

Brandenburg. geowiss. Beitr.	Kleinmachnow	14 (2007), 1	S. 65-74	6 Abb., 5 Lit.
------------------------------	--------------	--------------	----------	----------------

Ermittlung des Flurabstands des oberflächennahen Grundwassers in Berlin

Determination of the floor distance of shallow groundwater in Berlin

STEPHAN HANNAPPEL & ALEXANDER LIMBERG

1. Einleitung

Die Grundwasserstände in Ballungsgebieten unterliegen nicht nur naturbedingten Abhängigkeiten wie Niederschlägen, Verdunstungen, unterirdischen Abflüssen, sondern sie werden auch durch menschliche Einwirkungen – Grundwasserentnahmen, Versiegelung der Oberfläche, Entwässerung und Wiedereinleitung – stark beeinflusst. Hauptfaktoren bei der Entnahme sind die Grundwasserförderungen der öffentlichen Wasserversorgung und bei Baumaßnahmen. Zur Grundwasserneubildung tragen hauptsächlich Niederschläge, Uferfiltrat, künstliche Grundwasseranreicherung mit Oberflächenwasser und Wiedereinleitung von Grundwasser im Zusammenhang mit Baumaßnahmen bei.

In der Region Berlin-Brandenburg sind zumeist zwei Grundwasserstockwerke ausgebildet: Das tiefere führt Salzwasser und ist durch eine etwa 80 m mächtige Ton-schicht von dem oberen süßwasserführenden Stockwerk hydraulisch – mit Ausnahme lokaler Fehlstellen der Ton-schicht – getrennt. Dieses etwa 150 m mächtige Süßwasser-stockwerk, das für die Trink- und Brauchwasserversorgung

genutzt wird, besteht aus einer wechselnden Abfolge von rolligen und bindigen Lockersedimenten: Sande und Kiese (rollige Schichten) bilden die Grundwasserleiter, während Tone, Schluffe, Geschiebemergel und Mudden (bindige Schichten) Grundwasserhemmer darstellen.

2. Methodische Grundlagen zur Ermittlung des Flurabstandes

Die Oberfläche des Grundwassers wird in Abhängigkeit von dem meist geringen Grundwassergefälle und der Geländemorphologie in verschiedenen Tiefen angetroffen (s. Abb. 1).

Der Flurabstand (Grundwasserflurabstand) ist als lotrechter Höhenunterschied zwischen der Geländeoberkante und der Grundwasseroberfläche definiert (DIN 4049). Wird der Grundwasserleiter von schlecht durchlässigen, bindigen Schichten (Grundwasserhemmern, wie z. B. Geschiebemergel) so überlagert, dass das Grundwasser nicht so hoch ansteigen kann, wie es seinem hydrostatischen Druck entspricht, liegt so genanntes gespanntes Grundwasser vor.

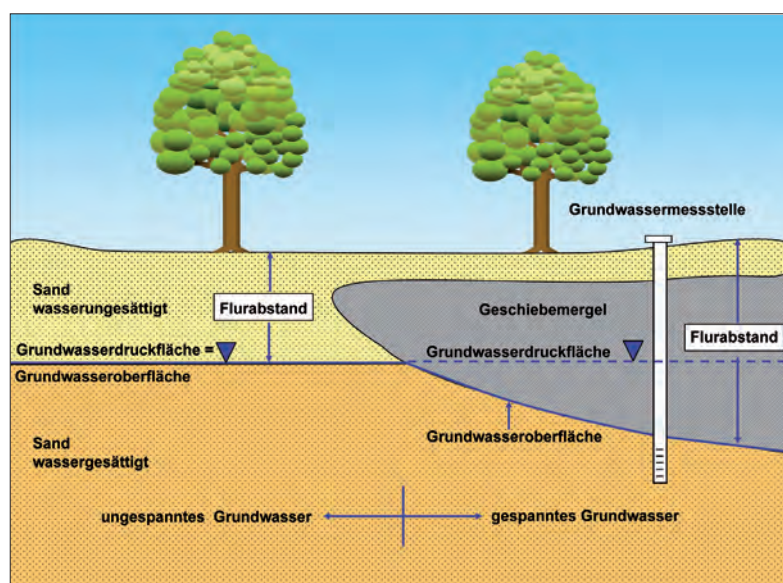


Abb. 1
Begriffsbestimmung des Flurabstands bei ungespanntem und gespanntem Grundwasser

Fig. 1
Definition of the floor distance under tense and not-tense aquifer conditions

In diesem Fall ist der Flurabstand als der lotrechte Höhenunterschied zwischen der Geländeoberkante und der Unterkante des grundwasserhemmenden Geschiebemergels definiert, der den Grundwasserleiter überlagert (Abb. 1). Die räumlich flächendeckende Kenntnis von Gebieten mit gespanntem Grundwasser ist also Voraussetzung zur Erarbeitung des flächendifferenzierten Flurabstands.

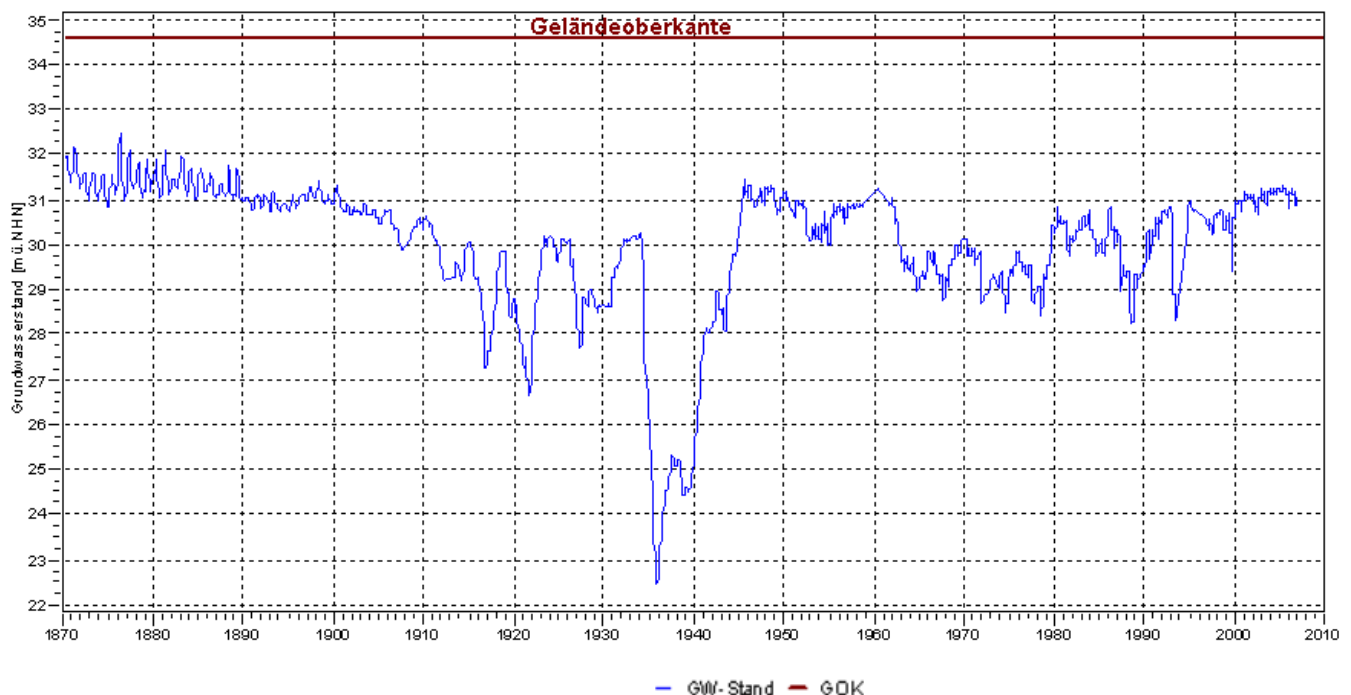
Die Flurabstandskarte gibt einen Überblick über die räumliche Verteilung von Gebieten gleicher Flurabstandsklassen innerhalb der Landesfläche von Berlin im Maßstab 1 : 50 000 (HANNAPPEL & KEILIG 2006). Auf die Darstellung des Flurabstands außerhalb der Stadtgrenzen musste zunächst verzichtet werden, da insbesondere Informationen zum Flurabstand des Grundwassers in Gebieten mit gespanntem Grundwasser im brandenburgischen Umland bisher flächendeckend nicht vorliegen.

Die Karte wurde auf Grundlage der Daten aus dem Zeitraum Mai 2006 berechnet. Sie hat für den jeweils oberflächennahen Grundwasserleiter mit dauerhafter Wasserführung Gültigkeit. Dies ist zumeist der in Berlin wasserwirtschaftlich genutzte Hauptgrundwasserleiter (GWL 2, LIMBERG & THIERBACH 2002), der im Urstromtal unbedeckt, im Bereich der Hochflächen jedoch bedeckt ist. In Ausnahmefäl-

len wurde für die Ermittlung des Flurabstands der oberflächennahe Grundwasserleiter (GWL 1, z. B. im Gebiet des Panketals) bzw. der tertiäre Grundwasserleiter (GWL 4) herangezogen.

Von besonderer Bedeutung sind vor allem Flächen mit geringem Flurabstand (bis etwa 4 m). In Abhängigkeit von der Beschaffenheit der Deckschichten über dem Grundwasser können dort Bodenverunreinigungen besonders schnell zu Beeinträchtigungen des Grundwassers führen. Die Flurabstandskarte ist also eine wesentliche Grundlage für die Erarbeitung der Karte der Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung (HEINKELE et al. 2003). Die räumliche Überlagerung der Flurabstände mit der Art der geologischen Deckschichten ermöglicht die Abgrenzung von Gebieten unterschiedlicher Schutzfunktionen der Grundwasserüberdeckung.

Die Kenntnis der Flurabstände ermöglicht des Weiteren eine Einschätzung, an welchen Standorten Grundwasser Einfluss auf die Vegetation hat. Dieser hängt von der Durchwurzelungstiefe der einzelnen Pflanze und – je nach Bodenart – vom kapillaren Aufstiegsvermögen des Grundwassers ab. Der so genannte Grenzflurabstand, bei dem Grundwasser bis zu einem gewissen Grad für Bäume nutzbar sein kann,



Messstelle Nr. : 5140
 Bezirk : Mitte
 Lage : Charlottenstr. vor Nr. 24 / Leipziger Str.
 Messzeitraum : 01.01.1870 bis 12.02.2007
 Anzahl - Messwerte: 4476

GOK	Geländeoberkante	: 34,56	m ü. NNH		
HGW	höchster Grundwasserstand	: 32,48	m ü. NNH	am	01.06.1876
GW	aktueller Grundwasserstand	: 31,05	m ü. NNH	am	12.02.2007
FOK	Filteroberkante	: 16,10	m u. GOK		
FUK	Filterunterkante	: 18,00	m u. GOK		
GWL	Grundwasserleiter 2.2	Drenthe-Nachschüttande, korrespondiert mit GWL: 1.3			

Abb. 2 Entwicklung des Grundwasserstands seit 1870 an der Messstelle 5140 in Mitte, Charlottenstraße

Fig. 2

Development of the groundwater level at the groundwater measurement point 5140 in Mitte, Charlottenstraße since 1870

wird in Berlin im Allgemeinen mit 4 m angegeben. Die Vegetation der Feuchtgebiete ist in ihrem Wasserbedarf meist auf das Grundwasser angewiesen und benötigt einen Flurabstand von weniger als 50 cm.

3. Zeitliche Entwicklung der Grundwasserstände in Berlin

Bis zum Ende des neunzehnten Jahrhunderts unterlag der Grundwasserstand weitgehend nur den durch die Niederschläge hervorgerufenen natürlichen jahreszeitlichen Schwankungen. Ab 1890 bis zum Zweiten Weltkrieg prägten dann der steigende Wassergebrauch der rasch wachsenden Stadt sowie Grundwasserhaltungen das Geschehen. Große Grundwasserhaltungen für den U- und S-Bahnbau (Alexanderplatz) sowie andere Großbauten senkten das Grundwasser in der Innenstadt flächenhaft über längere Zeiträume um bis zu 8 m ab. Durch den Zusammenbruch der Wasserversorgung am Ende des Krieges erreichte das Grundwasser fast wieder die natürlichen Verhältnisse (Abb. 2).

In der Folgezeit, vom Anfang der 1950er Jahre bis Anfang der 1980er Jahre, wurde das Grundwasser durch steigende Entnahmen erneut kontinuierlich und großflächig ab-

gesenkt. Besonders stark machte sich dieser Trend in den Wassergewinnungsgebieten bemerkbar. Neben dem allgemeinen Anstieg des Wassergebrauchs der privaten Haushalte wurde diese Entwicklung auch durch Baumaßnahmen verursacht (Wiederaufbaumaßnahmen, U-Bahn-Bau und große Bauvorhaben). Der Ausbau der Wassergewinnungsanlagen der kommunalen Wasserwerke war im Westteil der Stadt Anfang der 1970er Jahre abgeschlossen, während in Ost-Berlin zur Versorgung der neuen Großsiedlungen Mitte der 1970er Jahre mit dem Ausbau des Wasserwerks Friedrichshagen begonnen wurde.

Generell ist im Westteil Berlins bereits seit Ende der 1980er Jahre ein Wiederanstieg der Grundwasserstände zu beobachten. Ursache dafür waren in erster Linie drei gegensteuernde Maßnahmen wider den sinkenden Grundwassertrend:

- Die Erhöhung der künstlichen Grundwasseranreicherung durch gereinigtes Oberflächenwasser in wasserwerksnahen Gebieten (Spandau, Tegel und Jungfernheide) führte zu geringeren Absenkungsbeträgen (vgl. Karte 02.11).
- Die Wiedereinleitpflicht bei Grundwasserhaltungsmaßnahmen bei großen Baumaßnahmen führte zu einer geringeren Belastung des Grundwasserhaushalts.

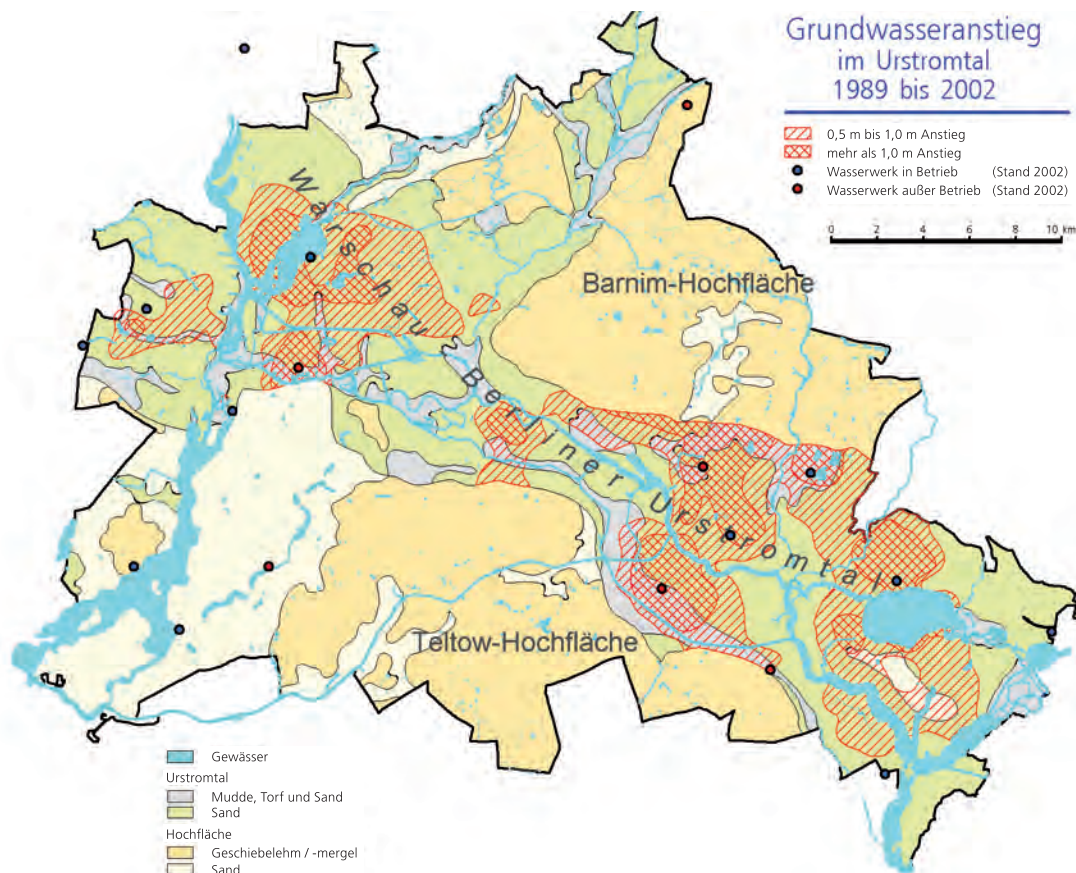


Abb. 3 Grundwasseranstieg im Zeitraum von 1989 bis 2002 im Bereich des Urstromtals

Fig. 3 Increase of the groundwater surface between 1988 and 2002 in the area of the glacial valley

- Die Einführung des Grundwasserentnahmeentgelts bewirkte einen sparsameren Umgang mit der Ressource Grundwasser.

Insgesamt befand sich die Grundwasseroberfläche im Mai 2006 – wie auch in den letzten elf Jahren – auf einem relativ hohen Niveau. Grund dafür ist der rückläufige Wassergebrauch, der an der verringerten Rohwasserförderung der Berliner Wasserbetriebe abzulesen ist.

Nach der politischen Wende verringerte sich der Wassergebrauch drastisch. Dadurch stieg das Grundwasser bis in die Mitte der 1990er Jahre wieder an. Seitdem bewegt es sich relativ konstant auf hohem Niveau, ein weiterer Anstieg ist jedoch nicht zu erkennen. Fünf kleinere Berliner Wasserwerke stellten ihre Produktion in den Jahren von 1991 bis 1997 völlig ein. Die Gesamtförderung der Wasserwerke zu Trinkwasserzwecken sank innerhalb von 17 Jahren in Berlin um über 40 %: 1989 wurden 378 Mio m³, im Jahr 2006 dagegen nur noch 218 Mio m³ gefördert.

Der Rückgang der Grundwasserförderung der Wasserwerke in den östlichen Bezirken fiel mit über 60 % in diesem Zeitraum noch deutlich höher aus. Daraus resultierte ein stadt-

weiter Grundwasseranstieg seit 1989, der sich am stärksten im Urstromtal in der Nähe der Förderbrunnen der Wasserwerke mit ihren tiefen Absenkungstrichtern auswirkte. Das Ausmaß des flächenhaften Grundwasserwiederanstiegs in Berlin seit 1989 verdeutlicht Abbildung 3. Hier ist der Anstieg der Grundwasserstände im Urstromtal von 1989 bis 2002 dargestellt.

4. Datengrundlagen zur Ermittlung des Flurabstandes

Die Flurabstände wurden rechnerisch aus der Differenz zwischen der Geländehöhe und der Höhe der Grundwasseroberfläche bzw. der -deckfläche (bei gespannten Verhältnissen) ermittelt. Die Ermittlung der Grundwasseroberfläche basiert auf Daten von 1 456 Grundwassermessstellen des Landesgrundwasserdienstes von Berlin und von Wasserversorgungsunternehmen sowie des Landesumweltamtes Brandenburg aus dem Umland vom Mai 2006.

Die Geländehöhen wurden dem Höhenmodell des Umweltinformationssystems der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung entnommen. Dieses besteht für das Stadtgebiet

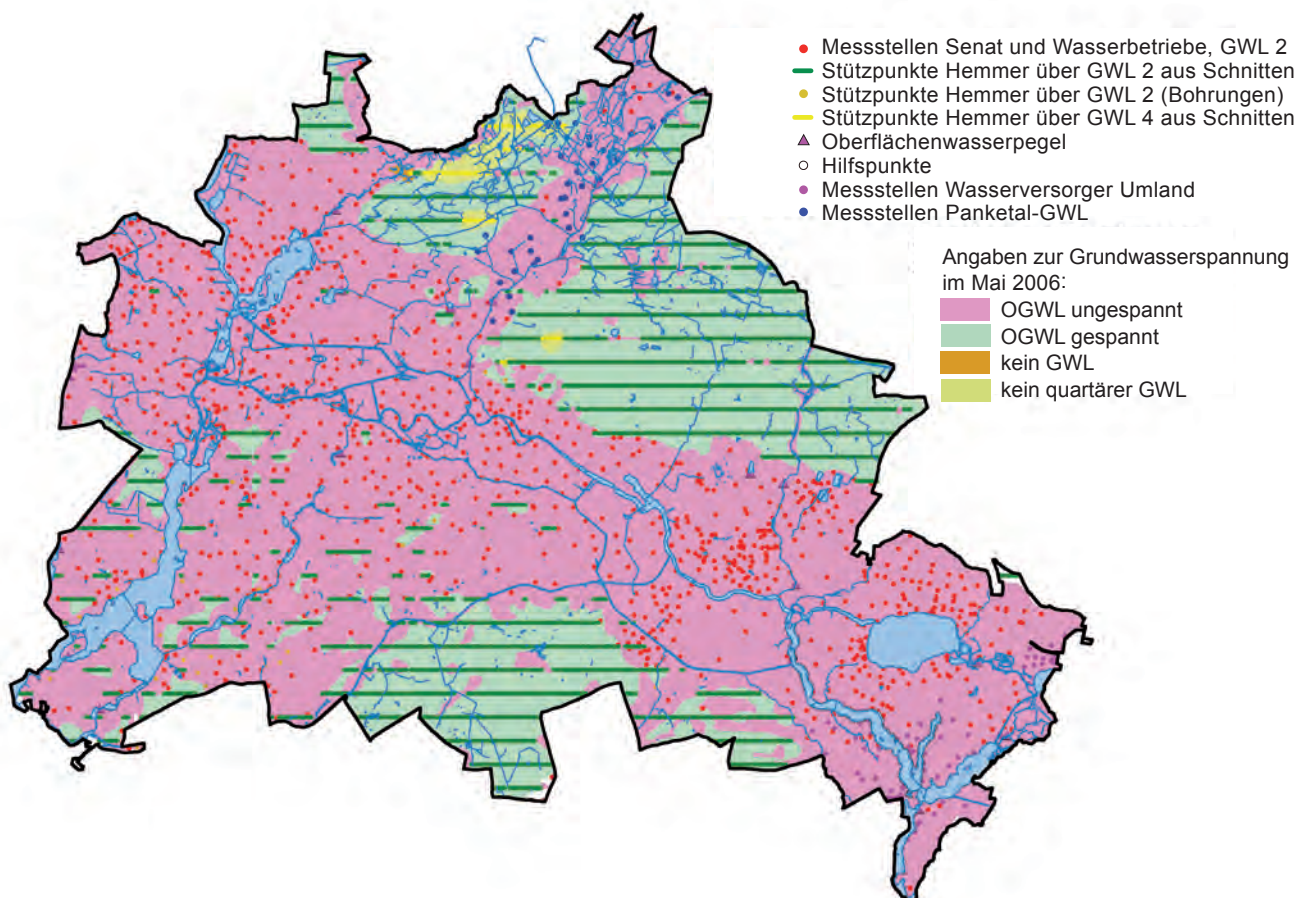


Abb. 4 Grundwasserspannung sowie Datengrundlagen zur Ermittlung der Grundwasseroberfläche
Fig. 4 Groundwater tension and data basis for the determination of the groundwater surface

sowie einen wenige Kilometer breiten Streifen im Umland aus 378 801 punktbezogenen Höhenangaben, die zu einem regelmäßigen Gitter mit einem Rasterabstand von 25 m umgewandelt wurden (HANNAPPEL & KEILIG 2006).

Zur Ermittlung der Grundwasseroberfläche wurden zahlreiche Hilfspunkte zu den Gewässerhöhen entlang der Oberflächenwasser in die Ermittlung der regionalen Verteilung der Grundwasseroberfläche einbezogen. Diese Hilfspunkte wurden ausschließlich in Gebieten ohne wasserwirtschaftlich induzierte Störungen verwendet, die sich in Berlin lediglich in den Außenbereichen (z. B. Dahme, Obere Havel) befinden. Hintergrund der Einbeziehung dieser Stützpunkte ist die angestrebte Vermeidung von errechneten Grundwasserständen über Flur entlang der Gewässer. Auch kleinere Fließgewässer, wie die Große Kuhlake im Spandauer Forst oder das Tegeler Fließ sowie das Neuenhagener Mühlenfließ (Erpe) wurden hierbei berücksichtigt.

Gebiete mit gespannter Grundwasseroberfläche in Berlin wurden unter Verwendung der digital vorliegenden Informationen zu den hydrogeologischen Schnitten des Geologischen Atlases (SENSTADT 2005) von Berlin sowie ausgewählter Bohrungen des Bohrarchivs (Endtiefe > 10 m) ermittelt (Abb. 4). In diesen Gebieten wurden nicht die Wasserstände der Messstellen, sondern die Unterflächen der Grundwasserhemmer digital ermittelt.

Die bereits im Jahr 2003 im Rahmen der Bearbeitung der Übersichten zur Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung (HEINKELE et al. 2003) erstmals durchgeführte Herleitung der flächenhaften Informationen zur Grundwasserspannung für den Monat Mai 2002 basiert einerseits auf den zeitlich „invariant“ vorliegenden Daten zur räumlichen Verteilung der Grundwasserleiter und -hemmer im Untergrund und andererseits auf den zeitlich varianten Daten zur termingebundenen freien Grundwasseroberfläche in Gebieten ohne hemmende Deckschichten des oberflächennahen Grundwassers. Da die Höhe der freien Grundwasseroberfläche in den zuletzt genannten Gebieten um mehrere Dezimeter bis Meter (in Abhängigkeit von den Zeiträumen, zwischen denen verglichen wird) variieren kann, ist es auch möglich, dass ein als „ungespannt“ für den Zeitraum Mai 2002 markiertes Gebiet im Mai 2006 „gespannt“ vorliegt und umgekehrt. Aus diesem Grund musste die oben genannte Analyse mit Hilfe der Informationen zum Grundwasserstand im Mai 2006 überprüft bzw. wiederholt werden. Das Ergebnis zeigt Abbildung 4 in flächenhafter Form.

Die Unterschiede im Ergebnis der Analyse der beiden Zeiträume sind mit 2 % mehr gespannten Gebieten landesweit nur geringfügig. Im Bereich des Barnims und auch auf der Teltow-Hochfläche im Süden sind einige Gebiete erkennbar, die 2002 als ungespannt und 2006 als gespannt ausgewiesen wurden. Der umgekehrte Fall ist am westlichen Rand des Panketals erkennbar, wo aktuell ungespannte Zustände ermittelt wurden. Das hängt hier mit einer zwischenzeitlich durchgeführten Modifizierung des Grenzbezirks des „Panke-GWL“ zusammen.

5. Ermittlung der Grundwasseroberfläche

Zur Ermittlung der Flurabstände wurde zunächst aus den Daten der Grundwassermessstellen die absolute Höhe der freien Grundwasseroberfläche für den Monat Mai 2006 errechnet.

In Bereichen mit gespanntem Grundwasser wurden die Grundwasserstandsdaten der Messstellen durch die Stützpunkte ersetzt, die die Unterflächen der Deckschichten repräsentieren. Ein kleines Areal im Norden Berlins, wo die bindigen Bildungen des Rupeltons direkt an der Erdoberfläche anstehen (Umgebung des Ziegeleises im Bereich der Ortslage von Hermsdorf bzw. Lübars) und somit kein nutzbarer Grundwasserleiter vorhanden ist, wurde von der Berechnung ausgenommen, hier wurden keine Flurabstände ermittelt.

Die Erarbeitung des einheitlichen Grids zur Grundwasseroberfläche aus der beschriebenen Datengrundlage geschah sukzessiv in mehreren Arbeitsschritten. Im Rahmen der Bearbeitung im Jahr 2003 hatte sich gezeigt, dass es durch die einheitliche Regionalisierung der gesamten Stützpunktbasis – bestehend aus den Grundwasserständen in den ungespannten und den Stützpunkten zu den Unterflächen in den gespannten Gebieten – zu einer lokal z. T. weit reichenden Beeinflussung über die als signifikant erkannten Grenzlinien unterschiedlicher Spannungszustände hinaus kommen kann. Da an diesen Grenzlinien aber zumeist auch sehr große Unterschiede der Tiefenlage der Grundwasseroberfläche bestehen (auf der gespannten Seite der Grenze liegt die Oberfläche zumeist deutlich tiefer als auf der ungespannten Seite) führt das einheitliche Regionalisierungsverfahren hier zu unbefriedigenden Ergebnissen.

Aus diesem Grund wurde das geostatistische Kriging-Verfahren zur flächenhaften Ermittlung der Grundwasseroberfläche jeweils getrennt in ungespannten und gespannten Gebieten durchgeführt und anschließend die separaten Teil-Grids zusammengeführt. Hierdurch können die in der Natur vorhandenen und hydrogeologisch begründeten Differenzen bzw. „Sprünge“ an den Grenzlinien der Grundwasserspannung besser abgebildet werden. Dies wirkt sich vor allem an den Rändern des Urstromtals zu den nördlich bzw. südlich angrenzenden Hochflächegebieten positiv aus, da es hier nicht mehr zu einem „Herabziehen“ der Grundwasseroberfläche im ungespannten Bereich kommt.

Mit dieser aggregierten Datengrundlage wurde dann das Modell der Grundwasseroberfläche erstellt, das in Form von Isohypsen (Linien gleicher Höhenlage der Grundwasseroberfläche) sichtbar gemacht werden kann (Abb. 5). Zur Interpolation wurde eine Variogrammanalyse erstellt und das Kriging-Verfahren mit Hilfe des Programms Surfer in der Version 8.0 verwendet.

Die Übersicht zur Grundwasseroberfläche ist ein Zwischenergebnis im Sinne eines synthetischen Berechnungsergeb-

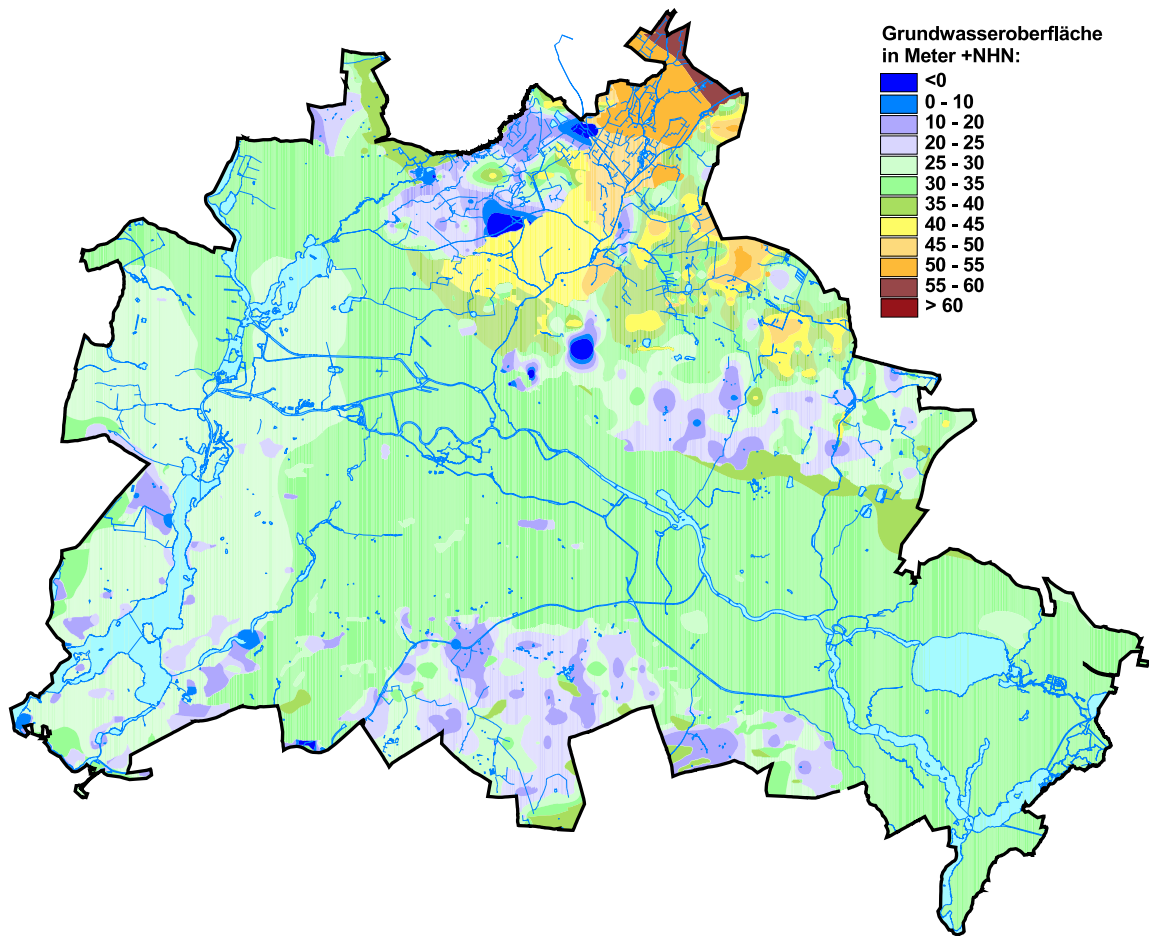


Abb. 5 Grundwasseroberfläche in Berlin in m NHN

Fig. 5 Groundwater surface in Berlin in m NHN

nisses. Die Darstellung und Interpretation dieses Zwischenergebnisses ist jedoch eine wichtige Plausibilitätsprüfung auf dem Weg zur Ermittlung des Flurabstands, da durch den Verschnitt mit dem Höhenmodell eine neue, unabhängige Information in das Modell integriert wird. Unklarheiten in diesem Verschneidungsergebnis können ihre Ursachen dann in Unplausibilitäten einer der beiden unabhängigen Informationen haben. Durch die Einbeziehung der Unterflächen der hemmenden Deckschichten zeigen sich die Bereiche, in denen die (gespannte) Grundwasseroberfläche unter mächtiger Geschiebemergelbedeckung in großen Tiefen liegt, sehr deutlich. Zugleich sind auch die „Sprünge“ der Grundwasseroberfläche an den Rändern der Gebiete mit gespanntem Grundwasser gut erkennbar.

Auf dem Barnim befinden sich tiefe Bereiche insbesondere im nordöstlichen (Rosenthal) sowie im südlichen Randbereich (Lichtenberg) der Grundmoränenplatte. Hier liegt die gespannte Grundwasseroberfläche nahe bei bzw. lokal tiefer als 0 m NHN. Es sind zumeist auch diejenigen Gebiete, in denen kein quartärer Hauptgrundwasserleiter vorhanden ist. Die Grundwasseroberfläche wird hier durch die Unterflächen der quartären Geschiebemergel über den tertiären

Grundwasserleitern gebildet. Innerhalb der gespannten Gebiete in Frohnau taucht die Grundwasseroberfläche hingegen nur auf etwa 15 m +NHN ab.

Der südliche Bereich der Teltow-Hochfläche ist durch Tiefenlagen der Grundwasseroberfläche von etwa 10 m +NHN geprägt. Im Bereich der Hochflächensande der Teltow-Hochfläche östlich der Havel sind auch sehr tiefliegende Bereiche erkennbar, lokal erreichen diese hier annähernd 0 Meter +NHN. Westlich der Havel ist dies auch der Fall, zumeist liegt die Grundwasseroberfläche in den gespannten Bereichen hier jedoch zwischen 10 und 25 m +NHN.

Die höchsten Lagen der Grundwasseroberfläche finden sich mit Höhen zwischen 55 und 60 m +NHN im nordöstlichen, ungespannten Bereich des Panketal in Buch an der Landesgrenze. Der ungespannte Bereich des Panketals tritt deutlich gegenüber den gespannten Gebieten in der Umgebung mit Höhenlagen der Grundwasseroberfläche von zumeist 40 bis 50 m +NHN in Erscheinung. An den Rändern des Panketals sind auch die größten „Sprunghöhen“ der Grundwasseroberfläche mit lokal bis zu 40 m vertikaler Differenz auf wenige Hundert Meter in der Horizontalen erkennbar

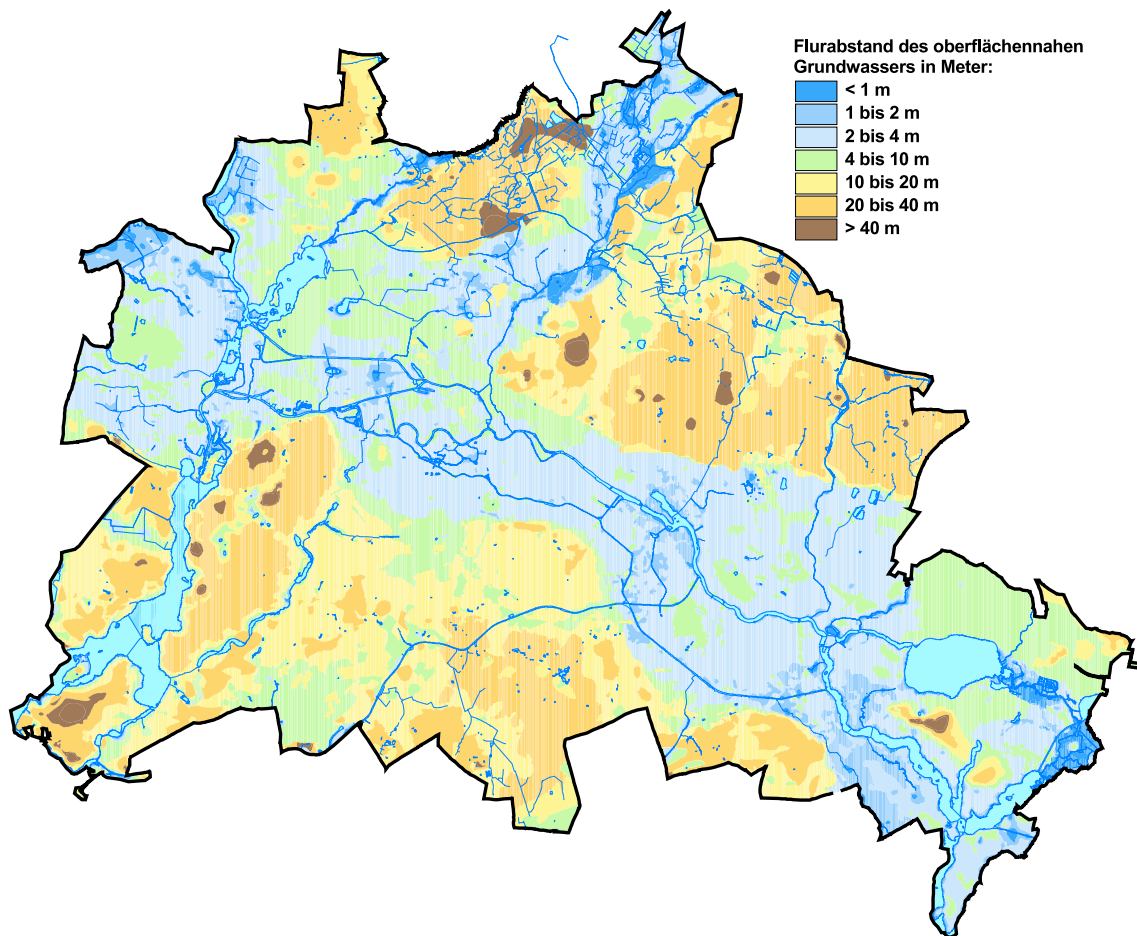


Abb. 6 Flurabstand des oberflächennahen Grundwassers in Berlin

Fig. 6 Floor distance of groundwater near the surface in Berlin

(z. B. am östlichen Rand auf der Höhe von Blankenburg). Durch die zunächst getrennte und anschließend wieder aggregierte Berechnung der Grundwasseroberfläche konnte erreicht werden, dass hier keine gegenseitige – und in der Natur nicht vorhandene – Beeinflussung aufgrund der Regionalisierung entstanden ist.

Im Urstromtal zeigt sich ein kontinuierlicher Abfall der Grundwasseroberfläche in Fließrichtung der beiden für den Hauptgrundwasserleiter maßgeblichen Vorfluter Spree und Havel in Ost–West- bzw. Nord–Süd-Richtung. Dies entspricht dem hier flächendeckend vorhandenen hydraulischen Kontakt zwischen Oberflächen- und Grundwasser.

6. Ermittlung und Beschreibung des Flurabstands

Anschließend wurde aus dem Modell der Grundwasseroberfläche und dem Geländehöhenmodell ein Differenzmodell errechnet. Die Rasterweite betrug ebenfalls 25 m. Der Flurabstand des Grundwassers (Abb. 6) wurde in sieben Abstandsklassen eingeteilt und als Schichtstufenkarte ausgegeben. Um die Flurabstände vor allem in dem für die

Vegetation wichtigen Bereich bis zu 4 m differenziert angeben zu können, wurde eine ungleichmäßige Klasseneinteilung gewählt.

Für kleinräumige Betrachtungsweisen ist es unter Verwendung kleinerer Rasterweiten bei der Interpolation mit den digital vorliegenden Ausgangsdaten möglich, genauere Ergebnisse zu erzielen, sofern die Datendichte des Höhenmodells dies zulässt. Auch die Klassengrenzen für die Flurabstandsklassen sind frei wählbar und liegen in den berechneten Gitterdaten dementsprechend mit diskreten Angaben vor.

Die Aussagegenauigkeit des Flurabstandsmodells ist unmittelbar abhängig von der Qualität des Höhenmodells, deshalb sind die dort angegebenen Modellfehler im Prinzip auch für die Flurabstandskarte gültig. Folgende Punkte sind bei der Interpretation zu berücksichtigen:

- Schmale Streifen an Gewässerrändern, die zum Teil Grundwasseranschluss haben, sind im Maßstab 1 : 50 000 nicht darstellbar,
- Das Höhenmodell weist aufgrund der Datenlage z. T.

Ungenauigkeiten auf. Dies betrifft einerseits Gebiete im Außenbereich (Wälder und landwirtschaftliche Flächen), in denen zu wenig Höhenpunkte vorlagen und andererseits Gebiete, in denen Höhenpunkte verwendet wurden, deren Zeitpunkt der Einmessung z. T. vor der Bebauung der Fläche liegt. Da im Rahmen der Baumaßnahmen aufgeschüttet wurde, sind einige in der Karte ausgewiesene Senken mit geringem Flurabstand eventuell nicht mehr vorhanden.

- In Bereichen, in denen Grundwasser unter mächtigem, schlecht durchlässigem Geschiebemergel ansteht und gespannt ist, ist von Flurabständen von mehr als 10 m, oftmals auch von mehr als 20 m auszugehen. Die Unterkante des Grundwasserhemmers wurde dort als Oberfläche des Grundwassers angenommen. Sandige Einlagerungen in und auf diesen Geschiebemergelschichten, in denen auch oberflächennah schwebendes Grundwasser auftreten kann, sind räumlich eng begrenzt, in ihrem Vorkommen kaum lokalisierbar und für die Flurabstandsermittlung nicht berücksichtigt.
- Im Nahbereich der Brunnen unterliegt die Grundwasseroberfläche je nach Förderleistung starken Schwankungen. Aus diesem Grunde können hier kleinräumig höhere Flurabstände auftreten, die in ihrer flächenmäßigen Ausdehnung im gewählten Maßstab ebenfalls nicht darstellbar sind.
- Es ist zu beachten, dass in der Flurabstandskarte nicht alle feuchten, für den Biotop- und Artenschutz potenziell wertvolle Flächen abgelesen werden können (Flurabstand < 1,0 m). Dies betrifft z. B. Flächen, die keinen Grundwasseranschluss besitzen und durch Stauwasser bzw. periodisch auftretende Überflutungen vernässt werden.

Jeweils etwa 20 % Flächenanteil nehmen die Flurabstandsklassen 2 bis 4 m, 4 bis 10 m, 10 bis 20 m und 20 bis 40 m ein. Grundwassernahe Gebiete mit Flurabständen < 2 m machen ca. 12 % der Fläche aus. Sehr hohe Flurabstände > 40 m treten nur vereinzelt an morphologischen Hochlagen in ca. 1 % der Fläche auf.

Im Urstromtal liegen die Flurabstände zumeist im Bereich von 2 bis 4 m unter Gelände. Flächen mit weniger als 2 m Flurabstand finden sich generell im Umfeld vieler Oberflächengewässer. Relativ große Flächen mit einem Flurabstand zwischen 1 und 2 m finden sich auch nördlich und südlich des Langen Sees sowie im Spandauer Forst, am Heiligensee östlich der Havel und nördlich sowie südlich der Rummelsburger Bucht.

Höhere Flurabstände (> 4 m) innerhalb des Urstromtals haben entweder morphologische Ursachen (z. B. Dünen im Tegeler Forst) oder sie liegen im Einflussbereich der Wasserwerksbrunnen, und sind hier durch die aktuelle Absenkung bedingt. Kleinflächig finden sich auch Bereiche mit erhöhten Flurabständen innerhalb des Urstromtals, in denen gespannte Grundwasserverhältnisse auftreten. Hier

werden die Flurabstände durch die Unterkanten der Weichselmoräne im Hangenden des Hauptgrundwasserleiters (GWL 2) gebildet.

In den Hochflächenbereichen steigen die Flurabstände generell stark an. Sie liegen hier zumeist oberhalb von 10 m. Sehr markant zeichnet sich insbesondere der südliche Rand der Barnim-Hochfläche ab. Innerhalb des östlichen Bereichs der Barnim-Hochfläche treten vereinzelt in lokalen Senken Flurabstände von weniger als 10 m auf (z. B. im Gebiet um den Malchower See oder im Quellgebiet der Wuhle). Ansonsten dominieren hier jedoch Flurabstände oberhalb von 20 m, lokal auch oberhalb von 30 bzw. 40 m. Der nördliche Bereich des Barnims – getrennt durch den Taleinschnitt der Panke mit sehr niedrigen Flurabständen des oberflächennahen Grundwasserleiters (GWL 1) – ist durch z. T. sehr hohe Flurabstände von bis zu mehr als 50 m geprägt. Hier erreicht die Grundmoräne sehr große Mächtigkeiten. Unterhalb der Moränenbildungen (stellenweise liegt die Weichsel direkt auf der Saale-Grundmoräne) steht hier z. T. bereits der tertiäre Grundwasserleiter (GWL 4) an. Im Nordwesten (Frohnau) liegen die Flurabstände hingegen zumeist im Bereich von maximal 20 bis 30 m, im westlichen Bereich (Bieselheide) oftmals auch unterhalb von 20 Meter im hier ungespannten Bereich.

Innerhalb des Grunewalds sowie auch überwiegend westlich der Havel in Kladow und Gatow zeigen sich großflächig Flurabstände von mehr als 20 m. Hier bestehen überwiegend ungespannte Verhältnisse innerhalb der anstehenden Hochflächensande, die hohen Beträge werden durch morphologische Hochlagen verursacht (Teufelsberg, Schäferberg, Havelberge am Grunewaldturm), ebenso wie in den Müggelbergen.

Der westliche Bereich der Teltow-Hochfläche zwischen der Grunewaldseenkette sowie dem Teltowkanal ist durch stark wechselnde Flurabstände zwischen 5 m und 30 m geprägt. Hier bestehen auch heterogene regionale Verhältnisse in Bezug auf den Spannungszustand des Grundwassers. Südöstlich des Teltowkanals hingegen zeigen sich überwiegend Flurabstände oberhalb von 20 m in Gebieten mit gespanntem Grundwasser. Gegliedert wird dieser Bereich nochmals durch den Taleinschnitt des Rudower Fließes. Östlich hiervon finden sich in Bohnsdorf wieder Flurabstände von mehr als 20 m.

Im Vergleich mit den für Mai 2002 berechneten Flurabständen finden sich deutlich höhere Flurabstände ausschließlich in den gespannten Gebieten der Barnim- und der Teltow-Hochfläche. Das sind Bereiche, die im Mai 2002 aufgrund veränderter Grundwasserstände als „ungespannt“ markiert waren und dementsprechend eine deutlich höhere Grundwasseroberfläche hatten.

Deutlich niedrigere Flurabstände finden sich hingegen überwiegend in den ungespannten Gebieten und ganz be-

sonders deutlich an den Rändern zu den im Mai 2006 gespannten Gebieten. Dieser Effekt wird durch die aktuell getrennte Berechnung der Grundwasseroberfläche in gespannten und ungespannten Gebieten erreicht. Hierdurch wird sichergestellt, dass es zu keiner Beeinflussung außerhalb der gespannten Gebiete kommt. Besonders deutlich ist dies z. B. südlich des Teltowkanals in Adlershof am Rand zum Teltow erkennbar, wo aktuell Flurabstände von 1 bis 2 m, 2002 hingegen noch von mehr als 4 m errechnet wurden. Auch der Barnimrand (z. B. östlich der Wuhle oder westlich des Panketals) zeigt diesen Effekt deutlich.

Von diesen methodisch bedingten Änderungen abgesehen, zeigen sich im Vergleich zu Mai 2002 überwiegend nur geringfügige Abweichungen, die einen Meter Unterschied nicht übersteigen. Tendenziell sind die Flurabstände im Mai 2006 größer (bis 50 Zentimeter bzw. einem Meter), hier liegen die Ursachen im klimatischen Bereich aufgrund der im Mai 2006 im Vergleich zu Mai 2002 leicht gesunkenen Grundwasserstände.

Es treten jedoch auch Gebiete auf, in denen der Flurabstand um bis zu 50 cm bzw. 1 m abgenommen hat. Hierbei handelt es sich ganz überwiegend um die Innenstadtgebiete, in denen das Grundwasser neben den klimatischen Einflüssen auch anderen Einflüssen ausgesetzt ist. Diese Effekte können sich gegenseitig überlagern, so dass die Flurabstände im ungespannten Bereich des Urstromtals insgesamt gesehen im Vergleich der vier Jahre auf einem gleichbleibenden Niveau geblieben sind.

Zusammenfassung

Für den Monat Mai 2006 wurde für das Landesgebiet von Berlin der Flurabstand des oberflächennahen Grundwassers ermittelt. Hierfür war es methodisch bedingt zunächst notwendig, die Lage der Grundwasseroberfläche flächendifferenziert zu ermitteln. Anschließend konnte durch GIS-gesteuerte Differenzenbildung der als lotrechter Höhenunterschied zwischen der Geländeoberkante und der Grundwasseroberfläche definierte Flurabstand bestimmt werden. Die Grundwasseroberfläche wurde in ungespannten Gebieten anhand von über 1 000 gemessenen Grundwasserständen des Monats Mai 2006 aus Berlin und dem brandenburgischen Umland ermittelt. Gebiete mit gespanntem Grundwasser wurden anhand der in Berlin landesweit digital vorliegenden hydrogeologischen Schnitte sowie von Bohrungen erhoben. In diesen Gebieten dienten die Schichtunterflächen der Grundwasserhemmer als Datengrundlage zur Feststellung der Grundwasseroberfläche. Da diese Informationen im brandenburgischen Umland nicht vorliegen, musste auf die Darstellung des Flurabstands außerhalb der Stadtgrenzen zunächst verzichtet werden. Sie kann z. B. innerhalb des Sonderblattschnitts Berlin nachgeholt werden, wenn die Informationen zur Grundwasserspannung in den brandenburgischen Anteilen vorliegen. Im

Urstromtal liegen die Flurabstände zumeist im Bereich von 2 bis 4 m unter Gelände. Außerhalb davon steigen sie in Gebieten mit gespanntem Grundwasser auf Werte von bis zu mehr als 40 m an.

Summary

For the month of May 2006 the floor distance of shallow groundwater was determined for the territory of the federal state Berlin. Therefore it was methodically at first necessary to determine the position of the groundwater in subject to the differentiated ground properties. Afterwards, the floor distance defined as the perpendicular difference in height between the area upper edge and the groundwater surface could be determined by GIS-oriented differences. The groundwater surface was determined in the not-tense areas on the basis of over 1 000 measured groundwater levels of May 2006 from Berlin and his near surrounding countryside, in Brandenburg. Areas with tense aquifers were determined on the basis of the Berlin-wide digitally available hydraulic geological exposures as well as of geological drillings. In these areas the lower edge of the aquiclude served as data basis for the determination of the groundwater surface. Since this information in the surrounding countryside in Brandenburg is not present, the representation of the floor distance had to be first done only inside of the city boundaries. This can be reworked e. g. within the 'Sonderblattschnitt Berlin', if the information is available for the groundwater tension in the subarea of Brandenburgian surroundings. In the glacial valley the floor distances are mostly within the range of 2 to 4 m below floor. Outside of it they rise in areas with tensed groundwater to values of up to more than 40 m.

Literatur

DIN 4049-3 (1994): Hydrogeologie Teil 3. Begriffe zur quantitativen Hydrogeologie. - DIN Deutsches Institut Datengrundlagen für Normung e. V., Berlin (Beuth)

HANNAPPEL S. & I. KEILIG (2006): Erarbeitung der Karte zum Flurabstand des Grundwassers im Mai 2006. - Gutachten der HYDOR Consult GmbH im Auftrag der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, 35 S., Berlin (unveröff.)

HEINKELE, T., HANNAPPEL, S., JAHNKE, C. & H.-J. VOIGT (2003): Erstellung von Karten zur Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung zur Erfüllung der gesetzlichen Aufgaben für die Europäische Wasserrahmenrichtlinie. - Gutachten der Brandenburgischen Technischen Universität Cottbus im Auftrag der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung Berlin, 86 S., Cottbus (unveröff.)

LIMBERG, A. & J. THIERBACH (2002): Hydrostratigraphie in Berlin – Korrelationen mit dem norddeutschen Gliede-

rungsschema. - Brandenburg. geowiss. Beitr. **9**, 1/2, S. 65-68, Kleinmachnow

SENSTADT (2005): Geologischer Atlas von Berlin – Teil: Geologisch-hydrogeologische Schnitte. - SENSTADT, Daten der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung (unveröff.)

Anschrift der Autoren:
Dr. S. Hannappel
HYDOR Consult GmbH
Am Borsigturm 40
13507 Berlin
E-Mail: hannappel@hydor.de

Dipl.-Geol. A. Limberg
Senatsverwaltung für Gesundheit, Umwelt und
Verbraucherschutz
Brückenstraße 6
10179 Berlin
E-Mail: alexander.limberg@senguv.verwalt-berlin.de