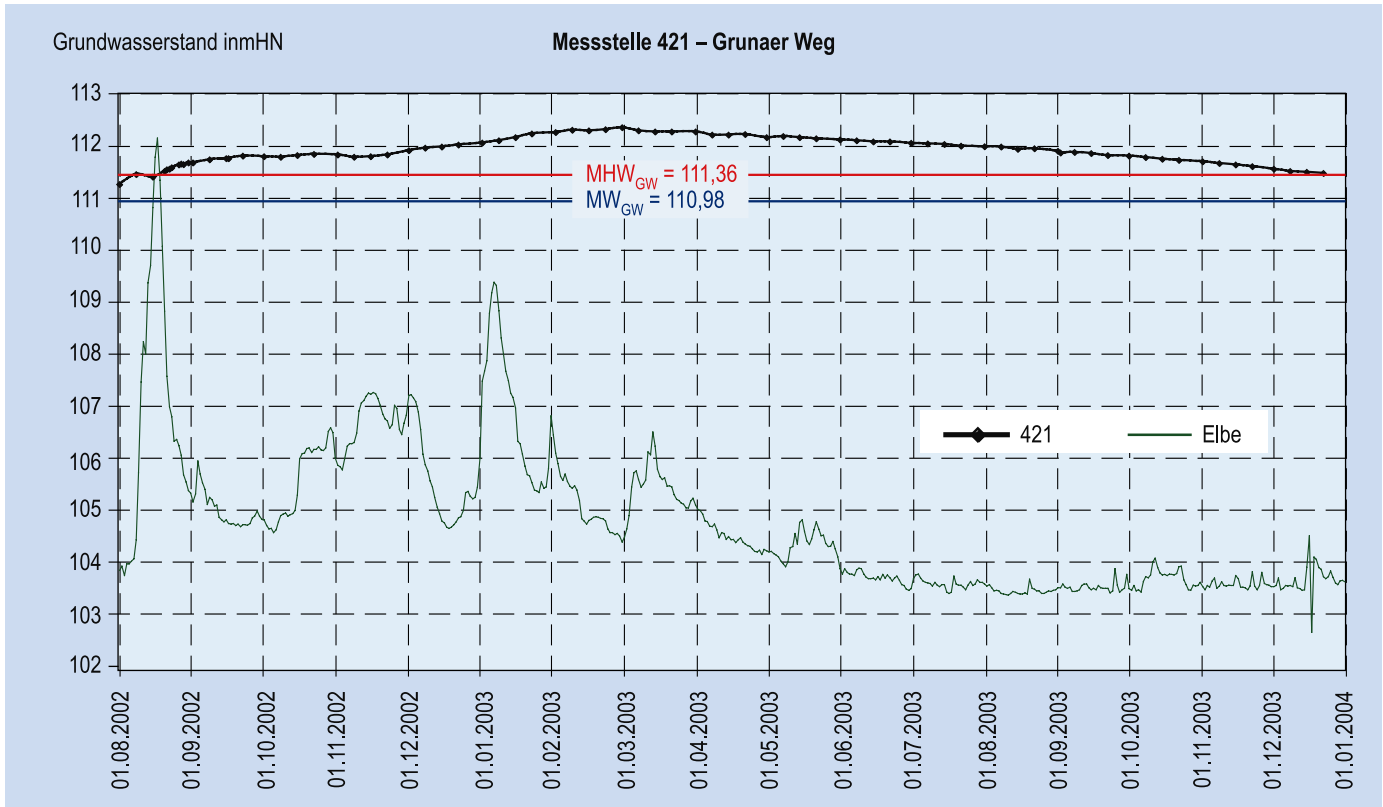
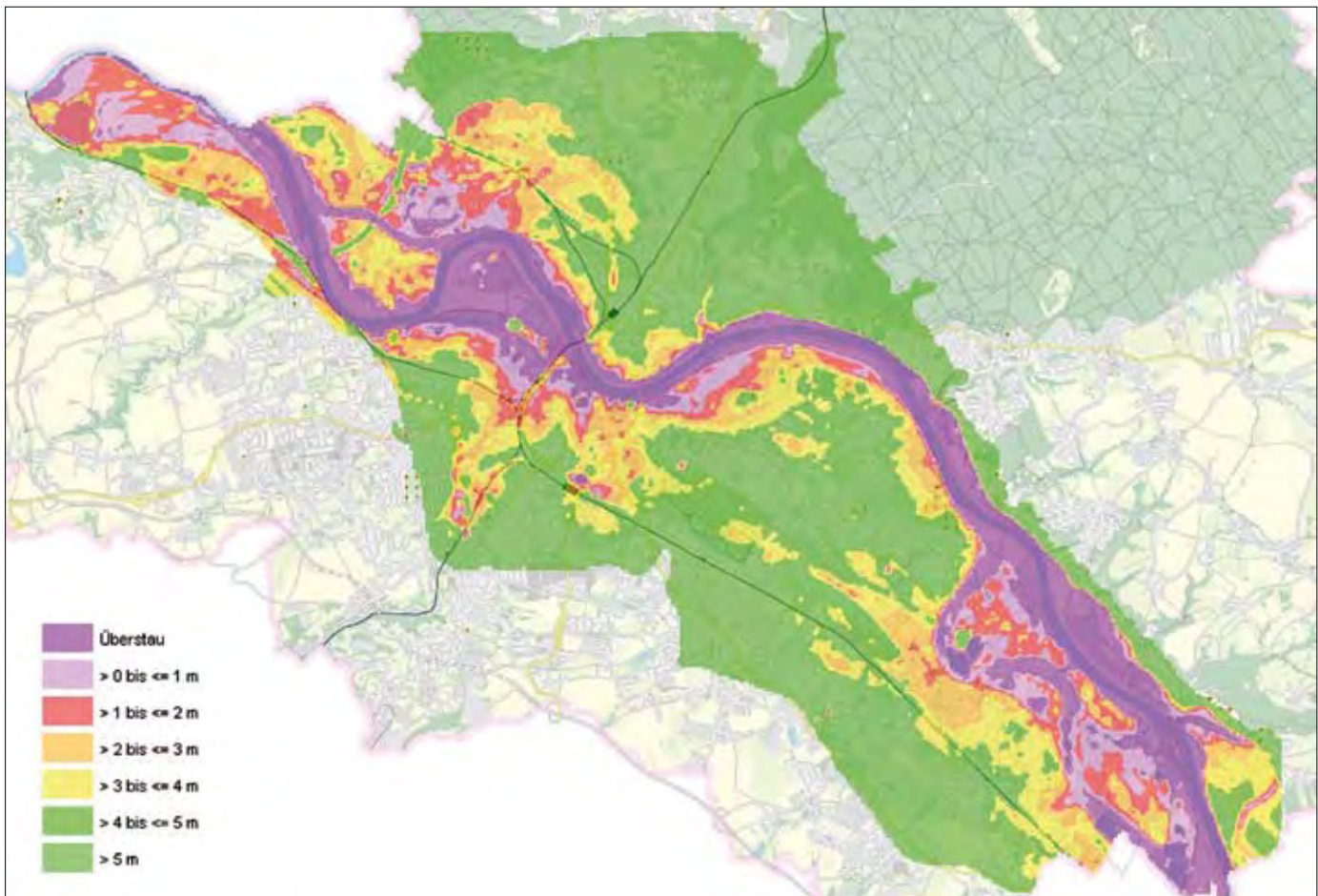


Abb. 6.2-7  
Grundwasserstandsentwicklung an der Messstelle 421 (Grunaer Weg)

Abb. 6.2-8  
Grundwasserflurabstände bei und nach dem Hochwasser vom August 2002 – synoptische Darstellung



der Höhe deutlich gedämpften Anstieg der Wasserstände gekennzeichnet. Die Abbildung 6.2-6 zeigt dafür ein Beispiel. Die Entfernung der Messstelle zur Elbe beträgt etwa 1,5 km.

Der höchste Wasserstand trat hier am 28.08.2002 und damit elf Tage nach dem Durchgang des Hochwasserscheitels auf. Die Erhöhung des Wasserspiegels im Vergleich zum Ausgangswasserstand lag mit etwa 1,5 Meter deutlich unter den Werten der elbnahen Messstellen. Der Rückgang der Wasserstände vollzog sich ebenfalls deutlich langsamer als im Innenstadtbereich und wurde durch das Januarhochwasser 2003 noch einmal umgekehrt. Mittlere Wasserstände stellten sich erst im September/Oktober 2003 wieder ein.

Durch einen noch langsameren, aber kontinuierlichen und langanhaltenden Anstieg der Wasserstände ist die in etwa 4 km Entfernung von der Elbe gelegene Messstelle 421 am Grunaer Weg gekennzeichnet (Abbildung 6.2-7). Hier traten die höchsten Wasserstände erst im März 2003 auf. Der Anstieg zum Ausgangswasserstand lag bei etwa 1 m. Selbst am Jahresende 2003 waren mittlere Verhältnisse noch nicht wieder erreicht. Erst im Oktober 2004, also über zwei Jahre nach dem Hochwasser, hatten sich die Grundwasserverhältnisse in diesem Bereich wieder normalisiert.

Während des Augusthochwassers 2002 waren im Dresdner Stadtgebiet Flächen von etwa 45 km<sup>2</sup> durch Grundhochwasser (Flächen mit einem hochwasserbedingten Grundwasserflurabstand < 3 Meter unter Gelände) betroffen.

Für eine flächenhafte Abbildung der aufgetretenen Grundwasserstände und Grundwasserflurabstände ist aufgrund dieser differenzierten zeitlichen und räumlichen Abläufe die Darstellung eines einzelnen Zeitpunktes nicht ausreichend. Es wurden deshalb die an den einzelnen

Messstellen beobachteten Höchstgrundwasserstände in einer synoptischen Darstellung zu einer einheitlichen Grundwasseroberfläche zusammengefasst und mit der Geländeoberfläche verschnitten (siehe Abbildung 6.2-8). Diese Darstellung kann auch im Themenstadtplan der Landeshauptstadt Dresden abgerufen werden (URL: <http://stadtplan.dresden.de/> → Stadtentwicklung und Umwelt → Wasser → Grundwasserflurabstände Hochwasser 2002).

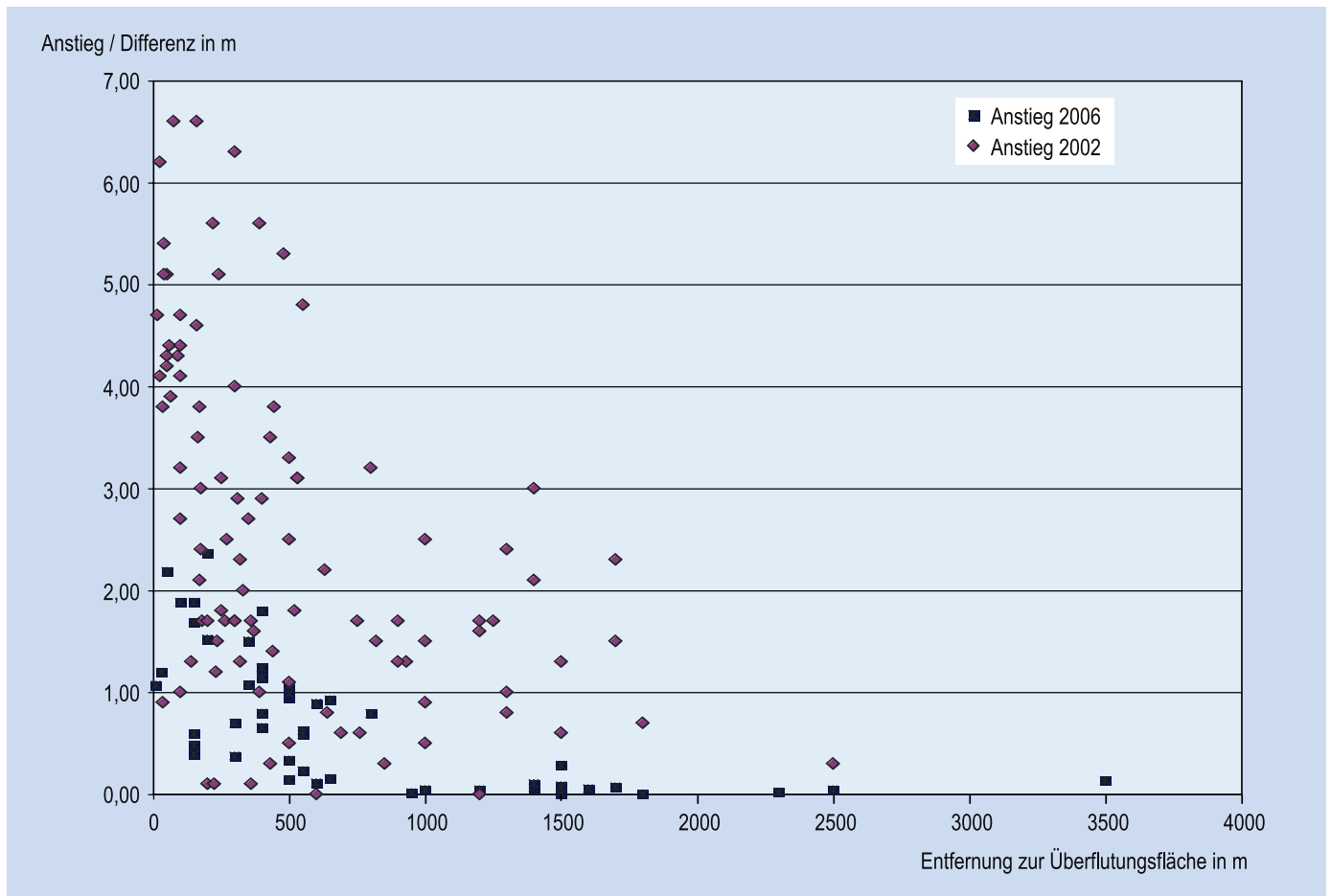
### 6.2.3 Das Hochwasser vom April 2006

Im Frühjahr 2006 war Dresden von mehreren Hochwasserereignissen in den kleineren Fließgewässern – teilweise mit Eisgang – und von einem Elbhochwasser mit etwa 10-jähriger Wiederkehrwahrscheinlichkeit (Scheitelwasserstand am Pegel Dresden 7,49 Meter am 4. April 2006) betroffen. Auf das Grundwasser hat sich vor allem das Hochwasser der Elbe ausgewirkt. Vor Beginn des Hochwassers befanden sich die Grundwasserstände im Stadtgebiet mit Ausnahme des Gebietes um den alten Elbarm auf einem für das Frühjahr untypisch niedrigen Niveau. Die langjährig beobachteten Messstellen des staatlichen Netzes zeigten Werte von durchschnittlich 30 cm unter dem langjährigen Mittelwert für den Monat März.

Der Anstieg des Grundwassers vollzog sich insgesamt erwartungsgemäß deutlich weniger dramatisch als beim Hochwasser vom August 2002. Auch der Rückgang der Grundwasserstände nach dem Hochwasser erfolgte innerhalb weniger Wochen /6.2-4/.

Anders als 2002 wurden im Innenstadtbereich die Grundwasserstände durch die Hochwasserentlastungsanlagen von Landtag, Sem-

Abb. 6.2-9  
Anstieg der Grundwasserstände an den beobachteten Messpunkten in Abhängigkeit der Entfernung zur Überflutungsfläche



peroper, Schloss und Ständehaus/Johanneum kontrolliert. Die Anlagen wurden beim Durchgang des Hochwasserscheitels mit einer maximalen Förderleistung von 840 m<sup>3</sup>/h (0,25 m<sup>3</sup>/s) betrieben. Die zentrale Kälteversorgungsanlage der DREWAG am Neumarkt befand sich im Testbetrieb und trug mit einer Entnahmemenge von 250 m<sup>3</sup>/h ebenfalls zu einer deutlichen Entlastung der Grundwasserstände in der Innenstadt bei.

Aus der Auswertung aller Messergebnisse geht hervor, dass das Elbwasser 2006 einen direkten Einfluss nur bis in etwa 800 Meter Entfernung von der Überflutungsfläche ausgeübt hat (6.2-9). Weiter entfernt gelegene Bereiche wurden nur indirekt durch den Aufstau des aus dem Hinterland zufließenden Grundwassers beeinflusst. In dem direkt beeinflussten Bereich stieg das Grundwasser um durchschnittlich einen Meter an. Der größte Anstieg trat dabei mit 2,36 Meter an der Wilhelm-Weitling-Straße auf. In den entfernter gelegenen Gebieten war der Anstieg nur gering /6.2-5/. Auch für das Hochwasser vom April 2006 sind die beobachteten Grundwasserflurabstände im Internet abrufbar (URL: <http://stadtplan.dresden.de/> → Stadtentwicklung und Umwelt → Wasser → Grundwasserflurabstände Hochwasser 2006).

### 6.2.4 Hochwasserschäden durch Grundwasser

Bei Hochwasser stehen die durch die oberirdische Überschwemmung hervorgerufenen Schäden im Mittelpunkt der öffentlichen Wahrnehmung. Die durch das ansteigende Grundwasser verursachten Schäden sind zwar insgesamt geringer als die Schäden durch oberirdisches Hochwasser /6.2-6/, dennoch tragen sie zur Erhöhung der Hochwasserschadenssumme bei. Eine genaue Bezifferung grundwasserbedingter Schäden ist nur schwer möglich, da sich Schäden durch oberflächige Überflutung mit der Wirkung von Grundhochwasser oft überlagern.

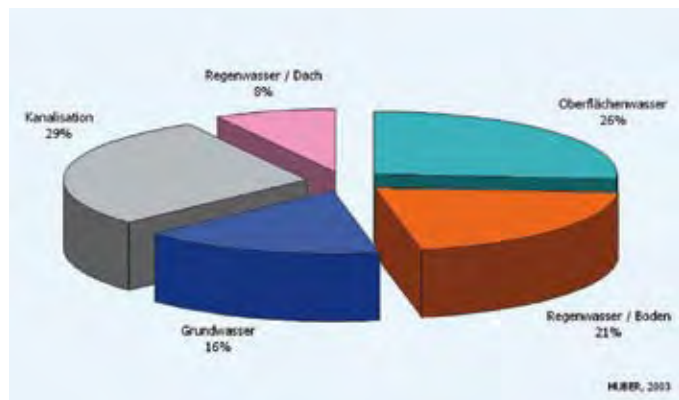


Abb. 6.2-10  
Hochwasserschäden 2002 nach Herkunft des Wassers auf Liegenschaften des Freistaates Sachsen /6.2-8/

Eine Auswertung der Schäden für die Grundstücke des Freistaates Sachsen nach dem August-Hochwasser 2002 ergab für die Schadensursache Grundwasser einen Anteil von 16 Prozent am Gesamtschadensbild (Abbildung 6.2-10).

Im Gegensatz zur Gefährdung durch oberirdische Überflutung wirkt die spezifische Hochwassergefahr aus dem Grundwasser individuell verschieden auf Bauwerke. Wichtige Faktoren sind dabei die Beschaffenheit des Untergrundes und die unterirdische Ausdehnung, Konstruktion und Bemessung des Gebäudes.

Grundsätzlich können die durch Grundhochwasser verursachten Schäden folgenden Kategorien zugeordnet werden:

- Schäden an Gebäudesubstanz und -einrichtung durch Eindringen von Grundwasser in das Gebäude,
- Durchfeuchtung von Kellerfußböden und -wänden durch aufsteigendes Grundwasser,
- Kontamination von Gebäudeteilen durch austretende Schadstoffe in Folge von Einwirkung aufsteigenden Grundwassers,
- Zerstörung oder Beschädigung des Gebäudes durch Instabilität des Untergrundes bei zu geringer Gebäudelast („Aufschwimmen“ bzw. hydraulischer Grundbruch).

Des Weiteren treten indirekte Schäden durch den Nutzungsausfall auf. Bei einem Grundhochwasser kann eine besondere Gefährdungssituation durch die Kombination von großer Anstiegsgeschwindigkeit und Anstiegshöhe entstehen.

Bei einer im Jahr 2008 in Dresden durchgeführten Umfrage unter vom Hochwasser betroffenen Haushalten gab etwa ein Siebentel der Befragten als Schadensursache ausschließlich das Grundwasser an /6.2-7/. Die Umfrage ergab, dass bei diesen Gebäuden mit etwa 67 Prozent am häufigsten die Durchfeuchtung als Schadensbild auftrat (Abbildung 6.2-11) /6.2-7/.

Unter Beachtung aller Schadensbilder wurde im Rahmen der Befragung für Schäden an Wohnhäusern ein mittlerer Schadenswert in Höhe von etwa 95 Euro/m<sup>2</sup> Wohnfläche abgeleitet. Dieser Wert umfasst sowohl Schäden am Gebäude als auch am Inventar. Je nach Ausstattung und Gebäudetyp muss dabei jedoch von einer großen Spannweite ausgegangen werden.

Schadensschwerpunktgebiete für Grundhochwässer sind in Dresden naturgemäß die nicht direkt überfluteten Bereiche der elbnah gelegenen Stadtteile Kleinzschachwitz, Laubegast, Leuben, Tolkewitz, Gohlis und Cossebaude sowie Wachwitz, Mickten, Trachau, Übigau und Kaditz.

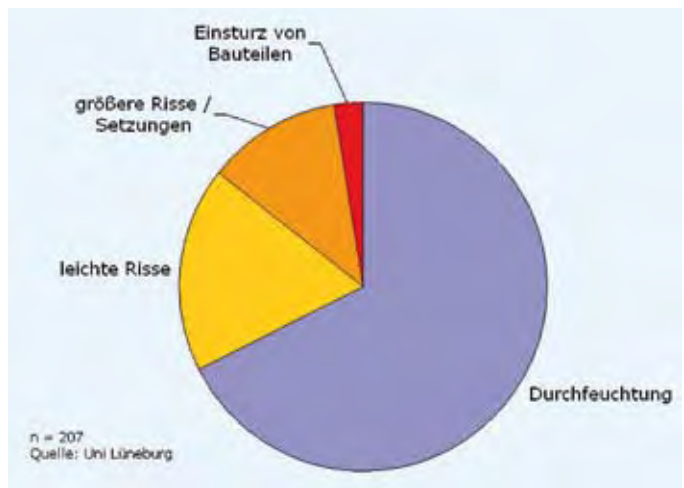


Abb. 6.2-11  
Schadensbilder durch hohe Grundwasserstände nach dem Augusthochwasser 2002

An einzelnen Gebäuden kann Grundwasser erhebliche Schäden verursachen. So kam es in Dresden beispielsweise am katholischen St. Benno-Gymnasium am 16./17. August 2002 zu einem extremen Anstieg des Grundwassers, der die Standsicherheit des Gebäudes massiv gefährdete. Der Hallenfußboden der Sporthalle liegt etwa 3,60 Meter unter der Geländeoberfläche. Bei der Planung des Gebäudes wurde der mittlere Grundwasserstand bei 3 Meter unter der geplanten Bodenfläche ermittelt. Für einen Grundwasserhochstand mit 50-jährlicher Wiederkehrwahrscheinlichkeit war auf der Basis der damals vorhandenen Daten ein Abstand von über einem Meter zwischen Grundwasser und Bodenplatte ausgewiesen worden. Beim Hochwasser 2002 stieg das



Abb. 6.2-12  
Grundwasserbedingter Auftrieb und Bauwerksicherung durch Quick-Dämme am St.-Benno-Gymnasium (Quelle: <http://www.benno-gym.de>)

Grundwasser jedoch mit einer Geschwindigkeit von etwa einem Meter pro Tag bis auf 1,80 Meter über Hallenfußbodenniveau an. Zum Zeitpunkt des maximalen Grundwasserstandes wirkte dadurch ein Auftrieb von rund 14,7 kN/m<sup>2</sup> auf die Fußbodenplatte /6.2-9/. Nur durch eine gezielte Belastung des Hallenfußbodens konnte ein Totalschaden am Bauwerk verhindert werden (Abbildung 6.2-12).

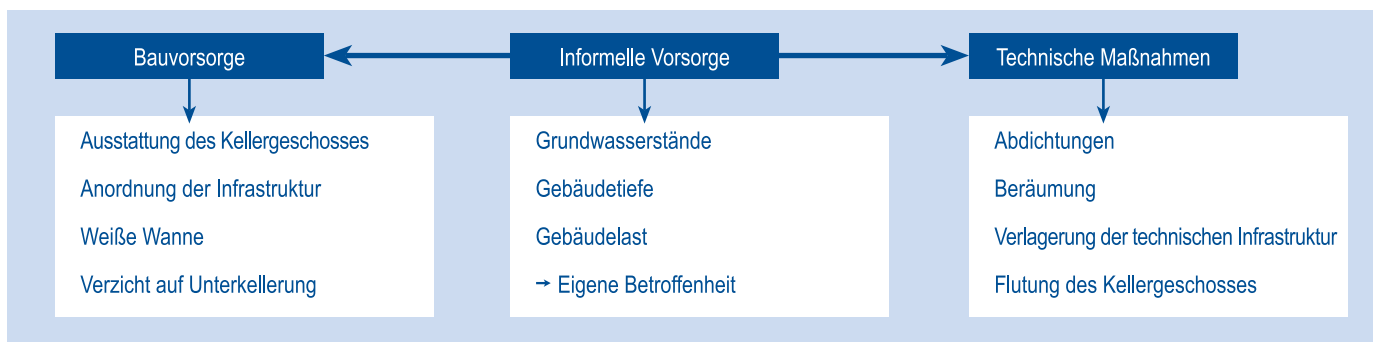
### 6.2.5 Schutz vor Grundhochwasser im Stadtgebiet

Eine großflächige Hochwassersituation im Grundwasser bildet sich in der Regel im zeitlichen Nachlauf von wenigen Tagen nach Elbhochwässern aus und kann – nachdem der Elbepegel längst wieder gesunken ist – noch mehrere Wochen bis Monate anhalten.

Im Gegensatz zum Hochwasserschutz an oberirdischen Gewässern sieht der Gesetzgeber flächenbezogene Schutzziele für den Schutz gegen Grundhochwasser nicht vor. Deshalb kommt der Eigenvorsorge für den Bereich des Grundwassers eine besondere Bedeutung zu. Der für ein Bauwerk erforderliche Schutz gegen Grundhochwasser ist immer objekt konkret durch den jeweiligen Gebäudeeigentümer festzulegen und zu realisieren. Der Entscheidung sind sowohl die Gefährdung der Bauwerksstatik durch Auftrieb als auch die Nutzungsart der gefährdeten Geschosse zugrunde zu legen. Um Hochwasserschäden durch Grundwasser zu vermeiden, sind vorausschauende hochwasserangepasste Bauweisen und Gebäudenutzungen besonders wichtig.

Die Abbildung 6.2-13 stellt die verschiedenen Möglichkeiten der Vorsorge gegenüber hochwasserbedingt ansteigenden Grundwasserständen dar.

Abb. 6.2-13  
Möglichkeiten der Vorsorge gegenüber hochwasserbedingt ansteigenden Grundwasserständen



Wichtig ist zuerst immer die **Information** über die eigene Betroffenheit. Die Stadt Dresden stellt als eine Grundlage dafür die bei und nach dem Hochwasserereignissen von 2002 und 2006 beobachteten Grundwasserstände für alle Betroffenen im Internet bereit (<http://stadtplan.dresden.de/> → Stadtentwicklung und Umwelt → Wasser → Grundwasserflurabstände Hochwasser 2002/2006).

Aufgrund des für alle Experten überraschend schnellen Ansteigens der Grundwasserstände im August 2002 ist es durchaus möglich, dass an einzelnen Punkten noch höhere Werte aufgetreten sind, die durch die eingeschränkten Möglichkeiten zu Beginn der Überwachung nicht erfasst werden konnten. Auch unter anderen Randbedingungen, wie beispielsweise beim Zusammentreffen von Phasen langfristig erhöhter Grundwasserstände mit einem Hochwasserereignis können durchaus noch höhere Grundwasserstände und damit geringere Flurabstände auftreten. Die dargestellten Werte dürfen deshalb keinesfalls ohne intensive fachliche Prüfung als Bemessungswasserstände für Bauvorhaben verwendet werden!

Zum Schutz der Gebäudesubstanz vor Zerstörung sind insbesondere die Bemessungshochwasserstände zur Gewährung der Auftriebs- und Standsicherheit mit ausreichender Sicherheit anzusetzen. Bei neuen Bauvorhaben ist es Aufgabe des Planers, diese Bemessungswasserstände auf der Grundlage der vorhandenen Kenntnisse abzuleiten.

Im Rahmen der **Bauvorsorge** kann in Gebieten mit potenziell hohen Grundwasserständen durch entsprechende Ausstattung der Keller, Anordnung der Infrastruktur oder die Planung einer Weißen Wanne bereits im Planungsstadium Vorsorge gegen allzu große Schäden durch ansteigendes Grundwasser getroffen werden.

Zur angepassten Nutzung von grundwassergefährdeten Untergeschossen gehört vor allem der Verzicht auf die Installation bzw. die Verlagerung von empfindlicher Technik in höhere Gebäudebereiche und der Verzicht auf hochwertige bzw. im Hochwasserfall schwierig zu beräumende Nutzungen.

Zur Eigenvorsorge zählen auch Objektschutzmaßnahmen. Zum einen sind dies Maßnahmen, die lediglich der Sicherung der Gebäudesubstanz vor Zerstörung durch Auftrieb dienen. Bei zu geringer Gebäudelast kann die Flutung des Kellergeschosses oder das Aufbringen von Auflast eine unverzichtbare Maßnahme gegen die Zerstörung des Gebäudes durch Auftrieb sein.

Maßnahmen, die das Eindringen von Grundwasser in das Gebäude verhindern sollen, sind die druckwasserdichte Ausführung des Kellergeschosses als „weiße Wanne“ oder die Grundwasserabsenkung durch Brunnen. Diese Maßnahmen sind immer objekt konkret mit Bezug auf die zu erwartenden Grundwasserstände sowie die unterirdische Ausdehnung, Konstruktion und Bemessung des Bauwerkes zu planen, umzusetzen und zu betreiben.

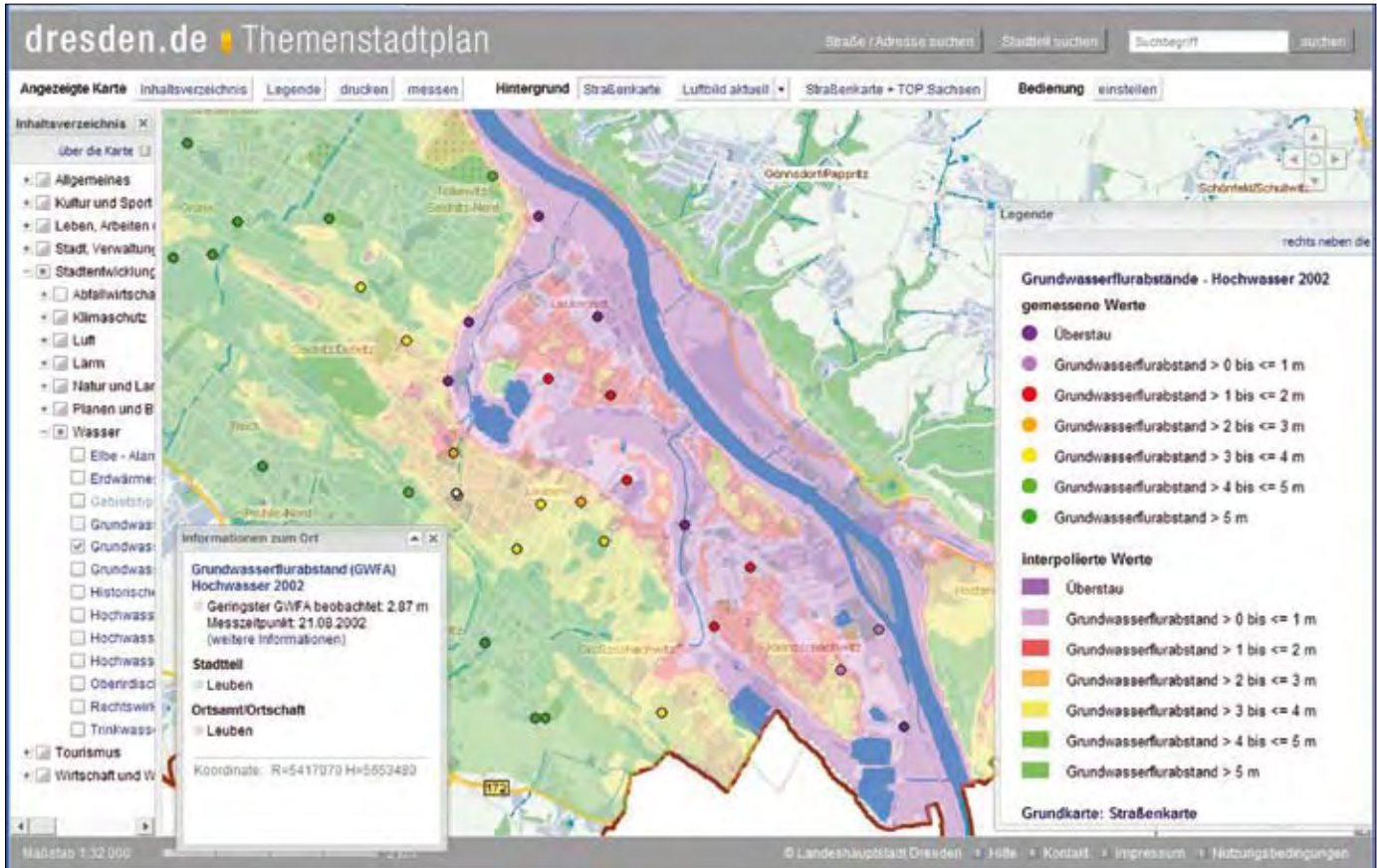
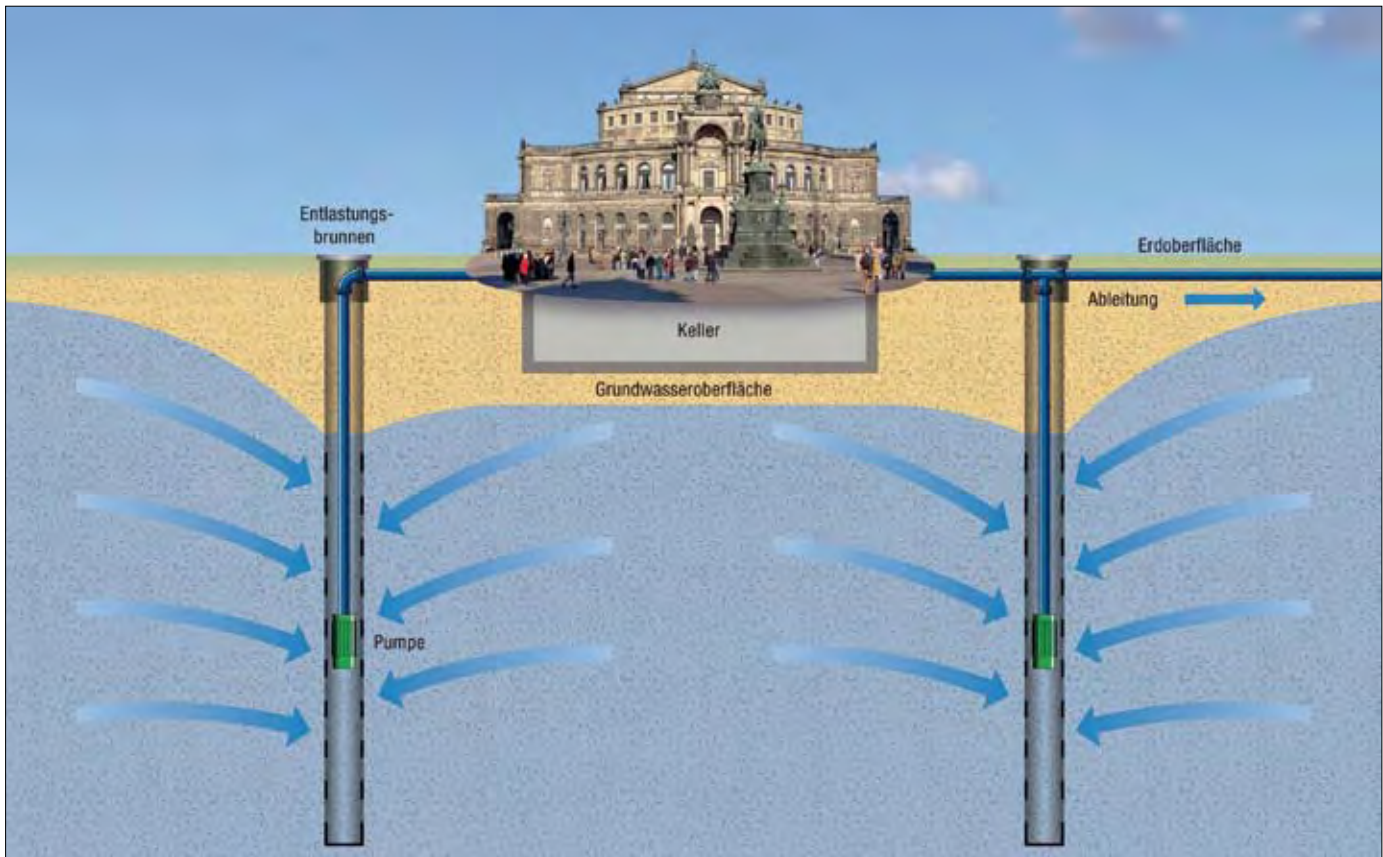


Abb. 6.2-14 Darstellung der beobachteten und abgeschätzten (interpolierten) Grundwasserflurabstände beim Hochwasser 2002 im Themenstadtplan im Internet

Abb. 6.2-15 Prinzip der Grundwasserentlastung bei Hochwasser



Einrichtung und laufende Vorhaltung von Grundwasserentlastungsanlagen sowie der dazu erforderlichen Systeme zur Ableitung des gehobenen Grundwassers verursachen sehr hohe Kosten. Diese sind ins Verhältnis zum vermeidbaren Schaden zu setzen. Solche Systeme sind deshalb nur für besonders hochwertige Nutzungen oder kulturhistorisch wertvolle Gebäude wirtschaftlich vertretbar. Vor allem in unmittelbarer Elbnähe wurden nach 2002 vorhandene Brunnenanlagen zur Absenkung des Grundwassers bei Hochwasser erweitert bzw. neue Anlagen installiert.

Auf der Altstädter Elbseite gibt es jetzt acht Hochwasserentlastungsanlagen privater und staatlicher Eigentümer mit insgesamt 23 Brunnen. Größtes Einzelobjekt ist die Semperoper, an der zu den fünf bestehenden nunmehr vier neue Brunnen für zusätzlichen Schutz sorgen. Auf der Neustädter Elbseite gibt es eine Hochwasserentlastungsanlage mit insgesamt vier Brunnen. Alle Anlagen können zusammen insgesamt 3000 m<sup>3</sup> Wasser pro Stunde fördern.

Für die meisten Gebäude ist die Beräumung und das gezielte Zulassen der Flutung von Untergeschossen im Hochwasserfall die wirtschaftlichste Lösung.

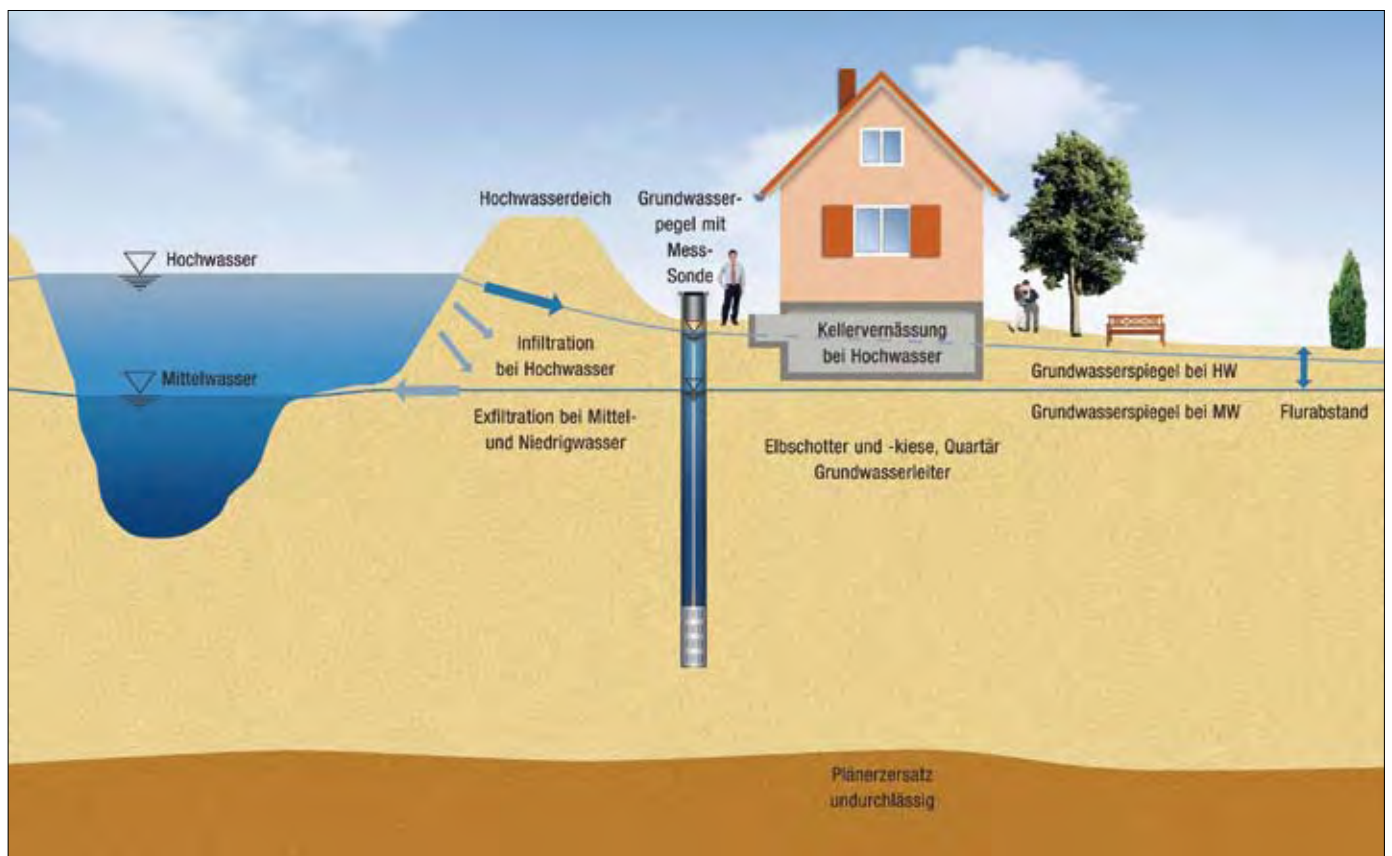
Die vorhandene Hochwassergefährdung ist insbesondere dann, wenn maßgebliche Hochwasserereignisse schon länger zurückliegen oder nicht persönlich erlebt wurden, durch den Einzelnen oft nicht leicht erkennbar. Ganz besonders gilt dies für die Gefährdung durch Grundhochwasser, denn diese ist oberirdisch nicht sichtbar. Beim Hochwasser 2002 wurde die aus dem Grundwasser resultierende Gefahr durch die flächenhafte oberirdische Überflutung überdeckt. Die Gefahr der Zerstörung von Gebäuden durch Auftrieb war für viele Bauwerke bereits durch die vorlaufende oberirdische Überschwemmung und das daraus resultierende Volllaufen der Keller deutlich verringert worden. Sind bislang überflutete Flächen künftig durch Deiche geschützt, fehlt dieser Gegendruck und Bauwerke sind hier ganz besonders gefährdet.



Abb. 6.2-16  
Lage der Grundwasserentlastungsanlagen in der Innenstadt

Die Dresdner Befragung zum Grundhochwasser hat gezeigt, dass schon knapp sieben Jahre nach den Hochwasserereignissen von 2002/2003 ungefähr der Hälfte der potentiell durch Grundhochwasser Betroffenen diese Gefährdung nicht mehr in ausreichendem Maße bewusst ist. Mit der schrittweisen Errichtung von Hochwasserschutzanlagen gegen die oberirdische Überflutung verschärft sich dieses Problem in der Zukunft noch weiter. Die Information der potentiell Betroffenen muss deshalb auch in „hochwasserfreien“ Zeiten planmäßig und kontinuierlich erfolgen und im (nahenden) Hochwasserfall kurzfristig intensiviert werden können.

Abb. 6.2-17  
Grundwasserstände hinter einem Deichkörper bei Mittel- und bei Hochwasser



In der Hochwassersituation selbst sind aktuelle Informationen über die Grundwasserstände wichtig, um dem Eigentümer sachgerechte Entscheidungen zum Schutz von Gebäuden zu ermöglichen. Statisch gefährdete Gebäudeteile können beispielsweise je nach konkreter Gefahrenlage mit klarem Wasser geflutet oder durch zusätzliche Auflast gesichert und so vor dem Aufschwimmen bewahrt werden. Tiefgaragen können geräumt, Technik sowie weitere Einrichtungsgegenstände aus Kellern können bei ansteigendem Grundhochwasser rechtzeitig geborgen werden. Gleichzeitig werden durch zeit- und ortskonkrete Kenntnis der Grundwasserstandsentwicklung Fehlentscheidungen und unnötiger Aufwand vermieden.

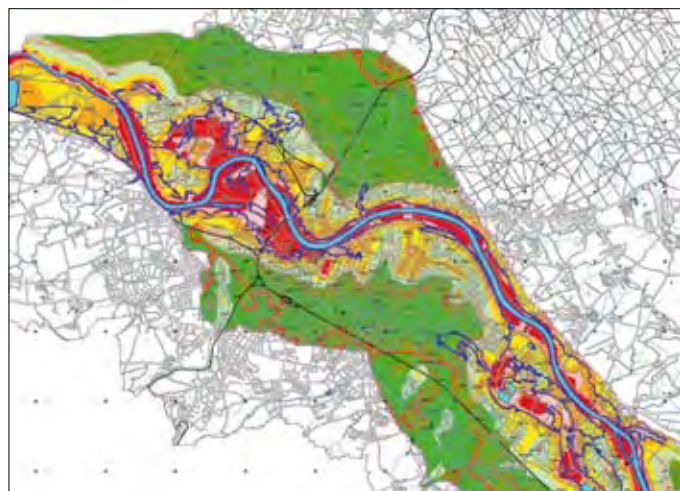
### 6.2.6 Das Dresdner Hochwasserbeobachtungssystem für das Grundwasser

Da der Anstieg der Grundwasserstände im Hochwasserfall mit großer Dynamik und hoher räumlicher Differenzierung erfolgt, hat der Dresdner Stadtrat im Februar 2005 die Einrichtung eines automatisierten Hochwasserbeobachtungssystems für das Grundwasser Dresdens beschlossen. So soll erreicht werden, dass die notwendigen Grundwasserstandsdaten allen potentiell Betroffenen für das gesamte grundhochwasserbeeinflusste Stadtgebiet Dresdens in Echtzeit bereitstehen. Daraus resultierten die nachfolgenden Anforderungen an das Gesamtsystem:

- repräsentative Abbildung besonders gefährdeter Bereiche,
- ermöglichen einer flächenhaften Aussage für den gesamten betroffenen Grundwasserleiter,
- Echtzeit-Verfügbarkeit der Messwerte auf der Internet-Plattform der Stadt Dresden,
- störungsfreier Weiterbetrieb nach Überflutung der Messstellen,
- ereignisbezogen wählbare Datendichte, also häufigere Messungen bei Hochwasser.

Für die Detailplanung des Messnetzes waren außerdem Gebäude mit hoher kultureller, sozialer oder infrastruktureller Bedeutung besonders zu berücksichtigen. Dazu gehören neben den kulturhistorisch wertvollen Bauten der Dresdner Altstadt vor allem Krankenhäuser, Schulen, Kindergärten, Ver- und Entsorgungseinrichtungen, aber auch städtische Verwaltungsgebäude sowie Sport- und Freizeiteinrichtungen /6.2-10/ und /6.2-11/.

Abb. 6.2-18  
Anstiegsgeschwindigkeit des Grundwassers beim Hochwasser 2002



Für die Planung wurden sowohl die Informationen des Hochwassers 2002 über die gemessenen Wasserstände als auch Modellrechnungen mit dem im Rahmen des BMBF-Förderprojektes „Hochwassernachsorge Grundwasser Dresden“ aufgebauten Grundwassermodell Dresden genutzt. Neben den modellierten synoptischen Grundwasserflurabständen beim Durchgang eines HQ 100 der Elbe wurde auch die Anstiegsgeschwindigkeit des Grundwassers flächenhaft ausgewertet und in die Planung einbezogen (Abbildung 6.2-18).

Da das Messnetz insbesondere den nicht durch Grundwasserabsenkanlagen geschützten Bereich erfassen soll, war die potentielle Beeinflussung von Messstellen durch geplante bzw. bereits vorhandene Absenkungsanlagen ebenfalls zu beachten. Außerdem wurde die Planung laufend mit dem Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie abgestimmt, um mögliche Synergien mit dem Landesmessnetz gezielt zu nutzen.

Im Messnetzkonzept wurden schließlich 57 Standorte für die Ausrüstung mit Messtechnik ausgewiesen, die im Nachgang des Frühjahrshochwassers 2006 noch um sechs zusätzliche Punkte ergänzt wurden.

#### Anforderungen an Messstellen und Messtechnik

Im Stadtgebiet Dresden gibt es neben den Messstellen des staatlichen Messnetzes eine Vielzahl von Grundwassermessstellen, die für die unterschiedlichsten Aufgabenstellungen, vor allem aber für Altlastenuntersuchungen und Baugrunderkundungen errichtet worden sind. In erster Linie sollten daher für das Messnetz vorhandene Messstellen genutzt werden. Nach der Grobpositionierung der notwendigen Messpunkte wurde deshalb das im Umweltamt geführte Grundwasseraufschlusskataster hinsichtlich geeigneter vorhandener Messstellen ausgewertet.

Nur dort wo keine geeigneten Aufschlüsse zur Verfügung standen, wurden Messstellen neu errichtet. Diese wurden unter Beachtung der Feldstärkeverfügbarkeit, der Lage unterirdischer Medien und vor Beeinflussung zu schützender Vegetation (Baumbestand) vorzugsweise auf städtischen Flurstücken gebohrt.

Für die Entscheidung über die einzusetzende Messtechnik wurden unter anderem folgende Kriterien zugrundegelegt:

- Überflutungssicherheit der Bauteile,
- Übertragung ergänzender Informationen von der Messstelle wie Batteriespannung und Feldstärke,
- Kompatibilität der erhobenen Daten und angebotenen Auswertinstrumente zu vorhandenen Systemen der Landeshauptstadt Dresden,

Abb. 6.2-19  
Bohrgerät bei der Errichtung einer neuen Grundwassermessstelle







Abb. 6.2-20, Abb. 6.2-21  
Automatische Messsonde, Messstellenabdeckung (Detail) (Foto: SZ, Schumann)

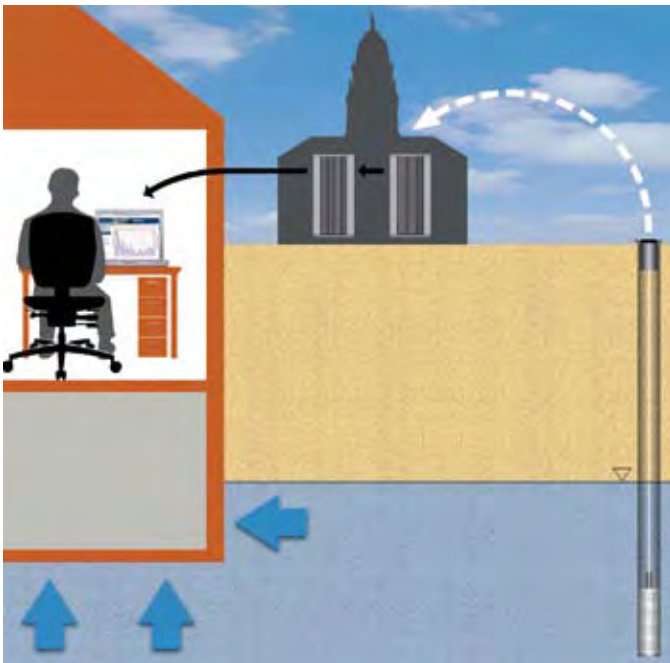


Abb. 6.2-22  
Prinzip des automatischen Hochwasserbeobachtungssystems

- möglichst geringer Umbaubedarf bei vorhandenen Messstellen,
- Wartungsbedarf (Batteriestandzeit u. ä.),
- Möglichkeit zum stufenweisen Ausbau des Messnetzes und zum Import von Daten Dritter.

Der Aufbau des Hochwasserbeobachtungssystems erfolgte in Phasen. An eine Pilotphase zum Test der Technik schlossen sich drei Ausrüstungsphasen an. Nach jeder Phase wurden zwischenzeitlich gewonnene Erkenntnisse – insbesondere die vom ersten Test unter Realbedingungen beim Frühjahrshochwasser 2006 – ausgewertet und in das Messnetzkonzept eingearbeitet. Dabei wurde Defizite der Planung erkannt und insbesondere die Lage einiger neu zu errichtender Messstellen nochmals präzisiert.

Seit Sommer 2007 sind alle 63 Messstellen mit automatischen Messgeräten ausgerüstet. Die „Zentrale“ befindet sich im Rechenzentrum der Landeshauptstadt. Die automatischen Sonden übertragen die

Messwerte mittels Datenfernübertragung (DFÜ) über Funk direkt in die Datenbank der Landeshauptstadt Dresden. Die Generierung der Internetseiten geschieht automatisch. In hochwasserfreien Phasen werden die Grundwasserstände einmal täglich gemessen und im Internet bereitgestellt. Die Messdaten stehen jederzeit allen Ämtern und Behörden, aber auch allen anderen Interessierten über das Internet im Themenstadtplan der Stadt Dresden zur Verfügung. Am besten zu erreichen ist das Angebot über den Link zur interaktiven Karte auf der Grundwasserseite des Internetauftritts der Stadt Dresden ([www.dresden.de/grundwasser](http://www.dresden.de/grundwasser)).

Die Anzeige der Grundwasserstandsdaten erfolgt zweistufig. Die Darstellung zeigt beim Aufruf zunächst eine Übersicht der im Stadtgebiet vorhandenen Messstellen. Diese werden durch Kreise symbolisiert, deren unterschiedliche Farbgebung den aktuellen Grundwasserflurabstand verdeutlicht (Abb. 6.2-23).

Durch Anklicken der Messstelle lassen sich weitere detaillierte Informationen bis hin zur Grundwasserstandsganglinie aufrufen. Unterhalb des Diagramms werden die höchsten, mittleren und geringsten Grundwasserstände und Grundwasserflurabstände seit Beginn der automatischen Messung am jeweiligen Standort angezeigt. Soweit bekannt, sind zusätzlich die Daten vom Hochwasser 2002 aufgeführt. Da ein Teil der Messstellen jedoch erst neu errichtet wurde oder beim Hochwasser 2002 nicht eingemessen werden konnte, gibt es diese Informationen nicht an allen Punkten.

#### Nutzung der Messwerte

Die Messung des Wasserstandes erfolgt mit Absolutdruckmesssystemen. Der in der Sonde gemessene Wert ist hierbei ein Druckwert, der unter Einbeziehung des atmosphärischen Luftdruckes in einen Wasserstandswert umgerechnet wird. Das Luftdruckmessgerät befindet sich an einem zentralen Standort in Dresden. Durch Luftdruckschwankungen innerhalb des Stadtgebietes können sich geringe Abweichungen von bis zu fünf Zentimeter von dem mit einem Handmessgerät abzulesenden Wasserstand ergeben. Für das Ziel des Hochwasserbeobachtungssystems ist diese Genauigkeit völlig ausreichend. Für die Einbeziehung in kleinräumige Grundwasserstichtagsmessungen ist die Aussagegenauigkeit jedoch im Einzelfall zu prüfen.

Die Messstellen dienen in erster Linie der Überwachung des Grundwassers im Hochwasserfall. Das System läuft jedoch dauerhaft und entwickelt dadurch auch zusätzlichen Nutzen für die Stadt. So kann beispielsweise bei Niedrigwasser festgestellt werden, ob unerlaubt große Wassermengen aus Brunnen entnommen werden und dadurch unzulässige Absenkungen des Grundwasserspiegels auftreten.

Bereits jetzt helfen die Daten vielen Gutachtern und Planern bei der Arbeit. Insbesondere wenn es darum geht, neue Gebäude zu planen oder die Ursachen für Feuchtigkeit in Kellern zu ermitteln. Planer erhalten auch wichtige Informationen für die Einordnung gemessener Einzelwerte des Grundwasserstandes in langfristige Entwicklungen. Der richtige Zeitpunkt für Grundwasseruntersuchungen an Altlaststandorten, die zur Beurteilung des Austragsverhaltens bei bestimmten Systemzuständen wie Hoch- oder Niedrigwasser im Grundwasser durchgeführt werden sollen, lässt sich jetzt quasi „vom Schreibtisch aus“ bestimmen. Und nicht zuletzt wird auch das Erkennen von Entwicklungstendenzen der Grundwasserstände im Zusammenhang mit der Klimaentwicklung und anthropogenen Veränderungen des Wasserhaushaltes künftig eine immer stärkere Bedeutung haben.

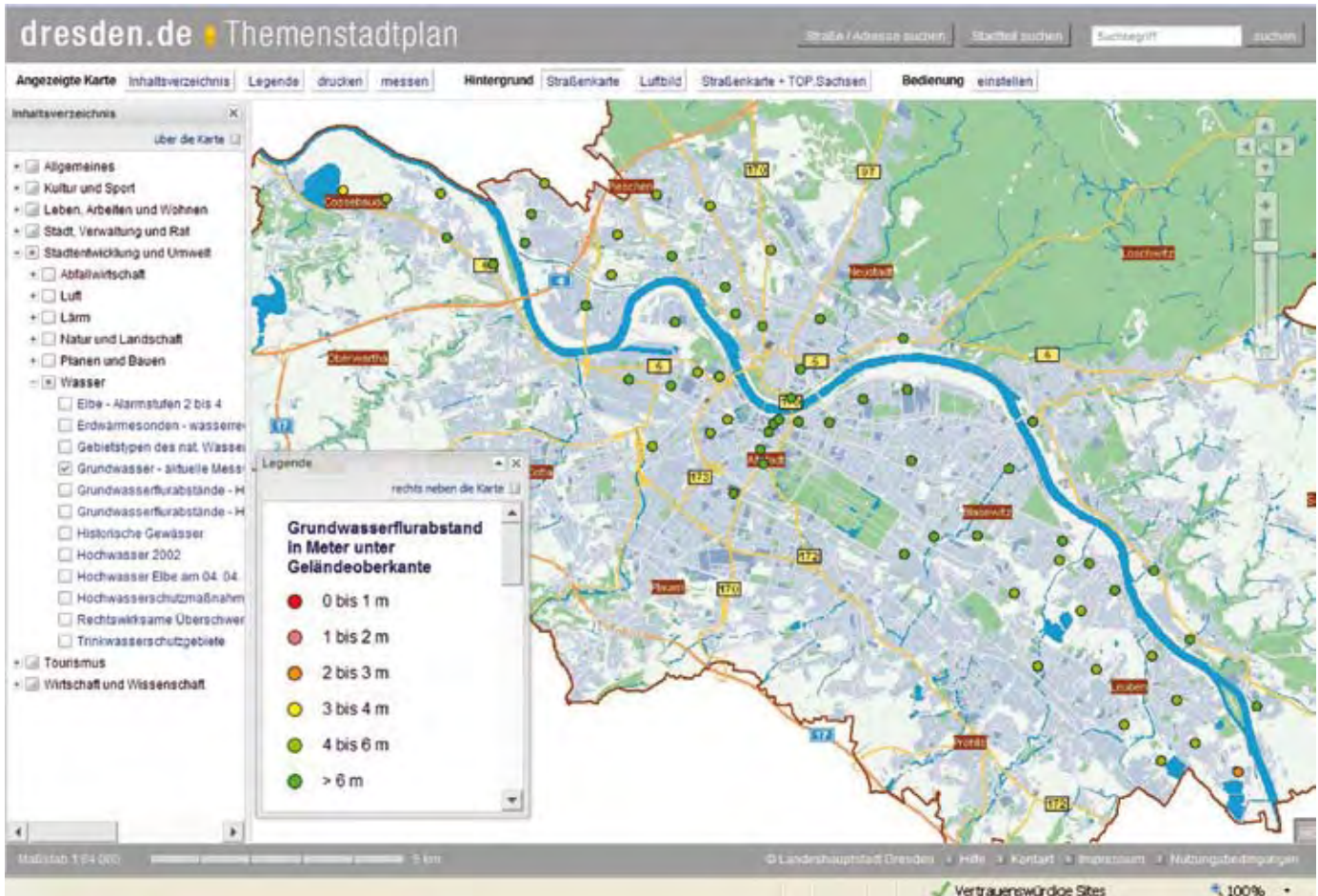


Abb. 6.2-23  
Darstellung der Grundwassermesswerte im Themenstadtplan – Übersichtskarte

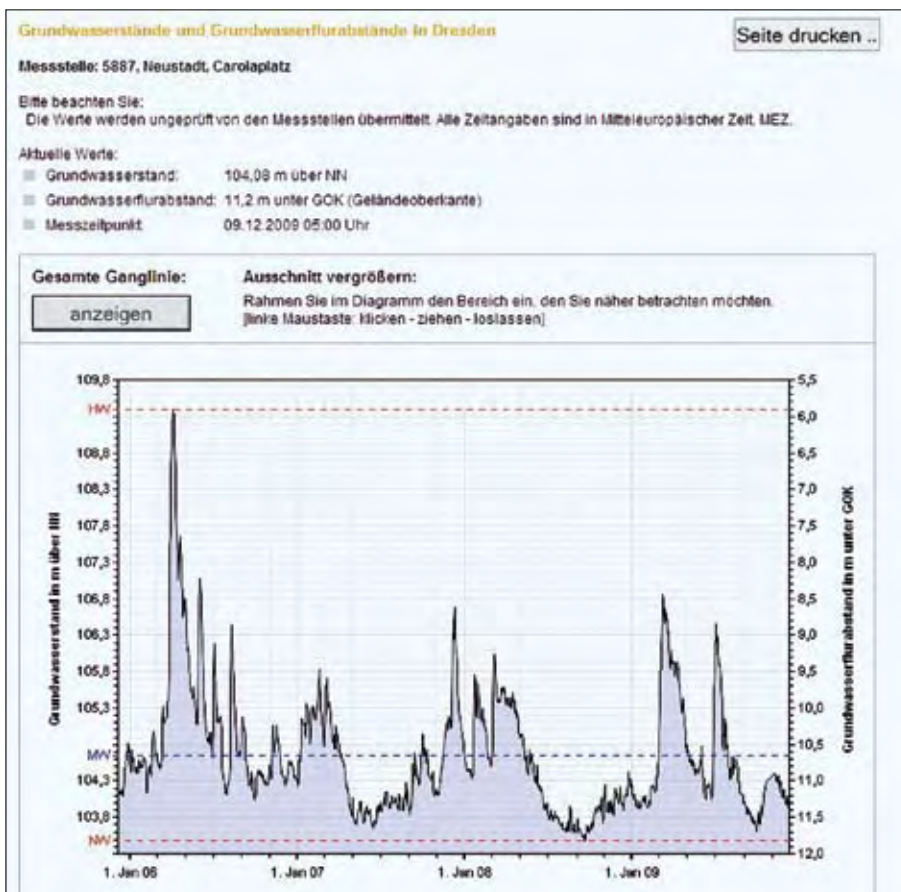


Abb. 6.2-24  
Darstellung des Grundwasserstandsverlaufes an einer Messstelle

# 7 Grundwassernutzung – Reserven werden nicht angetastet

## ■ 7.1 Grundwasservorräte im Stadtgebiet von Dresden

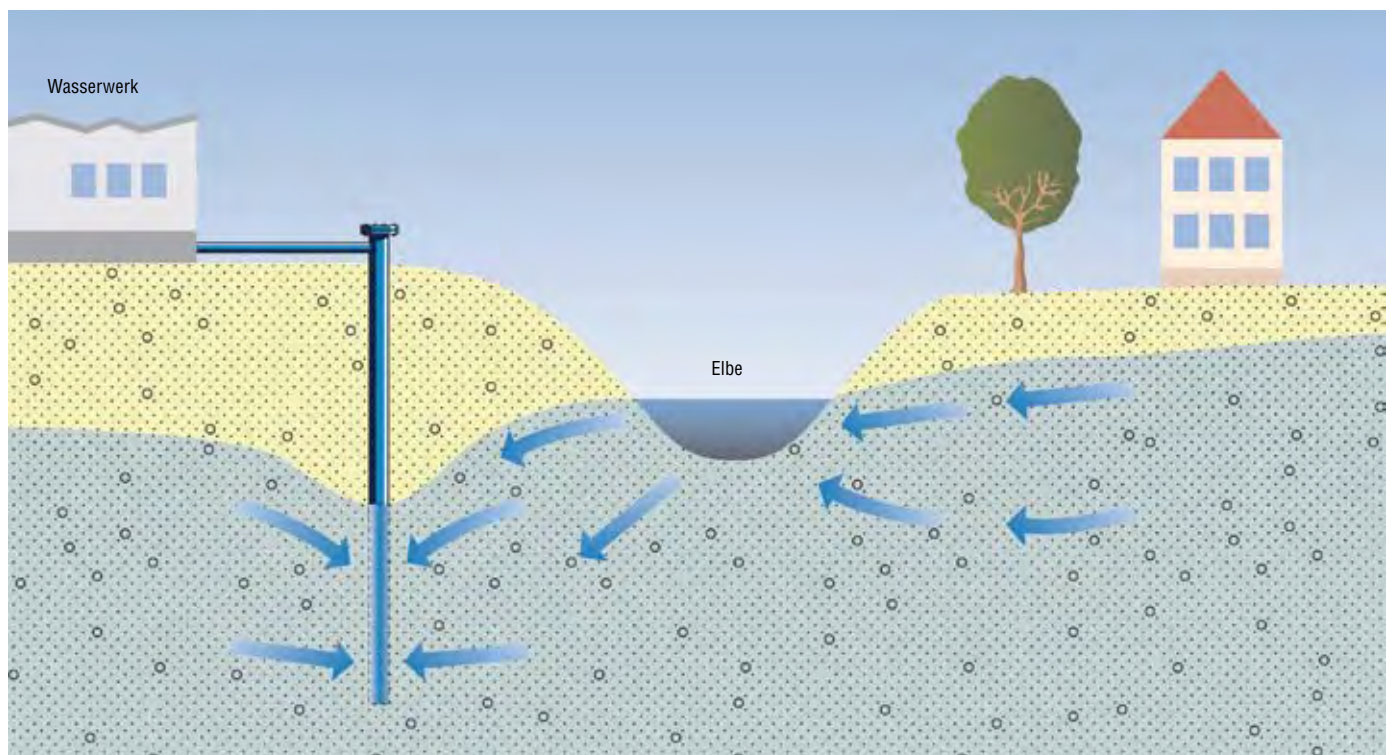
### 7.1.1 Wieviel Grundwasser gibt es im Stadtgebiet und wie viel davon darf genutzt werden?

Im Untergrund von Dresden ist in den Sand- und Kiesschichten des quartären Grundwasserleiters die schwer vorstellbare Menge von rund 300 Millionen Kubikmetern Grundwasser gespeichert. Das entspricht etwa der Menge von 120 000 olympischen Schwimmbecken voller Wasser. Der größte Teil davon darf allerdings dem Grundwasserleiter nicht entnommen werden. Es sind so genannte statische Grundwasservorräte, die eine wichtige Komponente des ökologischen Gleichgewichtes im Grundwasserhaushalt darstellen. Mit dem Begriff „statisch“ wird dabei ausgedrückt, dass diese Wässer in der Regel am kurzfristigen unterirdischen Kreislauf nicht beteiligt sind. Eine Grundwasserentnahme aus dem statischen Vorrat würde zu einem langfristigen Absinken des Grundwasserspiegels führen.

Für eine nachhaltige Grundwasserbewirtschaftung dürfen nur die sich regelmäßig erneuernden (oder auch dynamischen) Grundwasservorräte genutzt werden. Diese dynamischen Vorräte werden durch die Grundwasserneubildung aus Niederschlägen und durch Versickerung aus Fließ- und Standgewässern (Bäche, Flüsse, Seen o. ä.) gebildet (siehe Kapitel 4.1). In bebauten Gebieten mit Trink- und Abwasserleitungen im Untergrund gibt es eine weitere, nicht unerhebliche Komponente: die sogenannte urbane Grundwasserneubildung durch Versickerung aus undichten Trink- bzw. Abwasserleitungen.

Die neu gebildete Grundwassermenge ist von Jahr zu Jahr verschieden. Für Bilanzbetrachtungen wird sie deshalb oft über größere Zeitabschnitte – wie z. B. zehn Jahre – gemittelt. Im Vergleich zum gesamten Grundwasservorrat sind die im quartären Grundwasserleiter von Dresden maximal nutzbaren dynamischen Grundwasservorräte wesentlich geringer. Die Grundwasserneubildung aus Niederschlag trägt im Verbreitungsgebiet des Elbtal-Grundwasserleiters jährlich mit etwa 15 Millionen Kubikmeter dazu bei. Dazu kommen die sogenannten

Abb. 7.1-1  
Prinzip der Uferfiltration



Randzuflüsse, die dem Grundwasserleiter unterirdisch zufließen, sowie die Versickerung aus oberirdischen Gewässern (vgl. Kapitel 2).

Diese Menge ist aber nicht identisch mit dem unter wasserwirtschaftlichen (ökonomischen, ökologischen) Gesichtspunkten gewinnbaren Grundwasser. So kann die wasserwirtschaftlich gewinnbare Menge bei Einhaltung notwendiger Randbedingungen – z. B. in Bächen und Flüssen soll eine gewisse Mindestwasserführung gewährleistet sein oder ein vorgegebener Grundwasserstand darf nicht unterschritten werden – unter Umständen deutlich geringer sein.

Andere Einflüsse erhöhen die gewinnbare Wassermenge. Wird in der Nähe eines Oberflächengewässers Grundwasser durch Brunnen gefördert und dadurch der Grundwasserspiegel abgesenkt, kehrt sich die Fließrichtung des Grundwassers um und Oberflächenwasser wird in den Grundwasserleiter hineingezogen (Abbildung 7.1-1). Diesen Prozess nennt man Uferfiltration.

### 7.1.2 Grundwasserdargebot und Bilanzgebiete

Das Grundwasserdargebot in einem Gebiet entspricht der Summe aus natürlicher und urbaner Grundwasserneubildung, Randzuflüssen, Uferfiltrat und künstlicher Grundwasseranreicherung. Die Fläche, aus der das Grundwasser einem oder mehreren Brunnen zufließt, wird als Einzugsgebiet bezeichnet. Einzugsgebiete sind veränderlich und vor allem nutzungsabhängig. Ein Brunnen zur Förderung von Grundwasser „schafft sich“ sein eigenes Brunnen-Einzugsgebiet.

Die Grenzen der Einzugsgebiete können mit einem Grundwassergleichenplan ermittelt werden (siehe Abbildung 3.2-13 im Kapitel 3.2). Bei Verbindung gleicher Grundwasserstände im quartären Grundwasserleiter, die an Messstellen in einer Karte dargestellt sind, erhält man einen Hydroisohypsenplan (Plan der Grundwassergleichen). In diesem Plan wird an Hand des Verlaufes der Grundwassergleichen (meist durch Ziehen einer Linie senkrecht zu den Hydroisohypsen) das unterirdische Einzugsgebiet abgegrenzt. In den Bereichen ohne intensive Grundwassernutzung fällt in Dresden das unterirdische Einzugsgebiet im Wesentlichen mit dem oberirdischen zusammen. Das oberirdische Einzugsgebiet wird nach dem Relief bestimmt.

Für die wasserwirtschaftliche Betrachtung wird das Gebiet des quartären Elbtal-Grundwasserleiters in Dresden in sogenannte Bilanzgebiete aufgeteilt, die ein oder mehrere Einzugsgebiete umfassen können. Sie sind nach den dominierenden Entnahmen (Wasserwerke) oder der räumlichen Zuordnung benannt.

Aufgrund des immensen Wasserbedarfes von Industrie und Bevölkerung im Zeitraum vor 1990 war der Dresdner Hauptgrundwasserleiter bereits zu dieser Zeit sehr umfassend erkundet und große Wassermengen wurden entsprechend der damals gültigen Vorratsklassifikation (s. Kasten) als Vorräte ausgewiesen.

Die Erkundungen der damaligen Zeit waren sehr umfassend und fachgemäß. Sie folgten aber auch dem politischen Auftrag, genügend Vorräte für die zu DDR-Zeiten übermäßige Inanspruchnahme der Grundwasser- und Oberflächenwasserressourcen fachtechnisch nachzuweisen. Deren tatsächliche wasserwirtschaftliche Gewinnbarkeit ist aus heutiger Sicht jedoch zumindest fraglich.

Tabelle 7.1-1

Bilanzgebiete und Grundwasserdarangebote in Dresden (Stand um 1989) (\* Fläche innerhalb des Stadtgebietes, auch wenn das Einzugs-/Bilanzgebiet darüber hinaus reicht)

Einzugsgebiete mit Wasserwerken und Wasserfassungen um 1989	Fläche* in km <sup>2</sup>	erkundete Grundwasserdarangebote um 1989 (bestätigte und unbestätigte Vorräte → vgl. Text)			
		Tageswert in m <sup>3</sup> /d	Uferfiltrat- Anteil in m <sup>3</sup> /d	Grundwasser- Anteil in m <sup>3</sup> /d	Jahreswert in Mio m <sup>3</sup> /a
Gebiet Friedrichstadt mit Schlachthof-Fassungen	5,88	40 000	31 400	8 600	14,6 Mio m <sup>3</sup> /a
Gebiet Blasewitz mit Wasserfassung Waldpark und linkselbischem Anteil der Fassung Wachwitz	11,39	24 450	14 660	9 790	8,9 Mio m <sup>3</sup> /a
Gebiet Tolkewitz mit Wasserwerk Tolkewitz, Wasserfassung Dobritz und Wasserfassung Niedersedlitz	10,98	31 990	18 280	13 710	11,7 Mio m <sup>3</sup> /a
Gebiet Zschachwitz [Grundwasserdargebot für das Wasserwerk Heidenau-Gommern]	10,79	[3900]			[1,4 Mio m <sup>3</sup> /a]
Gebiet Nordwest mit Wasserfassung Sternweg, Brunnen Frühgemüsezentrum, Wärmepumpenheizzentrale, Transformatorenwerk und Wasserfassung Übigau	17,93	34 590	14 000	20 590	12,6 Mio m <sup>3</sup> /a
Gebiet Neustadt mit vorerkanntem Dargebot Neustadt und Wasserfassungen Rosengarten und Bogenschütze des Wasserwerkes Saloppe	11,43	21 500	9 000	12 500	7,8 Mio m <sup>3</sup> /a
Gebiet Albertstadt mit Wasserwerk Alberstadt, Wasserfassung Margon und anteiligem Dargebot der Heberleitung Saloppe	6,82	31 100	22 600	8 500	11,4 Mio m <sup>3</sup> /a
Gebiet Wachwitz mit Wasserfassung Wachwitz und anteiligem Dargebot der Sicker- und der Heberleitung Saloppe	2,93	47 300	43 200	4 100	17,3 Mio m <sup>3</sup> /a
Gebiet Hosterwitz mit Wasserwerk Hosterwitz	2,25	163 870	161 500	2 370	59,8 Mio m <sup>3</sup> /a
Gebiet Pillnitz [Grundwasserdargebot Wasserwerk Pirna-Tännicht]	4,49	[4000]			[1,5 Mio m <sup>3</sup> /a]
<b>Gesamt (gerundet)</b>	<b>85 km<sup>2</sup></b>	<b>395 000 m<sup>3</sup>/d</b>	<b>315 000 m<sup>3</sup>/d</b>	<b>80 000 m<sup>3</sup>/d</b>	<b>144 Mio m<sup>3</sup>/a</b>

### Klassifikation von Grundwasservorräten vor 1990

Die Einstufung der Grundwasservorräte, welche im Sinne der DIN 4049 das gewinnbare Grundwasserdargebot im Bilanzgebiet darstellen, erfolgte bis 1989 gemäß der Grundwasservorratsklassifikation (1966/1967). Bilanzvorräte, Außerbilanzvorräte und prognostische Vorräte bildeten die Vorratsgruppen. Nutzbares Grundwasserdargebot i. S. der DIN 4049 sind dabei Vorräte der Klassen A, B und C (Bilanzvorräte). Außerbilanzvorräte (a, b und c) sowie prognostische Vorräte ( $\hat{\rho}$ ) waren weder ausreichend gesichert, noch mit technisch und ökonomisch vertretbaren Mitteln gewinnbar. Außerdem waren die Folgen der Gewinnung nicht in jedem Fall absehbar bzw. vertretbar. Die Vorräte der Klasse A waren umfassend untersucht bzw. wurden bereits gewonnen und aufbereitet.

Für Vorräte der Klasse B waren die hydrogeologischen Verhältnisse, die Randbedingungen der Neubildung und der Beschaffenheit sowie die Konditionen der Gewinnung und Aufbereitung bis auf Details geklärt.

Für Vorräte der Klasse C<sub>1</sub> waren die vorgenannten Konditionen für Klasse B in den Grundzügen geklärt, während sie für die Vorratsklasse C<sub>2</sub> nur eingeschätzt wurden.

In der Tabelle 7.1-1 und der Abbildung 7.1-2 sind die in den achtziger Jahren ausgewiesenen Bilanzgebiete und die darin erkundeten Grundwasservorräte zusammengefasst. Die Tabelle umfasst sowohl die Bilanzvorräte (= sicher gewinnbare Wassermengen) als auch Au-

ßerbilanz- bzw. prognostische Vorräte (= noch nicht ausreichend untersuchte oder aus ökonomischen oder ökologischen Gründen kaum gewinnbare Mengen).

Mit fachlich weiterentwickelten Berechnungsmethoden und unter klimatisch etwas veränderten Randbedingungen sind im Jahr 2008 die derzeit in Dresden vorhandenen Grundwasserdarangebote neu berechnet worden (Tabelle 7.1-2). Anhand der aktuellen Nutzungssituation wurden die in der Abbildung 7.1-3 dargestellten Bilanzgebiete ausgewiesen.

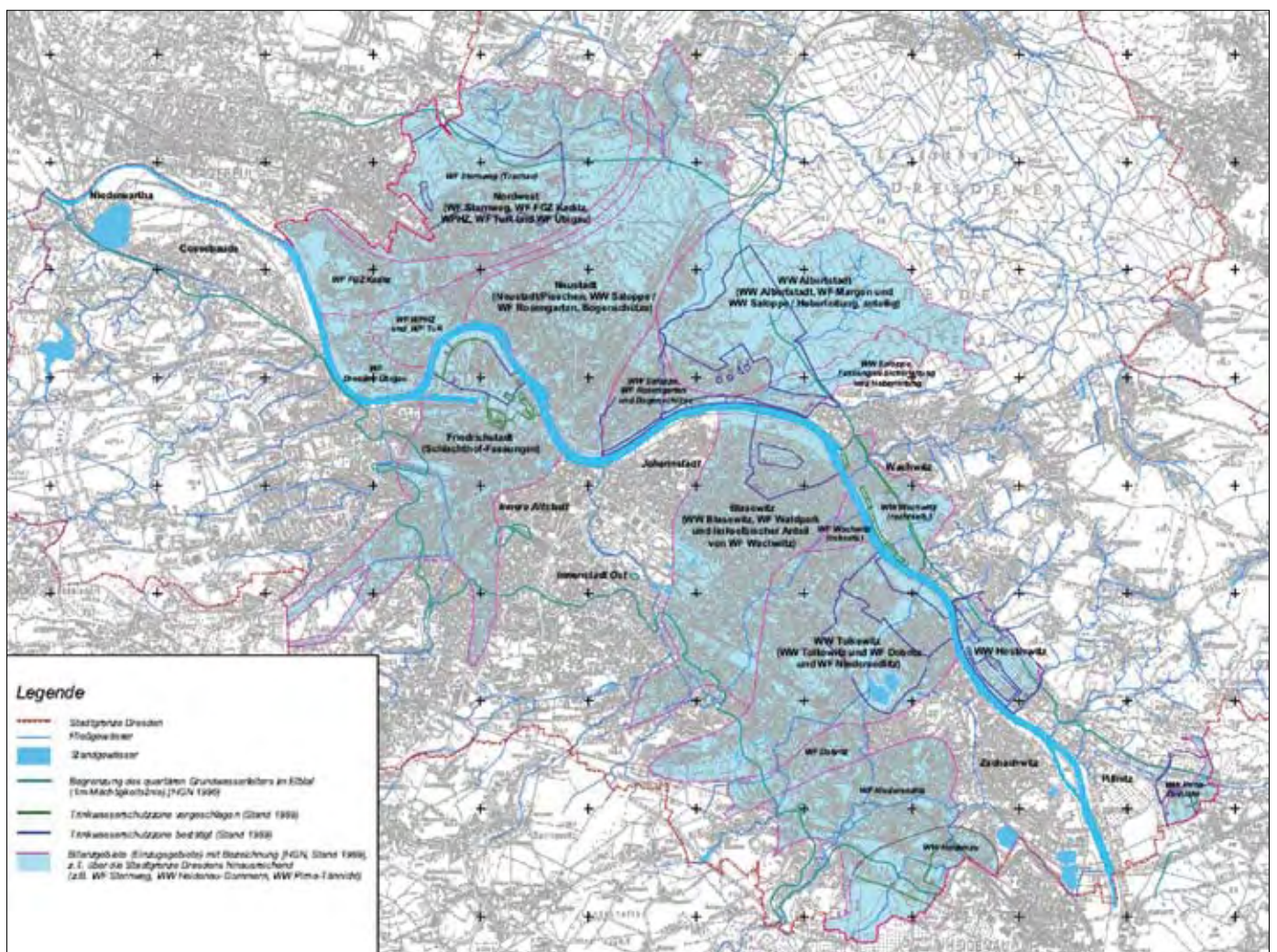
Die in den Tabellen 7.1-1 und 7.1-2 aufgeführten Grundwasserdarangebote von vor 1989 und von 2008 sind nicht direkt miteinander vergleichbar. Zum einen beinhaltet die Tabelle 7.1-1 die erkundeten Vorräte und Tabelle 7.1-2 die tatsächlich wasserrechtlich erlaubten Entnahmen. Zum anderen widerspiegelt das berechnete Gesamtdargebot von 1989 mit 400 000 m<sup>3</sup>/d bzw. 144 Mio. m<sup>3</sup>/a die Anstrengung, genügend Vorräte fachtechnisch nachzuweisen. Der gesellschaftliche Umbruch 1989/1990 war zugleich ein Umbruch in der Trinkwasserversorgung und bei dem Bedarf an Grundwasservorräten.

Der große Unterschied zwischen den ausgewiesenen Wassermengen ergibt sich sowohl durch die wesentlich geringeren Fördermengen, aber vor allem auch durch die in ganz unterschiedlichem Maße einbezogenen Grundwasserdarangebote aus dem Uferfiltrat der Elbe (115 Mio. m<sup>3</sup>/a zu 29 Mio. m<sup>3</sup>/a).

Rechte für die Entnahme von Grundwasser, Uferfiltrat und durch Elbwasser angereichertem Grundwasser (Wasserwerk Hosterwitz) sind derzeit im Stadtgebiet für eine Menge von knapp 55 Millionen m<sup>3</sup>

Abb. 7.1-2

Einzugsgebiete bzw. Bilanzgebiete des Grundwasserdarangebotes im quartären Grundwasserleiter in Dresden 1989 /7.1-1/



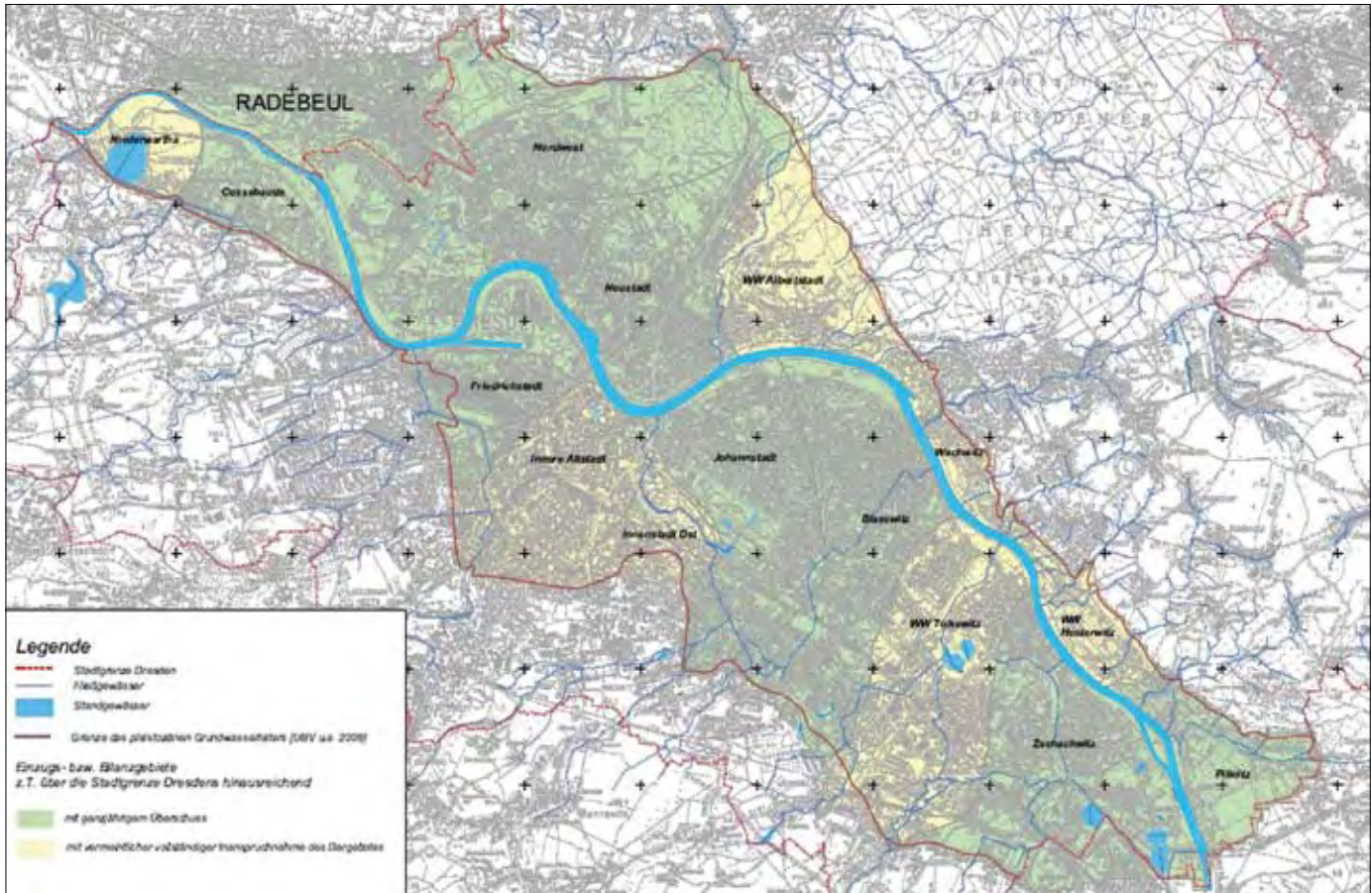


Abb. 7.1-3  
Einzugsgebiete bzw. Bilanzgebiete des Grundwasserdargebotes im quartären Grundwasserleiter in Dresden 2008 /7.1-2/

Tabelle 7.1-2  
Bilanzgebiete und Grundwasserdargebote in Dresden 2008 (\* Fläche innerhalb des Stadtgebietes, auch wenn das Einzugs-/Bilanzgebiet darüber hinaus reicht)

Bilanzgebiete 2008	Fläche* in km <sup>2</sup>	aktuell genutzte Grundwasserdargebote			
		Tageswert in m <sup>3</sup> /d	Uferfiltrat- Anteil in m <sup>3</sup> /d	Grundwasser- Anteil in m <sup>3</sup> /d	Jahreswert in Mio m <sup>3</sup> /a
Gebiet Innere Altstadt	8,05	4 749	677	4 072	1,7
Gebiet Innenstadt Ost	2,25	1 071		1 071	0,4
Gebiet Albertstadt mit Wasserwerk Albertstadt und Saloppe	6,82	20 499	18 001	2 498	7,5
Gebiet Tolkewitz mit Wasserwerk Tolkewitz	10,98	23 463	15 743	7 720	8,6
Wasserwerk Hosterwitz (nur Grundwasser und Uferfiltrat, keine Grundwasseranreicherung durch Infiltration einbezogen)	2,25	20 000	18 831	1 169	7,3 (mit Infiltration 22,3 Mio m <sup>3</sup> /a möglich)
Gebiet Pillnitz	4,49				-
Gebiet Zschachwitz	10,79	1 382		1 382	0,5
Gebiet Wachwitz mit geplanter Fassung Wachwitz	2,93	15 000	13 638	1 362	5,5
Gebiet Blasewitz	11,39	288		288	0,1
Gebiet Johannstadt	10,04	130		130	0,05
Gebiet Friedrichstadt	5,88	302		302	0,1
Gebiet Cossebaude	3,93	41		41	0,01
Gebiet Neustadt	11,43	526		526	0,2
Gebiet Nordwest	17,93	5 612		5 612	2,0
Gebiet Niederwartha	2,63	13 699	11 676	2 023	5,0
<b>Gesamt (gerundet)</b>	<b>111,79</b>	<b>107 000 m<sup>3</sup>/d</b>	<b>79 000 m<sup>3</sup>/d</b>	<b>28 100 m<sup>3</sup>/d</b>	<b>~ 40 Mio. m<sup>3</sup>/a</b>

Wasser pro Jahr erteilt. Außerdem gibt es an über 100 Standorten im Stadtgebiet nicht mehr genutzte alte Wasserrechte mit einem Umfang von insgesamt etwa 10 Mio. m<sup>3</sup>/a, die derzeit in aufwendigen Einzelverfahren durch die Behörde widerrufen werden (siehe Kapitel 7.2.4).

Tatsächlich gefördert wurden im Mittel der letzten 5 Jahre jedoch nur etwa 24 Mio. m<sup>3</sup> Wasser pro Jahr bzw. 66 000 m<sup>3</sup>/d. Gründe dafür sind vor allem die teilweise Außerbetriebnahme der Fassung Saloppe, die relativ geringen durchschnittlichen Fördermengen im Wasserwerk Hosterwitz und die noch nicht begonnene Nutzung des erteilten Wasserrechtes für die künftige Fassung Wachwitz.

Insgesamt steht damit im Stadtgebiet noch ausreichend Grundwasser für eine Gewinnung zur Verfügung. Obgleich in der aktuellen Berechnung /7.1-2/ wesentlich konservativere Werte für die natürliche Grundwasserneubildung angesetzt wurden und auch die früher enorm großen Wasserverluste aus dem maroden Leitungsnetz zwischenzeitlich durch umfassende Sanierungen deutlich zurückgegangen sind (und damit als zusätzliche „künstliche“ Neubildung nicht mehr wie früher zur Verfügung stehen), sind im Stadtgebiet noch mindestens 10 Mio. m<sup>3</sup> an Grundwasser und bei Ansatz der fachtechnisch erkundeten Vorräte von 1989 etwa 86 Mio. m<sup>3</sup>/a an Uferfiltrat gewinnbar.

Allerdings sind diese Vorräte nicht gleichmäßig im Stadtgebiet verteilt. Die Abbildung 7.1-3 zeigt, wo grundsätzlich noch Reserven für eine Grundwassernutzung bestehen (grüne Gebiete). In einzelnen (gelb gekennzeichneten) Bilanzgebieten wie beispielsweise der Innenstadt sind die Vorräte bereits weitgehend ausgeschöpft. Weitere Nutzungsabsichten in diesen Bilanzgebieten sind nicht grundsätzlich ausgeschlossen. Sie bedürfen aber einer sehr detaillierten und fundierten Grundwasserdargebotsermittlung und -modellierung. Besonders im elbnahen Bereich kann außerdem Uferfiltrat erkundet und erschlossen werden.

Der untere Kreide-Grundwasserleiter (siehe Kap. 3.2.1) ist durch eine deutlich geringere Anzahl von Bohrungen erkundet. Im Vergleich zum oberen Grundwasserleiter sind die gewinnbaren Wassermengen hier viel geringer. Abschätzungen gehen von einem Grundwasserdargebot von etwa 5 000 m<sup>3</sup>/d bzw. 1,8 Mio. m<sup>3</sup>/a für den gesamten Kreidegrundwasserleiter Dresdens aus (abgeleitet aus Angaben nach /7.1-4/).

### 7.1.3 Zukünftige Anforderungen an den Wasserhaushalt

Obgleich es in den Jahren nach 1990 durch den Zusammenbruch der Industrie zu einem gravierenden Rückgang in der Grundwasserförderung kam, lässt sich bereits jetzt eine Umkehr dieses Trends erkennen. Industrie und produzierendes Gewerbe nutzen in Dresden wieder verstärkt das Grundwasser als Prozess- und Kühlwasser.

Eine zunehmende Bedeutung gewinnt auch die Klimatisierung von Gebäuden. Gründe dafür sind nicht nur die gestiegenen Ansprüche an ein komfortables Raumklima in Büro- oder Wohngebäuden sondern auch technische Anforderungen an eine konstante Raumtemperatur und -luftfeuchtigkeit wie zum Beispiel zum Schutz wertvoller Kunstschätze oder zur Sicherung der Funktionsfähigkeit empfindlicher Technik. Zur Rückkühlung der Kältemaschinen ist das Grundwasser besonders in den Sommermonaten eine sehr effiziente Kältequelle. Der Trend zu einer Nutzung des Grundwassers für energetische Zwecke wird sich in der Zukunft weiter verstärken. Hier ist es besonders wichtig, die Auswirkungen auf Grundwassertemperatur und -beschaffenheit sorgfältig zu beobachten und gegebenenfalls zu begrenzen.

Untersuchungen zu den Auswirkungen des Klimawandels für Sachsen haben gezeigt, dass vor allem in den Sommermonaten verstärkt mit längeren Trockenperioden – wie 2006 oder auch 2009 – zu rechnen

ist. Dadurch ergibt sich ein ansteigender Bedarf an Wasser für die Bewässerung. Dies gilt zwar in erster Linie für Agrar- und Gartenbaubetriebe, aber auch zur Bewässerung von Klein- und Hausgärten wird in zunehmendem Maße das Grundwasser genutzt (Kap. 7.2.5).

Erste Abschätzungen zur Entwicklung von Grundwasserneubildung und -dargebot unter Verwendung von Klimaprojektionen für die nächsten Jahrzehnte (bis etwa 2060) deuten auf eine Neubildungsreduzierung um durchschnittlich 10 Prozent im Raum Dresden hin. Im ungünstigsten Fall von aufeinander folgenden Trockenjahren könnten in einzelnen Jahren Neubildungsminderungen von bis zu 65 Prozent eintreten /7.1-2/. Auf dieser und weiteren Grundlagen zur Prognose von Grundwasserdargebotsentwicklungen in konkreten Bilanzgebieten in Dresden ist eine durch die bis 2060 prognostizierte Klimaentwicklung bedingte mittlere Dargebotsreduzierung zwischen 5 und 15 Prozent anzunehmen /7.1-3/.

Diese Reduzierung der Grundwasservorräte wird die Versorgungssicherheit im städtischen Gesamtmaßstab voraussichtlich noch nicht beeinträchtigen. Die Wasserversorgung Dresdens hat mit ihren beiden Standbeinen Talsperrenwasser aus dem Osterzgebirge und Grundwasser bzw. Uferfiltrat aus dem Elbtal auch weiterhin eine sichere Grundlage.

Da sich der prognostizierte Abnahmetrend der Grundwasserneubildung nach 2060 wahrscheinlich verstärken wird, sind bereits jetzt und in den Folgejahren erhöhte Anstrengungen zur Verbesserung der Grundwasserneubildungsbedingungen im urbanen Raum zu unternehmen. Wichtige Bausteine können dabei Flächennutzungen mit ausreichend Grün- und Freiflächen sein. Das Niederschlagswasser muss so bewirtschaftet werden, dass die Grundwasserneubildung gefördert wird. Die Versiegelung von Flächen sollte minimiert und wo immer möglich durch wasserdurchlässige Beläge ersetzt werden.

Wie jede Kommune stellt auch Dresden mit seiner Landschaftsplanung und der vorbereitenden Bauleitplanung bereits heute die Weichen in der Stadtplanung für die Strukturen, mit denen die künftigen Generationen unter den veränderten Rahmenbedingungen leben und wirtschaften müssen.

Das strategische Leitbild, das dem Dresdner Landschaftsplan zugrunde liegt, ist „Die kompakte Stadt im ökologischen Netz“. Die aufgrund der historisch gewachsenen Struktur Dresdens noch immer ablesbaren und z. T. abgegrenzten Stadtteile und Ortslagen sollen maßvoll so verdichtet werden, dass eine effiziente Ver- und Entsorgung möglich ist. Diese verdichteten Siedlungsräume sind eingebettet in ein Netzwerk von „multifunktionalen“ Grünräumen (Abbildung 7.1-4).

Diese multifunktionalen grünen Stadträume sollen durch Ergänzungskorridore miteinander verbunden sein und bilden so das „ökologische Netz“ der Stadt. Sie dienen mit unterschiedlichen Schwerpunkten wichtigen Umweltfunktionen, insbesondere der Verbesserung des Stadtklimas und der Aufenthaltsqualität, sie gestalten die Stadtlandschaft abwechslungsreich, geben Bürgern die Möglichkeit zur Naherholung und sind Lebensräume und Wanderungskorridore für Pflanzen- und Tierarten /7.1-5/.

Auf Grund der zu einem großen Teil unversiegelten Flächen dienen sie gleichermaßen der Grundwasserneubildung und der Niederschlagswasserversickerung. In vielen Fällen verlaufen sie entlang von städtischen Gewässern. Dort tragen sie im Hochwasserfall zur Verzögerung des Abflusses bei und reduzieren damit den Scheitel. Mit dem Weißeritzgrünzug wurde bereits ein solcher umweltfunktionaler ökologischer Grünzug geschaffen.

Der Klimawandel und die zu erwartende Verknappung und Verteuerung von Ressourcen stellt Dresden und die Region vor große Herausforderungen. Deshalb untersucht die Stadt Dresden gemeinsam mit Universitäten und Instituten aus Dresden und Sachsen die langfristige

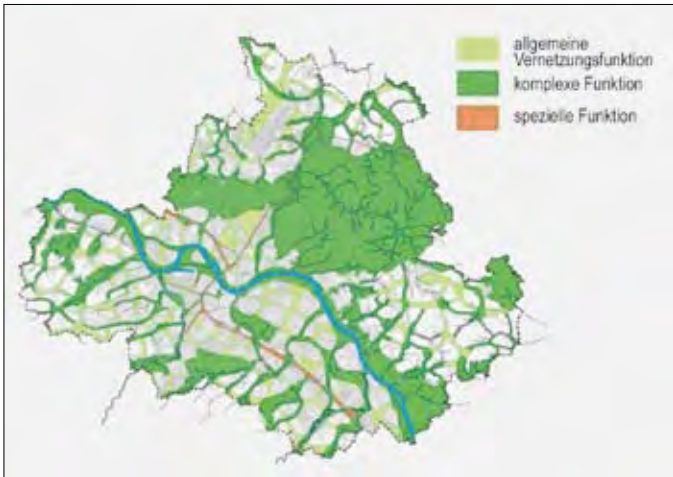


Abb. 7.1-4  
Strategisches Leitbild des Landschaftsplanes Dresden (Vorentwurf) – „Die kompakte Stadt im ökologischen Netz“

erwartenden Folgen des Klimawandels für die Region und die sich daraus ergebenden Anpassungsnotwendigkeiten im Rahmen eines umfassenden Modellforschungsvorhabens unter dem Titel „Entwicklung und Erprobung eines Integrierten Regionalen Klimaanpassungsprogramms für die Modellregion Dresden (REGKLAM)“.

Ziel ist es, für städtische Gebäude- und Infrastrukturen, Grünflächen, Stadtklima, Landwirtschaft und Wasserhaushalt Erkenntnisse zu gewinnen, wie die Anpassung an die Veränderungen aussehen kann. Ergebnisse aus dem Projekt werden nach 2013 zur Verfügung stehen.

## 7.2 Die Wasserversorgung in Dresden

### 7.2.1 Historische Entwicklung bis in die Mitte des 19. Jahrhunderts

Die Siedlung, aus der das heutige Dresden entstanden ist, befand sich im Mündungsgebiet des Kaitzbaches in die Elbe. Diese beiden Flüsse und ein nördlich von Plauen abzweigender Arm der Weißeritz (später als Mühlgraben bezeichnet) lieferten zunächst das nötige Wasser für die frühen Bewohner. Später wurden nicht nur innerhalb der Festungsmauern zugleich mit den Häusern auch Brunnen gebaut. Diese ließen sich leicht anlegen, denn die Sand- und Kiesschichten, die den Untergrund der Innenstadt bilden, führten schon in geringer Tiefe reichlich Grundwasser.

Abb. 7.2-1  
Weißeritzmühlgraben (Quelle: DREWAG)



Aus dem Jahr 1556 gibt es eine erste genaue Übersicht, die innerhalb der Festungsmauern 151 Brunnen auflistet. 36 Brunnen befanden sich auf den Gassen und Wegen und die übrigen 115 waren Hausbrunnen, die in den Höfen der Häuser lagen. Herstellung und Unterhaltung der Brunnen waren allein Sache der Bürger, der Stadtrat führte lediglich die Aufsicht. Zu jedem Brunnen oder Born wurden zwei Bornmeister gewählt, die dem Rat verantwortlich waren. Die „Bornordnung der Stadt Dresden“ aus dem Jahr 1556 listet die Pflichten der Bornmeister sowie die der Brunnennutzer genau auf /7.2-1/.

Die hygienischen Verhältnisse in der mittelalterlichen Stadt führten jedoch dazu, dass das Brunnenwasser zum Trinken und Kochen schließlich nicht mehr zu gebrauchen war. Jahrhunderte hindurch schüttete man menschliche und tierische Ausscheidungen und den häuslichen Abfall einfach auf die Gassen hinaus. Auch nachdem im 16. Jahrhundert in jedem Haus eine „Heimlichkeit“ eingerichtet werden musste, lagen die dazugehörigen Gruben aufgrund der räumlichen Enge oft in unmittelbarer Nähe der Brunnenschächte.

Man hielt deshalb außerhalb der Stadt Ausschau nach besserem Wasser und fand es in natürlichen Quellen wie dem Heiligen Born, den Quellen der Dresdner Heide und dem damals noch sauberen Wasser des Gebirgsflusses Weißeritz. Über hölzerne Wasserleitungen, die sogenannten „Röhrfahrten“ oder „Röhrwasserleitungen“, wurde ab dem 15. Jahrhundert Quell- und „gefangenes“ Flusswasser in die Stadt geleitet. Die Wasserfänge (Entnahmestellen) befanden sich an den Mühlgräben der Weißeritz. Man unterschied das hochplauensche Röhrwasser, das im Mühlgraben der Hofmühle Plauen gefasst wurde und das mittel- und niederplauensche Röhrwasser (im Weißeritz-Mühlgraben gefasst). Zum Schutz der Fangekästen wurden Wasserhäuser errichtet. In der Stadt beherbergten die Wasserhäuser auch die Verteilungswassertröge. Da die Stadt als Festung mit einem breiten Graben umgeben war, mussten die Leitungen auf sogenannten Röhrstühlen in die Stadt geführt werden, wo die ankommenden Hauptröhren in Hauptwasserhäuser gelangten, ehe das Wasser über Nebenwasserhäuser und Heimröhren in die einzelnen Grundstücke gelangte.

Urkundlich belegt ist die Zuführung von Wasser nach Dresden seit 1467. In diesem Jahr erhielten die Augustinermönche die kurfürstliche Erlaubnis, im Schotengrund in der Dresdner Heide oberhalb des Fischhauses Wasser aus dem heutigen Eisenbornbach zu fassen und in ihr Kloster nach Altendresden (heute Neustadt) zu leiten. Wahrscheinlich leitete jedoch bereits zuvor der Rat der Stadt zum allgemeinen Wohle Wasser in einen Röhrkasten auf den Markt. Aus dem Jahr 1478 gibt es Belege über die Ausbesserung einer dorthin bereits bestehenden

Abb. 7.2-2  
Heiliger Born







Abb. 7.2-3  
Holzrohre der Dresdner Wasserleitung (Quelle: DREWAG)

Röhrfahrt aus dem Gebiet des Tonberges bei Räcknitz und über die Verlegung des Röhrkastens /7.2-1/ und /7.2-2/.

Das Dresdner Schloss wurde zur Zeit der Herzöge unter anderem durch hochplauensches Wasser der Weißeritz aus dem Bereich des Hohen Steins versorgt. Später kamen mittel- und niederplauensche Leitungen dazu.

Wer „lebendiges Wasser“ in seinem Hause haben wollte, musste dessen Heranführung selbst organisieren, bezahlen und die Röhrleitungen unterhalten. Im Allgemeinen überstiegen die Bau- und Unterhaltungskosten die Finanzkraft des Einzelnen. Trotzdem nahm der Bau von Röhrfahrten in der Stadt ständig zu, denn Adlige und vermögende Bürger schlossen sich zu sogenannten Gewerkschaften zusammen und brachten die Kosten gemeinsam auf. Von besonderer Bedeutung war die durch eine Gewerkschaft, bestehend aus kurfürstlichen Räten, Hofdienern, Bürgern und Kurfürst August selbst, zwischen 1551 und 1555 verlegte Doppelleitung zum Heiligen Born in Leubnitz-Neuostra, die über 400 Jahre lang einwandfreies Quellwasser in die Stadt lieferte.

1589 führten 26 Leitungen fast 2 400 m<sup>3</sup> Wasser in die Stadt: 13 gewerkschaftliche, zehn kurfürstliche und drei städtische, davon 22 aus den Weißeritzmühlgräben, zwei aus dem Heiligen Born, eine aus dem Börnchen bei Räcknitz und eine aus dem Gorbitzer Brunnen /7.2-1/.

In den nachfolgenden Jahrhunderten nahm die Zahl der unterirdischen Leitungen immer mehr zu. Gleichzeitig gab es keine Stelle, die das Verlegen der Leitungen plante oder koordinierte. In der Mitte des 18. Jahrhunderts sollen innerhalb der Festungsmauern etwa 20 000 Leitungen mit einer Gesamtlänge von 70 km neben-, über- und untereinander gelegen haben /7.2-1/. Die hölzernen Leitungen hatten eine geringe Lebensdauer und wurden oft undicht. Die schadhaften Stellen konnten meist erst nach mehrfachen Aufgrabungen gefunden werden. Außerdem stiegen aufgrund der großen Nachfrage die Preise für die Holzröhren stark an. Etwa ab Ende des 18. Jahrhunderts suchte man deshalb nach Alternativen. Schon 1798 schlug der Neustädter Röhrmeister Johann Gottlob Peschel die Nutzung von Sandsteinröhren als Material für die Leitungen vor. Seine Pläne wurden jedoch trotz erfolgreicher Erprobungen von den Gewerkschaften abgelehnt.

Erst als die Holzröhren zunehmend der Ausbreitung der Gasversorgung im Wege waren, wuchs die Einsicht, dass eine grundlegenden Veränderung nur bei einheitlicher Planung zu erreichen war. 1835 beschlossen die städtischen Körperschaften die Übernahme sämtlicher Leitungen in Gemeindeeigentum. Damit wurde die Wasserversorgung erstmals zu einer kommunalen Angelegenheit. Ab 1841 wurden dann auf der Basis der Peschelschen Pläne unter der Leitung von Rudolf Blochmann mit einer eigens dazu entwickelten Bohrmaschine herge-



Abb. 7.2-4  
Steinrohr der Blochmannschen Wasserleitung

stellte Sandsteinleitungen verlegt. Während die Leitungen nun eine größere Dauerhaftigkeit versprachen, wurde gleichzeitig ab Mitte des 19. Jahrhunderts die zunehmende Industrialisierung zu einem großen Problem für die Qualität des Röhrwassers. Der Kohlebergbau im Plauenschen Grund hatte zahlreiche Gewerbe angezogen, die ihre Abwässer ungereinigt in die Weißeritz einleiteten. Das Wasser aus dem einst reinen Gebirgsfluss war ungenießbar geworden und konnte nur noch für Schleusenbespülung, Straßenbesprengung und Feuerlöschzwecke genutzt werden. Außerdem führten die Industrialisierung und die steigende Einwohnerzahl Dresdens zu einem immer höheren Wasserbedarf. Die Forderungen nach einwandfreiem Trink- und Nutzwasser in der Stadt wurden daher immer lauter. Im Jahr 1871 beschloss deshalb der Stadtrat den Bau des ersten Dresdner Wasserwerkes nach den Plänen des Ingenieurs Bernhard Salbach (1833 bis 1894).

## 7.2.2 Eine zentrale Wasserversorgung für Dresden

### Wasserwerk Saloppe

Der 10. März 1875 gilt als Geburtstag der modernen Wasserversorgung Dresdens. An diesem Tag wurde nach knapp dreijähriger Bauzeit das Wasserwerk „Saloppe“ als erstes zentrales Dresdner Wasserwerk in Betrieb genommen.

Abb. 7.2-5  
Das Wasserwerk Saloppe (Quelle: DREWAG)



Nach über zehnjähriger Entscheidungsfindung hatten die Dresdner Stadtverordneten am 22. Februar 1871 den Bau eines zentralen Wasserwerkes beschlossen. Entsprechend den Vorschlägen des Ingenieurs Bernhard Salbach wurde auf den Elbwiesen unterhalb von Schloss Albrechtsberg uferfiltriertes Grundwasser erschlossen. Das Wasser wurde ohne Aufbereitung einer fast 1,5 km langen Sicker Galerie aus gusseisernen Sickerrohren und 21 Schachtbrunnen entnommen. Später kamen noch 57 Bohrbrunnen dazu.

Gleichzeitig mit dem Bau des Wasserwerkes wurden am Fischhaus der 60 Meter höher gelegene Hochbehälter Saloppe mit 20 000 m<sup>3</sup> Fassungsvermögen und das für die Verteilung des Wassers erforderliche Leitungsrohrnetz errichtet. Am Ende des Jahres 1875 waren von 6 000 vorhandenen Grundstücken bereits 4 000 an die öffentliche Wasserversorgung angeschlossen. Die Aufbereitung des Wassers (Entmanganisierung und Entsäuerung) erfolgte zunächst am Hochbehälter, nach der Elektrifizierung und dem Rückbau der großen Dampfpumpen im Wasserwerk selbst. Ab 1916 wurde das Wasser außerdem mit Chlorgas desinfiziert [7.2-3/].

Im 2. Weltkrieg wurden Wasserwerk und Fassungsanlagen stark zerstört. Erst 1949 waren die Kriegsschäden weitgehend beseitigt. Durch die zunehmende Verschmutzung des Elbwassers wurde jedoch die Aufbereitung des Uferfiltrates immer problematischer. Die Wasserqualität genügte weder dem DDR-Standard für Trinkwasser noch der bundesdeutschen Trinkwasserverordnung. Seit 1993 wird das Wasserwerk Saloppe deshalb nicht mehr für die Trinkwasserversorgung genutzt. Ein Teil der Fassungsanlage ist jedoch weiterhin in Betrieb und liefert Brauchwasser für den Industriestandort an der Königsbrücker Straße [7.2-4/].



Abb. 7.2-6  
Das Wasserwerk Tolkewitz (Quelle: DREWAG)

### **Wasserwerk Tolkewitz**

Nach den Eingemeindungen im letzten Jahrzehnt des 19. Jahrhunderts hatte Dresden fast eine halbe Million Einwohner mit steigender Tendenz. Das Wasserwerk Saloppe war für die perspektivische Wasserversorgung der Stadt nun nicht mehr ausreichend. Der Stadtrat beauftragte deshalb 1891 den Baurat Salbach mit einem Gutachten für die künftige sichere Wasserversorgung der Stadt.

Salbach konzipierte ein neues Wasserwerk auf dem linken Elbufer oberhalb von Blasewitz – das Wasserwerk Tolkewitz – und einen dazugehörigen Hochbehälter in Räcknitz. Im Herbst 1896 begann der Bau und bereits 1898 wurde auf den Tolkewitzer Wiesen das zweite

Abb. 7.2-7  
Das Wasserwerk Tolkewitz von oben. Die alte Halle in der Bildmitte wurde inzwischen rückgebaut. (Quelle: DREWAG)



Dresdner Wasserwerk mit einer Heberleitung und 18 Schachtbrunnen in Betrieb genommen. Durch eine zweite Heberleitung und weitere fünf Schachtbrunnen wurde die Förderleistung bis 1901 auf 40 000 m<sup>3</sup>/d erweitert. In den Folgejahren wurde vor allem die Aufbereitungstechnik weiter entwickelt. 1928 gingen eine dritte Heberleitung und eine neue Hauptförderpumpe mit einer Kapazität von 60 000 m<sup>3</sup>/d in Betrieb. 1974 wurde im Waldpark in Blasewitz eine zusätzliche Fassung errichtet. Diese bestand aus acht Brunnen und lieferte bis zu 12 000 m<sup>3</sup>/d.

Nach 1990 ging der Wasserverbrauch stark zurück. Damit bestand die Möglichkeit, die stark verschlissenen und veralteten Anlagen des Wasserwerkes Tolkewitz schrittweise außer Betrieb zu nehmen. Im Jahr 1994 wurde der Beschluss gefasst, das Wasserwerk zu einer modernen Wasseraufbereitungsanlage umzubauen /7.2-4/. Die Wiederinbetriebnahme des Wasserwerkes Tolkewitz erfolgte am 24. März 2000. Die erlaubte Entnahmemenge liegt jetzt bei 20 000 m<sup>3</sup>/d im Jahresdurchschnitt.

### Wasserwerk Albertstadt

Die Albertstadt war am Ende des 19. Jahrhundert der größte Kasernenkomplex Deutschlands. Aufgrund seiner Höhenlage konnte er von den Wasserwerken Saloppe und Tolkewitz nicht mit ausreichendem Wasserdruck versorgt werden – eine große Gefahr bei Bränden. Das Königlich-Sächsische Kriegsministerium beschloss deshalb den Bau eines eigenen Wasserwerkes für die Albertstadt. Mit zunächst einem, später zwei Schachtbrunnen wurde reines Grundwasser aus einer Tiefe von 30 bis 47 Meter gewonnen und konnte ab 1902 ohne zusätzliche Aufbereitung als Trinkwasser genutzt werden. Nach 1990 wurden im Einzugsgebiet der Wasserfassung Belastungen mit chlorierten Kohlenwasserstoffen festgestellt. Das erhöhte Qualitätsrisiko führte zu der



Abb. 7.2-8  
Das Wasserwerk Albertstadt (Quelle: DREWAG)

Entscheidung, das Wasserwerk für die Trinkwassergewinnung außer Betrieb zu nehmen. Seit 2002 wird es in unterschiedlichem Umfang für die Brauchwasserversorgung der Industrie im Dresdner Norden genutzt /7.2-4/.

### Wasserwerk Hosterwitz

Mit der Errichtung des Wasserwerkes Tolkewitz hatte der Stadtrat gehofft, den Wasserbedarf der Stadt zukünftig vollständig decken zu können. Aufgrund der weiter steigenden Einwohnerzahlen und dem zunehmenden Einsatz von Wasser zur Toilettenspülung stieg der Bedarf um die Jahrhundertwende aber weiter an. Ein weiteres Wasserwerk musste

Abb. 7.2-9  
Das Wasserwerk Hosterwitz (Quelle: DREWAG)



geplant werden. 1901 wurden deshalb erste hydrogeologische Untersuchungen in Hosterwitz durchgeführt. Die Probebohrungen waren erfolgreich, die Flächen günstig zu erwerben und so konnte zwischen 1905 und 1908 nach den Plänen von Stadtbaudirektor Hans Erlwein das Wasserwerk Hosterwitz erbaut werden. In der ersten Ausbaustufe wurde über 29 Brunnen Uferfiltrat gefördert.

Mit der Inbetriebnahme des Wasserwerkes Hosterwitz konnten alle Wasserwerke Dresdens zusammen täglich 113 000 m<sup>3</sup> Wasser liefern. Aber auch diese Kapazität konnte nach dem Beginn der dreißiger Jahre den weiter steigenden Bedarf nicht mehr decken. In Hosterwitz wurde deshalb neben zusätzlichen Brunnen und Heberleitungen eine gänzlich neue Technologie eingesetzt: vorgereinigtes Grundwasser wurde über Infiltrationsbecken zur künstlichen Grundwasseranreicherung in den Untergrund versickert. Das Wasser durchläuft eine Bodenpassage und wird dann in Brunnen gefasst und im Wasserwerk aufbereitet. Die erlaubte Entnahmemenge für das Wasserwerk Hosterwitz liegt einschließlich künstlicher Grundwasseranreicherung durch Infiltration derzeit bei 63 000 m<sup>3</sup>/d /7.2-4/.

**Was den Hochwasserschutz an der Weißeritz mit dem Dresdner Trinkwasser verbindet**

Nachdem 1897 ein verheerendes Hochwasser die Täler der Weißeritz-Flüsse und die an ihnen liegenden Siedlungen, insbesondere Freital und die südlichen Vorstädte von Dresden, verwüstet hatte, wurde im beginnenden 20. Jahrhundert ein Maßnahmenkonzept zum Hochwasserschutz erstellt und umgesetzt. Dies führte im kaum besiedelten Mittellauf der Wilden Weißeritz zwischen 1908 und 1914 zum Bau der Talsperre Klingenberg mit den Wasserkraftwerken Klingenberg und Tharandt (1926) und einem Wasserwerk in Klingenberg.

Von 1926 bis 1931 folgte der Bau der Talsperre Lehmühle. Es war eine weitblickende Entscheidung, das gespeicherte Wasser auch für die Trinkwasserversorgung zu nutzen. Geplant war, in einer gemeinsamen Trägerschaft von Staat Sachsen und Stadt Dresden die Trinkwasserversorgung Mittelsachsens mit dem Schwerpunkt Dresden sicherzustellen. Um das Talsperrenwasser nutzen zu können, musste jedoch sowohl eine Möglichkeit gefunden werden, das Wasser nach Dresden ableiten zu können als auch ein neues Wasserwerk errichtet werden /7.2-3/.

Erst 1938 kam ein Vertrag zur Erschließung des Talsperrenwassers zwischen Stadt und Staat tatsächlich zustande. Von den verfügbaren 110 000 m<sup>3</sup> Wasser pro Tag sollten 10 800 m<sup>3</sup> durch eine Hochdruck-

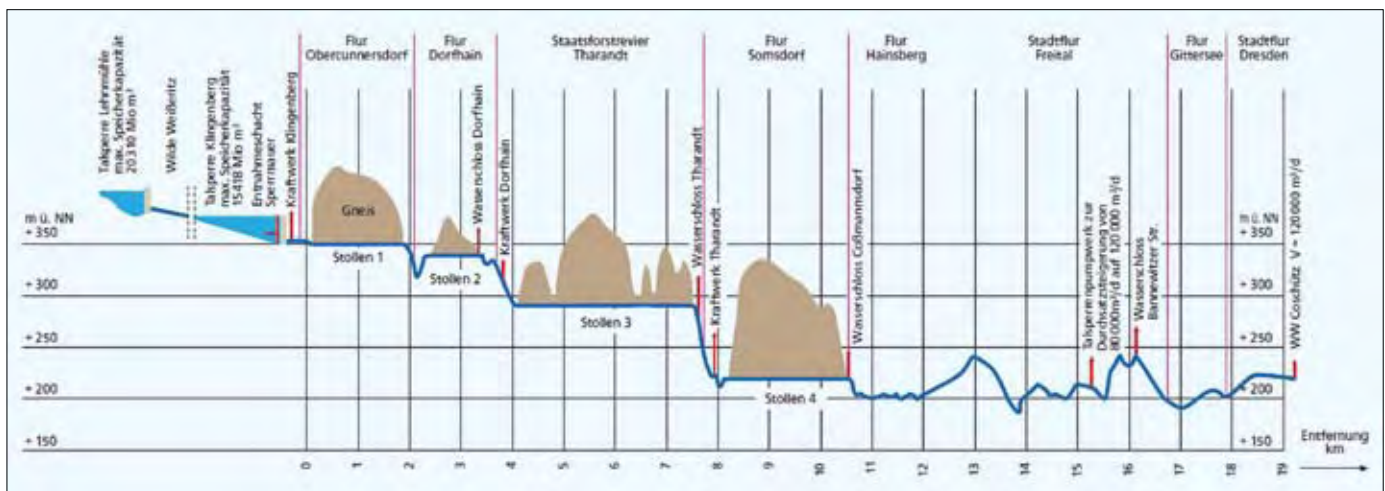


Abb. 7.2-10 Hochwasser der Weißeritz – das teilzerstörte Lößtauer Rathaus (Quelle: Stadtplanungsamt)



Abb. 7.2-11 Die Talsperre Klingenberg aus der Luft (Quelle: LTV)

Abb. 7.2-12 Rohwasserzuführung für die Talsperrenwasserversorgung der Landeshauptstadt Dresden von der Talsperre Klingenberg zum Wasserwerk Coschütz (Quelle: DREWAG)



leitung vom bestehenden Wasserwerk Klingenberg und 92 880 m<sup>3</sup> durch ein Niederdrucksystem nach Dresden geliefert werden. Nach verschiedenen Regelungen zu Bezugsmengen, Abfindungen alter Rechte, Wassermengen für die Kraftwerke und nicht zuletzt zur Zuleitung der Abwässer zur Kläranlage begannen 1937 die technischen Arbeiten zur Herstellung des Stollen-/Rohrleitungssystems, das noch heute als eine technische Meisterleistung gilt. Das System beginnt am Kraftwerk Klingenberg auf einer Höhe von 350 m NN und endet nach über 19 km am Wasserwerk Coschütz. Durch die beispielgebende Ausnutzung des natürlichen Höhenunterschiedes kann das Wasser ohne zusätzlichen Energieeinsatz im Freispiegelgefälle nach Dresden fließen.

### Wasserwerk Coschütz

Talsperrenwasser muss für die Nutzung als Trinkwasser in jedem Falle aufbereitet werden. Mit dem Baubeginn des Ableitungsstollens stellte die damalige Drewag AG 1936 deshalb auch den Bauantrag für die Errichtung des Wasserwerkes Coschütz auf dem Gelände an der Kohlenstraße. Die Anlage wurde nach den damals modernsten Erkenntnissen geplant und nutzt im Gegensatz zu den Elbwasserwerken offene Betonfilterbecken für die Filtration des Wassers.

Dadurch ist eine wesentlich höhere Kapazität als mit den bis dahin üblichen geschlossenen Stahlfilterkesseln erreichbar. Neben anderen Aufbereitungsstufen muss das weiche Talsperrenwasser künstlich aufgehärtet werden, damit die Rohrleitungen nicht angegriffen werden. Gebaut wurde das Wasserwerk Coschütz vor allem während des Krieges. Durch Luftangriffe wurden auch einige der schon fertiggestellten Gebäude bald wieder zerstört. Nach 1945 wurde dann intensiv an der Fertigstellung des Wasserwerkes gearbeitet, so dass die Inbetriebnahme im August des Jahres 1946 erfolgen konnte. Das Wasserwerk wurde ohne nennenswerte Veränderungen bis an die Verschleißgrenze betrieben. 1993 begann ein umfassendes Sanierungsprogramm, das bei laufendem Wasserwerksbetrieb durchgeführt wird und bis heute noch nicht abgeschlossen ist /7.2-4/. Die durchschnittliche Kapazität des Wasserwerkes liegt bei 70 000 m<sup>3</sup>/d.

Abb. 7.2-13

Das Wasserwerk Coschütz (Quelle: DREWAG)



### 7.2.3 Dresdner Wasserversorgung heute

Verantwortlich für die öffentliche Wasserversorgung ist nach dem Sächsischen Wassergesetz (SächsWG) die Gemeinde. In der Stadt Dresden wird diese Aufgabe im Umweltamt wahrgenommen. Gemeinsam mit der DREWAG Stadtwerke Dresden GmbH wird die Versorgungskonzeption entwickelt und regelmäßig fortgeschrieben.

Die Wasserversorgung von Dresden ruht sicher auf den zwei Säulen Talsperrenwasser aus dem Osterzgebirge und Grundwasser-/Uferfiltratgewinnung im Elbtal. Dresden ist damit nicht nur von einer einzigen Rohwassergrundlage abhängig. Störungen beispielsweise bei der Rohwasserqualität des Talsperrenwassers nach Starkniederschlägen oder durch die Überflutung der elbnahen Wasserfassungen bei Hochwasser können so wirksam ausgeglichen werden.

Derzeit wird die Hauptwassermenge mit täglich etwa 50 000 m<sup>3</sup> vom Wasserwerk Coschütz erbracht. Das Wasserwerk Hosterwitz fördert be-

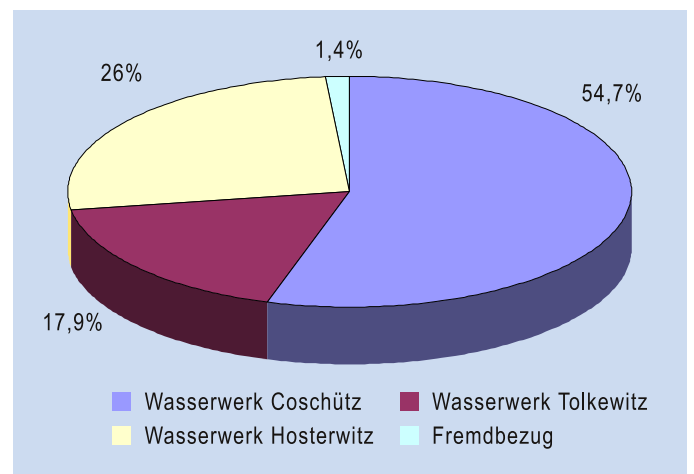


Abb. 7.2-14

Anteile der Wasserwerke an der Wasserabgabe 2009 (Quelle: DREWAG)



Abb. 7.2-15  
Austausch einer Trinkwasserhauptleitung (Quelle: DREWAG)

darfsabhängig zwischen 20000 und 40000 m<sup>3</sup>/d. Aus Tolkewitz werden etwa 10000 bis 18000 m<sup>3</sup> Wasser in das Netz eingespeist. Die Fassung Saloppe und das Wasserwerk Albertstadt dienen mit insgesamt bis zu 20000 m<sup>3</sup> Wasser der Brauchwasserversorgung der Industrieansiedlungen im Dresdner Norden /7.2-5/.

Damit das Wasser vom Wasserwerk zu den Abnehmern gelangen kann, muss ein ausreichender Wasserdruck im Leitungsnetz vorhanden sein. Um trotz der großen Höhenunterschiede im Dresdner Stadtgebiet für alle Bewohner eine sichere Versorgung zu gewährleisten, wird das Gebiet in 37 unterschiedliche Druckzonen unterteilt. Ein komplexes System von 28 Hochbehältern mit insgesamt 250000 m<sup>3</sup> Fassungsvermögen und 25 Pumpwerken sichert unabhängig von der Höhenlage eines Grundstückes einen optimalen Versorgungsdruck von 4 bis 8 bar. Die größten Hochbehälter befinden sich auf der linken Elbseite im Volkspark Räcknitz mit einem Speichervermögen von 60000 m<sup>3</sup> und auf der rechten Elbseite am Fischhaus (20000 m<sup>3</sup>).

Insgesamt rund 2500 km Leitungsnetz verbinden Wasserwerke und Wasserspeicher mit den Abnehmern im Versorgungsgebiet. Das Verteilungssystem ist als ein sogenanntes „vermaschtes Ringnetz“ angelegt. Dadurch wird auch bei Ausfall wichtiger Wasserwerke oder Pumpstationen eine stabile Versorgung weitgehend gesichert. Transportleitungen mit einem Durchmesser von 300 bis 1500 mm bilden die Hauptschlagadern des Verteilungssystems. Davon abzweigende Leitungen kleinerer Nennweiten bilden das sogenannte Versorgungsnetz, über das die Verteilung des Wassers bis zum einzelnen Hausanschluss erfolgt.

Die Verbindung zwischen rechter und linker Elbseite wird über insgesamt drei unterirdische Elbquerungen (Düker) und drei Brückenleitungen sichergestellt.

Mehr als die Hälfte aller Trinkwasserleitungen wurden noch vor 1945 verlegt. Hier ist trotz der bereits erfolgten großen Investitionen ein erheblicher Handlungsbedarf erkennbar. Die DREWAG Stadtwerke Dresden GmbH beabsichtigt, diesbezüglich in den nächsten Jahren die Erneuerung des Wassernetzes weiter voranzutreiben und dafür einen erheblichen Teil des im Unternehmen bereitstehenden Investitionsvolumens in der Größenordnung von jährlich mehreren Millionen Euro aufzuwenden. Insbesondere Stadtgebiete mit großem Altleitungsbestand bzw. hohem Schadensaufkommen sollen dabei den Schwerpunkt der Sanierungsmaßnahmen bilden.

Die Wasserversorgung Dresdens ist kein isoliertes System. Es bestehen Verträge zur Wasserlieferung mit dem Wasserverband Brockwitz-Rödern und zum Zweckverband Röderaue. Mit der Wasserversorgung Weißeritzgruppe GmbH und dem Zweckverband Pirna/Sebnitz bestehen Verträge zur gegenseitigen Wasserlieferung im Havariefall. Beim Hochwasser vom August 2002 haben die dazu geschaffenen Überleitungsmöglichkeiten bereits einmal eine wesentliche Rolle für die sichere Wasserversorgung der Stadt Dresden gespielt.

Weitere umfassende Informationen zu den Dresdner Wasserwerken stellt die DREWAG im DREWAG-Treff an der Rosenstraße, aber auch im Internet unter [www.drewag.de](http://www.drewag.de) bereit.

### Wasserverbrauch

Der Wasserverbrauch ist seit dem Ende der neunziger Jahre stark zurückgegangen. Der Niedergang der Industrie, das geänderte Preisgefüge und das damit veränderte Verbraucherverhalten sind die entscheidenden Gründe dafür. Seit 2002 liegt die von der DREWAG abgegebene Wassermenge zwischen 30 und 35 Millionen m<sup>3</sup> pro Jahr, das sind etwa 94000 m<sup>3</sup> pro Tag /7.2-5/.

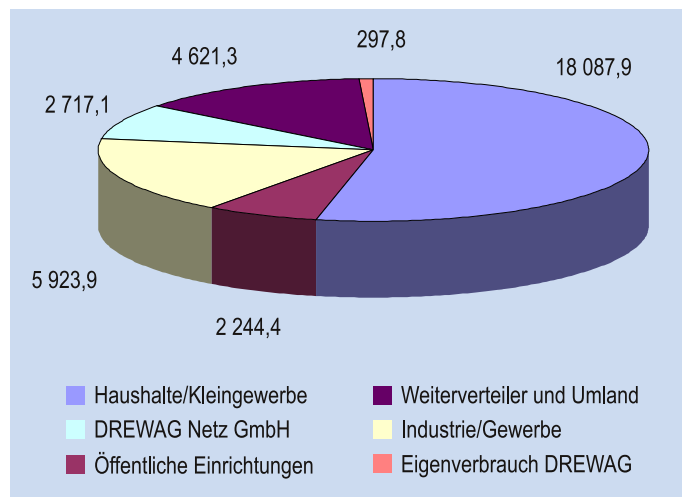


Abb. 7.2-16  
Verteilung der im Jahr 2009 abgegebenen Wassermengen auf die verschiedenen Verbrauchergruppen (Quelle: DREWAG)

2009 wurden insgesamt 33,9 Millionen m<sup>3</sup> Wasser abgegeben. Private Haushalte, Industrie- und Gewerbebetriebe und öffentliche Einrichtungen bezogen davon 26,2 Millionen m<sup>3</sup>. Die restlichen 7,7 Millionen m<sup>3</sup> entfallen auf die Wasserlieferung an Weiterverteiler und das Umland sowie den Bedarf der DREWAG Netz AG und den Eigenverbrauch /7.2-5/.

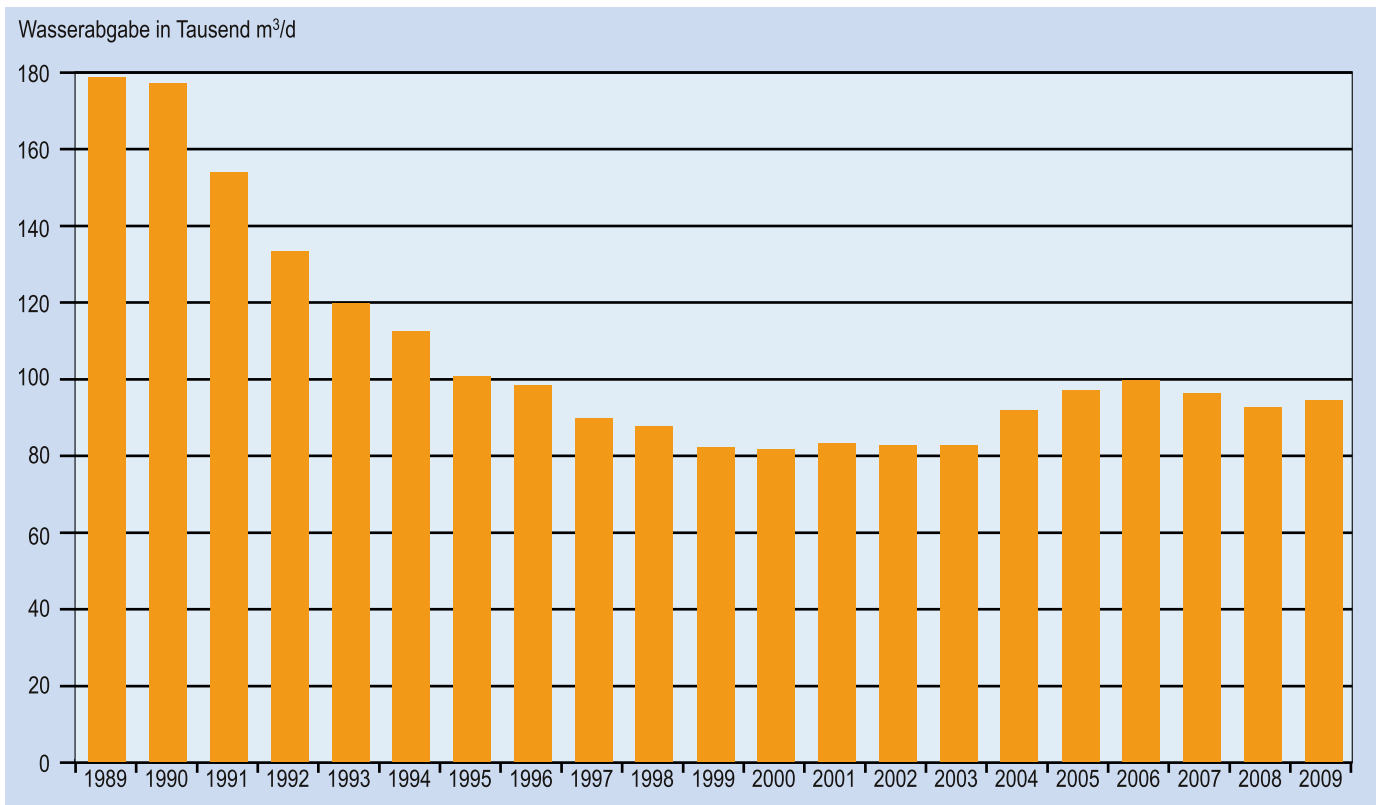


Abb. 7.2-17  
Entwicklung des Wasserverbrauches seit 1989 (Quelle: DREWAG)

#### 7.2.4 Brauchwassernutzung durch Industrie, Gewerbe und Landwirtschaft

Die reichen Grundwasservorräte im Dresdner Elbtal wurden und werden nicht nur für die öffentliche Trinkwasserversorgung sondern auch zur Brauchwassergewinnung genutzt. Spätestens seit der Gründerzeit waren sie eine wesentliche Voraussetzung für die prosperierende wirtschaftliche Entwicklung der Stadt Dresden.

Im Stadtgebiet gab es 1990 für über 300 Standorte wasserrechtliche Erlaubnisse zur Entnahme von Grundwasser für die verschiedensten Nutzungszwecke. Mit dem Niedergang der Industrie nach 1990 verlor jedoch eine Vielzahl der einstigen Brauchwasserversorgungsanlagen ihre Bedeutung.

Besonders große Fassungsanlagen, die heute nicht mehr betrieben werden, sind zum Beispiel die Wasserfassung Schlachthof, damals mit einem ausgewiesenen Dargebot von 40 000 m<sup>3</sup>/d, die Versorgungsbrunnen des ehemaligen Sachsenwerkes mit 2 900 m<sup>3</sup>/d und die Brunnen der Milchwerke mit 600 m<sup>3</sup>/d.

Aber auch viele kleinere Wasserrechte werden derzeit nicht mehr oder in einem geringeren Umfang genutzt. Auch wenn derzeit nur in wenigen Bilanzgebieten Dresdens die Entnahmen bereits in der Größenordnung des neu gebildeten Grundwassers liegen, ist es wichtig, nicht mehr genutzte Wasserrechte aufzuheben.

Die oft komplizierten Eigentumsverhältnisse der ehemaligen Betriebsgrundstücke machen den Widerruf oder die Anpassung der Wasserrechte an die aktuelle Nutzungssituation rechtlich kompliziert und langwierig. An über 100 Standorten konnten dennoch die nicht mehr genutzten Erlaubnisse bereits widerrufen oder Entnahmen entsprechend der jetzigen Nutzung neu erlaubt werden. Besonders für die kleineren Wasserrechte unter 100 m<sup>3</sup>/d besteht aber noch ein erheblicher Anpassungsbedarf an die aktuelle Nutzungssituation.

Nach dem Wasserhaushaltsgesetz müssen die Wasserbehörden das Grundwasser als Ressource bewirtschaften. Eine Vorhaltung von nicht genutzten Wasserrechten „für die Zukunft“ gestattet das Wasserrecht dabei nicht. Deshalb können Wasserrechte, die über drei Jahre nicht mehr genutzt wurden, ohne Entschädigung widerrufen werden (§ 20 WHG). Wird ein altes Recht nicht mehr genutzt, sollte der Inhaber von sich aus gegenüber der Wasserbehörde darauf verzichten. Diese Erklärung ist kostenfrei. Muss das Recht dagegen behördlich widerrufen werden, ist dies für den Inhaber immer mit Bearbeitungsgebühren verbunden.

Nach einem absoluten Minimum der Brauchwasserentnahmen zum Beginn der 1990er Jahre erfährt die Brauchwassergewinnung heute wieder eine zunehmende Bedeutung. Insgesamt wurde im Durchschnitt der letzten fünf Jahre eine Wassermenge von etwa 20 000 bis 22 000 m<sup>3</sup> pro Tag als Brauchwasser gewonnen. Wie sich die Brauchwassernutzung auf die unterschiedlichen Nutzungsarten verteilt, zeigt die Abbildung 7.2-19.

Den größten Anteil an der Brauchwassergewinnung hatten bisher die Wasserwerke Saloppe und Albertstadt, die Brauchwasser für die Industrieansiedlungen im Dresdner Norden liefern. Aufgrund der Insolvenz der Quimonda AG ist der Bedarf hier aber um ein Drittel zurückgegangen (7.2-5/).

Zur Raumkühlung und Klimatisierung werden in Dresden im Jahr durchschnittlich 1,6 Millionen m<sup>3</sup> Grundwasser eingesetzt. Insgesamt ist das über ein Viertel des nicht zur Trinkwasserversorgung genutzten Grundwassers. Für die Grundwassergewinnung zur Klimatisierung ist in den letzten Jahren eine stark ansteigende Tendenz zu verzeichnen gewesen (siehe Kapitel 7.3.3).

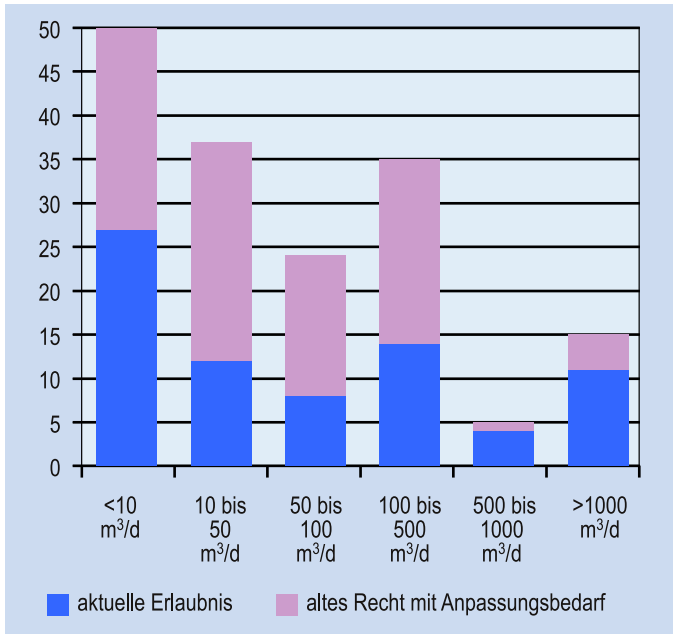


Abb. 7.2-18  
Neufestsetzung alter Wasserrechte

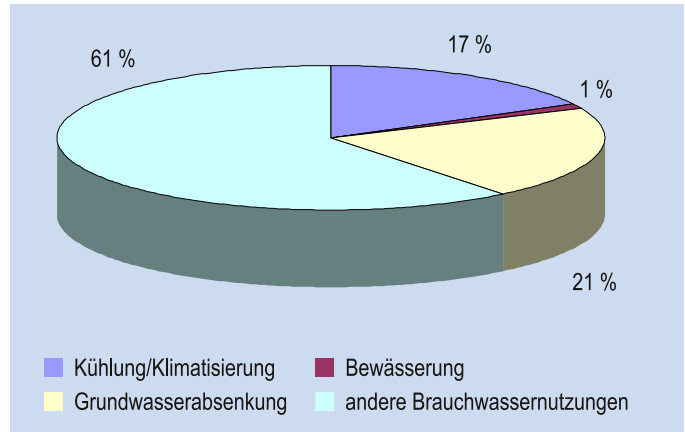
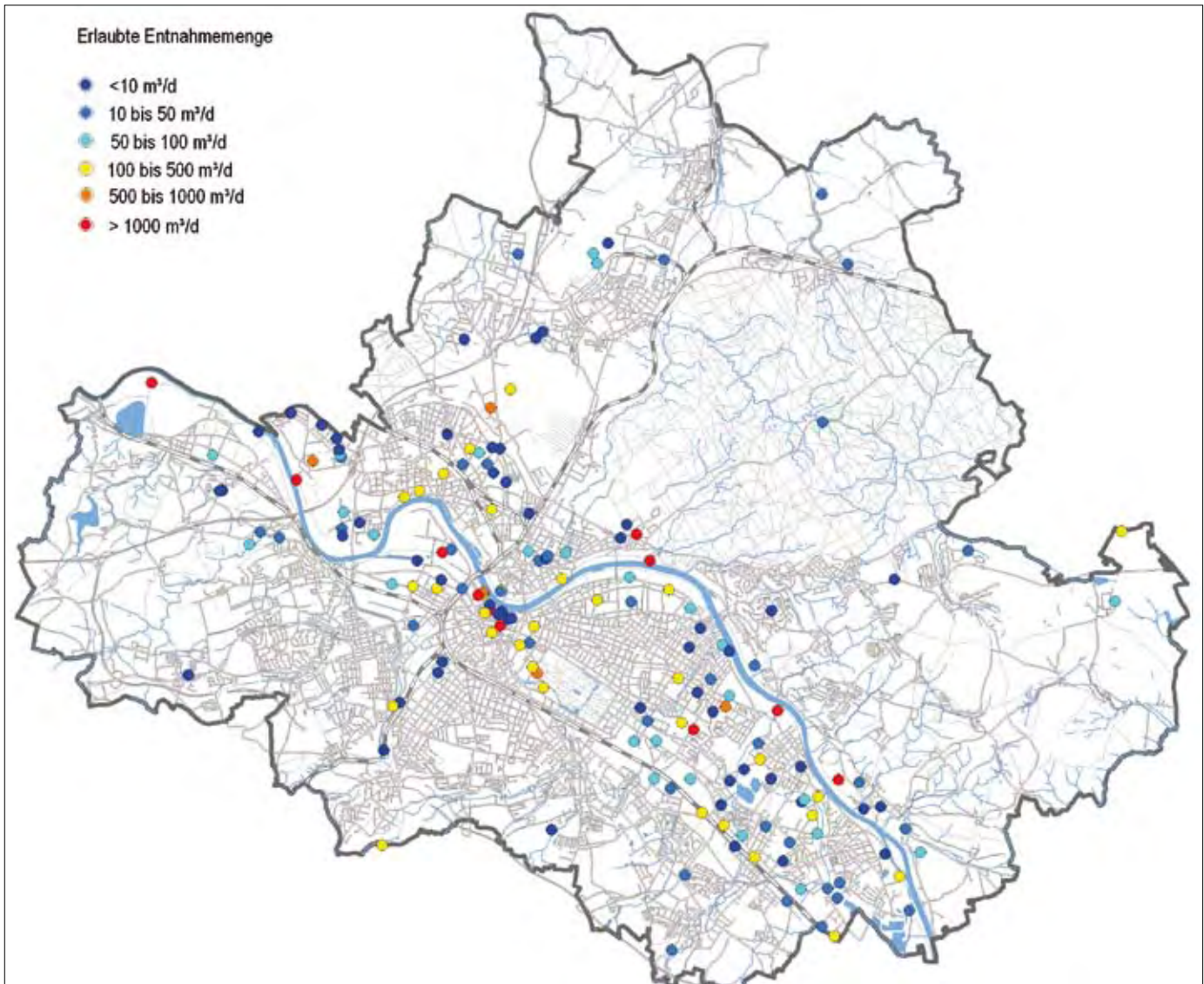


Abb. 7.2-19  
Brauchwassergewinnung im Stadtgebiet unterteilt nach Nutzungszwecken

Die in der Abbildung so bezeichneten „anderen Brauchwassernutzungen“ umfassen verschiedenste Nutzungszwecke von der Befüllung von Schwimmbädern über die Nutzung als Prozess- oder Reinigungswasser in Firmen bis hin zum Betrieb von städtischen Springbrunnen.

Außerdem werden in Dresden etwa 5 000 m³ Grundwasser pro Tag im Zuge von Maßnahmen zur bauzeitlichen oder dauerhaften Grundwas-

Abb. 7.2-20  
Lage der genehmigten Wasserrechte im Stadtgebiet (einschließlich alter Rechte)





serabsenkung gefördert. Dieses Wasser dient zwar nicht zur Brauchwassernutzung im eigentlichen Sinne, macht aber einen erheblichen Anteil an der im Stadtgebiet geförderten Grundwassermenge aus und ist deshalb in der Abbildung mit dargestellt. Die größten Einzelmengen entfallen dabei auf die Baugrube am Wiener Platz und die Absenkung des Grundwassers während der Arbeiten zur Auffahrung des neuen Wismut-Stollns.

### 7.2.5 Haus- und Gartenbrunnen

Für die Bewässerung von Gartenflächen muss nicht immer teures Trinkwasser verwendet werden. Gerade nach dem sehr trockenen Sommer von 2006 wurden viele Haus- oder Gartenbrunnen für die Bewässerung von Freiflächen errichtet.

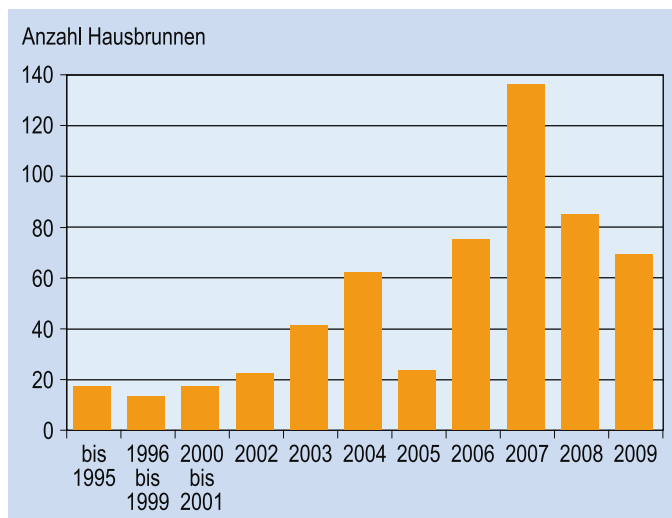


Abb. 7.2-21  
Anzahl der in Dresden neu errichteten Haus- und Gartenbrunnen

Abb. 7.2-22  
Gartenbrunnen mit Schwengelpumpe



Wer Grundwasser aus einem Haus- oder Gartenbrunnen nutzen möchte, muss einige Dinge wissen und beachten.

#### In welcher Tiefe gibt es Grundwasser?

Grundwasser ist im Stadtgebiet in ganz unterschiedlichen Tiefen vorhanden. Die Grundwasserstände ändern sich mit den Jahreszeiten sowie in einem langjährigen Zyklus (vgl. Kapitel 6.1). Im Bereich des Elbtals liegen die Grundwasserflurabstände nahezu flächendeckend bei 2 bis 5 Meter bzw. 5 bis 10 Meter. Die Bedingungen für die Errichtung von Haus- oder Gartenbrunnen sind hier aufgrund der im Untergrund vorhandenen Sand- und Kiesschichten sehr gut. Bei Flurabständen über 7 Meter ist jedoch immer eine Unterwasserpumpe erforderlich.

Im Bereich des Hellers sowie nördlich der Stauffenbergallee ist in Abhängigkeit von der Mächtigkeit der Terrassensedimente mit Flurabständen von bis zu 60 Meter zu rechnen. Damit wird die Gewinnung von Grundwasser durch die großen Bohrtiefen sehr aufwendig.

In den Festgesteinsbereichen beiderseits des Elbtals sind die hydrogeologischen Verhältnisse komplizierter und oftmals unmittelbar von hydrologischen und klimatischen Faktoren abhängig. Ein zusammenhängender Grundwasserleiter existiert nicht bzw. erst in größerer Tiefe. In den oberflächennahen Sedimenten können zum einen zeitweise oberflächennahe Schichtenwässer bzw. hypodermische Abflüsse auftreten und nach längeren Trockenzeiten wiederum flurferne Grundwasserstände vorherrschen. Eine ähnlich gesicherte Angabe zum Flurabstand wie im Elbtal ist für diese Bereiche nicht möglich. Auch in diesen Bereichen kann – abhängig vom konkreten Untergrundaufbau – Grundwasser für die erlaubnisfreie Nutzung gewonnen werden.

Tagesaktuelle Daten zum Grundwasserstand im Elbtal-Grundwasserleiter stellt das Umweltamt im Internet an den städtischen Grundwassermessstellen, die zur Grundhochwasserbeobachtung eingerichtet wurden, zur Verfügung ([www.dresden.de/grundwasser](http://www.dresden.de/grundwasser)). Obwohl die Messreihen noch nicht sehr lang sind, können diese Informationen für eine erste Abschätzung der örtlichen Verhältnisse zum Grundwasserstand bei der Planung eines privaten Brunnens mit genutzt werden.

Weitere Angaben darüber, in welcher Tiefe der Grundwasseranschnitt zu erwarten ist und mit welchen Bodeneigenschaften bei der Bohrung zu rechnen ist, können auch beim Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie erfragt werden. Ebenso kann es hilfreich sein, erfahrene Brunnenbauer um Rat zu fragen oder sich bei Nachbarn, die einen Brunnen haben, zu erkundigen.

#### Wird für den Bau eines Brunnens eine Genehmigung benötigt?

Der Bau eines Brunnens ist ein verfahrensfreies Bauvorhaben. Das bedeutet, dass der Brunnenbau nicht bei den Bauaufsichtsbehörden beantragt werden muss.

Allerdings muss die geplante Brunnenbohrung spätestens einen Monat vor Beginn der Arbeiten beim Umweltamt durch eine Bohranzeige angemeldet werden. Für die Anzeige gibt es ein Formblatt, das aus dem Internetauftritt der Stadt Dresden heruntergeladen werden kann [www.dresden.de](http://www.dresden.de) → Online Rathaus → Ihr Anliegen „Gartenbrunnen, Hausbrunnen, sonstige Bohrungen“. Unbedingt beizufügen ist ein Lageplan. Die Anzeige gilt sonst als unvollständig.

Mit der Anzeige wird geprüft, ob Gründe wie z. B. das Vorhandensein von Altlasten gegen den Brunnenbau sprechen oder ob der Brunnen in einem Wasserschutzgebiet errichtet werden soll. In Wasserschutzgebieten sind Bohrungen grundsätzlich eine Gefährdung für das besonders geschützte Grundwasser. Hier wird daher im Einzelfall geprüft, ob ein Erlaubnisbescheid mit Auflagen für besondere Schutzvorkehrungen erforderlich ist. Nach Ablauf der vier Wochen darf mit den Bohrarbeiten begonnen werden, sofern kein gegenteiliger Bescheid der Behörde ergangen ist.

## Was muss zum Schutz des Grundwassers beim Bau beachtet werden?

- Alle Anlagen zur Benutzung des Grundwassers, also auch ein Brunnen, sind nach dem anerkannten Stand der Technik zu planen, auszuführen und zu betreiben. Die Verantwortung für die ordnungsgemäße Bauausführung trägt der Bauherr.
- Der Brunnen muss so errichtet werden, dass Schadstoffeinträge in das Grundwasser dauerhaft ausgeschlossen sind. Vorzugsweise sollte ein Brunnen daher in einem begrünten und unbefestigten Bereich errichtet werden.
- Der Brunnen sollte nicht im direkten Umfeld von Abwassereinleitungen in den Untergrund angelegt werden. Der Abstand sollte bei sandigen Böden 10 bis 20 Meter und bei Kies im Untergrund 50 Meter nicht unterschreiten.
- Wird ein Brunnenvorschacht errichtet, ist eine wasserdichte Abdeckung des Schachtes herzustellen, damit kein Niederschlagswasser von oben in den Brunnen eindringen kann.
- Wenn bei einer Brunnenbohrung bindige Schichten (Mergel, Schluffe, Tone) durchbohrt werden, sind diese Bereiche beim Brunnenausbau im Ringraum wieder mit einem geeigneten wassersperrenden Material abzudichten.
- Der Brunnenbau gehört zum meisterpflichtigen Handwerk. Wird ein Brunnenbauer beauftragt, sollte auf den Meistertitel und die Eintragung bei der Handwerkskammer oder Industrie- und Handelskammer geachtet werden.

## Was ist zu tun, wenn ein Brunnen nicht mehr benötigt wird oder die Fläche anders genutzt werden soll?

Wird ein Brunnen nicht mehr genutzt oder soll das Gelände beispielsweise bebaut werden, ist der Brunnen ordnungsgemäß durch eine Brunnenbaufachfirma zurückzubauen. Der geplante Rückbau ist der unteren Wasserbehörde vorher schriftlich anzuzeigen. Nach Abschluss der Arbeiten ist eine Rückbaudokumentation zu übergeben.

## 7.3 Heizen und Kühlen mit Erdwärme und Grundwasser

Die gesamte unterhalb der Erdoberfläche in Form von Wärme gespeicherte Energie bezeichnet man als geothermische Energie oder Erdwärme. Diese Wärme entsteht zum größten Teil durch radioaktive Zerfallsprozesse, die in der Erdkruste seit Jahrmillionen kontinuierlich

Wärme erzeugt haben und heute noch erzeugen. Im Durchschnitt erhöht sich die Temperatur im Untergrund jeweils auf 100 Meter Tiefe um etwa 3 °C (die sogenannte „Geothermische Tiefenstufe“). Nur ganz oberflächennah (etwa 20 bis maximal 25 m) wirken sich noch die Sonneneinstrahlung auf die Erdoberfläche und der Wärmekontakt des Bodens mit der Luft auf die Gesteinsschichten und das darin gespeicherte Grundwasser aus.

Die Nutzung von Erdwärme aus einer Tiefe bis maximal 400 Meter unter der Erdoberfläche wird als oberflächennahe Geothermie bezeichnet. Schon die vergleichsweise niedrigen Temperaturen in diesem Bereich lassen sich mit den heute zur Verfügung stehenden Technologien zur Beheizung von Gebäuden aller Art nutzen. Typische Anlagenarten dafür sind Erdwärmesonden, Erdwärmekollektoren und Brunnen-Systeme. Dabei wird dem Boden oder dem Grundwasser über die in einem geschlossenen Kreislauf zirkulierende Wärmeträgerflüssigkeit Wärme entzogen und mit einer Wärmepumpe auf die zum Heizen notwendige Temperatur angehoben. Bei geschickter Planung lassen sich solche Anlagen im Sommer auch zur Kühlung nutzen.

Erdwärme aus tieferen Erdschichten („tiefe Geothermie“) kann als Energiequelle zur Erzeugung von Wärme und Strom genutzt werden. Während die oberflächennahe Geothermie nahezu überall nutzbar ist, sind Anlagen zur Nutzung der Tiefengeothermie an bestimmte geologische Voraussetzungen gebunden. Besonders günstig dafür sind Gebiete mit einem erhöhtem Temperaturgradienten oder dem Vorkommen heißer Wässer im Untergrund.

Im Untergrund von Dresden lagern in Tiefen von mehreren Tausend Metern kristalline Gesteine, die wahrscheinlich keine erhöhte Wasserführung aufweisen (siehe Kap. 3.1). Um die in diesen Gesteinen gespeicherte geothermische Energie trotzdem nutzbar zu machen, wären ein künstliches Aufbrechen zur Schaffung von Wärmeübertragungsflächen (das sogenannte „fracking“) und das zusätzliche Einleiten von Wasser notwendig. International befinden sich diese Technologien derzeit in der Erprobung. Für Dresden ist die Nutzung von Tiefengeothermie nicht ausgeschlossen, bedarf aber noch umfangreicher Vorarbeiten.

### 7.3.1 Was ist bei der Errichtung von Erdwärmesonden zu beachten?

Die am häufigsten zur Nutzung der oberflächennahen Erdwärme genutzte Technik ist die Erd(wärme)sonde in Kombination mit einer Wärmepumpe. Erdsonden sind geschlossene Kunststoffrohrsysteme, die in meist 40 bis 100 Meter tiefen Bohrlöchern eingebaut werden. Im In-

Abb. 7.3-1

Erdkollektor, Erdwärmesonde, Brunnensystem mit zwei Brunnen (Quelle: Bayerisches Landesamt für Umwelt)



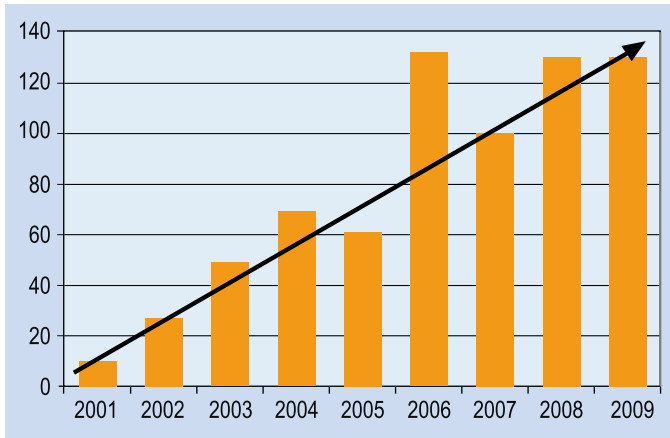


Abb. 7.3-2  
Anzahl der Erdwärmesondenanlagen im Stadtgebiet

neren zirkuliert ein Wasser-Sole-Gemisch, welches dem umgebenden Gestein Wärme entzieht. Mit einer Wärmepumpe wird die gewonnene Erdwärme anschließend auf das gewünschte Heiztemperaturniveau angehoben. Erdwärmesonden können sowohl als Einzelsonden für Ein- und Zweifamilienhäuser als auch als Sondenfelder für Wohnsiedlungen oder für größere Gebäudekomplexe eingesetzt werden. Auch in Dresden werden zunehmend Erdwärmesonden errichtet.

Nur sorgfältige Planung und ordnungsgemäße Ausführung gewährleisten eine gute Effizienz der Anlage sowie die langfristige Betriebssicherheit und schließen die Gefährdung des Grundwassers aus. So lassen sich Investitions- und Betriebskosten einer Erdwärmesondenanlage optimieren und Haftungsrisiken für den Betreiber vermindern.

**Rechtsgrundlagen** für den Bau und den Betrieb von Erdwärmesonden bilden in Sachsen das Wasserhaushaltsgesetz (WHG), das Sächsische Wassergesetz (SächsWG), das Bundesberggesetz (BBergG) und das Lagerstättengesetz (LgstG). Grundsätzlich muss jede geplante Erdsondenbohrung mindestens einen Monat vor dem Beginn der Bohrarbeiten bei der unteren Wasserbehörde angezeigt werden. Das für Dresden gültige Formular für die Anzeige gibt es im Internet ([www.dresden.de](http://www.dresden.de) → Rathaus Online unter dem Anliegen „Erdwärmesonden“).

Mit der Anzeige wird durch die Behörde geprüft, ob die Errichtung an dem konkreten Standort zugelassen werden kann, welches Verfahren erforderlich ist und welche besonderen Auflagen zum Schutz des Grundwassers angeordnet werden müssen.

Abb. 7.3-3  
Austritt von unter Druck stehendem Grundwasser aus Erdwärmebohrungen (Quelle: Schulz)



Ein wasserrechtliches Anzeigeverfahren ist meist ausreichend, wenn

1. der dauerhafte Wärmeentzug die Grenzen des Grundstückes nicht überschreitet (geschlossene Anlagen bis 30 kW) mit einem Abstand von mindestens 5 Meter zur Grundstücksgrenze) und
2. hydrogeologisch unkritische Verhältnisse vorliegen, insbesondere wenn kein Grundwasserleiter durch die Bohrung durchbohrt und keine Suspension in grundwassererfüllte Bereiche eingebracht wird und
3. die Bohrung nicht innerhalb
  - a) kontaminierter Bodenbereiche oder einer Grundwasserverunreinigung,
  - b) eines Überschwemmungsgebietes oder Gewässerrandstreifens liegt und
4. die Auswahl eines zertifizierten Bohrunternehmens eine sachgemäße Ausführung entsprechend der VDI-Richtlinie 4640 sicherstellt.

In hydrogeologisch unkritischen Gebieten reicht unter bestimmten Randbedingungen (siehe Kasten) bereits diese Anzeige aus. Mit den Arbeiten darf dann begonnen werden, wenn die schriftliche Bestätigung der Anzeige durch die Behörde vorliegt.

In allen anderen Fällen ist ein wasserrechtliches Erlaubnisverfahren durchzuführen. In hydrogeologisch sehr kritischen Bereichen ist dabei eine Einzelfallbeurteilung des Standortes durch die Fachbehörden notwendig. Die Arbeiten dürfen erst nach der Erteilung der wasserrechtlichen Erlaubnis unter Einhaltung der dort festgeschriebenen Auflagen und Bedingungen begonnen werden.

Bohrungen mit über 100 Meter Tiefe müssen zusätzlich gegenüber dem Sächsischen Oberbergamt angezeigt werden. Bei grundstücksübergreifenden Vorhaben kann ein bergrechtlicher Betriebsplan erforderlich werden. Außerdem gelten für alle Bohrungen Anzeige- und Ergebnismitteilungspflichten nach dem Lagerstättengesetz an das Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie /7.3-1/.

Grundsätzlich ist die Gewinnung von Erdwärme über Sonden fast überall im Stadtgebiet Dresden möglich. Eine Beeinträchtigung des Grundwassers durch den Wärmeentzug oder die Sondenbohrung selbst muss jedoch dabei ausgeschlossen werden. Absolut verboten ist die Errichtung von Erdsonden in den Trinkwasserschutzzonen I und II der Wasserwerke. Generell unzulässig ist auch der Eingriff in artesisch gespanntes Grundwasser. Darunter versteht man Grundwasser, das so stark unter Druck steht, dass es beim Anbohren über die Erdoberfläche ansteigt und austritt.



## Hydrogeologisch unkritische Gebiete

- Lage außerhalb von Trinkwasserschutzzonen,
- mäßige bis geringe Wasserdurchlässigkeit (KF-Wert > 10-4 m/s),
- ungegliederter geologischer Untergrund ohne ausgeprägten Stockwerksbau (keine Wechsellagerung wasserführender und wasserstauer Schichten)

## Hydrogeologisch kritische oder sehr kritische Gebiete

- Trinkwasserschutzzonen III,
- wasserwirtschaftlich bedeutsame Grundwasservorkommen,
- gespannte oder sogar über Flur gespannte (artesische) Grundwasserdruckverhältnisse,
- Auftreten unterirdischer Hohlräume,
- ausgeprägter Stockwerksbau hydraulisch wirksame Störungszonen

Dieses artesisches Grundwasser tritt im Kreidegrundwasserleiter auf, der in Teilen von Dresden in unterschiedlicher Tiefe anzutreffen ist (vgl. Kap. 3.2, Abb. 3.2-9).

Für die Beurteilung einer möglichen Gefahr für das Grundwasser sind die Untergrundeigenschaften wichtig. Man unterscheidet dabei hydrogeologisch unkritische von hydrogeologisch kritischen Gebieten.

Wo diese Gebiete im Stadtgebiet von Dresden jeweils auftreten, ist in der Abbildung 7.3-4 dargestellt. Bereits vor der Planung einer Erdsonde kann jeder Interessent damit schon einmal selbst überprüfen, ob für seinen Standort kritische Verhältnisse vorliegen und deshalb mit einem erhöhten Prüfaufwand oder gegebenenfalls mit einer Beschränkung der Bohrtiefe zu rechnen ist. Diese Karte steht mit einer ausführlichen Beschreibung zur Datengrundlage und Methodik auch im Internet im Themenstadtplan bereit ([www.dresden.de/themenstadtplan](http://www.dresden.de/themenstadtplan)).

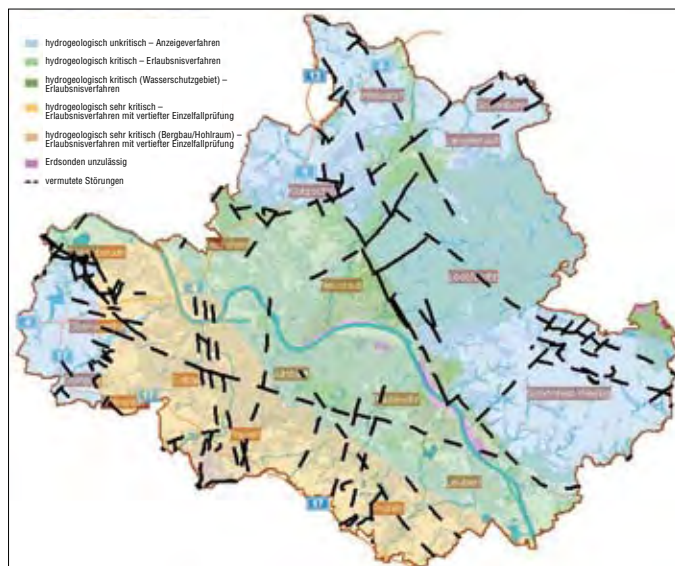


Abb. 7.3-4  
Übersichtskarte zur Ausweisung hydrogeologisch kritischer Gebiete für die Errichtung von Erdwärmesonden

Die Karte ist stark schematisiert und gibt eine am derzeitigen Kenntnisstand über die Geologie orientierte erste Einordnung wieder. Besonders kompliziert ist dabei die Bewertung des möglichen Auftretens gespannter bzw. artesischer Grundwasserdruckverhältnisse, die aufgrund der nach Nordosten in den Untergrund abtauchenden Schichten je nach konkretem Standort in ganz unterschiedlicher Tiefe zu erwarten sind. Der Bereich, in dem Bohrungen bereits bei einer Bohrtiefe von weniger als 100 Meter artesisch gespanntes Wasser antreffen können, ist als „hydrogeologisch sehr kritisch“ ausgewiesen. In diesem Gebiet wird die untere Wasserbehörde geplante Erdsondenanlagen in jedem Fall einer intensiven standortbezogenen Einzelfallprüfung unterziehen und in deren Ergebnis die zulässige Sondentiefe begrenzen oder eine Erlaubnis gänzlich versagen.

Mit der Übersichtskarte kann keinerlei Gewähr dafür übernommen werden, welche Verhältnisse am konkreten Bohrstandort tatsächlich anzutreffen sind. Beispielsweise kann auch in den als hydrogeologisch unkritisch gekennzeichneten Gebieten das Erbohren stark wasserführender Klüfte (Spalten) oder kleinräumiger artesisch gespannter Wasservorkommen zu erheblichen bohrtechnischen Problemen führen. Im Extremfall müssen Bohrungen auch ergebnislos abgebrochen werden! Beispiele dafür gibt es im Stadtgebiet bereits. Die Einschätzung der konkreten Standortverhältnisse und der daraus resultierenden Anforderungen an die Bohrtechnik ist Aufgabe des Planers. Weiterführende Hinweise gibt auch der Leitfaden des Freistaates Sachsen zur Nutzung von Erdwärme mit Erdsonden ([www.smul.sachsen.de/lfulg](http://www.smul.sachsen.de/lfulg)).

Für den optimalen Betrieb einer Erdwärme-Anlage ist die richtige Einschätzung der geothermischen Bedingungen am Standort unerlässlich. Diese hängen von den Eigenschaften der am Standort angetroffenen Böden und Gesteine und von deren Wasserführung ab. Da die geologischen Verhältnisse und die Grundwasserstände von Ort zu Ort ganz unterschiedlich sind, ist ihre Kenntnis eine wichtige Voraussetzung für die Planung der Anlage.

Informationen zu den geologisch/hydrogeologischen Verhältnissen liegen beim Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, aber auch in den Archiven anderer Behörden, Forschungseinrichtungen und Bibliotheken vor.

Aus der geologischen Schichtenfolge lässt sich die mögliche geothermische Entzugsleistung am Standort ermitteln. Auf der Basis des

typische Entzugsleistungen für Erdwärmesonden nach VDI 4640:

- trockener Sand: 25 bis 20 W/m
- nasser Sand: 80 bis 65 W/m
- Ton, feucht: 60 bis 40 W/m
- Basalt: 65 bis 55 W/m
- Gneis, Granit: 85 bis 70 W/m /7.3-2/

Wärmebedarfs kann die Anzahl der benötigten Sonden und die erforderliche Bohrtiefe festgelegt werden.

Erdwärmebohrungen werden derzeit von vielen, qualitativ sehr unterschiedlichen Firmen im Markt angeboten. Fehler in Planung oder Ausführung können aber auf lange Sicht sehr teuer werden. Aus diesem Grund sollten Bauherren sich für die Planung an erfahrene Ingenieurbüros wenden und nur zertifizierte Bohrunternehmen (nach „DVGW W120“ oder mit dem Gütesiegel des Bundesverbandes Wärmepumpe e. V.) mit der Ausführung der Bohrungen beauftragen /7.3-3/.

### Hinweise für die praktische Ausführung

- Vor Bohrbeginn ist zu klären, wohin die benötigte Spülflüssigkeit abgeleitet wird. Auch Kanaleinläufe (die „Schleuse“) führen als Regenkanal oft zum nächsten Gewässer! Bei Gewässerverunreinigung droht ein Strafverfahren.
- Als Sonde sollte vorzugsweise eine Komplettsonde mit vorinstallier-

tem Sondenfuß und werksseitiger Schweißung benutzt werden.

- Die Sonde muss den Qualitätskriterien der DIN 4046 entsprechen und sollte vor dem Einbau auf eventuelle Schäden wie sichtbare Riefen und Abnutzungsstellen geprüft werden. Qualitätssonden aus vernetzten Materialien wie PE-X sind widerstandsfähiger gegen Beschädigung.
- An jeder Sonde sind drei Druckprüfungen vorgeschrieben. Die Prüfprotokolle gehören in die Akte des Bauherrn!
- Beim Einbau der Sonden sind Abstandshalter wichtig, die verhindern, dass die Rohre sich gegenseitig berühren. Mindestens alle 3 Meter sollte ein Abstandshalter eingebaut werden.
- Nur eine ordnungsgemäße Hinterfüllung der Sonde mit einer Bentonit-Zement-Suspension gewährleistet den optimalen Wärmetransport und die zuverlässige Abdichtung des Bohrloches. Das Material muss eine gleichmäßige Dichte von mehr als 1,5 g/m<sup>3</sup> aufweisen. Fertigmischungen sind dem Anmischen auf der Baustelle vorzuziehen.
- Die Hinterfüllung darf nicht von oben in das Bohrloch gekippt werden! Sie muss immer von unten nach oben in die Bohrung eingebracht werden bis das Material an der Oberfläche austritt.
- Eine ausführliche Einweisung in die Anlage, in die Wartung und das Verhalten bei Störfällen ist wichtig. Die ausführende Firma ist nach der VDI-Richtlinie 4046 dazu verpflichtet!

### 7.3.2 Möglichkeiten zur Nutzung von Grundwasser-Wärmepumpen in Dresden

In Gebieten mit günstigen hydrogeologischen Eigenschaften wie dem Dresdner Elbtal sind Grundwasser-Wärmepumpen eine effiziente Alternative zu Erdwärmesonden. Das Grundwasser ist eine hervorragende Wärmequelle. Die im Vergleich zur Lufttemperatur nahezu gleich bleibende Grundwassertemperatur ermöglicht bei sachgerechter Auslegung die Installation einer Grundwasserwärmepumpe als alleinige Heizquelle.

Mit Grundwasserwärmepumpen wird der Wärmeinhalt des Grundwassers als regenerative Energiequelle für Heiz- und Kühlzwecke genutzt. Dazu wird über einen Entnahmebrunnen Grundwasser gefördert, dem mittels Wärmetauscher Energie entzogen (Heizzwecke) bzw. zugeführt (Kühlzwecke) wird. Anschließend wird das thermisch veränderte Grundwasser wieder in denselben Grundwasserleiter zurückgegeben.

Die Wärmeeinspeisung in das oberflächennahe Grundwasser erfolgt im Wesentlichen durch Sonneneinstrahlung und versickernde Niederschläge. Die jahreszeitlichen Temperaturschwankungen sind daher

Derzeit am weitesten verbreitet sind Anlagen mit Grundwasserförderung, Wärmeentzug über Wärmetauscher in direktem Kontakt mit dem Grundwasser und anschließender Wiedereinleitung des abgekühlten Grundwassers über Rückgabebrunnen. Bei ungünstiger chemischer Beschaffenheit des Grundwassers müssen Entnahme und Wiedereinleitung in einem geschlossenen System erfolgen und die Anlage muss über einen Zwischenkreislauf verfügen. Damit wird verhindert, dass das geförderte Grundwasser mit der Atmosphäre in Kontakt kommt und sich dadurch chemisch verändert. Der Zwischenkreislauf kann mit Wasser oder einem Wärmeträgergemisch befüllt sein. In Wasserschutzgebieten soll durch Installation eines Zwischenkreislaufs vermieden werden, dass die in der Wärmepumpe enthaltenen Betriebsmittel (Kältemittel und Öl) im Leckagefall direkt in das Grundwasser gelangen. Im Zwischenkreislauf darf hier als Wärmeträgerflüssigkeit nur Wasser verwendet werden.



Abb. 7.3-5  
Grundwasser-Wärmepumpen gibt es in Dresden hauptsächlich im Elbtal

an der Grundwasseroberfläche am größten und nehmen mit der Tiefe stark ab. Ab einer Tiefe von etwa 10 bis 15 Meter sind keine relevanten atmosphärisch bedingten jahreszeitlichen Temperaturschwankungen mehr nachweisbar. Besonders in der Nähe von infiltrierenden oberirdischen Gewässern sind allerdings erhebliche Temperaturschwankungen mit vergleichsweise niedrigen Grundwassertemperaturen in den Wintermonaten möglich, die den Betrieb von Grundwasserwärmepumpen stark einschränken oder verhindern können /7.3-4/.

Um eine effiziente Anlage mit langer Betriebsdauer zu bauen, sind bei Planung und Ausführung sowohl Aspekte der Grundwassernutzung als auch die Anforderungen an Heiztechnik und Anlagenbetrieb zu berücksichtigen und aufeinander abzustimmen. Für Planung und Bau von Grundwasserwärmepumpenanlagen sowie den damit kombinierten Heizungsanlagen sind qualifizierte Fachfirmen einzuschalten.

Der Bau einer Grundwasserwärmepumpenanlage setzt voraus, dass am geplanten Standort geeignete hydrogeologische Verhältnisse vorliegen. Der Betrieb der Anlage muss so erfolgen, dass keine Schutzgüter, insbesondere das Grundwasser, gefährdet und die Interessen der Nachbarn nicht mehr als vertretbar beeinträchtigt werden.

Für Anlagen zum Beheizen und Kühlen von Ein- bis Zweifamilienhäusern werden Wassermengen von wenigen Litern Grundwasser pro Sekunde benötigt. Diese sind im Dresdner Elbtal in der Regel vorhanden (Abbildung 7.3-5). Standorte mit kleinen Einzugsgebieten, großen saisonalen Wasserstandsschwankungen und/oder geringen Grundwassermächtigkeiten sind nur eingeschränkt für Grundwasserwärmepumpenanlagen geeignet. Bereiche mit hohen Grundwasserflurabständen sind aus wirtschaftlicher Sicht meist ungeeignet. Wichtig sind außerdem eine ausreichende „technische Ergiebigkeit“ des Entnahmebrunnens (wird durch den Ausbau des Brunnens bestimmt) und eine ausreichende Schluckfähigkeit des Rückgabebrunnens.

## Auswirkungen von Entnahme und Wiedereinleitung des Grundwassers

Im Zusammenhang mit der Entnahme und Rückgabe des thermisch genutzten Grundwassers sind folgende Auswirkungen zu berücksichtigen:

- Ausbildung eines Absenktrichters um den Entnahmekosten,
- Aufhöhung des Grundwasserspiegels durch die Rückgabe,
- Ausbildung lokaler Temperaturveränderungen im Grundwasserabstrom.

Grundwasserwärmepumpen haben bei Veränderung der Grundwassertemperatur von 6 °C im Temperaturbereich zwischen 0 und 20 °C nur geringe Auswirkungen auf die chemischen und physikalischen Eigenschaften des Grundwassers.

Die Löslichkeit von Gasen im Grundwasser und die Grundwasserfauna zeigen allerdings eine sensible Abhängigkeit von der Grundwassertemperatur. Mikroorganismen bauen im Grundwasserleiter organische Substanzen ab und reinigen damit das Grundwasser. Wachstum, Vermehrung und Stoffwechsel der im Grundwasser lebenden Mikroorganismen sind an relativ enge Temperaturbereiche gebunden. Temperaturänderungen im Grundwasserleiter können somit die biologische Aktivität der Mikroorganismen und die Zusammensetzung der Fauna beeinflussen.

Das Wasserhaushaltsgesetz (WHG) untersagt das Einleiten von Stoffen in das Grundwasser, wenn eine Verunreinigung oder eine sonstige nachteilige Veränderung seiner Eigenschaften zu besorgen ist (§ 48 Abs. 1 WHG). Aus Sicht des Grundwasserschutzes gilt daher die Prämisse, dass aus Gründen des nachhaltigen Umweltschutzes ein vorsichtiger Umgang bei der Wärmebewirtschaftung des Grundwassers erfolgen muss.

Temperaturveränderungen sind dann tolerierbar, wenn sie innerhalb der natürlichen Schwankungsbreite bleiben. Zur Beurteilung können die in der Tabelle 7.3-1 zusammengestellten Einleitungstemperaturen in den Grundwasserleiter herangezogen werden.

	Zulässige Temperatur bzw. Temperaturänderung
Temperaturveränderung des einzuleitenden Wassers gegenüber der Entnahmetemperatur des Grundwassers	± 6 °C
Mindesttemperatur des einzuleitenden Wassers	> 5 °C
Höchsttemperatur des einzuleitenden Wassers	< 20 °C

Tabelle 7.3-1  
Einleitungstemperaturen für thermisch genutztes Grundwasser /7.3-4/

In der Regel erfolgt die Wiedereinleitung des genutzten Grundwassers in den Untergrund über einen Rückgabe- oder Reinfiltrationsbrunnen. Rückgabebrunnen müssen in ausreichendem Abstand grundwasserabstromig oder seitstromig zum Entnahmekosten platziert werden, um einen hydraulischen bzw. thermischen Kurzschluss (Rückströmen des abgekühlten Wassers zum Entnahmekosten) und eine damit verbundene Abnahme der Wärmeentzugsleistung zu vermeiden.

Bei der Rückgabe des thermisch genutzten Grundwassers in den Grundwasserleiter entsteht eine Temperaturfahne in Grundwasserabstromrichtung. Temperaturfahnen können ein Konfliktpotenzial bergen, da sie in der Regel über das Grundstück des Bauherrn hinaus reichen

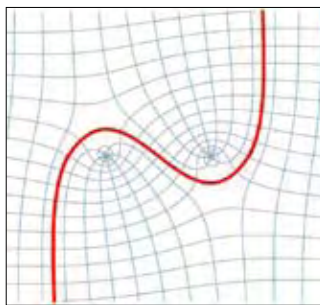


Abb. 7.3-6  
Entnahme- und Infiltrationsbrunnen im Strömungsfeld; die Wasserscheide (rote Linie) teilt die von den Brunnen beeinflussten Bereiche (nach /7.3-5/)

und sich über mehrere Grundstücke erstrecken können. Bei zu starker Absenkung der Temperatur kann es bei einem Unterlieger, der auch eine Grundwasserwärmepumpenanlage betreibt, zur Leistungsminde- rung oder im Extremfall sogar bis zum Versagen der Anlage kommen. Mit sogenannten Temperaturfeldberechnungen kann vorab bereits geprüft werden, ob Interessenskonflikte durch eine neu geplante Anlage zu erwarten sind. Die Berechnungen dienen der Feststellung, ob Unterlieger potenziell beeinflusst werden können. Sie müssen sowohl das Temperaturfeld für eine angenommene mittlere Jahresentnahme als auch für Spitzenlasten beim Anlagenbetrieb in den Wintermonaten beinhalten.

**Rechtsgrundlagen** für den Bau und den Betrieb von Grundwasser-Wärmepumpen bilden in Sachsen das Wasserhaushaltsgesetz (WHG) und das Sächsische Wassergesetz (SächsWG).

Der Betrieb einer Grundwasserwärmepumpenanlage ist nur mit einer wasserrechtlichen Erlaubnis der unteren Wasserbehörde zulässig. Für das Wasserrechtsverfahren ist einerseits die Anzeige der geplanten Bohrarbeiten für den Brunnenbau und zum anderen der Antrag auf die wasserrechtliche Erlaubnis für das Entnehmen und Wiedereinleiten des Grundwassers erforderlich. Beide Verfahren können gemeinsam geführt werden. Die für Dresden gültigen Formulare für die Bohranzeige und für den Wasserrechtsantrag gibt es im Internet ([www.dresden.de](http://www.dresden.de) → Rathaus Online) unter dem Anliegen „Wasserrechtliche Verfahren, Antragsunterlagen“.

Die untere Wasserbehörde prüft, ob das Vorhaben in einem Wasserschutzgebiet liegt, ob sich das Grundstück auf oder im Umfeld einer Altlastenverdachtsfläche befindet oder sonstige regionale Besonderheiten (artesisch gespanntes Grundwasser, thermische Vorbelastungen usw.) zu beachten sind. Daraus können sich besondere Auflagen für das Vorhaben ergeben. Die wasserrechtliche Erlaubnis wird in der Regel befristet erteilt.

Im Einzelnen müssen die folgenden Punkte bei der Planung beachtet und bereits bei der Anzeige nachgewiesen werden:

- Die Entnahme darf nur aus dem obersten Grundwasserstockwerk erfolgen. Die wesentlichen Voraussetzungen für eine Grundwasserbenutzung sind der Nachweis der möglichen Bedarfsdeckung durch einen Pumpversuch (mindestens 24 Stunden) sowie eine geeignete Grundwasserbeschaffenheit.
- Die Rückleitung des gesamten entnommenen Grundwassers muss mittels Rückgabebrunnen in denselben Grundwasserleiter erfolgen. Dadurch wird gesichert, dass der Grundwasserhaushalt nicht dauerhaft quantitativ verändert wird.
- Durch die Absenkung des Grundwasserspiegels bei der Entnahme dürfen keine Setzungsschäden entstehen und bei der Grundwasserrückgabe in den Grundwasserleiter dürfen benachbarte Bauwerke nicht vernässt werden.

In allen Fällen muss der Wasserrechtsantrag neben einer Beschreibung des Vorhabens konkrete Aussagen über die Auswirkungen der Benutzungen – insbesondere über das sich durch die Wiedereinleitung ergebende Temperaturfeld – enthalten. Damit wird geprüft, ob durch die Benutzung des Grundwassers, d. h. durch seine Abkühlung oder Erwärmung, Nachteile für einen Dritten entstehen können. Dies kann zum Beispiel der Fall sein, wenn im unmittelbaren Abstrom der beantragten Anlage bereits eine andere Grundwasserwärmepumpe betrieben wird. Es muss sichergestellt sein, dass grundwasserabstromig gelegene Anlagen hydraulisch oder thermisch nicht mehr als zumutbar beeinträchtigt und in ihrer Funktion eingeschränkt werden; thermische und hydraulische Auswirkungen auf Nachbaranlagen können zu einer Ablehnung des Antrages führen!

Die Umweltauswirkungen von größeren Anlagen, Brunnenfeldern oder engräumig benachbarten Anlagen erfordern detaillierte Betrachtungen, bei denen auch der gleichzeitige Betrieb mehrerer Brunnen und der Einfluss von Entnahmevariationen berücksichtigt werden.

### Hinweise für die praktische Ausführung

- Wenn die hydrogeologischen Verhältnisse an einem gewünschten Standort nicht ausreichend bekannt sind, sollte in einem ersten Schritt eine Erkundungsbohrung abgeteuft werden. Diese Bohrung kann bei gutem Ergebnis danach als Entnahmehrunden ausgebaut werden.
- Die Brunnen sind nach den anerkannten Regeln der Technik zu errichten. Das beauftragte Unternehmen muss für die Bohrungen und den Brunnenbau entweder nach DVGW W120 zertifiziert sein oder vergleichbare Voraussetzungen aufweisen /7.3-3/ .
- Getrennte Grundwasserstockwerke dürfen nicht hydraulisch kurzgeschlossen werden.
- Bei allen Brunnen ist eine Abdichtung des Ringraumes um die Verrohrung bzw. den Schacht einzubringen, damit kein Oberflächenwasser über die Bohrung in den Grundwasserleiter gelangen kann.
- Entnahme- und Rückgabehrunden müssen so bemessen werden, dass der von der Wärmepumpe benötigte Grundwasserzufluss und dessen Wiedereinleitung auch bei Spitzenlasten im Winter noch gewährleistet sind.
- Das entnommene Wasser darf nur zum Betrieb der Wärmepumpe verwendet werden. Zwischen dem Leitungssystem für die Wärmenutzung und dem öffentlichen Wasserleitungsnetz dürfen keinerlei Verbindungen bestehen. Das für die Grundwassernutzung erforderliche Leitungsnetz ist als geschlossenes System auszuführen und muss gut erkennbar gekennzeichnet werden.
- Zur Feststellung der entnommenen Wassermenge sowie der Temperaturen des Grundwassers bei der Entnahme und vor der Wiedereinleitung sind geeignete Messgeräte zu installieren.
- Das dem Grundwasserkörper entnommene Wasser ist demselben restlos wieder zuzuführen. Fremdwasser dürfen nicht in die Brunnen eingeleitet werden. Die Wiedereinleitung des Grundwassers muss grundsätzlich unterhalb des Wasserspiegels erfolgen.
- Es ist eine Sicherheitseinrichtung einzubauen, welche die Anlage abschaltet, wenn ein Überlaufen droht. Die Wärmepumpe muss mit einem Druckwächter ausgerüstet sein, der bei Druckabfall im Kältemittelkreislauf die Anlage abschaltet und ein in der Ableitung zum Rückgabehrunden anzuordnendes Sicherheitsventil automatisch schließt.
- Wenn die Anlage nicht mehr genutzt wird, sind die Brunnen nach den jeweiligen Regeln der Technik zurück zu bauen. Die Stilllegung und der Rückbau der Brunnen sind der unteren Wasserbehörde anzuzeigen.

### 7.3.3 Raumklimatisierung mit Grundwasser

Neben der Beheizung gewinnt auch die Klimatisierung von Gebäuden in Dresden zunehmend an Bedeutung. Gründe dafür sind nicht nur die gestiegenen Ansprüche an ein komfortables Raumklima in Büro- oder Wohngebäuden sondern auch technische Anforderungen an eine konstante Raumtemperatur und Raumluftfeuchtigkeit wie zum Beispiel zum Schutz der wertvollen Kunstschatze im Dresdner Schloss und im Zwinger, im neu errichteten Staatsdepot der Sächsischen Kunstsammlungen sowie zur Sicherung der Funktionsfähigkeit von empfindlicher Technik in Serverzentralen. Für die Abkühlung von Raumluft um 1 Grad wird bei konventionellen, mit Elektroenergie betriebenen Klimaanlage etwa 1,5-mal so viel Energie benötigt, wie für die Erwärmung der Raumluft um die gleiche Differenz. Zur Vermeidung zusätzlicher CO<sub>2</sub>-Emissionen sollten daher gerade für die Kühlung und Entfeuchtung von Raumluft umweltschonendere und CO<sub>2</sub>-ausstoßärmere Technologien eingesetzt werden.

Zur Rückkühlung von Kältemaschinen kann neben Elektroenergie auch Luft oder Wasser genutzt werden, wobei besonders in den Sommermonaten der Einsatz von Grundwasser eine sehr effiziente Energiequelle darstellt. Grundwasser kann auch als Kühlmedium in Passivkühlelementen in Gebäuden eingesetzt werden. Hier wird zwar nur für die Grundwasserförderung und -zirkulation Elektroenergie benötigt, allerdings ist der Wirkungsgrad gegenüber grundwassergekühlten Wärmepumpenanlagen geringer. Die Nutzung von Grundwasser für die Klimatisierung ist an mehrere Voraussetzungen gebunden:

- Grundwasser muss in ausreichender Menge vorhanden und gewinnbar sein.
- Bestehende Wasserrechte Dritter, nahe gelegene Gebäude und Flächennutzungen, naturschutzfachlich schützenswerte Objekte (wie Biotop, Bäume, Standgewässer usw.) dürfen nicht negativ beeinflusst werden.
- Für eine effiziente Kältegewinnung sollte die Temperatur des zuströmenden Grundwassers am Standort auch unter Beachtung des jahreszeitlichen Temperaturganges 15 °C nicht überschreiten.
- Es müssen Möglichkeiten zur Ableitung des im Kühlprozess aufgeheizten Grundwassers vorhanden sein. Das kann eine Re-Infiltration des erwärmten Grundwassers in den Untergrund, eine Einleitung in ein nah gelegenes oberirdisches Gewässer oder in das Kanalisationssystem sein.
- Die Grundwasserqualität sollte aus wirtschaftlichen Gründen die Anforderungen für eine Ableitung – beispielsweise in ein oberirdisches Gewässer – ohne zusätzliche Aufbereitungsmaßnahmen erfüllen.

Das für die Kühlung benötigte Grundwasser kann in Dresden aus dem oberen, pleistozänen Grundwasserleiter über Brunnen gewonnen werden. Über Rohrleitungen wird das geförderte Wasser in die Klimazentralen der Objekte geleitet. Hier befinden sich Kältemaschinen, deren Kühlflüssigkeit mit dem gehobenen Grundwasser rückgekühlt wird. Dabei heizt sich das Grundwasser auf, verändert sich jedoch chemisch nicht. Um das Grundwasser wieder in den Wasserkreislauf zurück zu führen, wird es entweder wieder in den Untergrund versickert (re-infiltriert) oder in die Elbe eingeleitet.

Für die Ableitung des erwärmten Grundwassers in die Elbe können gegenüber einer Versickerung in den Untergrund meist höhere Einleitertemperaturen zugelassen werden, denn auch bei Niedrigwasser in der Elbe beträgt das Verhältnis von abgeleitetem Wasser und Elbewasser etwa 1 : 10 000. Damit kann das zur Rückkühlung genutzte Grundwasser stärker erwärmt werden, was über eine höhere Temperaturspreizung zwischen Entnahme- und Ableitungstemperatur eine deutliche

Anlage	erlaubte jährliche Entnahmemenge in m <sup>3</sup>	Ableitung des Wassers
Deutsches Hygienemuseum Dresden	120 000	Reinfiltration
Zentraler Kälteverbund Semperoper – Dresdner Schloss – Dresdner Zwinger	420 000	Einleitung in die Elbe
Zentrale Kälteversorgung Neumarkt	550 132	Einleitung in die Elbe
Albertinum (Zentraldepot der Sächsischen Kunstsammlungen)	60 000	Einleitung in die Elbe
Sächsisches Landesarchiv	20 000	Reinfiltration
Polizeidirektion Obere Elbe - Osterzgebirge	240 000	Reinfiltration
Finanzamt Dresden III	125 000	Reinfiltration
Zentrale Kälteversorgung Wiener Platz	395 941	Reinfiltration
Bürogebäude Schützenplatz	25 000	Reinfiltration
Sachsen-Kälte GmbH	23 000	Reinfiltration

Tabelle 7.3-2  
Zusammenstellung von grundwassergekühlten Kälteanlagen in Dresden

Erhöhung der Anlageneffizienz zur Folge hat. Es ist jedoch zu beachten, dass nah beieinander gelegene Einleitstellen zu Summationseffekten führen können. Deshalb wird über zulässige Einleittemperaturen durch die Behörde immer im Einzelfall entschieden. Zentrale Anlagen, die mehrere Abnehmer versorgen können und dabei nur eine Entnahme- und Einleitstelle benötigen, sind dadurch grundsätzlich von Vorteil.

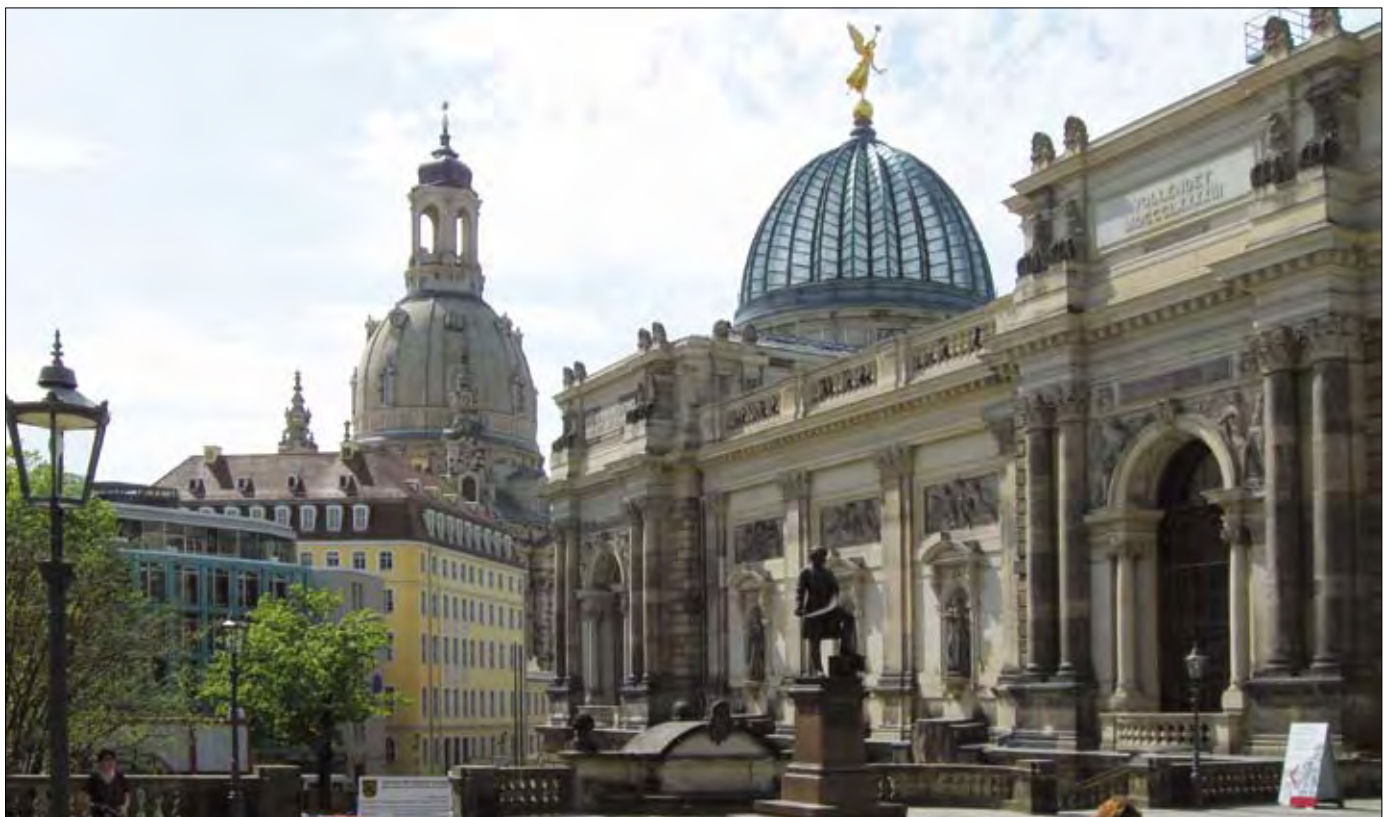
In Dresden gibt es derzeit zehn größere Anlagen, in denen Grundwasser zur Kühlung oder Klimatisierung der Raumluft genutzt wird. Bei der Mehrzahl der Anlagen wird das entnommene Grundwasser nach der Nutzung in den Grundwasserleiter reinfiltriert.

Ein gelungenes Beispiel für eine zentrale Kälteversorgung ist am Dresdner Neumarkt entstanden. Nachdem der Neumarkt mit der Frauenkirche seinen glanzvollen Mittelpunkt wiederbekommen hat, gewinnt er mit jedem neuen Quartier Schritt für Schritt auch seinen Raum wie-

der. Zugleich sollten aufgrund des hohen Anspruches an die architektonische Qualität der neu entstehenden Gebäude keine haustechnischen Anlagen die Dachlandschaft prägen. Deshalb ist bei der Erschließungsplanung auf Initiative des Umweltamtes der Landeshauptstadt Dresden von Beginn an die Idee einer zentralen Kälteversorgung verfolgt worden, die eine Vielzahl von kleinen Kälteanlagen und Rückkühlwerken in und auf den Gebäuden am Neumarkt ersparen sollte.

Die DREWAG als städtischer Versorger hat sich dieser anspruchsvollen Aufgabe angenommen und in den vergangenen Jahren ein zentrales Kälteversorgungssystem am Neumarkt aufgebaut, dessen Kälteanlage selbst im Untergeschoss des Kulturpalastes untergebracht ist. Zur Rückkühlung wird Grundwasser gefördert, das die Abwärme der Kälteanlage aufnimmt und dann mit einer Temperatur von etwa 25 bis 30 °C in die Elbe abgeleitet wird.

Abb. 7.3-7  
Historische Bauten um den Dresdner Neumarkt







#### Installierte Kälteleistung

■ Ausbaustufe 1	2 500 kW
■ Endausbau geplant	4 500 kW

#### Kaltwasserparameter

■ Vorlauftemperatur	6 °C
■ Rücklauftemperatur	14 °C

#### Kühlwasserparameter

■ Max. Rückkühlleistung	5 200 kW
■ Grundwassertemperatur	14 °C
■ Max. Grundwasserdurchsatz	240 m³/h

Abb. 7.3-8

Turbokältemaschine 1,8 MW: Große Leistung ohne großen Lärm – darüber spielt die Philharmonie /7.3-6/ (Quelle: DREWAG)

Die enge Bebauung des Areals bietet nicht genügend Platz für die Errichtung einer Brunnengalerie. Zur Fassung der benötigten Wassermenge wurde deshalb ein Horizontalfilterbrunnen errichtet. Aufgrund der Erfahrungen an umliegenden Anlagen wurde auch die relativ hohe mittlere Grundwasser-Jahrestemperatur von 14,5 °C von vornherein im technischen Konzept berücksichtigt.

Die Grundwasserressourcen in der historischen Altstadt Dresdens werden intensiv genutzt. Eine zu große Absenkung des Grundwasserstandes kann zu einem Risiko für die Fundamente der historischen Bauwerke, aber auch der wiedererrichteten Frauenkirche werden. Aus diesem Grund ist eine ständige Beobachtung und Kontrolle der Grundwasserförderung und der Auswirkung auf den Grundwasserleiter unerlässlich. Die Grundwasserstände werden an den Brunnenfiltern sowie in mehreren umliegenden Grundwassermessstellen kontinuierlich aufgezeichnet und sind mit automatischen Warn- und Alarmlmeldungen hinterlegt.

Um im Fall kritischer Grundwasserstände der Kälteversorgung die Versorgungssicherheit zu erhalten, wird gegenwärtig die Verbindung zu einer leistungsfähigen Kälteanlage mit Verdunstungskühler hergestellt. Damit ist auch in Teillastfällen eine Kälteversorgung ohne Inanspruchnahme von Grundwasser möglich.

Auch auf den Liegenschaften des Freistaates Sachsen werden in Dresden seit Ende der 1990er Jahre verstärkt innovative Technologien in der Klimatechnik eingesetzt. Zahlreiche im Umbau befindliche Gebäude, deren Nutzung eine Raumklimatisierung erfordert, wurden und werden mit grundwasserbasierten Klimaanlageanlagen nachgerüstet.



■ Energiebedarf	700 kW
■ Entnahmebrunnen	3
■ Infiltrationsbrunnen	5
■ maximale Grundwasserentnahme	120 m³/h

Abb. 7.3-9

Deutsches Hygienemuseum Dresden

Als erstes Dresdner Museum wurde das Deutsche Hygienemuseum bereits im Jahr 2000 mit einer Klimabrunnenanlage für die Klimatisierung der Museumsräume ausgestattet. Über drei Entnahmebrunnen dürfen maximal 120 m³ Grundwasser pro Stunde entnommen, um 5 Kelvin erwärmt und über eine Brunnengalerie an der Herkulesallee wieder reinfiltriert werden.

Im Jahr 2003 wurde der Zentrale Kälteverbund Semperoper – Dresdner Schloss – Dresdner Zwinger mit einer grundwasserbasierten Klimatisierung von Museums- und Besucherräumen in Betrieb genommen. Mit der aus insgesamt acht Entnahmebrunnen bestehende Anlage wird vor allem in den Sommermonaten die Raumluft dieser Objekte gekühlt und entfeuchtet. Der Energiebedarf für die Rückkühlung beträgt 1,2 Megawatt. Dafür werden pro Jahr bis zu 420 000 m³ Grundwasser gefördert und nach der Nutzung in die Elbe eingeleitet. Die Maximalkapazität der Anlage beträgt 120 m³/h /7.3-7/.

Abb. 7.3-10

Die Semperoper – mit Grundwasser gekühlt





Abb. 7.3-11  
Brunnenbau an der Semperoper



Abb. 7.3-12  
Brunnenstube mit wassertechnischer Ausrüstung

Mit dem Grundwasser wird die Klimatisierungsgrundlast der Objekte abgesichert. Die Spitzenlasten werden über luftgekühlte Kältemaschinen realisiert. Die kombinierte Nutzung von zwei Rückkühlmedien schafft eine Redundanz der alternativen Energiequellen und erhöht die Betriebssicherheit der Anlage, da Grundwasserdargebot und Lufttemperatur natürlichen Schwankungen unterliegen.

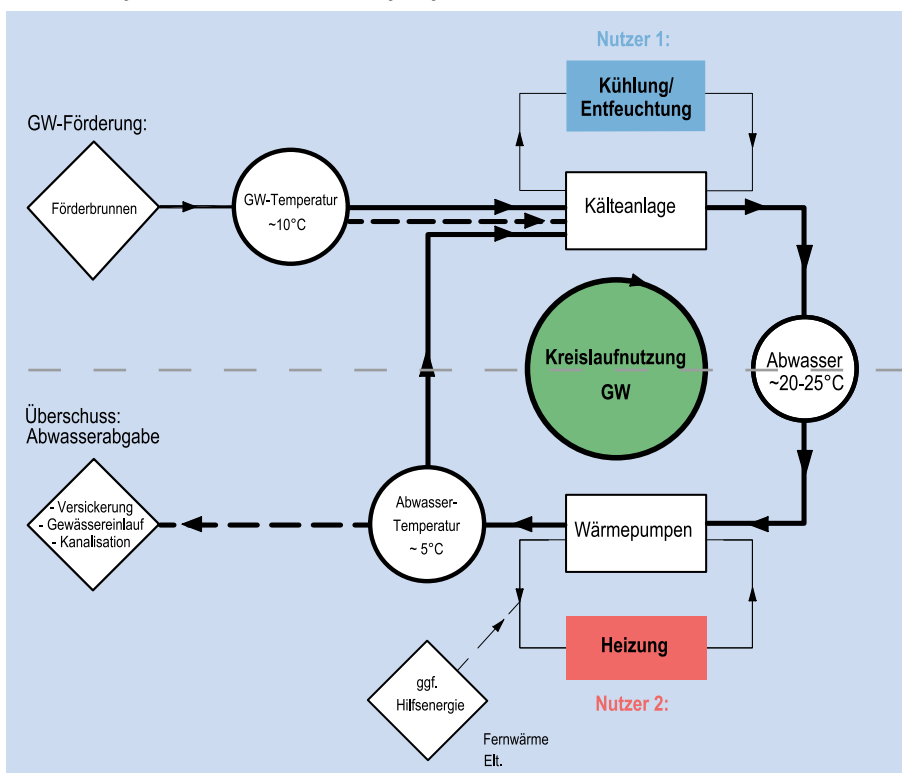
Die Effizienz und Wirtschaftlichkeit von grundwassergekühlten Klimaanlageanlagen lassen sich deutlich erhöhen, wenn es gelingt, das durch den Kühlungsprozess aufgeheizte Grundwasser einer Nachnutzung zuzuführen. Beispielsweise kann das Grundwasser in der Winterperiode zur Beheizung genutzt werden. Das Grundwasser muss dafür weiter aufgeheizt werden und kann nach dem Durchlauf der Wärmepumpe abgekühlt für den Kühlwasserkreislauf der Kältemaschine genutzt werden. Durch die Kopplung dieser Nutzungsarten wird vor allem in der Winterperiode der Grundwasserbedarf auf ein Minimum reduziert.

Gleichzeitig wird dadurch die Anlagenkapazität deutlich verkleinert, was zu einer erheblichen Reduzierung der Investitionskosten für die Brunnenanlagen und einer Verkürzung der Amortisationszeiten führt.

#### ■ 7.4 Bauen und Grundwasser – ein Problem?

Baumaßnahmen im Untergrund reichen im Elbtal oft bis in das Grundwasser hinein. Schon bei der Planung von Bauvorhaben muss deshalb nicht nur der Schutz des Bauwerkes vor dem Grundwasser angemessen beachtet werden. Auch der Schutz des Grundwassers vor den Auswirkungen von Bebauung ist wichtig und gesetzlich vorgeschrieben. Nach dem Wasserhaushaltsgesetz (WHG) ist das Grundwasser flächendeckend vor Verunreinigungen und sonstigen nachteiligen Veränderungen seiner Eigenschaften zu schützen. Bei Baumaßnahmen im Grundwasser dürfen deshalb keine Schadstoffe freigesetzt werden.

Abb. 7.3-13  
Kreislaufnutzung von Grundwasser zur Effizienzsteigerung



Der Untergrund darf außerdem nicht so stark verbaut werden, dass der freie Durchfluss des Grundwassers behindert wird.

#### 7.4.1 Grundwasserabsenkung

Für das Freihalten der Baugrube von Grundwasser ist bei vielen Bauvorhaben im Elbtal eine sogenannte „bauzeitliche Grundwasserabsenkung“ erforderlich. Dafür braucht der Bauherr eine wasserrechtliche Erlaubnis von der zuständigen Wasserbehörde. Die Absenkung des Grundwassers kann zu Auswirkungen auf benachbarte Bauwerke (Setzungen), zur Beeinträchtigung von Brunnen in der Umgebung und nicht zuletzt zu Schäden an grundwasserabhängiger Vegetation führen. Im wasserrechtlichen Verfahren wird deshalb geprüft, welche Auswirkungen auftreten können und welche Auflagen zur Vermeidung von Schäden notwendig sind. Die erforderlichen Unterlagen dazu muss der Bauherr mit seinem Antrag vorlegen.

Um die Beeinträchtigung des Wasserhaushaltes durch den Eingriff zu minimieren, ist die Absenkung des Grundwasserstandes möglichst gering zu halten. Das entnommene Wasser sollte ortsnahe wieder in den Grundwasserleiter eingeleitet (= reinfiltriert) werden. Wo dies aufgrund der örtlichen Gegebenheiten nicht möglich ist, kommt auch die Ableitung in ein Oberflächengewässer in Frage. Ökologisch schlechteste – und für den Bauherrn auch teuerste – Variante ist die Ableitung des gehobenen Grundwassers in die Kanalisation.

#### 7.4.2 Einbringen von Stoffen in das Grundwasser

Nach dem 2010 in Kraft getretenen neuen Wasserhaushaltsgesetz benötigt der Bauherr nun auch für das sogenannte Einbringen von Stoffen in das Grundwasser grundsätzlich eine Erlaubnis (§ 48 Abs. 1 WHG). Das betrifft auch das Errichten von Tiefgaragen oder Kellern im grundwassererfüllten Bereich. Die Erlaubnis darf durch die Behörde nur dann

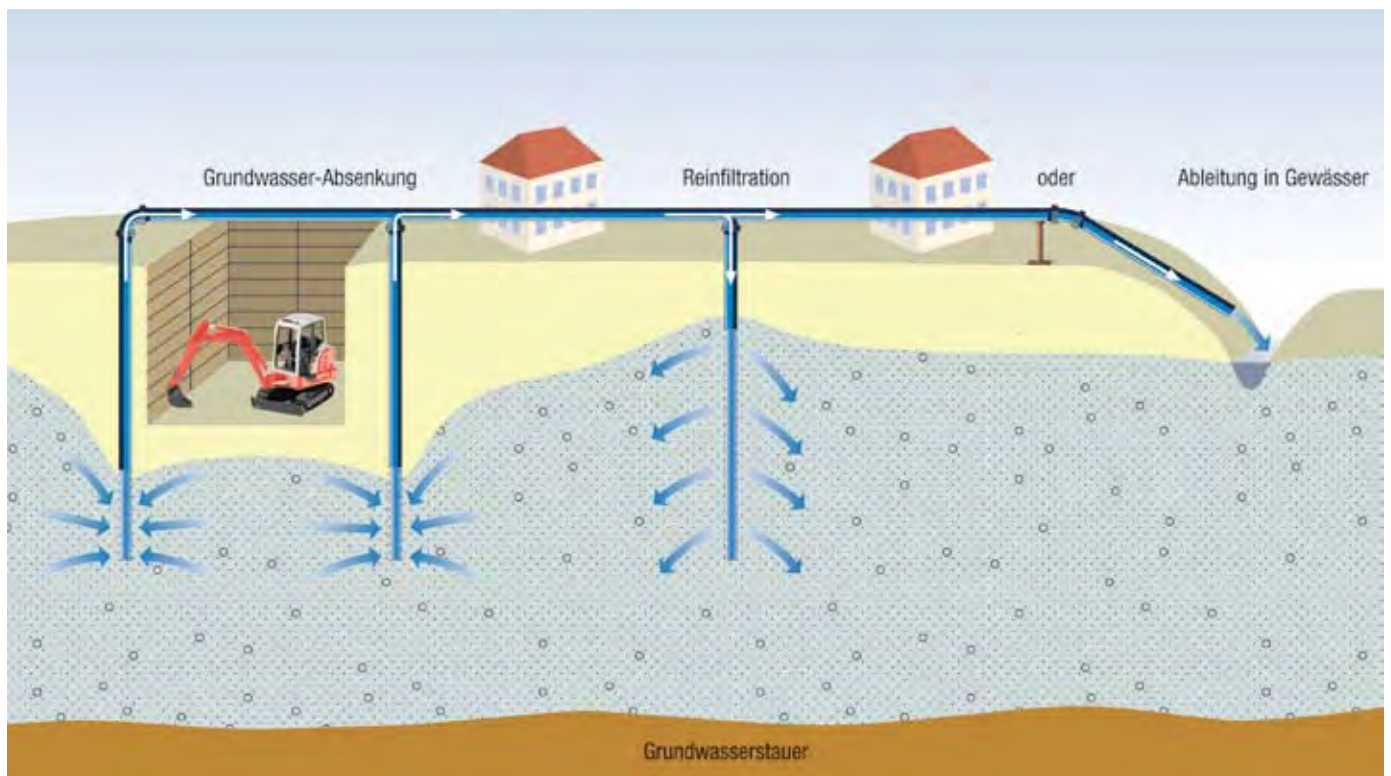
erteilt werden, wenn keine Sorge vor einer dauerhaften Veränderung der Grundwasserbeschaffenheit besteht. Das bedeutet, dass sämtliche verwendeten Baustoffe (z. B. Zement, Bentonit, Abdichtungsstoffe), die erforderlichen Zusatz- und Hilfsstoffe, aber auch das Einbringen selbst durch Injektion oder Verdüsung das Grundwasser nicht gefährden oder schädlich verändern dürfen. Die erforderlichen Nachweise dafür müssen im wasserrechtlichen Verfahren vorgelegt werden.

#### 7.4.3 Wenn Bauwerke den Grundwasserabfluss versperren – dauerhaftes Aufstauen, Absenken und Umleiten

Die Grundstückspreise in innerstädtischen Lagen führen zu dem nachvollziehbaren Interesse der Bauherren, auch den unterirdischen Bauraum möglichst weitgehend zu nutzen. Neue Technologien wie weiße Wannen (= grundwasserdichte Keller) oder unterirdische Dichtwände, die den Grundwasserzufluss gleich komplett absperren, erlauben das Bauen im grundwassererfüllten Untergrund. Sie führen jedoch auch zu weitreichenden Auswirkungen auf die Grundwasserströmung, die – wie das Beispiel des Kölner Stadtarchivs zeigt – nicht ohne Gefahren sind.

Reicht ein Gebäude mit seinen Untergeschossen, beispielsweise Kellerräumen oder Tiefgaragen bis in das Grundwasser hinein, wird dadurch der unterirdische Raum für den Abfluss des Wassers teilweise oder sogar ganz versperrt. Dadurch bildet sich vor dem Hindernis ein Grundwasser-Aufstau (vergleichbar mit dem Stau vor einem Wehr in einem Fluss). Hinter dem Bauwerk entsteht ein Bereich mit geringeren Grundwasserständen. Durch den Druckunterschied erhöht sich die Fließgeschwindigkeit des Grundwassers. Schlimmstenfalls kann es durch den Aufstau zu einer Vernässung von Nachbarkellern oder durch die größere Fließgeschwindigkeit zu einer Umlagerung von feinen Bodenteilchen kommen. Dann ist sogar die Standsicherheit von Gebäuden in Gefahr.

Abb. 7.4-1  
Baugrube mit Absenkung des Wasserspiegels an der Entnahmestelle und Aufhöhung im Bereich der Reinfiltration



Je größer und tieferreichender das Bauwerk, desto ausgeprägter ist die Wirkung auf die Grundwasserströmung. Bei mehreren Bauwerken auf engem Raum kommt es zu einer Überlagerung der Effekte, die letztendlich zu einer unverträglichen Gesamtwirkung führen kann.

#### 7.4.4 Das dreidimensionale Dresdner Grundwassermodell

Dass eine ganzheitliche Betrachtung für die Beurteilung der Auswirkungen von Tiefbauten erforderlich sein kann, wurde in Dresden während der Phase des Baubooms in der Innenstadt nach 1990 und ganz besonders auch bei der Wiederbebauung des historischen Neumarktareals deutlich. Es war zu befürchten, dass bei einer Genehmigung von Tiefgeschossen nach dem „Windhund-Prinzip“, also einzig nach dem Zeitpunkt der Antragstellung, eine gerechte Bewirtschaftung der Ressource unterirdischer Bauraum nicht zu gewährleisten ist.

Das Umweltamt hat deshalb bereits 1995 ein eigenes dreidimensionales Grundwassermodell für die Dresdner Innenstadt aufstellen lassen. Mit diesem Modell wurden für verschiedene Plangebiete um-

fangreiche Variantenuntersuchungen zu den Auswirkungen unterschiedlicher Eingriffstiefen (ein, zwei und drei Tiefgeschosse) auf die Grundwasserströmung durchgeführt.

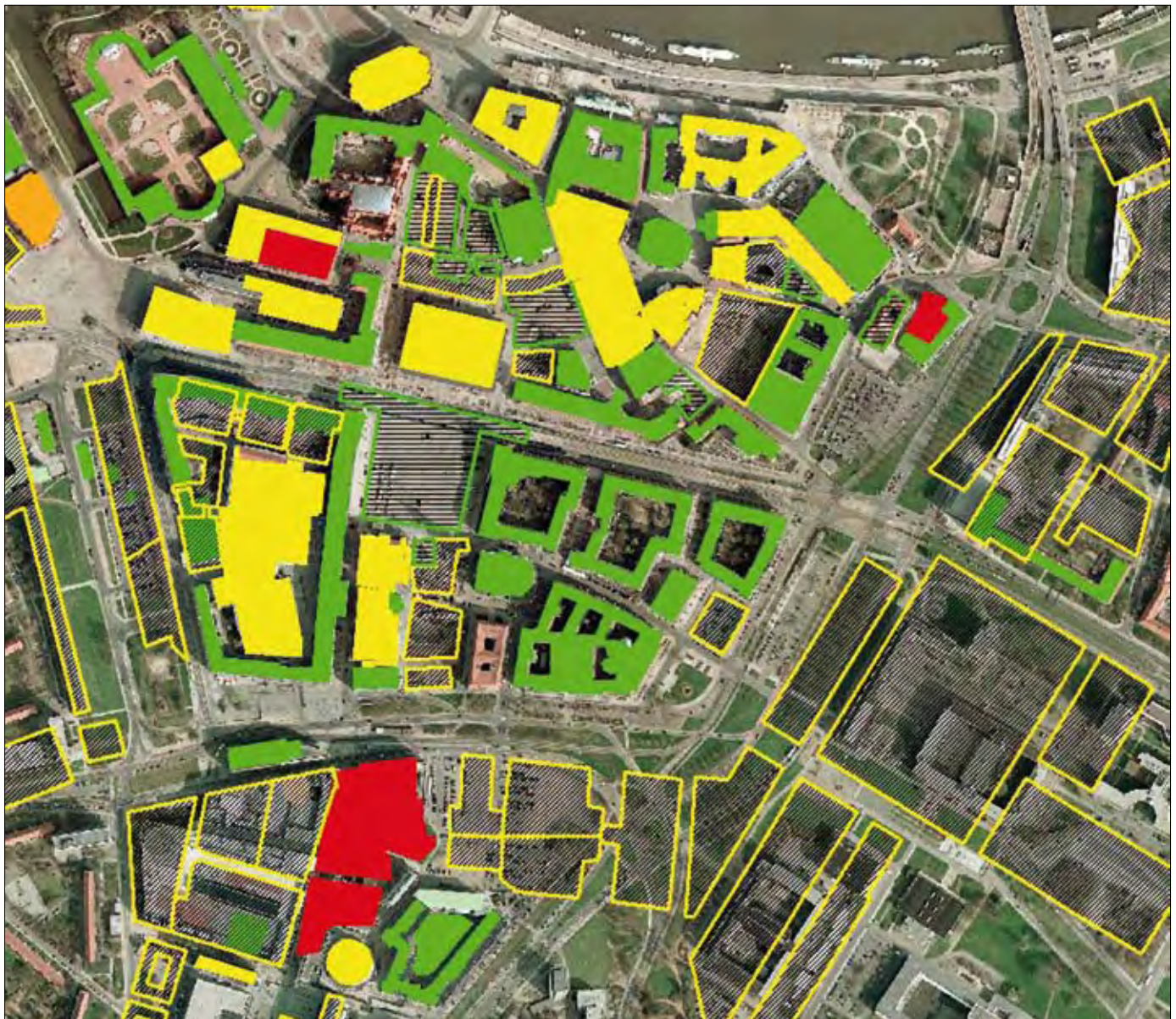
Als Vorzugsvariante, bei der eine möglichst große Ausnutzung des unterirdischen Bauraumes bei gleichzeitig noch verträglichen Auswirkungen auf die Grundwasserströmung gegeben ist, hat sich im Ergebnis der Variantenbetrachtung eine Bebauung mit maximal zwei Tiefgeschossen herausgestellt /7.4-1/.

Durch diese planerische Gesamtbetrachtung hat das Umweltamt gesichert, dass alle Bauherren unabhängig von dem konkreten Zeitpunkt der Antragstellung für das Wasserrecht die Möglichkeit erhalten haben, Untergeschosse unter den Baufeldern anzuordnen – ohne dass es zu unverträglichen Auswirkungen für die Grundwasserverhältnisse kommt.

Wer im Rahmen der Vorzugsvariante baut, hat noch einen weiteren Vorteil: der im wasserrechtlichen Verfahren zu führende Nachweis der Unbedenklichkeit der dauerhaften Grundwasserbenutzung durch Aufstauen, Absenken und Umleiten gilt durch diese Untersuchungen bereits als erbracht.

Abb. 7.4-2

Im Grundwassermodell Dresden berücksichtigte Bebauung (geplante Tiefgeschosse: umrahmte Darstellung, Gebäude errichtet: vollflächige Darstellung, rot: Totalverbau, gelb: zwei Tiefgeschosse, grün: ein Tiefgeschoss)



### 7.4.5 Muss ein Bauwerk auch vor dem Grundwasser geschützt werden?

Im Gegensatz zu anderen Gebieten Deutschlands sind in Dresden Schäden an Bauwerken durch hohe Grundwasserstände und unzureichende Abdichtungen noch kein generelles Problem. Vereinzelt sind solche Fälle aber auch hier schon aufgetreten. Ursache ist meist eine fehlerhafte Einschätzung des höchsten Grundwasserstandes oder die unzureichende Berücksichtigung von periodisch auftretendem Schichtenwasser. Der höchste Grundwasserstand kann im Dresdner Elbtal durchaus um mehrere Meter von dem aktuellen, bei der Baugrunderkundung ermittelten Grundwasserstand abweichen. Schichtenwasser ist vor allem in den nördlichen und südlichen Hochlagen Dresdens ein Problem (siehe Kapitel 3.2).

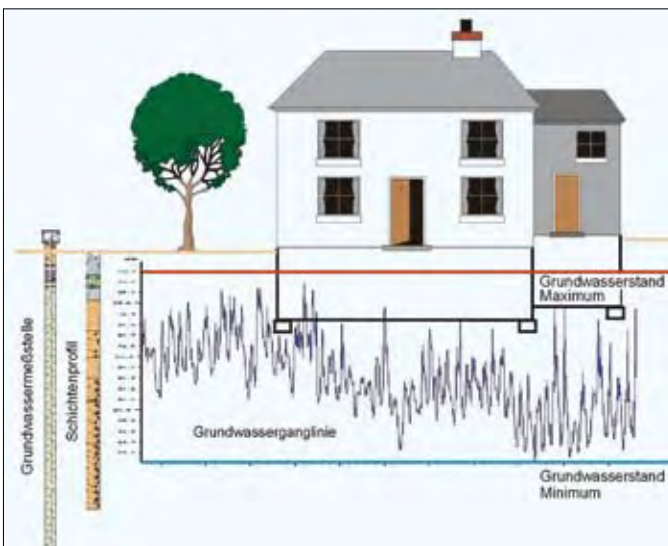
### 7.4.6 Höchster Grundwasserstand und Bemessungsgroundwasserstand

Für die Planung von Bauwerken, die in das Grundwasser hinein reichen können, sind die höchsten zu erwartenden Grundwasserstände (Bemessungsgroundwasserstände) zu berücksichtigen. Der beauftragte Architekt oder Ingenieur ist verpflichtet, sich Klarheit über die Grundwasserverhältnisse zu verschaffen. Nur so kann die Abdichtung des Bauwerkes und vor allem die Sicherung gegen Auftrieb fachgerecht geplant werden (7.4-2/). Will der Bauherr hier Kosten sparen, gehen er und sein Planer ein hohes Risiko ein. Kosteneinsparungswünsche sind zwar aus Bauherrnsicht legitim. Sie entlasten jedoch den Architekten oder Ingenieur nicht von seiner Verantwortung. Überschreitet der Grundwasserstand den Bemessungswasserstand des Bauwerkes für den Auftrieb, ist die Sicherheit des Gebäudes gefährdet!

Die Ermittlung des Bemessungsgroundwasserstandes ist keine triviale Aufgabe. Vereinfacht gesagt ist der Bemessungsgroundwasserstand der höchste Grundwasserstand, der sich witterungsbedingt und unbeeinflusst von jeglicher Grundwasserabsenkung einstellen kann.

Ein erster Anhaltspunkt ergibt sich aus der Auswertung der höchsten im Umfeld des Bauvorhabens gemessenen Grundwasserstände. Für den Bereich des Dresdner Elbtals sind hier insbesondere die während des Hochwassers 2002 gemessenen Grundwasserstände interessant.

Abb. 7.4-3  
Beispiel für die Überschreitung der Bezugsgröße Fundamentunterkante durch den Grundwasserstand (Quelle: BWK)



Der Bemessungswasserstand ist der höchste innerhalb der planmäßigen Nutzungsdauer zu erwartende Grundwasserstand unter Berücksichtigung langjähriger Beobachtungen und zu erwartender zukünftiger Gegebenheiten (7.4-3/).

Unter Mithilfe vieler Beteiligter hat das Umweltamt noch während des damaligen Hochwassers in kürzester Frist ein Messprogramm für das Grundwasser aufgestellt und umgesetzt (siehe Kapitel 6.2). Die dabei erhobenen Messwerte stehen für alle Interessierten im Internet unter [www.dresden.de/grundwasser](http://www.dresden.de/grundwasser) → Grundwasser bei Hochwasser bereit.

Beim Hochwasser vom August 2002 trat jedoch elbnah ein unerwartet schneller und großer Grundwasseranstieg auf. Es ist deshalb durchaus möglich, dass an einzelnen Punkten noch höhere Werte aufgetreten sind, die durch die eingeschränkten Möglichkeiten zu Beginn der Überwachung nicht erfasst werden konnten. Auch unter anderen Randbedingungen, wie beispielsweise beim Zusammentreffen eines Hochwasserereignisses mit Phasen langfristig erhöhter Grundwasserstände können durchaus noch höhere Grundwasserstände und damit geringere Flurabstände auftreten. Die dargestellten Werte dürfen deshalb nicht ohne intensive fachliche Prüfung als Bemessungswasserstände für Bauvorhaben verwendet werden!

Mit dem automatischen Dresdner Hochwasserbeobachtungssystem werden im Internet tagesaktuelle Grundwasserstände sowie die seit dem Einhängen der Messsonden beobachteten höchsten Grundwasserstände angezeigt ([www.dresden.de/themenstadtplan](http://www.dresden.de/themenstadtplan) → Stadtentwicklung und Umwelt → Wasser → Grundwasser - aktuelle Messwerte). Diese sind jedoch keine Bemessungswasserstände! Das System wurde nach einem Stadtratsbeschluss ab dem Jahr 2005 mit dem Ziel der Beobachtung von Grundhochwasser aufgebaut. Viele Messstellen waren beim Hochwasser von 2002 noch gar nicht vorhanden. Die Messreihen selbst sind für eine statistische Betrachtung noch viel zu kurz.

Eine wichtige Grundlage für die Ableitung von Bemessungswasserständen sind deshalb die langjährigen Messreihen der staatlichen Messnetze. An einzelnen Messstellen hat der sächsische Landesgrundwasserdienst schon vor über 100 Jahren Messungen durchgeführt. Aktuell ist in Sachsen gemäß Paragraf 10 des Sächsischen Wassergesetzes das Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie für das gewässerkundliche Messnetz zuständig. Die Staatliche Betriebsgesellschaft

Abb. 7.4-4  
Wasser im Keller durch drückendes Grundwasser (Quelle: BWK)



für Umwelt und Landwirtschaft betreibt die Grundwasser-messnetze in dessen Auftrag. Auch diese Daten stehen seit 2009 für jeden Interessierten auf den Internetseiten des Landes Sachsen bereit ([www.sachsen.de/umwelt](http://www.sachsen.de/umwelt) → Wasser → Grundwasser → Interaktive Karten).

Für die Festlegung eines Bemessungswasserstandes sind außer den gemessenen Werten weitere Einflussfaktoren unbedingt zu beachten. Besonders im Einzugsgebiet von Wasserwerken und industriellen Brauchwasserförderungen sind die Grundwasserstände gegenüber den natürlichen Verhältnissen meist schon über viele Jahre abgesenkt. Ein erteiltes Wasserrecht beinhaltet aber nur ein Recht auf Förderung des Wassers. Es besteht jedoch keine Verpflichtung, den durch die Nutzung des Wasserrechtes entstandenen Absenkungstrichter und die damit verbundene Grundwasserabsenkung dauerhaft aufrecht zu erhalten. Bei einem Rückgang der Fördermengen – wie er zum Beispiel im industriell geprägten Dresdner Osten nach 1990 eingetreten war – können die Grundwasserstände dauerhaft ansteigen. Bei einer an die natürlichen Grundwasserverhältnisse nicht angepassten Bebauung können so schwere Gebäudeschäden entstehen. Dies muss ein Planer berücksichtigen. Im Elbtal ist außerdem der Einfluss von Hochwasserereignissen auf die Grundwasserstände unbedingt zu berücksichtigen.

Natürlich kann der Bauherr im Einzelfall nach entsprechender Grundlagenermittlung für sein Bauwerk unter Kosten-Nutzen-Aspekten trotzdem einen abweichenden Bemessungswasserstand wählen. Voraussetzung dafür ist, dass das Bauwerk durch eine entsprechend risikoangepasste Bauweise gegen eine Zerstörung durch Auftrieb gesichert wird. Der Bauherr nimmt dann in Kauf, dass bei bestimmten Grundwasserständen zur Sicherung der Bauwerksstatik Untergeschosse geflutet werden müssen.

Beispiele dafür gibt es in Dresden bereits. So besitzt die öffentliche Tiefgarage am Neumarkt unterirdische Öffnungen, die bei extremem Elbhochwasser eine kontrollierte Flutung der Tiefgarage erlauben.

# 8 Grundwasserschutz – Sauberes Grundwasser in ausreichender Menge heute und in Zukunft

## ■ 8.1 Vorsorgender Grundwasserschutz

Wasser ist für unser Leben unverzichtbar. Es wird nicht nur zum Trinken, Kochen, Waschen und Reinigen benötigt, sondern auch zum Produzieren, Transportieren und Bewässern, zum Heizen und Kühlen genutzt. Gewässer sind außerdem wichtige Regelgrößen im Wasserhaushalt und Lebensraum für Pflanzen und Tiere. Aus diesem Grund sind Gewässer – und dazu zählt auch das Grundwasser – nach dem Grundsatz der Vorsorge zu schützen. Jedermann ist verpflichtet, mit dem Grundwasser sparsam umzugehen. Notwendige Eingriffe in das Grundwasser sind so auszuführen, dass die damit verbundenen Risiken minimiert werden.

Wie in vielen anderen in Flussauen gelegenen Städten ist auch in Dresden das Grundwasser des oberen Grundwasserleiters aufgrund der geologischen Situation vor Qualitätsbeeinträchtigungen durch Schadstoffeintrag über weite Bereiche nur unzureichend geschützt (siehe auch Kapitel 4.3) und vielfach bereits nachteilig verändert (Kapitel 5.3).

Um das Grundwasser mit seinen Funktionen im Wasserkreislauf und in den Ökosystemen als Bestandteil des Naturhaushaltes sowie als Ressource der Wasserversorgung langfristig und nachhaltig zu erhalten und zu schützen, sind daher besondere Anstrengungen notwendig. Nur so ist es möglich, kommenden Generationen wieder ein weitgehend natürliches und schadstofffreies Ökosystem Grundwasser zu hinterlassen, das allen künftigen Nutzungsansprüchen gerecht werden kann.

Abb. 8.1-1  
Wasser für die Zukunft (Quelle: Fotodatenbank des BMU)



## ■ 8.2 Gesetzliche Grundlagen des Grundwasserschutzes

### 8.2.1 Die EU-Wasserrahmenrichtlinie

Gesetzliche Regelungen zum Grundwasserschutz finden sich in den Wassergesetzen der Länder, im Wasserhaushaltsgesetz des Bundes sowie auf europäischer Ebene.

Die höchste Regelungsebene bilden die Richtlinie der Europäischen Gemeinschaft 2000/60/EG, die „Richtlinie des Rates zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik“ oder kurz die „Wasserrahmenrichtlinie“ (WRRL) und die dazugehörige Grundwasserrichtlinie. Die Wasserrahmenrichtlinie umfasst Regelungen für Oberflächengewässer und das Grundwasser und basiert auf dem Grundgedanken, dass Gewässer unabhängig von politischen und administrativen Grenzen innerhalb ihrer Einzugsgebiete bewirtschaftet werden sollen. Die Grundwasserrichtlinie zielt besonders auf den Schutz des Grundwassers vor Verschmutzung und Verschlechterung.

Die Ziele der WRRL beinhalten vor allem den Schutz und die Verbesserung des Zustandes der aquatischen Ökosysteme einschließlich des Grundwassers und der direkt von ihnen abhängenden Landökosysteme und Feuchtgebiete im Hinblick auf deren Wasserhaushalt. Eine Verschlechterung des Zustandes der Wasserkörper soll vermieden werden. Die nachhaltige Wassernutzung auf der Grundlage eines langfristigen Schutzes der vorhandenen Ressourcen soll gefördert und die Auswirkungen von Überschwemmungen und Dürren gemindert werden. Außerdem sollen Schadstoffeinträge in die Gewässer schrittweise minimiert werden. Dazu sind die Mitgliedstaaten aufgefordert,

- die Einleitung von Schadstoffen in das Grundwasser zu verhindern oder zu begrenzen und eine Verschlechterung des Zustandes aller Grundwasserkörper zu verhindern,
- alle Grundwasserkörper zu schützen, zu verbessern und zu sanieren sowie ein Gleichgewicht zwischen Grundwasserentnahme und -neubildung zu gewährleisten,
- alle signifikanten und anhaltenden Trends einer Steigerung der Konzentration von Schadstoffen aufgrund der Auswirkungen menschlicher Tätigkeiten umzukehren und so die Verschmutzung des Grundwassers schrittweise zu reduzieren.

Ziel ist, für das Grundwasser einen sogenannten **guten chemischen** und **guten mengenmäßigen Zustand** bis zum Jahr 2015 zu erreichen. Bei Schwierigkeiten in der technischen Durchführbarkeit der Maßnahmen oder unverhältnismäßig hohen entstehenden Kosten können die

Fristen der WRRL jedoch verlängert oder in Ausnahmefällen durch weniger strenge Umweltziele ersetzt werden. Dies ist mit umfassenden Darlegungspflichten von Seiten der Mitgliedstaaten verbunden, um nicht gegen die Regelungen der Richtlinie zu verstoßen.

**Mengenmäßiger Zustand:** Wird bestimmt durch die Differenz der direkten und indirekten Entnahmen aus den Grundwasserkörpern und der neugebildeten Grundwassermenge.

**Chemischer Zustand:** Bewertung von Schadstoffkonzentrationen entsprechend den relevanten europäischen Rechtsnormen (z. B. Nitrat und Pflanzenschutzmittel); Bewertung der Beeinflussungen der unmittelbar vom Grundwasser abhängigen Oberflächengewässer- bzw. Landökosysteme

Als neues planerisches Instrument wurden durch die WRRL die Flussgebietseinheiten geschaffen, die in der Regel den Flusseinzugsgebieten entsprechen. Zehn Flussgebietseinheiten liegen ganz oder teilweise in Deutschland (Abbildung 8.2-1).

von Daten und Ergebnissen aus der Maßnahmen- und Bewirtschaftungsplanung auf übergeordnete räumliche Ebenen, wie z. B. die Koordinierungsräume der Flussgebietseinheiten, die für Berichterstattungen an die EU-Kommission herangezogen werden /8.2-1/.

In Sachsen wurden die Wasserkörper als kleinste Beurteilungseinheiten der Gewässer nach vorgegebenen Kriterien wie einer Einzugsgebietsgröße von mindestens 10 km<sup>2</sup> oder einer Wasseroberfläche von mindestens 0,5 km<sup>2</sup> Wasserkörper abgegrenzt. Im Freistaat Sachsen gibt es 651 Oberflächenwasserkörper (617 Fließgewässer-Wasserkörper und 34 Standgewässer-Wasserkörper) sowie 70 Grundwasserkörper, die zu mehr als 50 Prozent in Sachsen liegen. Ein Fließgewässer-Wasserkörper hat eine durchschnittliche Länge von 11,5 km, ein Standgewässer-Wasserkörper hat eine durchschnittliche Oberfläche von 1,6 km<sup>2</sup> und ein Grundwasserkörper eine durchschnittliche Größe von 222 km<sup>2</sup> /8.2-1/.



Abb. 8.2-2  
Lage und Grenzen von Grundwasserkörpern nach EU-WRRL in Dresden

Abb. 8.2-1  
Flussgebietseinheiten in der Bundesrepublik Deutschland

Die Flussgebietseinheiten sind für die Untersuchung der Gewässerqualität, für die Überwachung und das Management von Maßnahmen jedoch zu groß und uneinheitlich. Daher wurden die Flussgebietseinheiten in sogenannte Teilbearbeitungsgebiete (TBG) unterteilt. Die TBG ermöglichen als hydrologische Untereinheiten eine Zusammenfassung

Das Stadtgebiet Dresden befindet sich hauptsächlich im Bereich des Teilbearbeitungsgebietes „Elbestrom 1“. Im Norden reicht es in das TBG „Schwarze Elster“ hinein.

Die eigentlichen Bewirtschaftungseinheiten der Wasserrahmenrichtlinie sind jedoch die Wasserkörper. Wasserkörper sind nach der Definition der WRRL „einheitliche und bedeutende Abschnitte“ eines Gewässers, wie etwa ein See, ein Speicherbecken oder ein Fließgewässer. Ein Grundwasserkörper (GWK) ist ein abgegrenztes Grundwasservolumen innerhalb eines oder mehrerer Grundwasserleiter.

Die Stadt Dresden hat Anteile an den Grundwasserkörpern EL 1-1+2 (Elbe), EL 1-4 (Bischofswerda), SE 3-4 (Dresden-Nord) sowie kleine Flächenanteile an vier weiteren Grundwasserkörpern (Abbildung 8.2-2).

Die Ergebnisse der Bestandsaufnahme im Rahmen der Erstellung der Bewirtschaftungspläne zeigen, dass die „Dresdner“ Grundwasserkörper sich in einem mengenmäßigen guten Zustand befinden. Die Erreichung des chemischen guten Zustandes bis 2015 ist für den größten Dresdner Grundwasserkörper (EL 1-1+2) aber unklar bzw. unwahrscheinlich. Weiterführende Informationen dazu finden sich unter: [www.umwelt.sachsen.de](http://www.umwelt.sachsen.de) → Wasser → EU-Wasserrahmenrichtlinie.



## 8.2.2 Wasserhaushaltsgesetz des Bundes und Sächsisches Wasser-gesetz

Die konkreten rechtlichen Regelungen zum Schutz des Grundwassers finden sich in den bundes- und landesrechtlichen Vorschriften der Wassergesetze.

Den Rechtsrahmen bildet hierbei das Wasserhaushaltsgesetz des Bundes (WHG), das 2009 in Folge der Föderalismusreform umfassend novelliert und inhaltlich erweitert wurde. Das WHG regelt unter anderem den Geltungsbereich, die Bewirtschaftungsgrundsätze, besondere Anforderungen an den Schutz und die Benutzung der Gewässer sowie die Gewässeraufsicht.

Nach den §§ 1 und 2 des WHG ist das Grundwasser als Gewässer durch eine nachhaltige Gewässerbewirtschaftung als Bestandteil des Naturhaushaltes, als Lebensgrundlage des Menschen, als Lebensraum für Tiere und Pflanzen sowie als nutzbares Gut zu schützen.

### Grundsätze der Bewirtschaftung

Das Grundwasser ist nachhaltig zu bewirtschaften mit dem Ziel,

- die Funktions- und Leistungsfähigkeit als Bestandteil des Naturhaushaltes und als Lebensraum für Tiere und Pflanzen zu erhalten und zu verbessern,
- Beeinträchtigungen auch im Hinblick auf den Wasserhaushalt der direkt vom Grundwasser abhängigen Landökosysteme und Feuchtgebiete zu vermeiden und unvermeidbare, nicht nur geringfügige Beeinträchtigungen so weit wie möglich auszugleichen,
- eine Nutzung zum Wohl der Allgemeinheit und im Einklang damit auch im Interesse Einzelner zu ermöglichen,
- bestehende oder künftige Nutzungsmöglichkeiten für die öffentliche Wasserversorgung zu erhalten oder zu schaffen und
- den möglichen Folgen des Klimawandels vorzubeugen.

Mit wenigen Ausnahmen ist für die Benutzung des Grundwassers deshalb grundsätzlich eine wasserrechtliche Erlaubnis erforderlich. Als Grundwasserbenutzung gelten dabei nicht nur das Entnehmen, Zutaufördern, Zutagleiten und Ableiten von Grundwasser, das Einbringen und Einleiten von Stoffen (z. B. Niederschlagswasser), sondern auch das Aufstauen, Absenken und Umleiten von Grundwasser durch Anlagen sowie alle Maßnahmen, die geeignet sind, dauernd oder in einem nicht nur unerheblichen Ausmaß nachteilige Veränderungen der Wasserbeschaffenheit herbeizuführen.

Die wasserrechtliche Erlaubnis gewährt das Recht, das Grundwasser für einen bestimmten Zweck und in einem bestimmten Umfang zu benutzen. Sie gibt jedoch keinen Anspruch auf Zufluss von Wasser in einer bestimmten Menge oder Beschaffenheit.

Die wasserrechtliche Beurteilung von Eingriffen in das Grundwasser ist besonders schwierig, da die Auswirkungen nicht direkt sichtbar sind. Grundsätzlich darf eine Erlaubnis bereits dann nicht erteilt werden, wenn die Besorgnis besteht, dass eine nachteilige Veränderung der Beschaffenheit eintreten kann (Besorgnisgrundsatz), die nicht durch Nebenbestimmungen verhindert werden kann. Solche Nebenbestimmungen können unter anderem Auflagen zur regelmäßigen Überprüfung der Grundwasserbeschaffenheit oder -temperatur sein.

### Erlaubnisfreie Benutzungen

Ausgenommen von der Erlaubnispflicht sind alle Grundwasserbenutzungen, die unter Einhaltung der Wassergesetze und einer auf deren Grundlage erlassenen Verordnung erlaubnisfrei ausgeübt werden dürfen. Erlaubnisfrei aber anzeigepflichtig ist beispielsweise meist die Nutzung von Grundwasser zur Bewässerung eines Gartens (siehe Kapi-

tel 7.2.5) oder für die Landwirtschaft, wenn nachteilige Auswirkungen auf den Wasserhaushalt nicht zu erwarten sind. Auch die Versickerung von Niederschlagswasser von Dach- und Hofflächen auf dem eigenen Grundstück ist erlaubnisfrei möglich. Voraussetzung dafür ist aber beispielsweise, dass keine Metalldachflächen angeschlossen sind (siehe Kapitel 4.1.2).

### Bohrungen und Erdaufschlüsse

Bohrungen und Erdaufschlüsse, die bis in das Grundwasser hineinreichen, können grundsätzlich zu einer Gefährdung für das Grundwasser führen. Sie müssen deshalb einen Monat vor dem geplanten Beginn der Arbeiten bei der unteren Wasserbehörde angezeigt werden. Mit der Anzeige wird geprüft, ob ein Erlaubnisbescheid mit Auflagen für besondere Schutzvorkehrungen erforderlich ist. Nach Ablauf der vier Wochen darf mit den Arbeiten begonnen werden, wenn kein gegenteiliger Bescheid der Behörde ergangen ist.

Für Dresden liegt für die Anzeige von Bohrungen ein Formblatt im Internet zum Download bereit ([www.dresden.de](http://www.dresden.de) → Rathaus Online → Wasserrechtliche Verfahren).

## 8.2.3 Wasserschutzgebiete

Gebiete, die im Interesse einer derzeit bestehenden oder künftigen öffentlichen Wasserversorgung besonders geschützt werden sollen, können nach § 51 WHG als Wasserschutzgebiete ausgewiesen werden. In diesen Gebieten können im Interesse des Allgemeinwohls bestimmte Verbote und Nutzungsbeschränkungen festgelegt werden. Die Regelungen dazu sind in der jeweiligen Schutzzonenverordnung niedergelegt.

Abb. 8.2-3

Blick auf einen Brunnen im Schutzgebiet der Wasserfassung Tolkewitz



Ein Trinkwasserschutzgebiet umfasst in der Regel das gesamte Einzugsgebiet einer Wassergewinnungsanlage. Die Gefahr für das genutzte Wasser nimmt mit zunehmendem Abstand von den Entnahmebrunnen (Wasserfassungsanlagen) jedoch ab. Trinkwasserschutzgebiete sind deshalb, ausgehend von der Fassungszone (Zone I) mit zunehmendem Abstand bis zur Grenze des Einzugsgebietes in die engere Schutzzone (Zone II) und die weiteren Schutzonen (Zone IIIA und Zone IIIB) mit abgestuften Nutzungsbeschränkungen und Verboten unterteilt.

Die Ausweisung der verschiedenen Schutzonen ist Grundlage eines komplexen Schutzes der Versorgungsanlagen. Fachtechnische Grundlage für die Festsetzung der Schutzgebiete sind die in der Richtlinie W 101 des Deutschen Vereins des Gas- und Wasserfachs empfohlenen flächenhaften Ausdehnungen der einzelnen Schutzonen.

- Die Zone I (Fassungszone) soll den Schutz der Brunnen und ihrer unmittelbaren Umgebung vor jeglichen Verunreinigungen und Beeinträchtigungen gewährleisten. In der Regel ist das Betreten der Fassungszone nicht gestattet. Die Ausdehnung der Zone I beträgt mindestens 10 Meter allseitig um die Brunnen.
- Zone II (engere Schutzzone) soll den Schutz vor Verunreinigungen z. B. durch Viren, Bakterien sowie sonstige Beeinträchtigungen gewährleisten, die bei geringer Fließdauer und Fließstrecke zur Entnahmestelle gefährlich sind. Eine Bebauung, insbesondere eine gewerbliche, ist in diesem Bereich nicht zulässig. Die Zone II erstreckt sich bis zur 50-Tage-Isochrone (siehe unten).

- Die Zone III soll den Schutz vor weitreichenden Beeinträchtigungen, speziell vor nicht oder nur schwer abbaubaren chemischen Verunreinigungen gewährleisten. Eine Bebauung ist in diesem Bereich unter entsprechenden Auflagen zulässig. Die Zone III umfasst das gesamte unterirdische Einzugsgebiet. Übersteigt die Ausdehnung des Einzugsgebietes in einer Richtung 2 km, so ist eine Unterteilung in die Zonen IIIA und IIIB möglich.

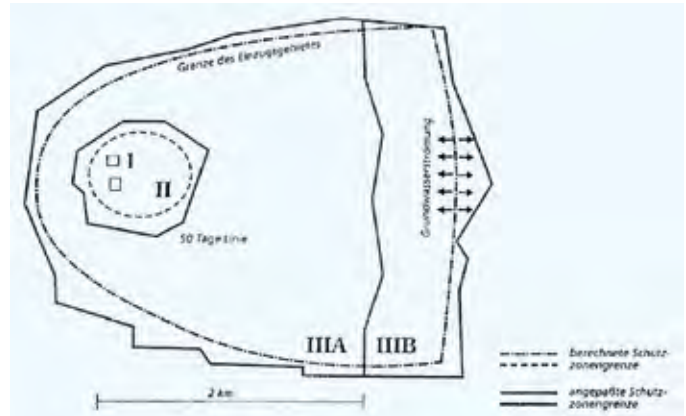
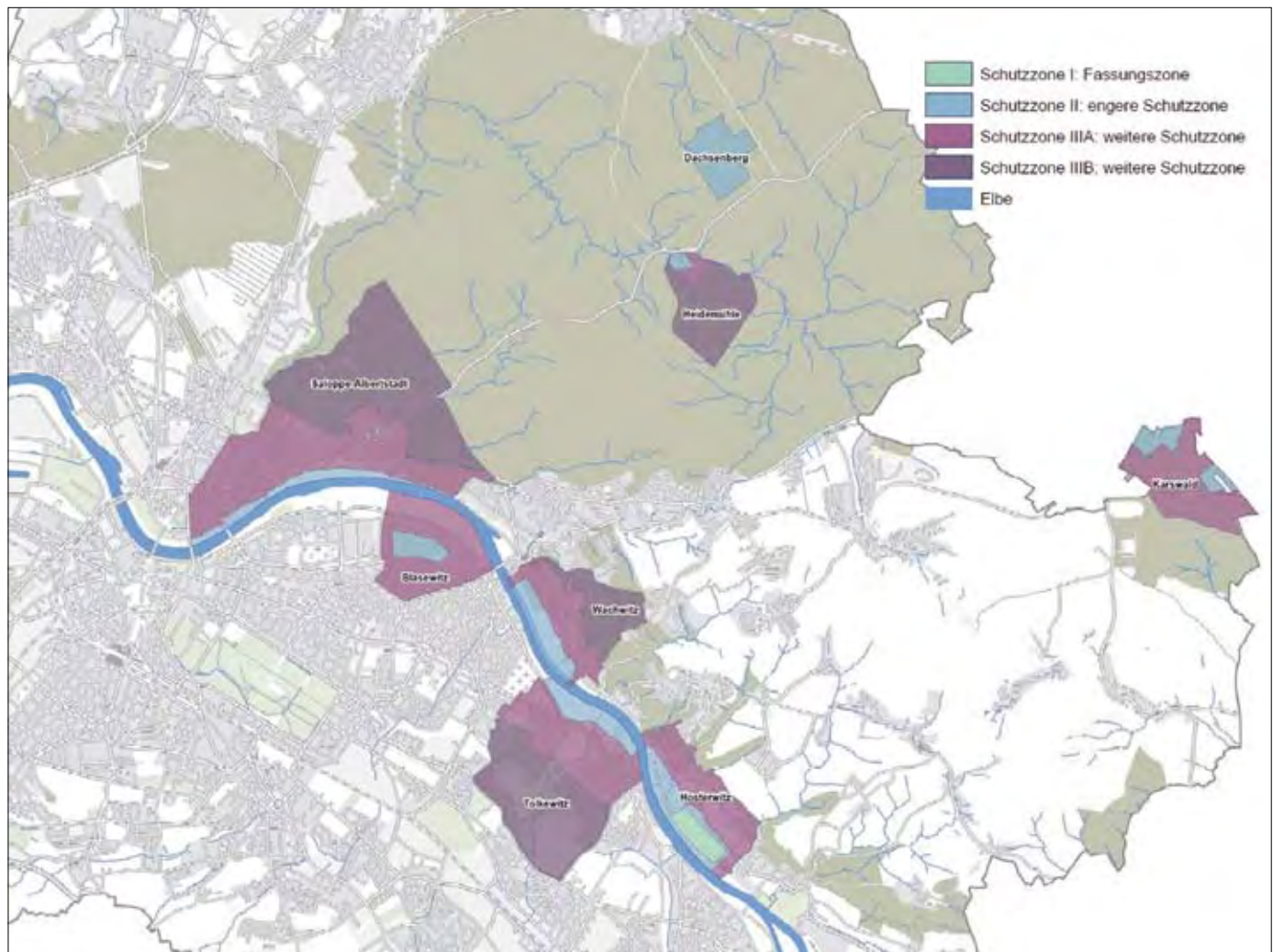


Abb. 8.2-4  
Prinzipdarstellung der Ausweisung von Schutzonen eines Wasserschutzgebietes (Quelle: Balke et. al., Grundwassererschließung)

Abb. 8.2-5  
Lage der Trinkwasserschutzgebiete in Dresden



Diesem Vorgehen liegt, insbesondere für die Abgrenzung der Zone II, das sogenannte Isochronenkonzept zugrunde. Dabei wird die geometrische Gestaltung und die Größe der Schutzzonen auf der Grundlage hydraulischer Betrachtungen anhand der Fließzeit eines Wasserteilchens zur Entnahmestelle festgelegt (siehe Abbildung 8.2-4)

Zur Festlegung der Linien gleicher Fließzeit (Isochronen) sind umfangreiche hydrogeologische Untersuchungen sowie die Erstellung eines hydrogeologischen Modells erforderlich. Insbesondere für die Anlagen der Uferfiltratgewinnung sowie der künstlichen Grundwasseranreicherung war die Einhaltung einer 50-Tage-Fließzeit aufgrund der hohen Entnahmeraten vor 1990 nicht immer gewährleistet.

In Dresden sind mit Stand August 2010 acht Wasserschutzgebiete zum Schutz der Wasserversorgung ausgewiesen (Abbildung 8.2-5). Links der Elbe befinden sich die Schutzgebiete Tolkewitz und Blasewitz. Rechtselbisch sind die Gebiete Saloppe/Albertstadt, Wachwitz und Hosterwitz gelegen. In der Dresdner Heide befinden sich die Schutzgebiete Heidemühle und Dachsenberg. An der östlichen Stadtgrenze liegt das stadtgrenzenübergreifende Gebiet Karswald, das sich in der Verantwortung des Landkreises Bautzen befindet.

Insgesamt umfassen die Trinkwasserschutzgebiete in Dresden eine Fläche von 19,2 km<sup>2</sup> (etwa 5,8 Prozent der Stadtfläche).

Wasserschutzgebiete, die vor 1990 dem Schutz einer betrieblichen Wasserversorgung dienten, wie beispielsweise die ehemaligen Schutzgebiete Sachsenwerk, Sachsenmilch und Schlachthof haben nach den Regelungen des SächsWG ihren Rechtsstatus verloren. Das Schutzgebiet für die Fassung Sternweg wurde 1999 aufgehoben.

Die Wasserschutzgebiete sind – mit Ausnahme des Gebietes Wachwitz – auf der Grundlage des Wassergesetzes der ehemaligen DDR festgesetzt worden und behalten ihre Gültigkeit bis zu einer Neufestsetzung. Das Wasserschutzgebiet Wachwitz ist mit der Rechtsverordnung am 12.06.2006 in Kraft getreten. Wasserschutzgebiete werden flurstücksgenau ausgewiesen. Die Originalkarten können während der Sprechzeiten in der unteren Wasserbehörde eingesehen werden. Die Karte der Wasserschutzgebiete ist auch Bestandteil des interaktiven Internetangebotes der Landeshauptstadt Dresden [www.dresden.de/Themenstadtplan](http://www.dresden.de/Themenstadtplan) → Stadtentwicklung und Umwelt → Wasser → Trinkwasserschutzgebiete.



Abb. 8.2-6  
Einschränkungen im Wasserschutzgebiet Tolkewitz

### Welche besonderen Bestimmungen gelten in Wasserschutzgebieten?

#### Schutzzone IIIA und B

- Es sind alle Handlungen verboten, von denen eine Verunreinigung des Grundwassers mit nicht oder schwer abbaubaren chemischen Stoffen oder radioaktiven Stoffen ausgehen kann.
- Der Bau von Tankstellen, zentralen Kläranlagen, Abfallbehandlungsanlagen, Abfalldeponien, Metallhütten, chemische Fabriken u. ä. m. ist verboten.
- Das Einbringen von Abwasser in den Untergrund ist nicht gestattet. Für das Versickern von Niederschlagswasser gelten Ausnahmen.
- Das Ausbringen von Dünger und Pflanzenschutzmitteln ist nur eingeschränkt gestattet.

#### Schutzzone II

- Alle Beschränkungen der Schutzzone III gelten auch hier. Außerdem sind alle Handlungen verboten, von denen eine Verunreinigung des Grundwassers durch krankheitserregende Mikroorganismen (zum Beispiel aus Tierkot) oder andere Schadstoffe erfolgen kann.
- Das Verlassen von öffentlichen Wegen und Straßen ist innerhalb dieser Schutzzone nicht gestattet.
- Das Erweitern oder das Anlegen von neuen Straßen, Wegen oder Parkplätzen ist verboten.
- Die Lagerung von Heiz- und Dieselöl ist in der Regel nicht gestattet.

#### Schutzzone I

- Das Betreten der Schutzzone I ist generell nicht gestattet.
- Das Ausbringen von Dünger und Pflanzenschutzmitteln ist generell verboten.

## 8.2.4 Vorsorgender Bodenschutz als Schutz des Grundwassers

Die Gestaltung der Bodenoberfläche und die Bodenpassage haben entscheidenden Einfluss auf Menge und Qualität des Grundwassers. Ist die Bodenoberfläche versiegelt (Asphalt, Beton) oder beispielsweise durch Befahren mit Fahrzeugen verdichtet, kann nur wenig Niederschlagswasser in den Boden eindringen. Das Wasser muss oberflächlich abfließen. Auf einem begrünten Boden mit aufgelockerter Gefügestruktur kann das Regenwasser jedoch gut in den Untergrund eindringen und zur Grundwasserneubildung beitragen.

Während der Passage durch den Untergrund wird das Wasser gefiltert und chemisch verändert. Im Regenwasser gelöste Stoffe können im Boden zurückgehalten werden. Im Boden finden dabei auch chemische und biochemische Umwandlungsprozesse statt, die für den langfristigen Schadstoffabbau bzw. die dauerhafte Bindung von Schadstoffen an Bodenpartikel besonders wichtig sind. Gleichzeitig können aber auch Stoffe, die sich im Boden befinden, gelöst und dann mit dem Sickerwasser in das Grundwasser eingetragen werden. Quellen dafür sind vor allem Altlasten, die lokal für die Sickerwasserbeschaffenheit eine große Bedeutung haben. Großräumig wirksam sind die sogenannten diffusen Belastungsquellen wie saurer Regen, Einträge durch den Straßenverkehr oder Einträge durch Landwirtschaft und Gartenbau (Dünger, Pestizide, Klärschlamm). Die dadurch verursachten Belastungen sind im Allgemeinen zwar weniger hoch, sie lassen sich aber nicht wie eine punktuelle Quelle sanieren.

Die Puffer- und Filterfunktion des Bodens hat deshalb eine besondere Bedeutung für den Schutz des Grundwassers vor diffuser Belastung. So können beispielsweise Schwermetalle im Boden gebunden, organische Chemikalien durch Mikroorganismen abgebaut und Nitrate

durch Pflanzen aufgenommen und verwertet werden. Die Kapazität des Bodens für diese Prozesse ist jedoch nicht unbegrenzt. Sind grundsätzlich abbaubare Schadstoffe in zu hohen Konzentrationen vorhanden, sterben die Mikroorganismen ab. Die im Boden gebundenen Schwermetalle reichern sich an und können auf lange Sicht doch noch in das Grundwasser ausgetragen werden. Auch die Aufnahme von Nitraten durch Pflanzen ist begrenzt und an die Vegetationsperiode gebunden.

Anders als in den Umweltmedien Wasser oder Luft findet im Boden auch keine Durchmischung und Verdünnung eingetragener Stoffe statt. Kleinräumig können daher stark wechselnde Belastungen auftreten, die nur aufwendig zu messen sind. Es ist deswegen notwendig, den Eintrag von Schadstoffen in die Böden grundsätzlich so gering zu halten, dass sich auch langfristig kein Gefährdungspotential aufbaut.

Aber nicht nur stoffliche Einträge beeinträchtigen die Filter-, Puffer- und Abbaufunktion des Bodens, sondern auch Veränderungen des Bodenzustandes wie Bodenverdichtung, Versauerung, Humusabtrag oder Wassererosion.

Ziel des vorsorgenden Bodenschutzes in Dresden ist es daher, sowohl die Belastungen der Böden durch Schadstoffeinträge zu minimieren, als auch einen guten Zustand der Böden zu erhalten. Dazu gehören beispielsweise die Erhaltung möglichst großer unversiegelter Bereiche im Rahmen städtischer Planungen und die Vermeidung der Erosion von Böden durch Wind und Wasser.

## 8.3 Nachsorgender Grundwasser- und Bodenschutz – Erkundung und Sanierung von Altlasten

Durch die Industrialisierung seit Mitte des 19. Jahrhunderts existieren in Dresden 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 Grundwasserunreinigungen entstanden sind.

Werden diese Verunreinigungen saniert, findet „nachsorgender“ Grundwasser- und Bodenschutz statt. Da es sich um Belastungen aus früheren Nutzungen handelt, spricht man oft 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.

### 8.3.1 Die industrielle Entwicklung als Ursache für Altlasten

Die Dresdner Siedlungs- und Wirtschaftsgeschichte hat im Boden und Grundwasser ihre Spuren hinterlassen. Mitte des 19. Jahrhunderts entwickelte sich Dresden zu einem bedeutenden Industriestandort. Die Lage Dresdens im Knotenpunkt von fünf Eisenbahnlinien und an der schiffbaren Elbe bildete günstige Voraussetzungen für Gewerbe- und Industrieansiedlungen. Mit Anbindung an diese Verkehrsadern entstand eine hohe Konzentration von Fabriken in Reick, Niedersedlitz, Friedrichstadt, Cotta, Löbtau und Plauen, Pieschen sowie Mickten und Übigau. Nach dem ersten Weltkrieg wurden die Industrieanlagen der Garnisonsstadt Albertstadt als Industriegelände in zivile Nutzung über-

Abb. 8.2-7  
Bodenaufschluss – Braunerde aus Sand



führt. Auswirkungen dieser gewerblichen und industriellen Entwicklung haben auch in Boden und Grundwasser ihre Spuren hinterlassen. Als markante Beispiele seien genannt:

**Gaserzeugung, Glas- und Keramikindustrie**

1827 gründete Blochmann die Dresdner Gasanstalt in den Festungsanlagen am Italienischen Dörfchen. 1828 erstrahlen 82 Gaslaternen auf öffentlichen Plätzen. Dresden war die erste deutsche Stadt mit Gasbeleuchtung aus einheimischen Anlagen. In rascher Folge wurden weitere Gaswerke in der Alt- und Neustadt, in Reick, Trachau, Niedersedlitz und Klotzsche gebaut. Durch Schwelwässer und teerhaltige Abprodukte wurden Boden, Grundwasser und Oberflächenwasser erheblich verunreinigt. An der Beseitigung dieser Belastungen wird teilweise noch heute gearbeitet.

**Maschinen- und Gerätebau, optische Industrie, Elektrotechnik, Elektronik**

Dresden wird ab etwa 1830 ein Schwerpunkt von Maschinen- und Gerätebau, optischer Industrie, Elektrotechnik und Elektronik. Beispiele dafür sind vielfältig /8.3-1/.

Der Umgang mit Farben, Lacken, Lösungs- und Verdünnungsmitteln, Schmierstoffen, Schneid-, Schleif- und Bohrölen, Hydraulikölen, ölverunreinigten Metallrückständen und Reinigungsmitteln (später Leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe – LHKW), wie er typisch ist für Betriebe des Maschinen- und Gerätebaus und der Elektrotechnik, führte teilweise zu erheblichen Boden- und Grundwasserbelastungen. Typische Beispiele dafür sind die Betriebsgelände von ehemals Sachsenwerk und Pentacon.



Abb. 8.3-1 Tanklager Bremer Straße, hydraulische Sicherung eines Grundwasserschadens

**Tankstellen, Chemische Reinigungen**

Mit der Entwicklung des Kraftverkehrs entstand ein hoher Bedarf an Tankstellen und Reparaturwerkstätten. Im Stadtgebiet Dresden wurden fast 400 Tankstellen erfasst. Häufig sind Boden und Grundwasser durch undichte Tanks, Havarien und Leckageverluste erheblich mit Mineralöl belastet. Markantestes Beispiel ist das Tanklager Bremer Straße (Abbildung 8.3-1).

Der Umgang mit Chlorkohlenwasserstoffen (TRI, PER) als Reinigungsmittel in chemischen Reinigungen führte zu erheblichen Verun-

Abb. 8.3-2 Lage der Trümmerbahnstrecken im Stadtgebiet

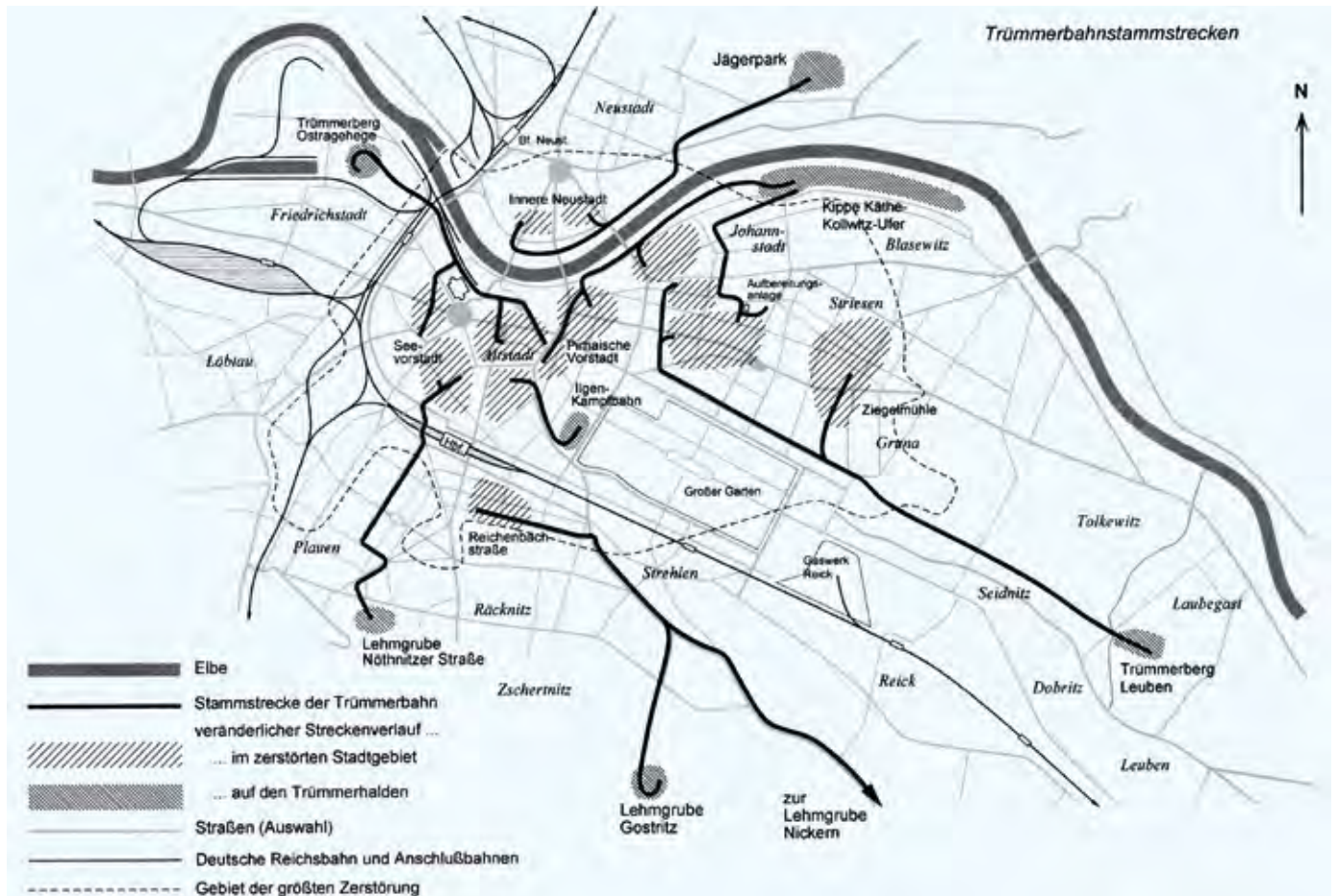




Abb. 8.3-3  
Die Trümmerbahn auf den Elbwiesen

reinigungen des Grundwassers. In mehreren Fällen waren bzw. sind Sanierungen erforderlich.

#### **Ehemals militärisch genutzte Flächen**

Auf militärisch genutzten Flächen wurden erhebliche Boden- und Grundwasserbelastungen insbesondere durch den Umgang mit Kraftstoffen, Schmierstoffen und Reinigungsmitteln (LHKW) verursacht. Umfangreiche Sanierungen wurden in den ehemaligen Kasernen an der Königsbrücker Landstraße, an der Stauffenbergallee und in Nickern durchgeführt.

Das stürmische Wachstum vieler Industrie- und Gewerbebetriebe ab Mitte des 19. Jahrhunderts führte zu einem gewaltigen Wachstumsschub für das Baugewerbe. In Gebieten mit Lehm- und Tonvorkommen am Südhang des Elbtales entstanden zahlreiche neue Ziegeleien. An der Dohnaer Straße wuchs zwischen 1860 und 1900 ein „Ziegeleiviertel“. 18 Ziegeleien produzierten in den damaligen Vororten Prohlis, Leubnitz-Neuostra und Torna, Luga, Omsewitz, Zscherntz, Briesnitz, Plauen und Gruna. Die natürlichen Kiesvorkommen des Elbtales lieferten einen weiteren wichtigen Rohstoff für das Baugewerbe. Kies- und Lehmgruben wurden später mit Abfällen vielfältiger Art wie Bodenaushub, Ziegelschutt, Asche, Hausmüll und zum Teil auch mit gewerblichen und industriellen Abfällen verfüllt. Diese Verfüllungen sind heute häufig ohne genaue Recherchen nicht ohne weiteres erkennbar /8.3-1/.

Tiefgreifende Veränderungen brachte auch die Zerstörung Dresdens am 13./14. Februar 1945 mit sich. 15 Quadratkilometer dichtbesiedeltes Stadtgebiet wurden total zerstört. 12 Millionen Kubikmeter Trümmerschutt waren zu beseitigen. Verwertbares Material wurde für den Wiederaufbau verwendet. Ein Teil des Trümmerschuttes wurde in Kies- und Lehmgruben verfüllt oder als Auffüllmaterial für Geländeregulierungen verwendet. Bei Baumaßnahmen mit Bodenaushub in den ehemals zerstörten Gebieten sind häufig erhöhte Aufwendungen für die Beseitigung/Entsorgung von belastetem Trümmerschutt erforderlich.

Die industrielle Entwicklung von 1945 bis 1990 ist vornehmlich

dadurch gekennzeichnet, dass überwiegend auf bisherigen Stätten mit alten Anlagen – insbesondere mit alten Ver- und Entsorgungseinrichtungen – produziert wurde. Hinzu kam, dass zunehmend keine Entsorgungsmöglichkeiten für Produktionsrückstände mehr bereit gestellt werden konnten und häufig durch wildes Verkippen auf Betriebsgrundstücken oder anderswo dem Entsorgungsnotstand begegnet wurde. Es war beispielsweise üblich, hochgiftige Abfälle aus der Arzneimittelproduktion auf einem „Brandplatz“ in Form von Erdgruben auf Flächen der Sowjetarmee zu verbrennen oder in das Erdreich zu versickern.

#### **8.3.2 Ordnungsbehördliche Bearbeitung von Altlasten – wozu dient das Sächsische Altlastenkataster?**

Das ordnungsbehördliche Handeln der unteren Behörden hat das Ziel, die von Altlasten ausgehenden Gefahren für Mensch, Boden und Grundwasser abzuwenden. Ebenso wichtig ist die Beseitigung von Investitionshemmnissen durch Altlasten, um brachgefallene Industrietandorte wieder nutzen zu können. Voraussetzung für diese Arbeit ist die Erfassung, Erkundung und Bewertung von Altlasten und altlastenverdächtigen Flächen. Die erstmalige flächendeckende Erfassung der Verdachtsflächen wurde vom Sächsischen Umweltministerium mit Fördermitteln unterstützt und die Ergebnisse mit einem landesweit geführten Altlastenkataster den Behörden verfügbar gemacht.

Auf dieser Grundlage erfolgt die Altlastenbearbeitung in Sachsen nach landeseinheitlichen Vorgaben und Kriterien. Die Abbildung 8.3-4 zeigt einen Überblick über die Bearbeitungsstufen.

Beginnend ab 1991 wurden im damals neu gegründeten Umweltamt für Dresden insgesamt über 4 000 altlastenverdächtige Flächen einschließlich ehemals militärisch genutzter Flächen erfasst. Mehr als 1 100 Flächen konnten im Zuge der genaueren Prüfung wieder gelöscht werden, weil sich der Altlastenverdacht nicht bestätigt hat oder die Flächen bereits mit einer anderen Bezeichnung oder anderen Eigentüm-

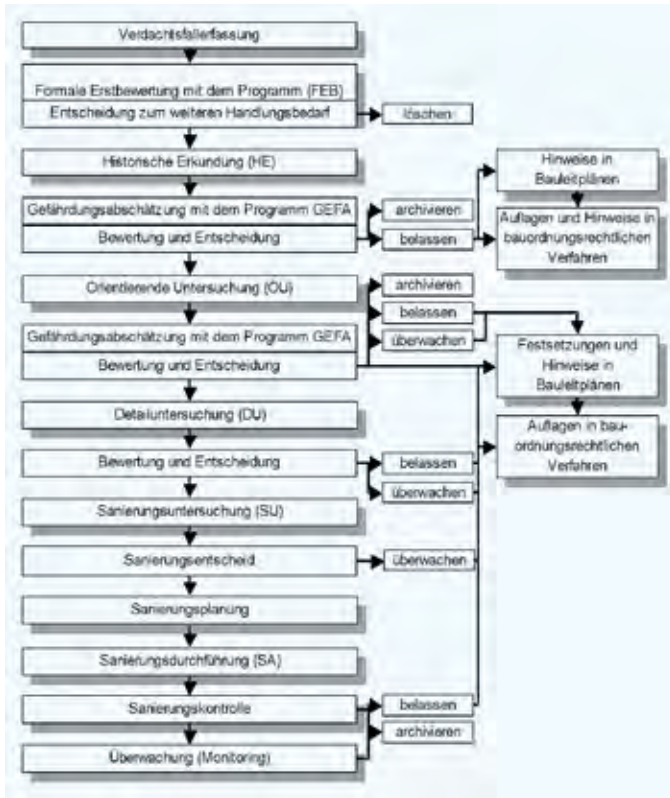
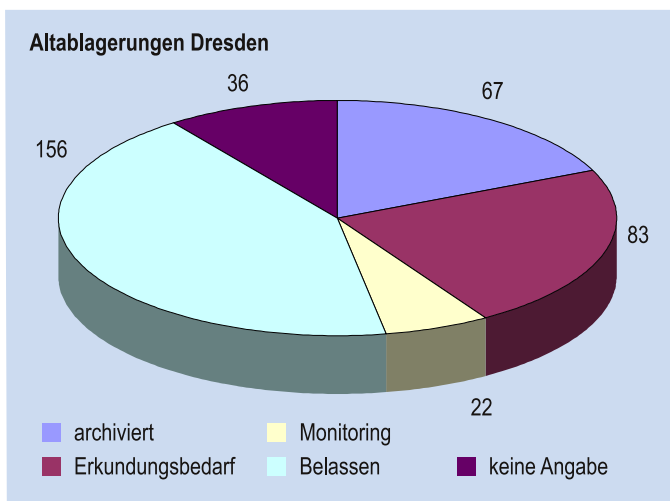


Abb. 8.3-4  
Stufen der Altlastenbearbeitung

merzuordnungen erfasst waren. Fast 2 900 Altablagerungen und Altstandorte mussten jedoch als umweltrelevant eingestuft werden. Sie wurden in den zurückliegenden Jahren der systematischen Altlastenbearbeitung unterzogen. Über das Prinzip Erfassen - Erkunden - Bewerten führte das dazu, dass mehr als 2 300 Altlastenobjekte aus der dringenden aktiven Weiterbehandlung entlassen werden konnten. Allerdings besteht für rund 600 altlastenverdächtige Flächen noch immer Erkundungsbedarf. Diese Datenbasis wird ständig weiter ergänzt, präzisiert und dem aktuellen Kenntnisstand angepasst. Mit einem modernen Kommunikationssystem werden die Informationen über die Altlastensituation auch anderen Anwendern in der Stadt in sofort nutzbarer Weise bereitgestellt.

Die Abbildungen 8.3-5 und 8.3-6 geben einen Überblick über die im Sächsischen Altlastenkataster erfassten Altstandorte und Altabla-

Abb. 8.3-5  
Anzahl der Bearbeitungsstufen der 364 erfassten Altablagerungen



Im Freistaat Sachsen werden die Daten zu den Altlasten in einem digitalen Kataster („SALKA“) geführt. Die SALKA-Datenbank besteht aus dem aktuellen Sächsischen Altlastenkataster und dem Archiv zum Sächsischen Altlastenkataster. Im Kataster werden die Grundstücksdaten bekannter Altlastenverdachtsflächen sowie betriebener und stillgelegter Deponien erfasst, für die zukünftig weitere Maßnahmen nach dem Bundesbodenschutzgesetz erforderlich sind oder werden können. Pflege und Nutzung der Grundstücksdaten sind in einer Verwaltungsvorschrift geregelt.

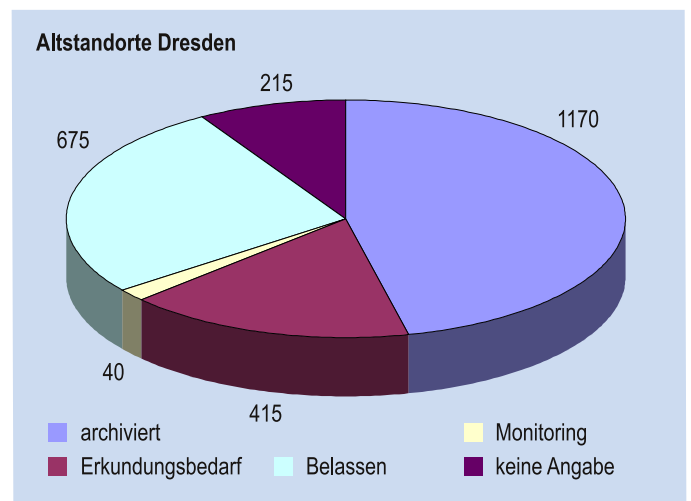
- Die Löschung von Daten erfolgt, wenn sich nach der Erfassung der Altlastenverdacht, ohne dass weitere Untersuchungen durchgeführt wurden, nicht bestätigt.
- Die Archivierung der Daten erfolgt, wenn im Ergebnis der Untersuchung kein Handlungsbedarf festgestellt oder im Ergebnis einer Sanierung eine vollständige Dekontamination erreicht wurde. Der Handlungsbedarf ändert sich auch bei einer zukünftigen Nutzungsänderung nicht.
- Ein Belassen der Daten erfolgt, wenn im Ergebnis der Untersuchung kein Handlungsbedarf festgestellt oder eine nutzungsbezogene Sanierung durchgeführt wurde. Eine sensiblere Nutzung kann den Altlastenverdacht wieder aufleben lassen, so dass erneut Untersuchungs- und/oder Sanierungsmaßnahmen erforderlich werden können.

gerungen in der Landeshauptstadt Dresden sowie deren Anzahl zu den einzelnen Bearbeitungsstufen.

Die Dringlichkeit des weiteren Untersuchungs- oder Handlungsbedarfes wird aus den Gefährdungsbewertungen nach der historischen Erkundung oder den nachfolgenden Bearbeitungsstufen abgeleitet.

Bei der Erfassung (Erstbewertung und historische Erkundung) werden nur vorhandene Informationen zusammengeführt. Erst im Rahmen der orientierenden Untersuchung werden Probenahmen und analytische Untersuchungen durchgeführt. Damit ist die Entscheidung möglich, ob eine Altlast vorliegt. Liegen die Schadstoffgehalte unterhalb des jeweiligen Prüfwertes, so ist der Verdacht einer schädlichen Bodenveränderung oder Altlast ausgeräumt, d. h. von der Fläche geht keine Gefahr aus. Bei Baumaßnahmen ist aber zu prüfen, wie mit belastetem Bodenaushub umzugehen ist.

Abb. 8.3-6  
Anzahl der Bearbeitungsstufen der 2515 erfassten Altstandorte



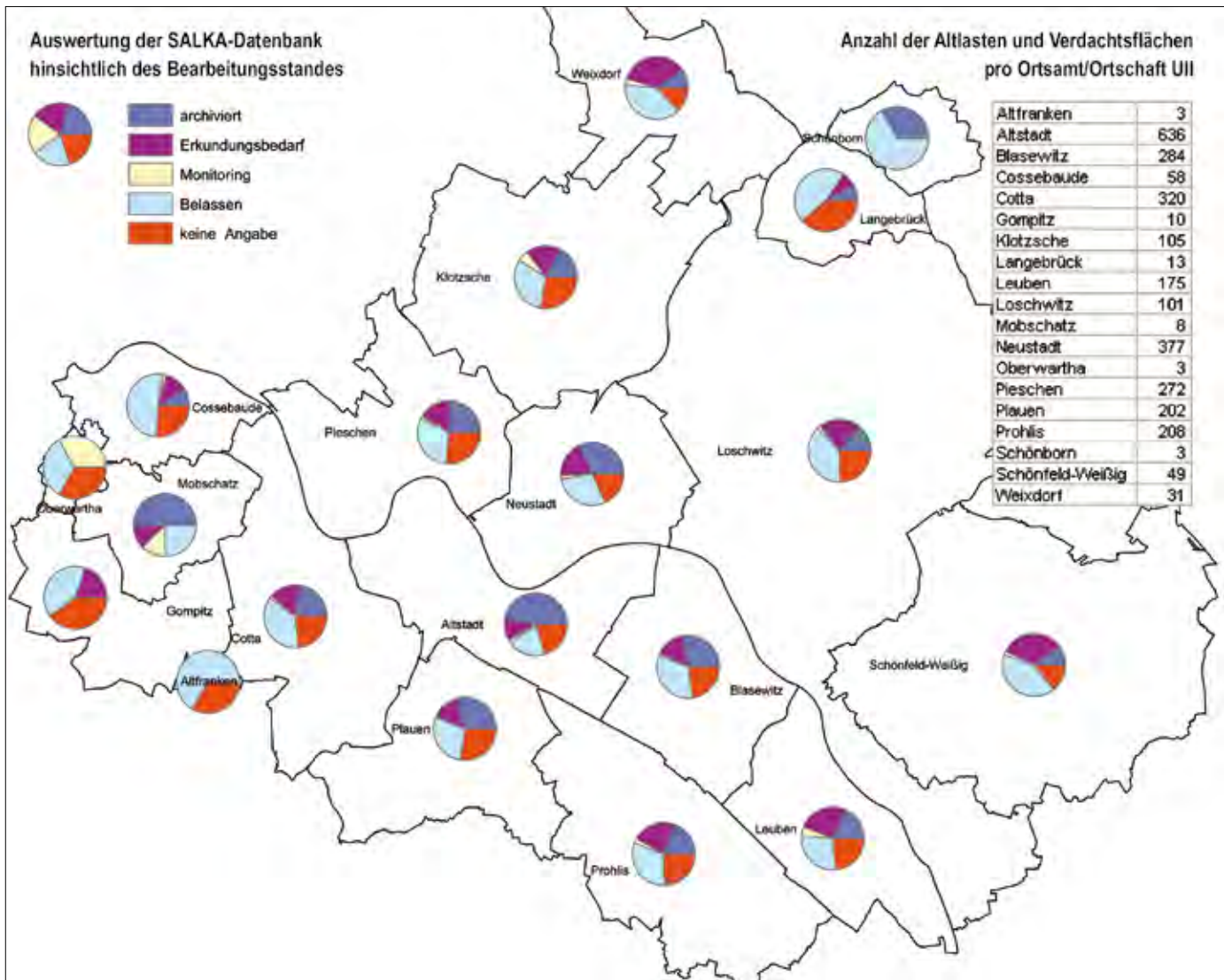


Abb. 8.3-7  
Auswertung der Salka-Datenbank nach Ortsämtern

### 8.3.3 Sanierung von Altlasten im bodenschutzrechtlichen Verfahren

Werden Prüfwerte überschritten oder sind Überschreitungen zu erwarten, liegen sogenannte konkrete Anhaltspunkte für eine schädliche Bodenbelastung oder Altlast vor. In diesem Fall ist es erforderlich, weitere Schritte gegen die Gefährdung für Boden und Grundwasser zu unternehmen. Die Behörde muss entscheiden, wen sie für weitere Untersuchungen und soweit erforderlich für die Gefahrenabwehr in Anspruch nimmt (Auswahlmessungen). Die Entscheidung über die Notwendigkeit von Maßnahmen zur Gefahrenabwehr wird immer unter Beachtung der Gegebenheiten des Einzelfalles (z. B. natürliche Standortbedingungen, Art der Nutzung) getroffen.

Grundsätzlich hat der Verursacher einer schädlichen Bodenveränderung diese entsprechend dem Bundes-Bodenschutzgesetz so zu sanieren, dass dauerhaft keine Gefahren, erhebliche Nachteile oder erhebliche Belastungen für den Einzelnen oder die Allgemeinheit bestehen. Zur Gefahrenabwehr verpflichtet sind aber auch

- der Gesamtrechtsnachfolger des Verursachers,
- der Grundstückseigentümer oder Inhaber der tatsächlichen Gewalt über ein Grundstück und
- derjenige, der das Eigentum an einem Altlasten-Grundstück aufgibt, um sich der Verpflichtung zu entledigen.

Die Behörde hat bei ihrem Auswahlmessen besonders folgende Kriterien zu berücksichtigen:

- schnelle und effektive Gefahrenabwehr,
- rechtliche und tatsächliche Einwirkungsmöglichkeit und finanzielle Leistungsfähigkeit,
- Verursachungsbeitrag,
- sachliche und örtliche Nähe zur Gefahrenquelle.

Über verwaltungsrechtliche Anordnungen wurde die Sanierung verschiedener Tankstellen wie Ermelstraße, Rieser Straße, Meißner Landstraße, Tharandter Straße, Leipziger Straße, Münchner Straße u. a. durchgeführt. Eine ehemalige militärische Liegenschaft wurde saniert und wird nun durch ein Druck- und Verlagshaus genutzt. Bei Standorten von chemischen Reinigungen wie am Schillerplatz, der Dohnaer Straße, der Gamigstraße und der Heidestraße erfolgte eine Sanierung der Belastungen mit leichtflüchtigen halogenierten Kohlenwasserstoffen mit einer Bodenluftabsaugung.

Ein Sonderfall sind dringend erforderliche Gefahrenabwehrmaßnahmen, zu denen auf Grund unzureichender Liquidität kein Sanierungspflichtiger herangezogen werden kann. In diesen Fällen führt das Umweltamt die Gefahrenabwehrmaßnahmen mit städtischen Haushaltsmitteln selbst durch (die sogenannte „Ersatzvornahme“).





Abb. 8.3-8  
Erkundung der Bodenluft im Sandtagebau an der Radeburger Straße

In Dresden betrifft das die frühere chemische Reinigung Schoof am Lockwitzbachweg und den Chemiehändler Rosenstraße. An beiden Standorten musste das Umweltamt in Ersatzvornahme eine Grundwasserreinigungsanlage installieren und betreibt diese nunmehr seit 1998. Es wurden bisher am Standort Rosenstraße 1,2 Tonnen LHKW aus dem Grundwasser und 10,2 Tonnen aus Bodenluft und Grundwasser am Standort Lockwitzbachweg gewonnen. Jährlich werden dafür städtische Mittel in Höhe von 240 000 Euro eingesetzt.

Für die Notwendigkeit des Einsatzes dieser Gelder ist eine steigende Tendenz zu beobachten. Das ist um so problematischer, da die Rückforderung der Mittel nur sehr eingeschränkt durchsetzbar ist. Dies zeigt deutlich, dass die Sanierung eines einmal kontaminierten Grundwasserkörpers eine Generationenaufgabe und wie wichtig der konsequente Schutz dieser Ressource ist.

### 8.3.4 Sanierung von Altlasten im Zusammenhang mit Bauvorhaben

Im Zusammenhang mit dem historischen Umbruch Anfang der 1990er Jahre kam es einerseits zur Stilllegung vieler Betriebe und damit zu Industriebrachen auch im Stadtgebiet. Andererseits drängten bauwillige Investoren in die Stadt und suchten Baugrund, der jedoch nur in begrenztem Umfang vorhanden ist. Damit ergab sich die historische Chance, die Wiedernutzbarmachung brachliegender innerstädtischer

Abb. 8.3-9.1 und Abb. 8.3-9.2  
Rückbau unterirdischer Tanks an ehemaligen Tankstellen



Flächen mit dem Aufschwung im Baugeschehen zu verbinden. Beim Abbruch bestehender Bausubstanz oder bei der Umnutzung und baulichen Sanierung vorhandener, weiter genutzter und/oder bereits stillgelegter Objekte können Altstandorte im Rahmen von Baugenehmigungsverfahren saniert werden. In Verbindung mit Investitionen bestehen oft günstige Voraussetzungen und die Verhandlungsbereitschaft, die im Zusammenhang mit der Beseitigung der Altlasten anfallenden erhöhten Kosten zu tragen.

Die erforderlichen Maßnahmen fließen über Nebenbestimmungen in die Baugenehmigung ein. Durch den Bauherrn ist eine detaillierte, auf den konkreten Einzelfall des Standortes und dessen geplante Nutzung bezogene Untersuchung durchzuführen. Damit wird geprüft, ob das Vorhaben mit den Anforderungen an gesunde Wohn- und Arbeitsverhältnisse sowie mit dem Schutz der Umwelt im konkreten Einzelfall vereinbar ist. Dabei werden u. a. folgende Aspekte geprüft:

- Besteht bei der angestrebten Nutzung eine Gefahr für den Nutzer, z. B. weil an Stellen, an denen Hausgärten mit Gemüsebeeten oder ein Spielplatz vorgesehen sind, früher Chemikalien in den Boden gelangt sind?
- Entsteht durch das geplante Vorhaben eine Gefahr, z. B. weil durch den Abbruch des Gebäudes vormals abgedeckte Bodenverunreinigungen nun von Regenwasser durchsickert werden und dabei Schadstoffe in das Grundwasser gelangen können?

Eine größere Anzahl von Altstandorten konnte so bereits in wenigen Jahren im Zusammenhang mit Investitionen im Rahmen der Baugenehmigungsverfahren saniert und einer erneuten Nutzung zugeführt werden. Beispiele für Altlastensanierungen im Baugenehmigungsverfahren zeigt die Tabelle 8.3-1.

<b>Brauereien</b>	Waldschlößchenstraße, Budapester Straße, Chemnitzer Straße
<b>Dichtungswerk</b>	Ludwig-Hartmann-Straße, Schlüterstraße
<b>Maschinenfabriken</b>	Caspar-David-Friedrich-Straße, Chemnitzer Straße, Blasewitzer Straße, Dohnaer Straße, Reicker Straße
<b>Tankstellen</b>	Dohnaer Straße, Blüherstraße, Wiener Straße, Grundstraße, Drescherhäuser, Bautzner Straße

Tabelle 8.3-1  
Beispiele für Altlastensanierungen bei Bauvorhaben



Im Rahmen von Baugenehmigungsverfahren wurden unter anderem die Tankstellen Grundstraße, Bautzner Straße und Wiener Straße rekonstruiert, saniert und entsprechend dem neuesten Stand der Technik hergerichtet. Bei anderen Tankstellen wie Drescherhäuser, Elsasser Straße, Blüherstraße und Kesselsdorfer Straße erfolgte ein Rückbau der tanktechnischen Anlagen mit Sanierung des Bodens vor der Umnutzung des Grundstückes.

Die auf dem Hubertusplatz vorhandene ehemalige Spielwarenfabrik einschließlich der Tankstelle wurde vor dem Neubau von Wohn- und Geschäftshäusern saniert. Auf einem vormals durch eine Maschinenfabrik genutzten Grundstück Caspar-David-Friedrich-Straße befindet sich heute eine Wohnanlage mit Mehrfamilienhäusern.

### 8.3.5 Altlasten in der Bauleitplanung

Informationen zu Altlasten und altlastenverdächtigen Flächen sind eine wesentliche Grundlage für den Umgang mit Altlasten in der Bauleitplanung. Die möglichst weitgehende Kenntnis über Art und Umfang der Altlasten auf Grundstücken ist Voraussetzung für die Prüfung der gesunden Wohn- und Arbeitsverhältnisse gemäß BauGB bei der Stadtplanung.

Jedoch erfüllt der im Rahmen der Gefahrenforschung und -abwehr erreichte Arbeitsstand der Altlastenbehandlung oft nicht die Erwartungen der Stadtplaner. Nicht immer kann für Grundstücke der erwartete Status „Altlastenfreiheit“ im Sinne einer uneingeschränkten Vermarktung und/oder Bauausführung vergeben werden. Im Übrigen entspricht diese Erwartung auch gar nicht dem Ziel der Altlastenbehandlung – der Abwehr von Gefahren. Gefahrenabwehr reicht aber eben oft nicht aus, um belastete Standorte einer attraktiven neuen Nutzung zugänglich zu machen. So erfordert beispielsweise eine geplante Wohnnutzung einen anderen Untersuchungsstand und andere Sanierungsziele, als die Gefahrenabwehr auf einer nicht mehr genutzten Gewerbefläche.

Die Strategie des Umweltamtes, im Zuge der Gefahrenabwehr konsequent auf die Beseitigung der Kontaminationsherde (in der Regel durch Auskoffern des kontaminierten Erdreiches) zu drängen, schaffte wesentlich bessere Möglichkeiten für die Nachnutzung als das häufig empfohlene und im Rahmen der Gefahrenabwehr grundsätzlich auch mögliche Einkapseln. In Verbindung mit ergänzenden Maßnahmen konnten so seit 1991 für etwa 250 Bauleitpläne mit über 2 100 altlastenverdächtigen Flächen rechtssichere Lösungen für die angestrebte Nutzung gefunden werden.

### 8.3.6 Freistellung von der Haftung für Altlasten

Die Kosten für eine Altlastenerkundung und -sanierung sind – insbesondere wenn das Grundwasser betroffen ist – erheblich. Nach dem Bundes-Bodenschutzgesetz muss in der Regel der Verursacher bzw. Grundstückseigentümer die Kosten der Maßnahmen tragen.

Behindern mögliche Sanierungskosten eine Investition, gibt es in den neuen Bundesländern davon eine Ausnahme – das Freistellungsverfahren nach dem Umweltraum- bzw. nach dem Hemmnisbeseitigungsgesetz. Diese vereinigungsbedingte Verschonungssubvention ermöglicht einem Investor die Sanierung vorhandener Altlasten im Rahmen der Gefahrenabwehr mit finanzieller Unterstützung des Freistaates Sachsen. Voraussetzung dafür ist, dass die Belastung bis zum 30.03.1992 den Behörden angezeigt worden ist, ein Freistellungsantrag gestellt wurde und dass auf dem Grundstück tatsächlich investiert wird und Arbeitsplätze geschaffen werden. Außerdem ist der Freigestellte verpflichtet, Gutachten über Art und Umfang der Bodenkontaminatio-

nen erstellen zu lassen und die erforderlichen Maßnahmen zur Gefahrenabwehr einzuleiten.

In der Landeshauptstadt Dresden sind von ursprünglich 880 gestellten Anträgen auf Freistellung von den Kosten der Altlastensanierung weniger als 10 Prozent tatsächlich zur fachtechnischen Bearbeitung gelangt. Aktuell gibt es 76 Freistellungsverfahren (ohne die Standorte der ehemaligen Minol-Tankstellen, heute Total). Darunter befinden sich noch 29 offene Antragsverfahren und vier Widerspruchs- bzw. Klageverfahren.



Abb. 8.3-10  
Sanierung einer Tankstelle im Freistellungsverfahren

Abb. 8.3-11  
Grundwassersanierungsanlage am ehemaligen Sachsenwerk



Seit der Verwaltungsreform im August 2008 sind die Landkreise und kreisfreien Städte einerseits als Freistellungsbehörde zuständig für die Umsetzung des Altlastenfreistellungsverfahrens im Rahmen des Hemmnisbeseitigungsgesetzes und andererseits als untere Abfall- und Bodenschutzbehörde ebenfalls verantwortlich für den Vollzug des Bundes-Bodenschutzgesetzes als Umweltgesetz.

Aus der für die Kommune zunächst günstig erscheinenden Konstellation Freistellungsbehörde und Ordnungsbehörde in Doppelzuständigkeit zu sein, kann nur dann ein zusätzlicher Impuls für eine investive und ökologische Entwicklung von Brachflächen gezogen werden, wenn durch die öffentliche Hand ergänzende Vorleistungen zur Standortentwicklung erbracht werden. Die Möglichkeiten der Freistellung allein bewirken heute kaum mehr investitionsauslösende Effekte /8.3-2/.

Durch die Altlastenfreistellung weitestgehend refinanzierte Altlastenbehandlungsmaßnahmen werden in der Regel kontinuierlich fortgeführt und auch abgeschlossen. Ein Beispiel für die erfolgreiche Sanierung von Boden und Grundwasser ist das Gelände des ehemaligen Sachsenwerkes in Niedersedlitz (Abbildung 8.3-11).

### 8.3.7 Kommunale Altlastensanierung und Brachflächenrevitalisierung

Die Revitalisierung von innerstädtischen Altstandorten für Industrie und Gewerbe ist nur durch aktive Grundstücksmarktpolitik der Kommunen möglich. In der Regel muss die Stadt die Flächen für die Zeit der Sanierung und die Entwicklung der inneren Erschließung in ihr Eigentum nehmen, um frei disponieren zu können. Durch die Verbindung von kommunaler Planungshoheit, städtischen Dienstleistungen und ordnungsbetrieblichen Kompetenzen sind erhebliche Synergieeffekte möglich und Fördermittel können eingeworben werden /8.3-2/.

Ein effektiver Einsatz von finanziellen Mitteln ist vor allem dann gegeben, wenn Maßnahmen zur reinen Gefahrenabwehr verbunden werden mit Sanierungszielstellungen, die eine Wiedernutzung der Flächen ermöglichen. Die Erfahrungen hierbei zeigen, dass beim Angebot revitalisierter Flächen durch die Kommune kaum Akzeptanzprobleme bei Investoren auftreten. Unter Ausnutzung verschiedenster Förderprogramme und Finanzierungsvarianten konnten in Dresden Maßnahmen der Gefahrenabwehr mit Sanierungszielstellungen verbunden werden, die eine Wiedernutzung der Flächen ermöglichten. Die Tabelle 8.3-2 zeigt einige Beispiele dafür.

Ein gravierender Bodenluft- und Grundwasserschaden wurde so beispielsweise in Verantwortung des Umweltamtes auf der ehemaligen militärischen Liegenschaft am Diebweg beseitigt. Durch die Sanierung ehemaliger Industriebrachen und Flächen der sowjetischen Streitkräfte konnten hier außerdem Flächen für die Neuansiedlung von Gewerbe be-

reitgestellt und wertvoller Naturraum geschützt bzw. Ausgleichsflächen geschaffen werden.

Die Kasernenanlage an der Königsbrücker Straße wurde bereits im Zusammenhang mit der Gründung der Albertstadt als „Militärviertel“ Dresdens nach der Jahrhundertwende errichtet. Nach dem 2. Weltkrieg übernahm die Rote Armee das Militärobjekt und nutzte das Gebäude im Süden vermutlich ab den 1950er Jahren als Chemische Reinigung für die ölverschmutzten Uniformen usw. Dies geschah in der Regel mit chlorierten Lösungsmitteln.



Abb. 8.3-12 Außenansicht des Gebäudes der ehemaligen Chemischen Reinigung im Kasernengelände der WGT-Liegenschaft mit der kyrillischen Aufschrift „Trichlorethylen – Gift“

Abb. 8.3-13 Die bei Übernahme des Objektes noch im Gebäude befindliche Waschmaschine für Uniformen etc. mit Lösungsmitteln



Tabelle 8.3-2 Beispiele für eine erfolgreiche Wiedernutzung von kontaminierten Flächen nach der Sanierung

Objekt	Vornutzung	Nutzung neu
Ökologisches Großprojekt Coschütz/Gittersee	Uranfabrik 1949 bis 1962, Reifenwerk 1962 bis 1992	Gewerbegebiet
Techno-Park Nord (Diebweg)	militärische Liegenschaft sowjetischer Streitkräfte, Hausmülldeponie	Gewerbegebiet
Löbtauer Straße	Fabrik für Kühlschrankmotoren	Handwerkerhof
Lackfabrik Kötzschenbroder Straße	Lackfabrik	Nutzung noch offen
Nordgraben Kaditz	Deponie	Gewerbegebiet
Tischlerei Klotzsche	Tischlerei	Ausgleichsfläche
Pentacon	Kamerawerk	Bürohaus
Gasbehälter Reick	Gasbehälter	offen
Schießbahn Schützenhofstraße	Schießbahn	Ausgleichsfläche



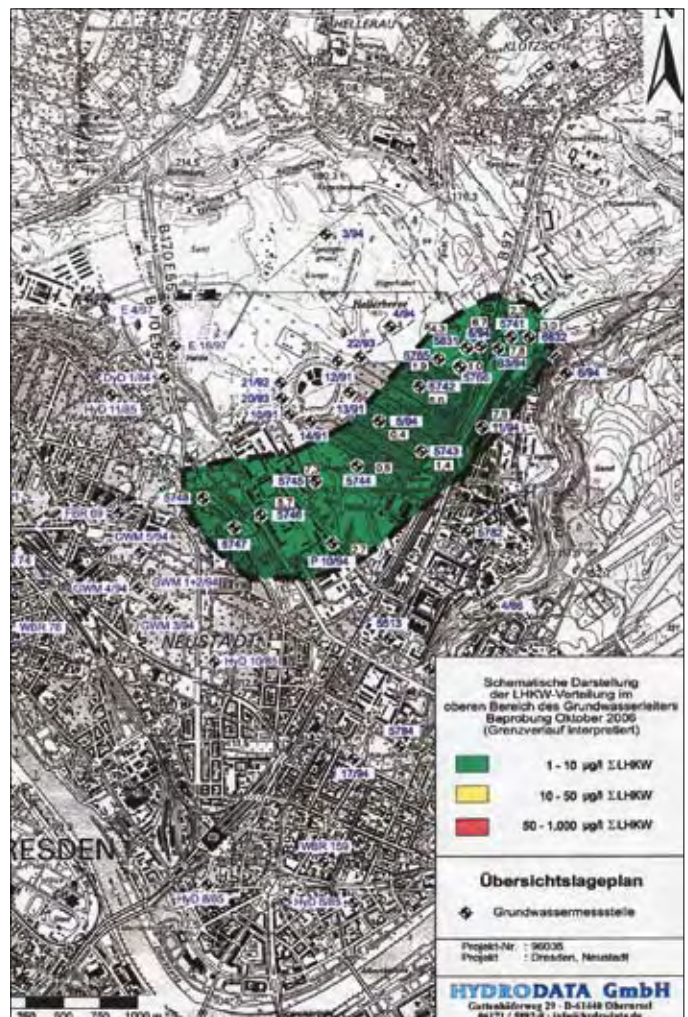
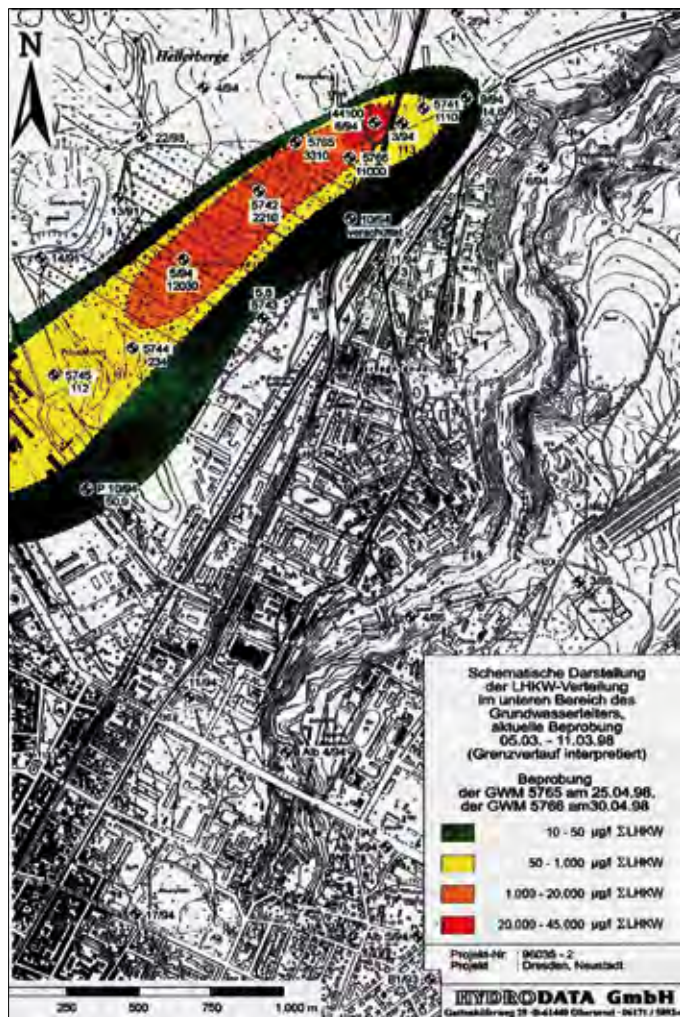
Abb. 8.3-14  
Blick auf die Grundwasser-Sanierungsanlage am Diebweg

Nach der Ausgrenzung der Altlastenverdachtsfläche „Chemische Reinigung“ durch eine historische Standorterkundung erfolgte 1994 eine orientierende Erkundung, sowie – bereits auf die konkreten Erfordernisse des Standortes bezogen – eine detaillierte Altlastenerkundung mit Bodenproben und tiefengestaffelte Bodenluftmessungen. Dabei wurden im Grundwasser extreme Trichlorethen-Gehalte bis 125 000 µg/l bestimmt. Problematisch war an diesem Standort auch der besonders große Grundwasserflurabstand von bis zu 60 Meter.

Oberste Priorität hatte die Entfernung der Lösungsmittel im Boden um das ehemalige Reinigungsgebäude und damit die Beseitigung der Schadensquelle. Im Februar 1997 begann die Sanierung der Bodenluft. Bis zum Sanierungsende im November 1999 konnten über 3 Tonnen Trichlorethen beseitigt werden. Parallel zur Sanierung des Schadensherdes wurde auch die Reinigung des mit LHKW belasteten Grundwassers vorbereitet. Zwischen November 1999 und Juni 2006 wurde auch das stark verunreinigte Grundwasser saniert (Abbildung 8.3-14).

Insgesamt konnten 292 kg LHKW aus dem Grundwasser wieder entfernt werden. Der Erfolg der Sanierungsmaßnahme für die Grundwasserqualität ist in der Abbildung 8.3-15 sichtbar.

Abb. 8.3-15.1 und Abb. 8.3-15.2  
Darstellung der Schadstoffverteilung im Grundwasserleiter vor und nach der Sanierung



## ■ Behördenwegweiser Grundwasser

Wer das Grundwasser benutzen will, benötigt dafür eine Erlaubnis. Diese Erlaubnis erteilt die untere Wasserbehörde des Landkreises oder der kreisfreien Stadt, in der das Grundstück gelegen ist, in einem Wasserrechtsverfahren.

Für das Stadtgebiet Dresden ist das Umweltamt der Stadt Dresden die zuständige untere Wasserbehörde. Für viele Wasserrechtsverfahren gibt es Formblätter im Internet unter [www.dresden.de/Anliegen](http://www.dresden.de/Anliegen) → unter Buchstabe „W“ → »Wasserrechtliche Verfahren, Antragsunterlagen«.

**Benutzungen** sind beispielsweise:

- **Entnehmen, Zutagefördern und Zutageleiten** von Grundwasser für eine Nutzung (z. B. für Trink-, Brauch- oder Kühlwasser)
- **Entnehmen, Zutagefördern und Zutageleiten von Grundwasser** für eine Grundwasserabsenkung (Bauwasserhaltung)
- **Einleiten von Stoffen in das Grundwasser**, zum Beispiel
  - Einleiten von nicht schädlich verunreinigtem Niederschlagswasser (sofern nicht erlaubnisfrei möglich)
  - Versickern von vollbiologisch gereinigtem Abwasser aus einer Kleinkläranlage
- **Einleiten von Grundwasser in das Grundwasser**, z. B. aus einer Bauwasserhaltung oder beim Betrieb einer Grundwasser-Wärmepumpe
- **Aufstauen, Absenken und Umleiten von Grundwasser** durch Anlagen, die dafür bestimmt oder geeignet sind
- Errichtung und Betrieb einer Erdwärmesondenanlage

Bestimmte **Anlagen** brauchen eine **Genehmigung**, zum Beispiel:

- **Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen** wie Heizöltanks, Chemikalienlager
- Abflusslose **Sammelgruben in Wasserschutzgebieten**
- **Anlagen zum Reinigen von Grundwasser**
- **Anlagen zum Lagern und Abfüllen von Dung und Silagesickersaft**
- **Einleitstellen für Grundwasser** an oberirdischen Gewässern

**Eingriffe in das Grundwasser durch Bohrungen** oder andere Erdaufschlüsse müssen einen Monat vorher angezeigt werden, zum Beispiel:

- **Brunnenbohrungen** (auch für Haus- und Gartenbrunnen)
- **Probebohrungen** zur Ermittlung der Wasserergiebigkeit

## ■ Was kann jeder Einzelne tun? – 10 Tipps zum Grundwasserschutz

### **Vermeiden Sie die Versiegelung von Flächen oder verwenden Sie durchlässige Flächenbeläge!**

Regenwasser versickert normalerweise an Ort und Stelle in den Untergrund – in bebauten oder flächenhaft versiegelten Gebieten ist dies meist nicht mehr der Fall. Das Niederschlagswasser gelangt dort nur noch teilweise auf natürlichem Weg in den Wasserkreislauf, es wird zu einem erheblichen Anteil über die Kanalisation abgeleitet. Für Flächen, die aufgrund ihrer Nutzung befestigt sein müssen, gibt es viele Möglichkeiten zur Minimierung der Versiegelung. Beispielsweise können Wege, Zufahrten, Stellplätze und Terrassen mit wasserdurchlässigen Belägen befestigt werden. So wird der Grundwasserhaushalt weniger beeinträchtigt.



### **Versickern Sie Regenwasser!**

Das Prinzip der naturnahen Regenwasserbewirtschaftung im Bereich von Siedlungs- und Verkehrsflächen ist heute Stand der Technik. Niederschlagswasser von Hausdächern und Gehwegen darf in der Regel erlaubnisfrei versickert werden, wenn die Versickerung über eine bewachsene Bodenzone oder eine korrekt dimensionierte Versickerungsanlage erfolgt und bestimmte Abstände eingehalten werden. Nähere Informationen zur Regenwasserversickerung finden Sie unter:

[www.dresden.de/regenwasser](http://www.dresden.de/regenwasser)

### **Lassen Sie Ihre Abwassersammelgruben und private Kanalanschlüsse auf Dichtheit untersuchen und gegebenenfalls sanieren!**

Aus undichten Leitungen und Sammelgruben kann Abwasser in den Boden und in das Grundwasser sickern, wenn sie oberhalb des Grundwasserspiegels liegen. Dann besteht die Gefahr einer Kontamination von Boden und Grundwasser. Risse in Behältern oder Rohren, eingewachsene Wurzeln, schadhafte Anschlüsse und undichte Muffen können beispielsweise für Undichtigkeiten verantwortlich sein. Die Verantwortung für den ordnungsgemäßen Betrieb der im privaten Bereich verlaufenden Abwasserleitungen hat der jeweiligen Grundstückseigentümer.

### **Verzichten Sie in Ihrem Garten auf den Einsatz chemischer Pflanzenschutzmittel und verwenden Sie Dünger sparsam!**

Auch im eigenen Garten tragen der Verzicht auf chemische Pflanzenschutzmittel sowie der sparsame Düngereinsatz dazu bei, Belastungen des Grundwassers zu vermeiden. Beachten Sie: Viel hilft nicht immer viel!

### **Entsorgen Sie keine Stoffe wie z. B. Lacke, Farben, Arzneimittel in der Toilette!**

Chemikalienreste, Tabletten und Arzneimittelreste gehören nicht in die Spüle oder die Toilette. Die Chemikalien und Wirkstoffe der Arzneimittel gelangen bei Entsorgung in der Toilette über die Kanalisation in die Kläranlage. Die Kläranlagen können diese Stoffe nicht vollständig entfernen. Mit dem geklärten Abwasser gelangen beispielsweise nicht abgebaute Arzneimittel und deren Abbauprodukte in Oberflächengewässer und über die Bodenpassage oder über Uferfiltration ins Grundwasser. Chemikalienreste können am Schadstoffmobil oder auf den Wertstoffhöfen abgegeben werden, Pillen und Tropfen nehmen grundsätzlich alle Apotheken zurück. Weitere Hinweise unter [www.dresden.de/abfall](http://www.dresden.de/abfall).



### **Reinigen Sie Ihr Auto nur in Waschstraßen!**

Aus Sicht der Umwelt empfiehlt es sich prinzipiell, die Fahrzeugwäsche nur in dafür vorgesehenen Waschanlagen vorzunehmen, am besten in solchen, die mit dem „Blauen Engel“ als umweltschonend gekennzeichnet sind. Das bei der Fahrzeugwäsche anfallende Abwasser enthält verschiedene chemische Stoffe und Verbindungen, die das Grundwasser schädigen können – auch wenn nur mit klarem Wasser gewaschen wird.

### **Lassen Sie eigene Brunnen und Geothermieanlagen vom Fachbetrieb errichten!**

Das Bohren von Brunnen sowie die Erschließung der Umweltwärme aus dem Untergrund erfordert Kenntnisse über den Untergrund. Um Schäden für den Boden und das Grundwasser und für den Betrieb der Anlage zu vermeiden, müssen die Planung, die Bohrung und der Bau von Anlagen jeweils von anerkannten Fachbetrieben erfolgen.

### **Verzichten Sie auf den Einsatz von Streusalz im Winter!**

Umweltfreundliche Alternativen sind salzfreie, abstumpfende Streumittel wie Sand und Granulate.

### **Entsorgen Sie Batterien und Akkus fachgerecht!**

Batterien und Akkus, ausgediente Energiesparlampen, leere Dosen und Reste von Farben und Lacken dürfen nicht in den Hausmüll gelangen oder gar einfach weggeworfen werden! Geschieht dies doch, können die in ihnen enthaltenen Schadstoffe über die Müllverbrennung oder die Deponien das Grundwasser belasten. Bevorzugen Sie bei häufig benutzten Geräten Nickel-Metallhydrid (NiMH)-Akkus oder Lithium-Ionen-Akkus – statt Nickel-Cadmium-Akkus, weil sie kein giftiges Cadmium enthalten. Bringen Sie alte Batterien und Akkus zu einer Batteriesammelstelle des Händlers oder geben Sie diese auf dem Wertstoffhof ab.



### **Kaufen Sie Produkte aus ökologischem Landbau!**

Stickstoffeinträge und Pflanzenschutzmittel aus der Landwirtschaft belasten die Qualität des Grundwassers. Der ökologische Landbau zielt auf die Vermeidung von Stoffausträgen aus der Landwirtschaft in Grund- und Oberflächengewässer durch ein Einsatzverbot chemisch-synthetischer Pflanzenschutzmittel. Stickstoff-Mineraldünger werden ersetzt durch Anbau von Leguminosen in Verbindung mit vielfältigeren Fruchtfolgen – problematische Nitratverlagerungen ins Grundwasser sind selten. Mit dem Kauf von Produkten, die aus ökologischem Landbau stammen leisten Sie einen wertvollen Beitrag zum Grundwasserschutz.

## ■ Glossar

### ■ Adsorption

Anlagerung von gelösten Stoffen an Bodenpartikel. Die Umkehrung dieses Vorganges heißt Desorption

### ■ aerob

unter Einfluss von Luft bzw. Sauerstoff

### ■ Altlasten

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.

### ■ anaerob

ohne Einfluss von Luft bzw. Sauerstoff

### ■ anthropogen

vom Menschen ausgehende Beeinflussung

### ■ Aquifer

zur Speicherung von Grundwasser geeignete geologische Schicht im Untergrund einschließlich nicht wassererfüllter Bereiche

### ■ bindig

Eigenschaft von Boden oder Lockergesteinen. Bindige Substrate (zum Beispiel Ton) wirken als Grundwasserstauer. Lockergesteine sind bindig, wenn mehr als 15 Gewichtsprozent der Körner kleiner als 0,06 mm sind.

### ■ Bemessung

Auslegung eines Systems (Bauwerk, Anlage) auf eine vorgegebene Belastung, die es noch aushalten können muss. Damit wird bewusst in Kauf genommen, dass es bei höheren (d. h. selteneren) Belastungen seine Wirksamkeit vollständig oder zu einem beträchtlichen Teil verliert.

### ■ Biotop

Lebensraum einer Artengemeinschaft mit einer einheitlichen, gegenüber seiner Umgebung abgrenzbaren Beschaffenheit

### ■ Boden

belebte, verwitterte oberste Zone über dem ursprünglichen Gestein; im Sinne des Bundes-Bodenschutzgesetzes der oberste Bereich der Erdkruste bis zum Grundwasser

### ■ Bodenluft

alle Gase, die sich in den Hohlräumen des Bodens befinden

### ■ BTEX

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

### ■ Cenoman

Abschnitt des Erdzeitalters Oberkreide von etwa 99,6 bis etwa 93,6 Millionen Jahren vor unserer Zeit

### ■ Coniac

Abschnitt des Erdzeitalters Oberkreide von etwa 88,6 bis etwa 85,8 Millionen Jahren vor unserer Zeit

### ■ Datenlogger

Gerät zur automatischen Datensammlung, zum Beispiel von Grundwasserstandsdaten

### ■ Einzugsgebiet

Fläche, aus der das Grundwasser einem oder mehreren Brunnen zufließt

### ■ Elster-Kaltzeit

älteste Kaltzeit, bei der es sicher nachgewiesen zu einer großräumigen Vergletscherung Norddeutschlands gekommen ist, von etwa 400 000 bis 320 000 Jahren vor unserer Zeit

### ■ Erosion

Abtrag des vorhandenen Gesteins z. B. durch Gletscher, Flüsse oder Niederschlagswasser, dabei können z. B. Erosionsrinnen entstehen

### ■ Evaporation

Verdunstung von Wasser von unbewachsenem Land oder von Wasserflächen

### ■ Grundwasserflurabstand

oder Flurabstand ist der Abstand zwischen der Geländeoberfläche und der Grundwasseroberfläche

### ■ geogen

von der Erde selbst herrührend, z. B. natürlicher Sulfatgehalt im Grundwasser

### ■ Geothermie

oder Erdwärme ist die unterhalb der Erdoberfläche gespeicherte Wärmeenergie

### ■ glazial

vom Eis geschaffen

### ■ Grundwasser

ist das unterirdische Wasser, das die Hohlräume der Erdrinde zusammenhängend ausfüllt und in seinen Bewegungen nur der Schwerkraft unterworfen ist

### ■ Grundwasseranreicherung

künstliches Einbringen von Wasser in den Untergrund, z. B. über Schluckbrunnen oder Versickerungsbecken

### ■ Grundwasserdargebot

Summe aller positiven Bilanzglieder des Wasserhaushaltes (Grundwasserneubildung aus Niederschlag, Uferfiltrat, künstliche Grundwasseranreicherung, Versickerung aus Seen und Flüssen sowie Rohrnetzverluste)

### ■ Grundhochwasser

ein durch Flusshochwasser oder erhöhte Grundwasserneubildung ausgelöstes erhebliches Ansteigen der Grundwasserstände

### ■ Grundwasserhaltung

Grundwasserentnahme zur Trockenhaltung von Baugruben oder Lagerstätten

### ■ Grundwasserkörper

abgegrenztes Grundwasservolumen innerhalb eines oder mehrerer Grundwasserleiter

### ■ Grundwasserleiter

Schichten im Untergrund, die in ihrem Porenraum Grundwasser führen (z. B. Sand, Kies oder Sandstein)

### ■ Grundwassermessstelle

in den Untergrund eingebautes Messrohr, in dem die Höhe des Grundwasserstandes bestimmt oder Grundwasserproben gewonnen werden können

### ■ Grundwasserneubildung

Zusickerung von infiltriertem Niederschlags- oder Oberflächenwasser zum Grundwasser

### ■ Grundwasserspiegel

Oberfläche des Grundwasservorkommens, wie sie zum Beispiel in einer Grundwassermessstelle oder einem Brunnen gemessen werden kann

### ■ Grundwasserstauer

bindige Gesteine mit sehr kleinen oder kaum zusammenhängenden Poren wirken als Grundwassergeringleiter (z. B. Geschiebemergel, sandiger Schluff) oder als Grundwasserstauer (z. B. Ton, Tonstein)

### ■ Grundwasserüberdeckung

Boden- und Gesteinsschichten über dem Grundwasserspiegel

### ■ 100-jährliches Hochwasser (HQ100)

Hochwasser, das statistisch im Durchschnitt einmal in 100 Jahren an einem bestimmten Ort des Gewässerlaufes oder Gewässerab-

schnittes auftritt

#### ■ **Holozän**

jüngster Abschnitt des Erdzeitalters Quartär, beginnend vor etwa 11 000 Jahren

#### ■ **Hydrogeologie**

Wissenschaft vom Wasser in der Erdkruste, den geologischen Eigenschaften der Gesteine in Hinblick auf ihre Leit- und Speicherfähigkeit für Grundwasser und anderen Faktoren, die Einfluss auf das Grundwasser haben

#### ■ **Infiltration**

Eindringen von Wasser in den Untergrund

#### ■ **Interzeption**

Rückhalt und Verdunstung von Wasser von der Oberfläche von Pflanzen

#### ■ **Isochrone**

Linie gleicher Fließzeit

#### ■ **Isohypse**

Linie gleicher Grundwasserstände

#### ■ **Isotherme**

Linie gleicher Temperatur

#### ■ **Kontamination**

Verunreinigung des Bodens oder des Grundwassers mit Schadstoffen

#### ■ **Kreide**

Erdzeitalter zwischen 144 und 65 Millionen Jahren vor unserer Zeit, Bildungen der Kreidezeit werden auch als „kretazisch“ bezeichnet

#### ■ **LHKW**

leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe, eine Gruppe von stark gesundheitsschädlichen, in der Natur nicht vorkommenden Stoffen

#### ■ **Lockergestein**

nicht verfestigtes Gestein wie Sand, Kies, Ton

#### ■ **Monitoring**

Überwachung nach einem festgelegten Programm

#### ■ **Pläner**

plattig brechendes, festes, hellgraues, sehr feinkörniges kieseliges Gestein mit sehr hohen Anteilen an kalkigem Bindemittel

#### ■ **Pleistozän**

älterer Abschnitt des Erdzeitalters Quartär von 2,6 Millionen Jahren vor unserer Zeit bis zum Beginn des Holozäns

#### ■ **Präkambrium**

Erdzeitalter vom Zeitpunkt der Entstehung der Erde vor etwa 4,55 Milliarden Jahren bis zum Beginn des Kambriums vor etwa 542 Millionen Jahren

#### ■ **Proterozoikum**

jüngerer Abschnitt des Präkambriums von etwa 2,5 Milliarden Jahren bis zum Beginn des Kambriums vor etwa 542 Millionen Jahren

#### ■ **Quartär**

Erdzeitalter von etwa 2,6 Millionen Jahren vor unserer Zeit bis heute (umfasst das Pleistozän und das Holozän)

#### ■ **Quelle**

natürlicher, an einer bestimmten, örtlich begrenzten Stelle nicht nur vorübergehend erfolgreicher Austritt von Grundwasser

#### ■ **Rohwasser**

noch nicht aufbereitetes Grund- oder Talsperrenwasser, das der Wasserversorgung dienen soll

#### ■ **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**

älterer Abschnitt des Erdzeitalters Perm von 290 bis 260 Millionen Jahren vor unserer Zeit

#### ■ **Saale-Kaltzeit**

mittlere der drei größeren in Sachsen aufgetretenen Vergletscherungen durch den skandinavischen Inlandeisschild in der Zeit von 300 000 bis 130 000 Jahren vor heute

#### ■ **Schluff**

Kornfraktion mit einem Korndurchmesser von 0,002 bis 0,063 mm

#### ■ **Tertiär**

Erdzeitalter von etwa 65 bis 2,6 Millionen Jahren vor unserer Zeit

#### ■ **Transpiration**

Verdunstung von Wasser über die Spaltöffnungen in den Blättern der Pflanzen

#### ■ **Turon**

Abschnitt des Erdzeitalters Oberkreide von etwa 93,6 bis 88,6 Millionen Jahren vor unserer Zeit

#### ■ **ubiquitär**

überall verbreitet

#### ■ **Uferfiltrat**

Grundwasser, das durch das Einströmen von Bach- oder Flusswasser in den Grundwasserleiter gebildet und in Ufernähe durch Brunnen gewonnen wird

#### ■ **Wärmestrom**

oder Wärmefluss ist die Wärmemenge, die pro Zeiteinheit durch eine bestimmte Fläche übertragen wird (Einheit W/m<sup>2</sup>)

#### ■ **Wasserscheide**

Grenze zwischen zwei Einzugsgebieten

#### ■ **Weichsel-Kaltzeit**

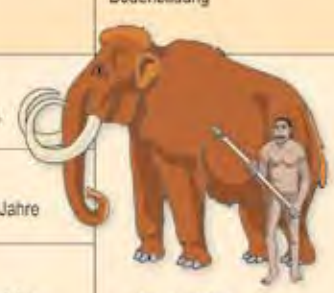

Kaltzeit innerhalb des Pleistozäns zwischen 115 und etwa 11 000 Jahren vor unserer Zeit



## Verzeichnis zitierter und weiterführender Literatur

- /1-1/ Wolter, R.: Grundwasser - der verborgene Schatz. - Bundeszentrale für politische Bildung, Dossier Umwelt, ([http://www.bpb.de/themen/PL18SL,1,0,Grundwasser\\_der\\_verborgene\\_Schatz.html](http://www.bpb.de/themen/PL18SL,1,0,Grundwasser_der_verborgene_Schatz.html)) 2009
- /2-1/ Dresdner Grundwasserforschungszentrum e. V. im Auftrag der Landeshauptstadt Dresden, Umweltamt: Darstellung der Wasserbilanz von Dresden. - unveröff. Kurzbericht, Dresden, 2010
- /3.1-1/ Geologische Karte des Freistaates Sachsen - Erläuterungen zu Blatt 4948 Dresden. - Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie Freiberg, Freiberg 2001
- /3.1-2/ Pietzsch, K.: Geologie von Sachsen. - VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften, Berlin, 1962
- /3.2-1/ Umweltatlas Dresden: Karte 4.2 Grundwasserverbreitung, Schematische Übersichtskarte, 4., überarbeitete Ausgabe. - Landeshauptstadt Dresden, 2007
- /3.2-2/ Umweltatlas Dresden: Karte 4.24 Quartärbasis, Schematische Übersichtskarte. - Landeshauptstadt Dresden, 2009
- /3.2-3/ Umweltatlas Dresden: Karte 4.5 Grundwasserdynamik, Schematische Übersichtskarte, 2., überarbeitete Auflage. - Landeshauptstadt Dresden, 2007
- /4.1-1/ IHU GmbH im Auftrag der Landeshauptstadt Dresden, Umweltamt: Ermittlung der natürlichen Oberflächenabflusspenden und der Grundwasserneubildungsraten im Stadtgebiet Dresden (unveröff. Studie). - Dresden, 1998
- /4.1-2/ Umweltatlas Dresden: Karte 4.8 Natürliche Grundwasserneubildung, 2., überarbeitete Auflage. - Landeshauptstadt Dresden, 2001
- /4.1-3/ Umweltatlas Dresden: Karte 4.10 Gebietstypen des natürlichen Wasserhaushaltes. - Landeshauptstadt Dresden, 2006
- /4.1-4/ Landeshauptstadt Dresden, Amt für Umweltschutz und Eigenbetrieb Stadtentwässerung, Praxisratgeber „Mit Regenwasser wirtschaften“. - Dresden, 2000
- /4.1-5/ Korndörfer, C. und Ullrich, H.: Bedeutung des Hochwasserschutzes aus Sicht der Kommunen - Plan Hochwasservorsorge Dresden. - in: WASSERWIRTSCHAFT 11/2009
- /4.1-6/ Satzung der Landeshauptstadt Dresden über die Erhebung von Abwassergebühren (Abwassergebührensatzung) vom 15. Dezember 2005
- /4.1-7/ Dörhofer, G. und Josopait, V.: Eine Methode zur flächendifferenzierten Ermittlung der Grundwasserneubildungsrate. - Geologisches Jahrbuch, Reihe C27, Hannover, 1980
- /4.2-1/ Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft: Grundwasser - eine unsichtbare Ressource, Informationen zu Entstehung, Nutzung und Schutz von Grundwasser. - Dresden, 2005
- /4.2-2/ Buder, W.: Ergebnisse des ersten Durchganges der selektiven Biotopkartierung in Sachsen. - LfUG (Hrsg.), Mat. Natursch. Landschaftspflege, Dresden, 1997
- /4.2-3/ StUFA Radebeul: Flächenhafte Naturdenkmale im Landkreis Meißen und in der Stadt Dresden, Radebeul, 1996
- /4.2-4/ Verwaltungsvorschrift des Sächsischen Staatsministeriums für Umwelt und Landwirtschaft zum Vollzug des § 26 des Sächsischen Gesetzes über Naturschutz und Landschaftspflege - Schutz bestimmter Biotope (VwV Biotopschutz) vom 27. November 2008. - Sächsisches Amtsblatt 51, 18. Dezember 2008: 1726.
- /4.3-1/ Umweltatlas Dresden: Karte 4.3 Natürliche Grundwassergeschüttheit, Schematische Übersichtskarte, 3., überarbeitete Auflage. - Landeshauptstadt Dresden, 2003
- /5.1-1/ Forschungszentrum Jülich GmbH (Hrsg.): Die natürliche ubiquitär überprägte Grundwasserbeschaffenheit in Deutschland. - Schriftenreihe des Forschungszentrums Jülich, Reihe Umwelt, Band 47 (Autoren: R. Kunkel, H.-J. Voigt, F. Wendland, S. Hannappel), Jülich 2004
- /5.2-1/ Schenk, V.: Natürliche Grundwasserbeschaffenheit. Definition und Abgrenzung gegen verwandte Begriffe. - in: Grundwasser 8 (2), S. 122 - 124, Hannover, 2003
- /5.2-2/ Gerb, L.: Grundwassertypen. - in: Vom Wasser 25, S. 16 - 47, Weinheim/Bergstraße, 1958
- /5.2-3/ DVWK-Regeln zur Wasserwirtschaft 128: Entnahme und Untersuchungsumfang von Grundwasserproben. - Bonn, 1992
- /5.2-4/ LfU Baden-Württemberg (Hrsg.): Grundwasserüberwachungsprogramm, Geogen geprägte Hintergrundbeschaffenheit. - Karlsruhe, 1994
- /5.2-5/ Landesamt für Wasserwirtschaft Rheinland-Pfalz (Hrsg.): Grundwasserbericht 2000. - Mainz, 2001
- /5.2-6/ Hessisches Landesamt für Umwelt, Umweltplanung, Arbeits- und Umweltschutz (Hrsg.): Grundwasserbeschaffenheit in Hessen, Auswertung von Grund- und Rohwasseranalysen bis 1997. - Wiesbaden, 1998
- /5.2-7/ Voigt, H.-J.: Hydrogeochemie, Eine Einführung in die Beschaffenheitsentwicklung des Grundwassers. - Springer Verlag, Berlin, 1990
- /5.3-1/ RICHTLINIE 2000/60/EG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik (Wasserrahmenrichtlinie) vom 23. Oktober 2000 (Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften vom 22. Dezember 2000)
- /5.3-2/ Verordnung zum Schutz des Grundwassers (Grundwasserverordnung - Entwurf). - Arbeitsstand vom September 2010
- /5.3-3/ Länderarbeitsgemeinschaft Wasser LAWA: Ableitung von Geringfügigkeitsschwellenwerten für das Grundwasser. - Düsseldorf, 2004
- /5.3-4/ Länderarbeitsgemeinschaft Wasser LAWA: LAWA-Hinweise für die Anwendung der Geringfügigkeitsschwellenwerte bei Benutzungen des Grundwassers in bestimmten Fallgestaltungen. - Berlin, 2006
- /5.3-5/ EU-WRRL: Aufstellung der Überwachungsprogramme in Sachsen - Ausweisung von Messstellen, Anlage 3, Grundwasser-Messstellen der überblicksweisen und operativen Überwachung sowie zur Überwachung des mengenmäßigen Zustandes (<http://www.landwirtschaft.sachsen.de/umwelt/wasser/767.htm>)
- /5.3-6/ Verordnung über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch (Trinkwasserverordnung - TrinkwV 2001) vom 21. Mai 2001 (BGBl. I S. 959)
- /5.3-7/ DVWK-Materialien 1/94: Auswertung und Bewertung von Grundwasseruntersuchungen. - Bonn, 1994
- /5.3-8/ Umweltatlas Dresden: Karte 2.3 Stadtbiotopkartierung, Biotoptypen-Übersicht. - Landeshauptstadt Dresden, 2000
- /5.3-9/ Umweltatlas Dresden: Karte 4.14 Nitratbelastung des pleistozänen Grundwasserleiters. - Landeshauptstadt Dresden, 2009
- /5.3-10/ Voigt, H.-J.: Hydrogeochemie, Eine Einführung in die Beschaffenheitsentwicklung des Grundwassers. - Springer Verlag, Berlin, 1990
- /5.3-11/ RICHTLINIE 2006/118/EG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES zum Schutz des Grundwassers vor Verschmutzung und Verschlechterung vom 12. Dezember 2006. - Amtsblatt der Europäischen Union vom 27. Dezember 2006
- /5.4-1/ HGN Hydrogeologie GmbH im Auftrag des RP Dresden, Umweltfachbereich Radebeul: Hochwasser August 2002 - Auswirkungen auf das Grundwasser, Gesamtkonzeption zur Grundwasserbeobachtung/-überwachung für den Großraum Dresden; Temperaturverhalten und Stichtagsmessung 2007. - unveröffentlicht, Dresden, 2007
- /5.4-2/ Schematische Darstellung der Ursachen für die Beeinflussung der Grundwassertemperatur (aus: Digitaler Umweltatlas Berlin, Karte 02.14 Grundwassertemperatur)
- /5.4-3/ HGN Hydrogeologie GmbH im Auftrag der Landeshauptstadt Dresden: Gesamtkonzeption Grundwasserbeobachtung/-überwachung Landeshauptstadt Dresden Temperaturverhalten, Stichtagsmessung 2009, unveröffentlicht, Dresden 2009
- /6.1-1/ DGC GmbH im Auftrag des RP Dresden, Umweltfachbereich Radebeul: Hochwasser 2002 - Auswirkungen auf das Grundwasser, Gesamtkonzeption zur Grundwasserbeobachtung/-überwachung im Großraum Dresden - Stichtagsmessungen 2005, unveröffentlicht, Dresden, 2005
- /6.1-2/ Grundwasser in Berlin - Vorkommen, Nutzung, Schutz, Gefährdung. - <http://www.berlin.de/sen/umwelt/wasser/hydrogeo/de/broschuere/grundwasser-broschuere.pdf>
- /6.2-1/ Landesamt für Umwelt und Geologie: Einfluss des August-Hochwassers 2002 auf das Grundwasser. Dresden, Mai 2003
- /6.2-2/ Planungsgesellschaft Dr. Scholz mbH im Auftrag des Staatlichen Umweltfachamtes Radebeul: Hochwasser 2002 - Auswirkungen auf das Grundwasser, Hochwasserschutzkonzeption obere Elbe, Auswertung von Daten zur Grundwasserüberwachung. - unveröffentlicht, November 2004
- /6.2-3/ Landeshauptstadt Dresden, Umweltamt: Auswirkungen des Hochwassers 2002 auf das Grundwasser, Forschungsbericht. - Dresden, April 2005
- /6.2-4/ ARGE UBV/DGC im Auftrag der Landeshauptstadt Dresden: Grundwasserüberwachung Frühjahrshochwasser 2006. - Dresden, April 2006
- /6.2-5/ Landeshauptstadt Dresden, Umweltamt: Bericht zum Frühjahrshochwasser 2006. - Dresden, April 2006
- /6.2-6/ Kreibich, H. & Thieken, A.: Assessment of damage caused by high groundwater inundation. - Water Resour. Res., 2008, Vol. 44, pp. W09409
- /6.2-7/ Kreibich, H., Thieken, A., Grunenberg, H., Ullrich, K. & Sommer, T.: Extent, perception and mitigation of damage due to high groundwater levels in the city of Dresden, Germany. - Nat. Hazards Earth Syst. Sci., 2009, Vol. 9, pp. 1247-1258
- /6.2-8/ Huber, G. u. a.: Konzepte des Hochwasserschutzes für die Bauten des Freistaates Sachsen im Historischen Stadtkern von Dresden. - in: Landeshauptstadt Dresden und DGFZ e. V. (Hrsg.): Hochwassernachsorge Grundwasser Dresden. Tagungsband zum Statusseminar am 8. Oktober 2003, S. 57 - 61
- /6.2-9/ Beyer, K.-D.: Erhalt der Gebäudesicherheit - Sofortmaßnahmen und Dauerlösung Beispiel St.-Benno-Gymnasium Dresden. - in: Landeshauptstadt Dresden und DGFZ e. V. (Hrsg.): Hochwassernachsorge Grundwasser Dresden, Tagungsband Statuskolloquium Dresden, 8. Oktober 2003, 2003, S. 63 - 68
- /6.2-10/ ARGE UBV/DGC im Auftrag der Landeshauptstadt Dresden: Aufbau eines Hochwasserbeobachtungssystems Grundwasser für die Landeshauptstadt Dresden - Teil 1 Planung. - unveröffentlicht, Dresden, 2005
- /6.2-11/ ARGE UBV/DGC im Auftrag der Landeshauptstadt Dresden: Aufbau eines Hochwasserbeobachtungssystems Grundwasser für die Landeshauptstadt Dresden - Abschlussbericht. - unveröffentlicht, Dresden, 2007

- /6.2-12/ ARGE UBV/DGC/GFI im Auftrag der Landeshauptstadt Dresden: BMBF-Projekt „Auswirkungen der August-Hochwasser-Ereignisse 2002 auf die Tal-Grundwasser-Körper im Raum Dresden – Lösungsansätze und Handlungsempfehlungen“ Arbeitspaket 1: Grundwasserdynamik. Ergebnisbericht. - Dresden, 2004
- /7.1-1/ Weisspflug, A. u. a.: Grundwasserdargebot - Stadtgebiet Dresden, Darstellung der untersuchten Grundwasservorkommen bzw. ausgewiesenen gewinnbaren Dargebote - im quartären Grundwasserleiter - im Stadtgebiet Dresden (Stand 1989). - Internes kartografisches Arbeitsmaterial der HGN Hydrogeologie GmbH, Dresden, September 1999
- /7.1-2/ ARGE UBV/DGC/GFI im Auftrag der Landeshauptstadt Dresden: Erläuterungsbericht „Ermittlung des Einflusses klimatisch bedingter Veränderungen des Wasserhaushaltes auf die Grundwasserstände im Stadtgebiet als Grundlage kommunaler Planungen“. - unveröffentlicht, Dresden, 2008
- /7.1-3/ HGN Hydrogeologie GmbH im Auftrag des RP Dresden, Umweltfachbereich Radebeul: Hydrogeologisches Gutachten "Sicherung der Wasserversorgung als Daseinsvorsorge und Nacherkundung von Grundwasserdargeboten" (Wasserfassung Dresden-Tolkewitz). - unveröffentlicht, Dresden, 2005
- /7.1-4/ G.E.O.S. Freiberg Ingenieurgesellschaft mbH im Auftrag des Sächsischen Landesamtes für Umwelt und Geologie: Ergebnisbericht über die hydrogeologischen Untersuchungsarbeiten Vorerkundung Dresden-Prohlis (Dresdner Kreidebecken). - unveröffentlicht, Dresden, 1994
- /7.1-5/ Korndörfer, C.: Auswirkungen des Klimawandels auf deutsche Großstädte - Ansätze zur Bewältigung der Klimafolgen in der Landeshauptstadt Dresden. - Sachsenlandkurier 05/2008
- /7.2-1/ Rühle, E. K.: Die Wasserversorgung der Stadt Dresden vom 13. bis 19. Jahrhundert - Forschungen zur ältesten Entwicklung Dresdens, im Auftrag des Landesmuseums für Vorgeschichte Dresden, Hrsg. von Dr. Werner Coblentz. - VEB Bibliografisches Institut Leipzig, 1954.
- /7.2-2/ Frontinus-Gesellschaft e. V.: Frontinus-Mitteilungen Nr. 48, März 2007
- /7.2-3/ DREWAG Stadtwerke Dresden GmbH (Hrsg.): Die illustrierte Geschichte der Dresdner Trinkwasserversorgung. - Verlags- & Publizistikbüro, Dresden, 2002
- /7.2-4/ DREWAG Stadtwerke Dresden GmbH (Hrsg.): Wasser in Dresden, Wasser für Dresden. - SAXONIA Verlag für Recht, Wirtschaft und Kultur GmbH, Dresden, 2007
- /7.2-5/ DREWAG Stadtwerke Dresden GmbH: Geschäftsberichte 2005, 2006, 2007, 2008, 2009.
- /7.3-1/ Freistaat Sachsen, Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie: Erdwärmesonden - Informationsbroschüre zur Nutzung oberflächennaher Geothermie. - Dresden, 2010
- /7.3-2/ VDI-Richtlinie 4640 „Thermische Nutzung des Untergrundes“ Teil 1: Neufassung 06/2010
- /7.3-3/ DVGW-Arbeitsblatt W 120 Qualifikationsanforderungen für die Bereiche Bohrtechnik, Brunnenbau und Brunnenregenerierung, Stand 12/2005, Entwurf 11/2008
- /7.3-4/ Umweltministerium Baden-Württemberg (Hrsg.): Leitfaden zur Nutzung von Erdwärme mit Grundwasserwärmepumpen für Ein- und Zweifamilienhäuser oder Anlagen mit Energieentzug bis zirka 45.000 kWh pro Jahr. - Stuttgart, 2009
- /7.3-5/ Sitzenfrey, R.: Vereinfachtes numerisches Modell zur Beschreibung anthropogener Temperaturanomalien im Grundwasser. - Diplomarbeit an der Leopold-Franzens-Universität Innsbruck, Innsbruck, 2007
- /7.3-6/ Niespor, R.: Nutzung natürlicher Wärme- und Kältepotentiale im Stadtzentrum - Vortrag zum Sächsischen Geothermietag 2008 am 1./2. Oktober 2008 in Plauen
- /7.3-7/ Zschätzsch, B.: Gebäudeklimatisierung mit Grundwasser im urbanen Raum am Beispiel Dresdens. - Vortrag zum Sächsischen Geothermietag 2009 am 29./30. Oktober 2009 in Dresden
- /7.3-8/ Landesamt für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz: Heizen und Kühlen mit Erdwärmesonden, Ordnungsgemäße Durchführung von Erdwärmesondenbohrungen - Eine Empfehlung für Bauwillige. - Mainz
- /7.3-9/ Besser, H.-U. u. a.: Anthropogene Temperaturanomalien im Grundwasser – Probleme und Chancen am Beispiel der Landeshauptstadt Dresden. - Vortrag zum BWK-Kongress am 29./30. September 2009 in Dresden
- /7.4-1/ ARGE Jessberger & Partner/Umweltbüro GmbH Vogtland im Auftrag des Umweltamtes der Landeshauptstadt Dresden: Hydrogeologisches Rahmengutachten über den Einfluss geplanter Tiefbaumaßnahmen auf das Grundwasserströmungsregime in der Dresdner Innenstadt. - unveröffentlicht, Dresden, 1996
- /7.4-2/ Nutzungskonflikte bei hohen Grundwasserständen – Lösungsansätze. - Statusbericht des BWK, Pfullingen, Juli 2003
- /7.4-3/ Deutscher Ausschuss für Stahlbeton: DAFStb-Richtlinie - Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton (WU-Richtlinie) - Technische Regel, 2003-11
- /7.4-4/ DIN 18195-1, Norm 2000-08 Bauwerksabdichtungen - Teil 1 Grundsätze, Definitionen, Zuordnung der Abdichtungsarten
- /8.2-1/ Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie: Bericht über die sächsischen Beiträge zu den Entwürfen der Bewirtschaftungspläne der Flussgebiets-einheiten Elbe und Oder ([http://www.smul.sachsen.de/umwelt/wasser/download/Hintergrunddokument\\_Bewirtschaftungsplaene.pdf](http://www.smul.sachsen.de/umwelt/wasser/download/Hintergrunddokument_Bewirtschaftungsplaene.pdf))
- /8.2-2/ Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushaltes (Wasserhaushaltsgesetz - WHG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 19. August 2002 (BGBl. I S. 3245), zuletzt geändert durch Artikel 1 des Gesetzes zur Neuordnung des Wasserrechtes vom 31. Juli 2009 (BGBl. I S. 2585)
- /8.2-3/ Sächsisches Wassergesetz (SächsWG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 18. Oktober 2004 (SächsGVBl. S. 482), zuletzt geändert durch Artikel 2 des Gesetzes vom 28. April 2010 (SächsGVBl. S. 114)
- /8.2-4/ Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft: Europäische Wasserrahmenrichtlinie - Neue Impulse für Sachsen - Kompaktbericht zur Bestandsaufnahme nach WRRL im Freistaat Sachsen. Dresden, März 2005
- /8.3-1/ Landeshauptstadt Dresden, Umweltamt: Bodenschutz und Altlasten. - Umweltbericht, Dresden, 2003
- /8.3-2/ Korndörfer, C.: Altlastenbehandlung und Stadtentwicklung - Erfahrungen einer Kommune. - Vortrag zum XX. Sächsischen Altlastenkolloquium am 1./2. November 2009 in Dresden
- /8.3-3/ Gesetz zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von Altlasten (Bundes-Bodenschutzgesetz) vom 17. März 1998, BGBl. I S. 502, zuletzt geändert durch Artikel 3 des Gesetzes vom 9. Dezember 2004 (BGBl. I S.)
- /8.3-4/ Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung vom 12. Juli 1999, BGBl. I S. 1554; zuletzt geändert durch Art. 16 des Gesetzes zur Neuordnung des Wasserrechtes vom 31. Juli 2009 (BGBl. I, S. 2619)
- /8.3-5/ Sächsisches Abfallwirtschafts- und Bodenschutzgesetz (SächsABG) vom 31. Mai 1999 (GVBl. S. 261), rechtsbereinigt mit Stand vom 1. August 2008
- /8.3-6/ Umweltraumengesetz der Deutschen Demokratischen Republik vom 29. Juni 1990 (GBl. I Nr. 42 S. 649)
- /8.3-7/ Gesetz zur Beseitigung von Hemmnissen bei der Privatisierung von Unternehmen und zur Förderung von Investitionen vom 22. März 1991 Hemmnisbeseitigungsgesetz. - (BGBl. I S. 766)

<b>Erdneuzeit (Känozoikum)</b> 65 Mill. Jahre - heute	<b>Quartär</b> 2,6 Mill. Jahre - heute	<b>Holozän</b>  <b>Pleistozän (Eiszeitalter)</b> 2,6 Mill. bis 10.000 Jahre	gegenwärtige Warmperiode seit 10.000 Jahre	Entwicklung der heutigen Tier- und Pflanzenwelt  Bodenbildung	 Mammut und Mensch
			Weichsel-Kaltzeit 115.000 - 10.000 J.	Wechsel von Kalt- und Warmzeiten  grundlegende Formung der heutigen Landoberfläche	
			Eem-Warmzeit 130.000 - 115.000 Jahre		
			Saale-Kaltzeit 300.000 - 130.000 Jahre		
			Holstein-Warmzeit 340.000 - 300.000 Jahre		
			Elster-Kaltzeit 475.000 - 340.000 Jahre		
			Frühpleistozän (Kalt- und Warmzeiten) 2,6 Mill - 475.000 Jahre		
	<b>Tertiär</b> 65 - 2,6 Mill. Jahre			Alpidische Gebirgsbildung Bildung der Braunkohle	
	<b>Erdmittelalter (Mesozoikum)</b> 251 - 65 Mill. Jahre	<b>Kreide</b> 142 - 65 Mill. Jahre	 Stegosaurus	heutige Umrisse der Kontinente entstehen  Saurier sterben aus	
		<b>Jura</b> 200 - 142 Mill. Jahre		Pangäa-Superkontinent zerfällt	
<b>Trias</b> 251 - 200 Mill. Jahre					
<b>Erdaltertum (Paläozoikum)</b> 545 - 251 Mill. Jahre	<b>Perm</b> 296 - 251 Mill. Jahre	 Selaginne gibt es noch heute, nur sehr viel kleiner	Pangäa-Superkontinent entsteht  Variszische Gebirgsbildung Bildung der Steinkohle		
	<b>Karbon</b> 358 - 296 Mill. Jahre				
	<b>Devon</b> 418 - 358 Mill. Jahre				
	<b>Silur</b> 443 - 418 Mill. Jahre	 Kopffüßer gibt es noch heute	Kaledonische Gebirgsbildung		
	<b>Ordovizium</b> 495 - 443 Mill. Jahre		Explosion des Lebens		
	<b>Kambrium</b> 545 - 495 Mill. Jahre				
<b>Erdfrühzeit (Proterozoikum)</b> 2,5 Mrd. - 545 Mill. Jahre					
<b>Erdentstehung</b> vor 4,6 Mrd. Jahre (Hadaikum und Archaikum)			Erkalten der Erdkruste Beginn der Plattentektonik		

Geologische Zeittafel

[www.dresden.de/grundwasser](http://www.dresden.de/grundwasser)

#### Impressum

Herausgeber:  
Landeshauptstadt Dresden  
Die Oberbürgermeisterin

Umweltamt  
Telefon (0351) 4 88 62 00  
Telefax (0351) 4 88 62 02  
E-Mail: [umweltamt@dresden.de](mailto:umweltamt@dresden.de)

Presse- und Öffentlichkeitsarbeit  
Telefon (03 51) 4 88 23 90  
Telefax (03 51) 4 88 22 38  
E-Mail: [presse@dresden.de](mailto:presse@dresden.de)

Postfach 12 00 20  
01001 Dresden  
Internet: [www.dresden.de](http://www.dresden.de)

Fotos:  
Umweltamt Dresden bzw. s. Bildunterschrift

Redaktion:  
Dr. Kirsten Ullrich, Umweltamt Dresden

Oktober 2010

Gesamtherstellung:  
designXpress dresden – Werbeagentur

Schutzgebühr:  
5,00 Euro

Kein Zugang für elektronisch signierte und verschlüsselte Dokumente. Verfahrensanhträge oder Schriftsätze können elektronisch (insbesondere per E-Mail) nicht rechtswirksam eingereicht werden. Dieses Informationsmaterial ist Teil der Öffentlichkeitsarbeit der Landeshauptstadt Dresden. Es darf nicht zur Wahlwerbung benutzt werden. Parteien können es jedoch zur Unterrichtung ihrer Mitglieder verwenden.