

Brandenburg. geowiss. Beitr.	Cottbus	17 (2010), 1/2	S. 23-37	17 Abb., 5 Lit.
------------------------------	---------	----------------	----------	-----------------

Modellentwicklung zur Berechnung des höchsten Grundwasserstandes im Land Berlin

Model development to calculate the highest groundwater level in Berlin

ALEXANDER LIMBERG, ULRIKE HÖRMANN & HARTMUT VERLEGER

1. Einführung und Problemstellung

Informationen zum höchsten Grundwasserstand sind eine wesentliche Planungsgrundlage im Bauwesen. In erster Linie dienen sie zur Auslegung einer gegebenenfalls erforderlichen Abdichtungsmaßnahme gegen drückendes Wasser, aber sie sind beispielsweise auch für die Wahl und Bemessung der Bauwerksgründung von zentraler Bedeutung. Aufgrund der Relevanz der Angaben zum höchsten Grundwasserstand für Bauwerke wurde bereits Mitte des neunzehnten Jahrhunderts eine besondere Berücksichtigung in entsprechenden gesetzlichen Regelungen gefordert.

Bisher wurden die Angaben zum höchsten Grundwasserstand für Berlin standortbezogen bei der zuständigen behördlichen Institution, aktuell der Senatsverwaltung für Gesundheit, Umwelt und Verbraucherschutz – II E 3 –, aus den gemessenen Grundwasserständen nahe gelegener Messstellen des Landesmessnetzes abgeleitet. Zumeist wurde eine Interpolation mit den höchsten Grundwasserständen, die in den in der Umgebung des angefragten Standortes gelegenen Messstellen gemessen wurden, durchgeführt; teilweise wurde aber auch der an einer Messstelle gemessene höchste Grundwasserstand angegeben. Problematisch ist hierbei, dass nicht in allen Gebieten der Stadt Grundwassermessstellen mit der erforderlichen langjährigen Beobachtungsdauer vorhanden sind. Auch ist in weiten Teilen der Stadt, wie z. B. im Einflussbereich der Wasserwerke, die Grundwasseroberfläche seit teilweise mehr als 100 Jahren durch die Trinkwasserförderung anthropogen verändert, so dass nur ein beeinflusster höchster Grundwasserstand für den Standort angegeben werden kann, wenn die Messreihen erst nach Inbetriebnahme der Wasserwerke beginnen. Auf der anderen Seite ist es mitunter fraglich, ob bestimmte, in der Vergangenheit beobachtete hohe Grundwasserstände auch in Zukunft wieder erreicht werden, da sich die geohydraulischen Randbedingungen z. T. stark geändert haben.

Um zuverlässige Planungsgrundlagen zur Verfügung zu stellen und darüber hinaus auch den Arbeitsaufwand zur

Ermittlung des höchsten Grundwasserstandes zu senken, wurde ein mathematisches Grundwasserströmungsmodell für die Arbeitsgruppe Geologie und Grundwassermanagement entwickelt. Damit lässt sich nun für weite Teile des Berliner Urstromtales mit Hilfe der numerischen Simulationen ein so genannter zu erwartender höchster Grundwasserstand (zeHGW) berechnen, der eine zukunftsorientierte Planungsgröße für das Bauwesen darstellt.

2. Entwicklung der Grundwasserstände in Berlin und ihre Ursachen

Geologie und Hydrogeologie

Das heute von der Stadt Berlin eingenommene Gebiet wurde morphologisch und geologisch durch die Weichsel-Kaltzeit geprägt. Die wichtigsten Einheiten an der Oberfläche bilden das tief gelegene Warschau-Berliner Urstromtal mit dem Nebental der Panke (Abb. 1). Hier sind vorwiegend gut wasserdurchlässige, sandige und kiesige Lockersedimente verbreitet. Das Grundwasser steht daher bereits in geringer Tiefe an. Auf der Barnim-Hochfläche im Norden sowie auf der Teltow-Hochfläche und der Nauener Platte im Süden, die jeweils zu weiten Teilen mit mächtigen, schlecht wasserdurchlässigen Geschiebemergeln bzw. Geschiebelehlen der Grundmoränen bedeckt sind, kommt das Grundwasser erst in größeren Tiefen vor. Auf diesen Grundmoränen kann sich jedoch oberflächennahes Grundwasser (so genanntes Schichtenwasser) ausbilden.

Wasserwirtschaft

Aus dem Grundwasser des Stadtgebietes wird fast das gesamte Trinkwasser und ein Großteil des Brauchwassers für Berlin gefördert. Zahlreiche Wasserwerke haben das Grundwasser über lange Zeit durch die Trinkwasserförderung großflächig abgesenkt. Zusätzlich beeinflussten immer wieder Grundwasserhaltungen großer Baumaßnahmen den



Abb. 1: Geologische Skizze von Berlin
Fig. 1: Geological outline map of Berlin

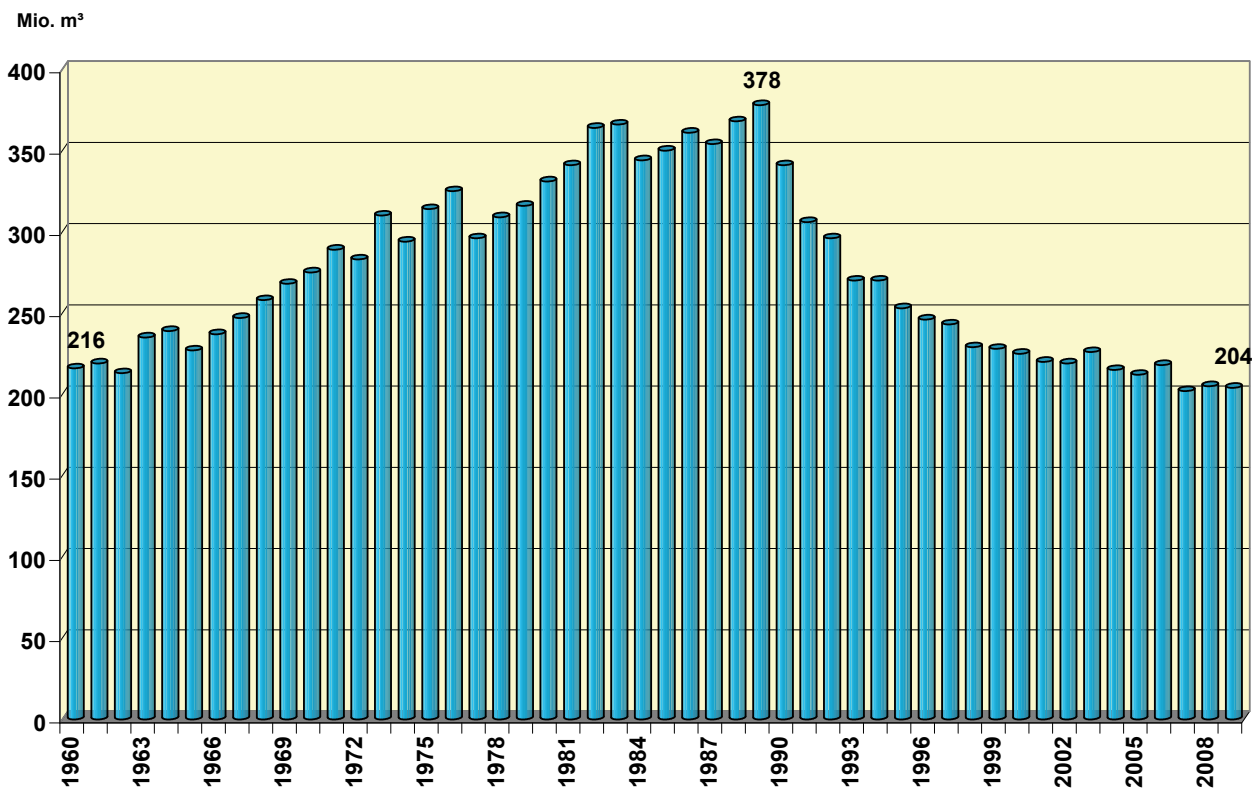


Abb. 2: Rohwasserförderung der Berliner Wasserbetriebe von 1960 bis 2009
Fig. 2: Groundwater pumping quantities of the Berliner Wasserwerke from 1960 to 2009

Grundwasserstand nachhaltig. Die bis 1989 ständig steigende Rohwasserförderung (Abb. 2), die zu stadtweit sinkenden Grundwasserständen führte, musste Mitte der 1980er Jahre durch verstärkte künstliche Grundwasseranreicherungen ausgeglichen werden.

Erst seit 1989 steigt das Grundwasser durch einen stark rückläufigen Trinkwasserbedarf und entsprechend geringerer Förderung (Abb. 2) großflächig besonders in der Nähe der Wasserwerke wieder an. So wurde im Jahr 2009 12 Mio. m³ weniger Rohwasser als vor 50 Jahren, aber 174 Mio. m³ weniger als im Jahr 1989 gefördert!

Messnetz

Bereits 1869 wurde im Zentrum Berlins das erste Messnetz mit 27 Grundwassermessstellen errichtet. Damit stehen regelmäßige Grundwasserstandsaufzeichnungen seit über 140 Jahren aus diesem Bereich zur Verfügung. Das Grundwassermessnetz Berlins vergrößerte sich rasch: Im Jahr 1937 waren bereits über 2000 Messstellen vorhanden.

Zurzeit betreibt der Landesgrundwasserdienst im Stadtgebiet ein Messnetz mit rund 1000 Messstellen, die mit Datenloggern ausgerüstet tägliche Messwerte liefern. Die Berliner Wasserbetriebe messen weitere 1000 Messstellen im Einzugsgebiet der Wasserwerke.

Anhand dieser Messwerte erstellt die Landesgeologie Grundwassergleichenpläne, die einmal jährlich im Umweltatlas von Berlin veröffentlicht werden (Abb. 3) und unter <http://www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/umweltatlas/> zugänglich sind.

Trotz der sehr langen Messreihen, die das Berliner Landesgrundwassermessnetz aufweist, ist es dennoch oft schwierig, aus diesen Messwerten einen unbeeinflussten höchsten Grundwasserstandswert zu ermitteln. Denn neben natürlichen Grundwasserstandsschwankungen – hervorgerufen durch die jahreszeitlich unterschiedliche natürliche Grundwasserneubildung – überwiegen in dem stark anthropogen überprägten Ballungsraum Berlin künstlich beeinflusste Schwankungen, die z. B. Grundwasserförderungen von Wasserwerken, industrielle oder private Entnahmen sowie Grundwasserhaltungen bzw. -einleitungen bei Baumaßnahmen bewirken. Daneben haben Versiegelungen und die Erschließung durch Kanalisation die wasserwirtschaftlichen Randbedingungen für die Grundwasserneubildung zumindest in den Innenstadtbereichen nachhaltig verändert.

Eine langjährige Ganglinie des Grundwasserstandes in Berlin spiegelt mehr oder weniger deutlich die wirtschaftliche Entwicklung der Stadt wider. In prosperierenden Zeiten des wirtschaftlichen Aufschwungs wurde viel

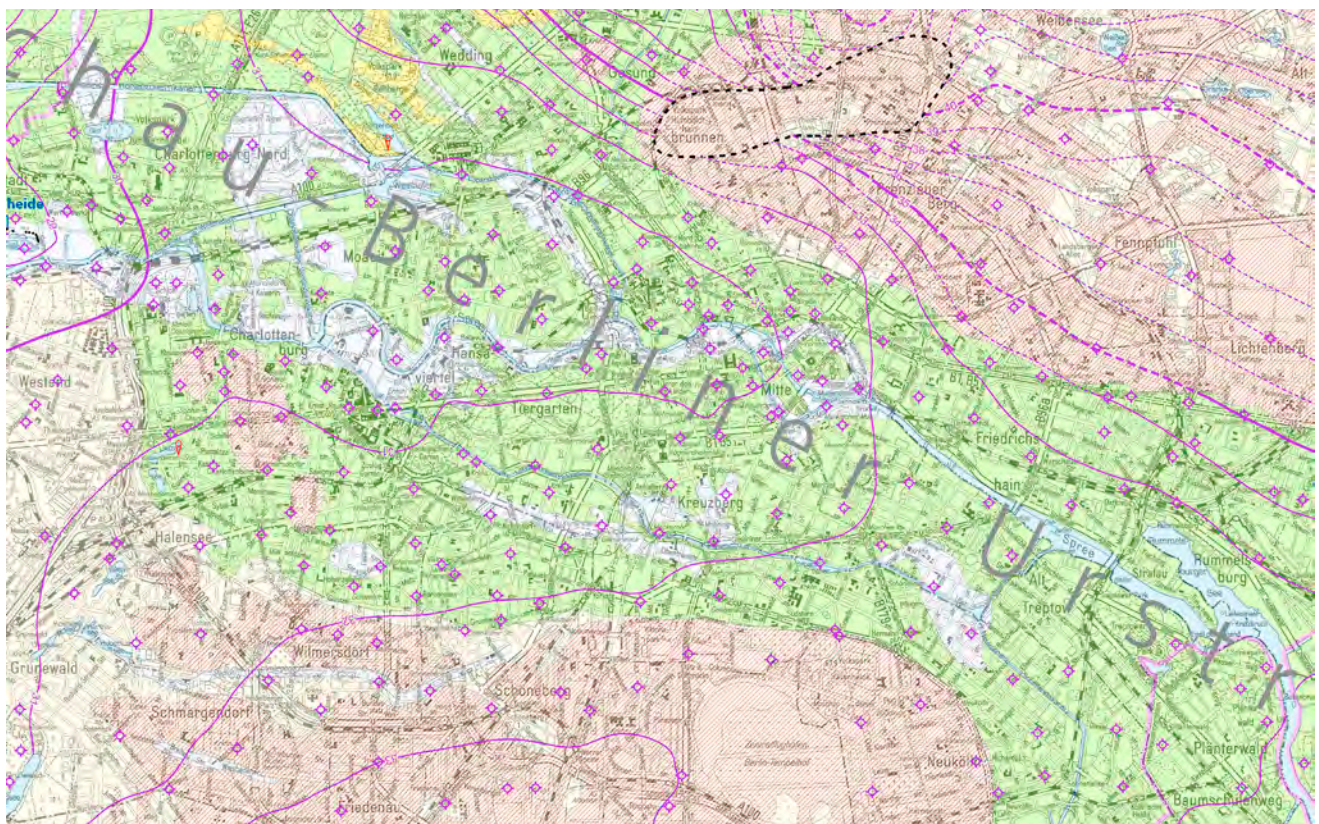


Abb. 3: Ausschnitt aus der Grundwassergleichenkarte Mai 2009. Violett sind die Messstellen und Grundwassergleichen des Hauptgrundwasserleiters in m ü NHN dargestellt. In gespannten Bereichen sind sie gestrichelt abgebildet.

Fig. 3: Section of the groundwater isoline map of May 2009. The observation wells and groundwater isolines of the main aquifer in m a. s. l. are coloured violet. They are dashed in confined areas.

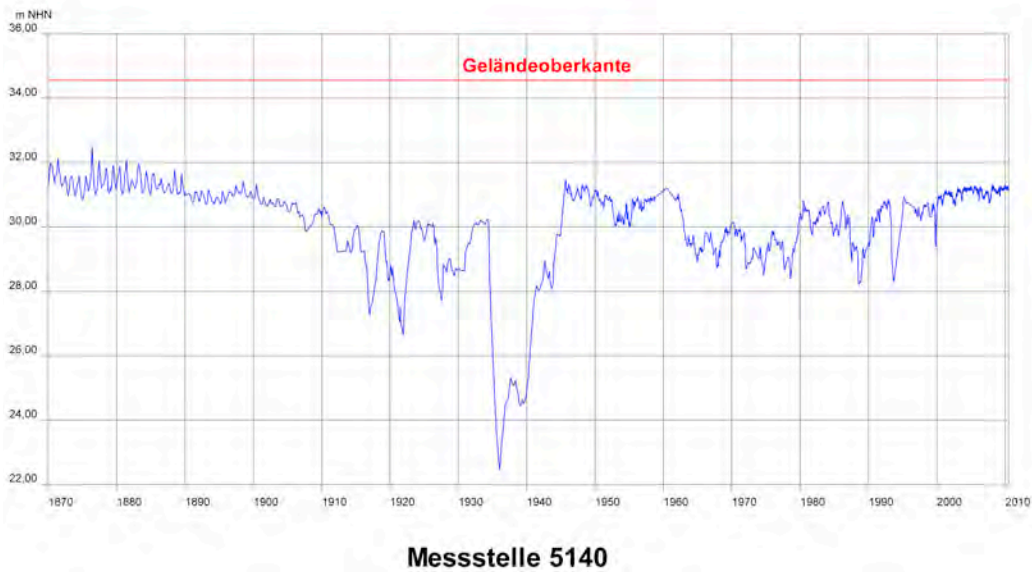


Abb. 4:
Grundwasserstands-
ganglinie einer
Messstelle in Berlin-
Mitte mit Messungen
seit 1870

Fig. 4:
Groundwater hydro-
graph of a
observation well in
Berlin-Mitte with
measurements since
1870

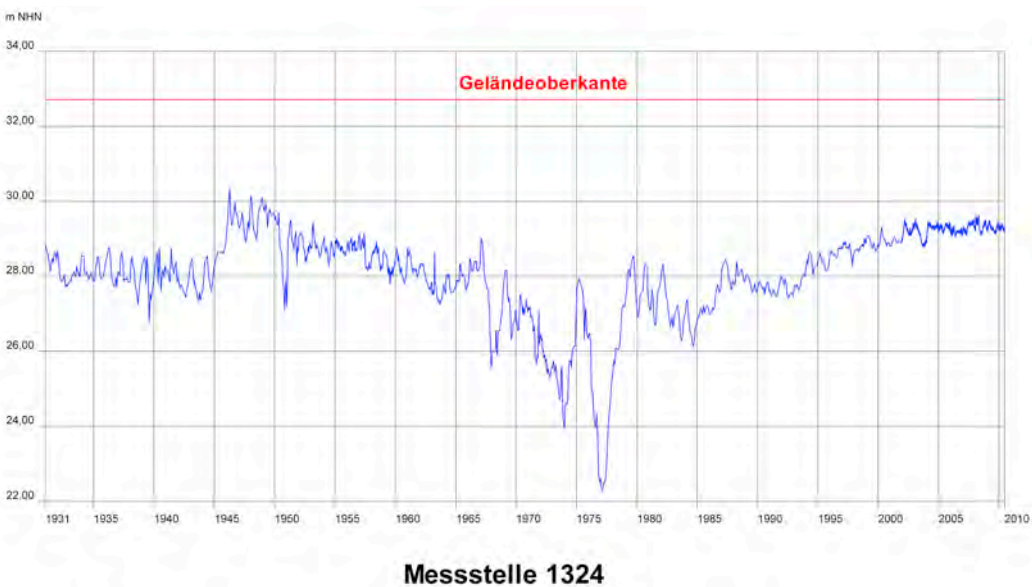


Abb. 5:
Grundwasserstands-
ganglinie, die durch
eine Wasserwerks-
förderung beeinflusst ist

Fig. 5:
Groundwater hydro-
graph influenced by
water works pumping

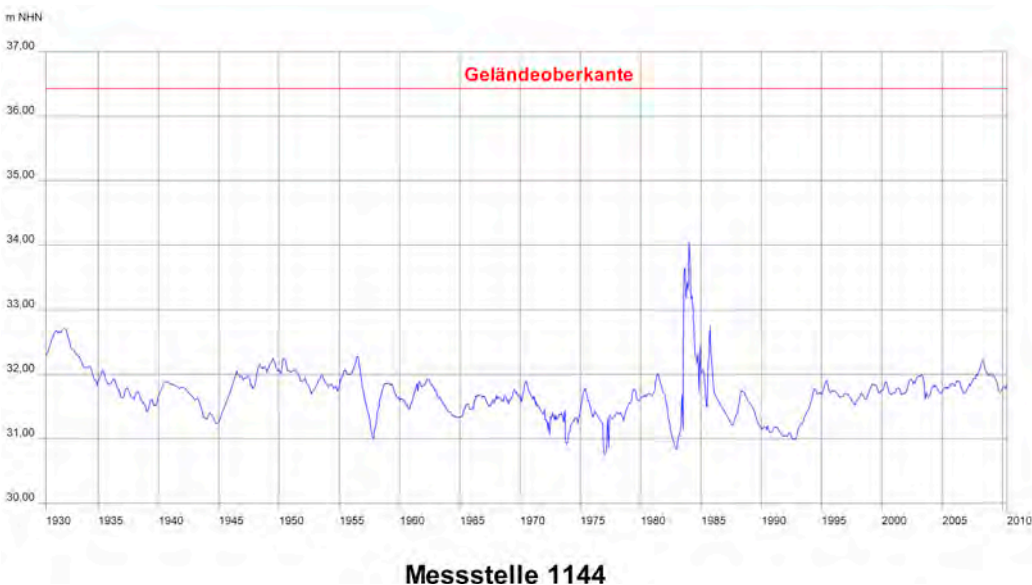


Abb. 6:
Beeinflussung einer
Grundwasserstands-
ganglinie durch eine
künstliche Infiltration
Mitte der 1980er Jahre

Fig. 6:
Influence of a ground-
water hydrograph by
an artificial infiltration
in the mid 80's

Wasser in Betrieben gefördert und viel gebaut, was in Berlin immer mit großen Grundwasserhaltungen verbunden war, die zu weit ausgedehnten Grundwasserabsenkungen führten. In Zeiten wirtschaftlicher Krisen sank die Grundwasserförderung hingegen wieder und bewirkte damit zumeist einen räumlich erkennbaren Grundwasseranstieg.

Am Beispiel der Ganglinie einer Messstelle im Bezirk Mitte, die nicht durch die Wasserwerksförderung beeinflusst ist (Abb. 4), lässt sich das sehr gut ablesen:

- Bis 1885 gab es noch die relativ unbeeinflussten, jahreszeitlich bedingten Grundwasserstandsschwankungen – im Frühjahr hohe, im Herbst niedrige Werte – mit dem höchsten gemessenen Grundwasserstand (HGW) an dieser Messstelle am 01.06.1876. Der Grundwasserflurabstand betrug an diesem Tag nur knapp 2 m.
- Mit dem Wachsen der Stadt, zunehmender Versiegelung, Bau von Kanalisationen und erhöhte Entnahmen durch kleine Industriebetriebe und private Nutzer sanken die Grundwasserstände in den Folgejahren bis etwa 1910 stetig ab, die Schwankungsamplitude wurde geringer. Anschließend setzten die großen Baumaßnahmen für die U- und S-Bahn sowie andere große Bauwerke (z. B. die Reichsbank) ein, die Grundwasserabsenkungen bis zu 9 m über mehrere Jahre nach sich zogen.
- Im Jahr 1945 ging zum Kriegsende die Wasserförderung fast vollständig zurück, verbunden mit einem starken Grundwasserwiederanstieg, der aber den höchsten Wert von 1876 nicht erreichte.
- In den Jahren des Wiederaufbaus gab es in den folgenden Jahrzehnten immer wieder Grundwasserabsenkungen durch Baumaßnahmen.
- Der Grundwasserstand heute befindet sich auf Grund des rückläufigen Wassergebrauches der Industrie, Kleinbetriebe und Baumaßnahmen seit den letzten 20 Jahren in ähnlicher Höhe wie zur Nachkriegszeit nach 1945. Der Grundwasserflurabstand betrug am 30.03.2010 an dieser Messstelle 3,4 m.

Weiter außerhalb des Zentrums von Berlin reichen die Messreihen nicht soweit zurück. Häufig erfolgten die regelmäßigen Messungen hier erst nach Inbetriebnahme der Wasserwerke: So ging z. B. das Wasserwerk Jungfernheide bereits im Jahr 1896 in Betrieb, das Messnetz wurde aber erst 1931 eingerichtet, so dass sich der höchste unbeeinflusste Grundwasserstand aus der immerhin fast 80-jährigen Ganglinie nicht ablesen lässt (Abb. 5).

Hier stieg das Grundwasser nach Kriegsende ebenfalls an, nicht jedoch auf den unbeeinflussten Wert, da das Wasserwerk in der Zeit immer noch eine (geringe) Menge gefördert hatte. Die starke Absenkung Ende der 1970er Jahre ist auf eine Wasserhaltung für den U-Bahnbau zurückzuführen.

Im Rahmen von Grundwasserhaltungen bei Baumaßnahmen kann es durch Reinfiltration zu künstlich erhöhten Grundwasserständen kommen, die den natürlichen unbe-

einflussten höchsten Grundwasserstand übertreffen (siehe Abb. 6): Hier wurde während des Ausbaus der Bundesfernstraße in Tegel in der Nähe dieser Messstelle Grundwasser eingeleitet, so dass der (unbeeinflusste) höchste gemessene Wert von 1932 im Jahr 1984 um mehr als 1,3 m überschritten wurde.

3. Entwicklung einer Karte des zu erwartenden höchsten Grundwasserstandes für das Berliner Urstromtal

Zielstellung und Definitionen

Die meisten Anfragen bei der Senatsverwaltung für Gesundheit, Umwelt und Verbraucherschutz hinsichtlich des höchsten Grundwasserstandes werden im Rahmen von Baumaßnahmen gestellt. Dieser Grundwasserstand wird für die Bemessung von Bauwerken benötigt. Er ist maßgeblich für eine eventuell erforderliche Abdichtung gegen drückendes Wasser. Ferner geht er in verschiedene geotechnische Sicherheitsnachweise ein, zum Teil auch dann, wenn das Bauwerk gar nicht in das Grundwasser einbindet (z. B. beim Sicherheitsnachweis gegen den Grundbruch).

Eine nicht zutreffende Angabe des höchsten Grundwasserstandes kann entweder zu massiven Bauwerksschäden oder zu einer sehr unwirtschaftlichen Bauwerksbemessung führen.

Die Ermittlung des höchsten Grundwasserstandes wird üblicherweise anhand von Grundwasserbeobachtungen (Grundwasserstandsganglinien) vorgenommen. Das setzt hinreichend lange Aufzeichnungen des Grundwasserstandes, wenigstens über einige Jahrzehnte, voraus, in denen ein unbeeinflusster höchster Grundwasserstand erfasst worden ist. Allgemein wird unter diesem Begriff ein Extremwert verstanden, der unter natürlichen Verhältnissen nach einer längeren Periode mit außergewöhnlich hoher Grundwasserneubildung – also nach einer Reihe so genannter nasser Jahre – auftritt (siehe auch BwK 2009: 9). Eine weitere Voraussetzung, dass ein in der Vergangenheit beobachteter Grundwasserhöchststand für Bemessungsaufgaben im Bauwesen zu Grunde gelegt werden kann, ist, dass dieser Wert auch in Zukunft – beispielsweise für die Nutzungsdauer des Bauwerks – gültig ist, also nicht überschritten aber wohl erreicht werden kann. Wie in Kapitel 2 beschrieben, ist die Ermittlung eines höchsten Grundwasserstandes, der nicht durch anthropogene Eingriffe beeinflusst ist, im Berliner Stadtgebiet allein über Grundwasserstandsmessungen teilweise schwierig, teilweise mit hinreichender Zuverlässigkeit gar nicht möglich und nur in wenigen Bereichen relativ unproblematisch. Das liegt nicht allein daran, dass die Grundwasserhöhe an vielen Grundwassermessstellen ständig durch Grundwasserentnahmen oder auch -anreicherungen beeinflusst ist, sondern sich auch andere geohydraulische Randbedingungen durch den Menschen ver-

ändert haben. Das sind nicht zuletzt die schon genannten Oberflächenversiegelungen, der Bau der Kanalisation oder Änderungen der Spiegelhöhen der Vorflutgewässer durch wasserbauliche und wasserwirtschaftliche Maßnahmen (z. B. die Stauregulierungen von Spree und Havel). In diesem Zusammenhang ist festzuhalten, dass aufgrund der Entwicklungsgeschichte Berlins und der Zeitdauer der Grundwasserbeobachtung (maximal etwa 140 Jahre) ein „natürlicher“, im Sinne eines vollkommen anthropogen unbeeinflussten höchsten Grundwasserstandes wohl nie gemessen worden ist. Für das Bauwesen wäre die Kenntnis eines solchen Wertes auch kaum von Bedeutung, da nicht zu erwarten ist, praktisch sogar auszuschließen ist, dass sich Grundwasserverhältnisse, wie sie vor der Besiedlung des Berliner Raumes geherrscht haben, jemals wieder einstellen werden.

Hinsichtlich des höchsten Grundwasserstandes, der im Übrigen in der DIN 4049-3 nicht definiert ist, muss begrifflich klar unterschieden werden in:

1. den höchsten Grundwasserstand innerhalb einer Grundwasserganglinie, also einen gemessenen „höchsten Grundwasserstand“, abgekürzt HGW, unabhängig von der Ursache seines Auftretens. Im Falle einer Verwendung im Bauwesen ist er im Einzelfall dahingehend zu beurteilen, ob er nur so gering durch temporäre Eingriffe in das Grundwasser beeinflusst ist, dass er auch zukünftig Gültigkeit besitzt.

und

2. einen Grundwasserstand, der aller Wahrscheinlichkeit nach zwar erreicht aber nicht überschritten wird, es sei denn durch künstliche Eingriffe in das Grundwasser, die einer wasserbehördlichen Zulassung bedürfen. Dieser Grundwasserstand wird mit „zu erwartender höchster Grundwasserstand“, abgekürzt zeHGW, bezeichnet und folgendermaßen definiert:

Der zu erwartende höchste Grundwasserstand ist derjenige Grundwasserstand, der sich witterungsbedingt maximal einstellen kann. Er kann nach extremen Feuchtperioden auftreten, sofern der Grundwasserstand in der Umgebung durch künstliche Eingriffe weder abgesenkt noch aufgehört wird.

Der zeHGW ist eine Standrohrspiegelhöhe und zeigt, je nach Schichtaufbau, entweder die Oberfläche des ungespannten Grundwassers oder die Druckfläche des gespannten Grundwassers an.

Da der zeHGW für die meisten Fragestellungen aussagekräftiger ist als ein in beliebiger Vergangenheit beobachteter höchster Grundwasserstand (HGW), strebt die Arbeitsgruppe Geologie und Grundwassermanagement bereits seit einigen Jahren die Entwicklung einer Karte des zu erwartenden höchsten Grundwasserstandes für das gesamte Berliner

Landesgebiet an. Damit soll einerseits die Auskunft qualitativ verbessert werden, andererseits der Arbeitsaufwand zur Ermittlung des höchsten Grundwasserstandes minimiert werden. Aufgrund der geschilderten geohydraulischen Dynamik und auch dauerhaften anthropogenen Überprägung der Berliner Grundwasserlandschaft kann eine solche Karte nicht allein auf der Basis gemessener Grundwasserstände angefertigt werden. Das kann nur mit Hilfe eines hinreichend auflösenden numerischen Grundwasserströmungsmodells geschehen, mit dem unter Zugrundelegung entsprechender Randbedingungen eine Grundwasserhöhenverteilung gemäß der Definition des zeHGW simuliert werden kann. Angesichts der großen Bedeutung des zeHGW muss die so erhaltene Karte einer intensiven Plausibilitätsprüfung standhalten.

Seit 2003 sind von der Arbeitsgruppe Geologie und Grundwassermanagement und einer Arbeitsgemeinschaft bestehend aus dem Büro für Hydrogeologie und Geotechnik, Prof. Dr. Verleger, und dem Ingenieurbüro für Wasser und Umwelt, Dr. Schumacher, umfangreiche Arbeiten zur Entwicklung der zeHGW-Karte durchgeführt worden. Im Jahr 2009 ist diese Karte für den Bereich des Berliner Urstromtals soweit fertig gestellt worden, dass sie für die Grundwasserauskunft verwendet werden kann.

Grundwasserströmungsmodell

Das Grundwasserströmungsmodell, mit dem die Karte des zu erwartenden höchsten Grundwasserstandes für das Berliner Urstromtal berechnet worden ist, ist lateral so groß angelegt, dass es die gesamte Landesfläche Berlins umfasst. Seine im Land Brandenburg liegende äußere Begrenzung wurde näherungsweise nach dem unterirdischen Einzugsgebiet für die Oberflächengewässer und Grundwasserentnahmen in Berlin festgelegt (Abb. 7). Dieser äußere Modellrand ist als undurchlässig definiert. Die untere Begrenzung (undurchlässig) stellt die Oberfläche des Rupeltons dar, der das wasserwirtschaftlich genutzte Süßwasserstockwerk vom tieferen Salzwasserstockwerk trennt. Horizontal ist es in Rechteckzellen diskretisiert, deren Größe zwischen 50 x 50 m und 100 x 100 m variiert. Die feinere Diskretisierung wurde vorzugsweise dort vorgenommen, wo sich im Urstromtal die Wasserwerke der Berliner Wasser Betriebe befinden. Nach der Tiefe hin ist es in vier Modellschichten unterteilt (Abb. 8), wobei die oberste den Hauptgrundwasserleiter im Urstromtal abbildet (GWL 1 und GWL 2, gemäß der Berliner Grundwasserleiternomenklatur nach LIMBERG & THIERBACH 2002).

Als Simulator ist das Programmsystem MODFLOW verwendet worden.

Zum Aufbau des Modells, zu seiner Kalibrierung und Verifizierung wurde der bei der Senatsverwaltung vorliegende sehr umfassende Fundus an Daten und sonstigen Informationen zur Hydrogeologie, Hydrologie und Wasserwirtschaft genutzt.

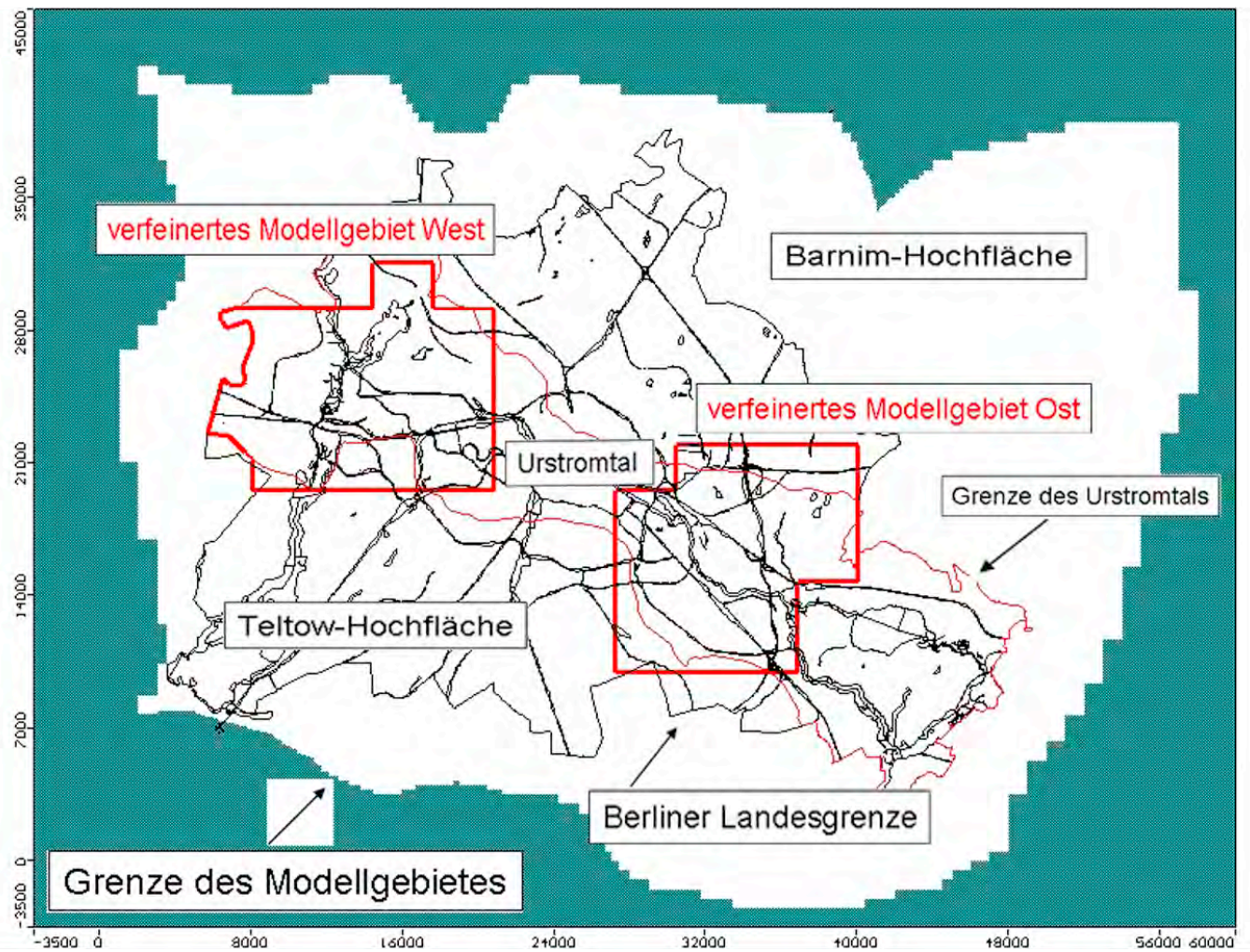


Abb. 7: Lage des Modellgebietes

Fig. 7: Location of the model area

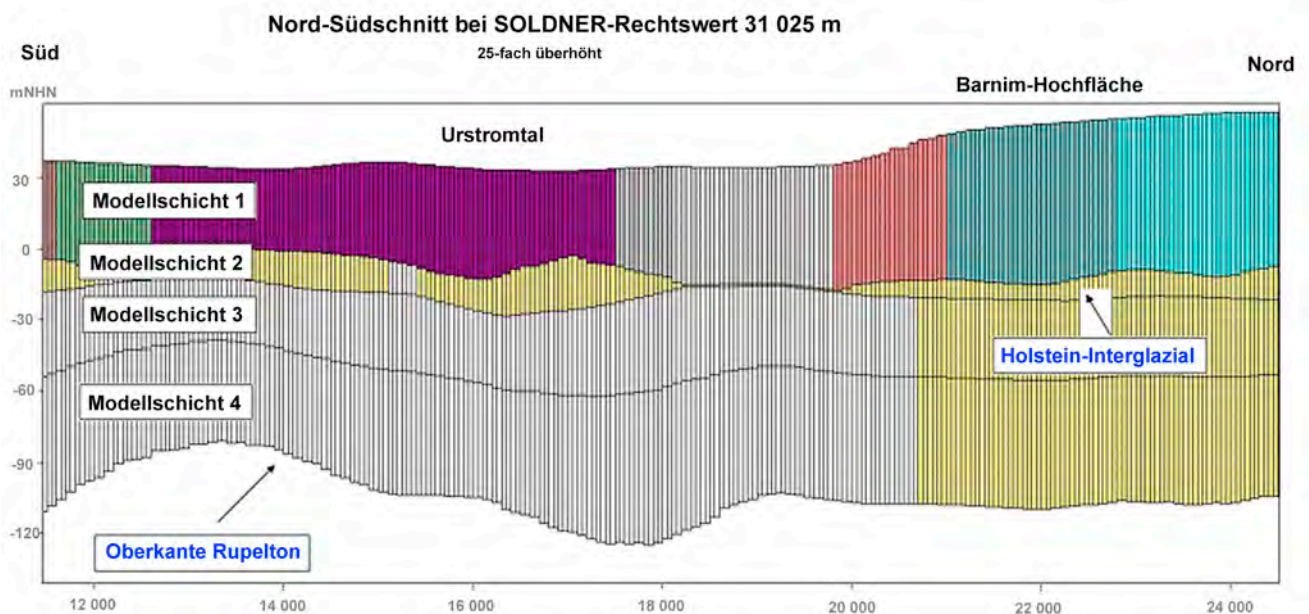


Abb. 8: Vertikale Modelldiskretisierung - die Farben stehen für unterschiedliche hydraulische Leitfähigkeiten

Fig. 8: Vertical model discretisation - the colours represent different hydraulic conductivities

Im Wesentlichen handelt es sich dabei um:

- 37 geologische West-Ost-Schnitte der Arbeitsgruppe Geologie und Grundwassermanagement, die auf der Basis des umfangreichen Bohrarchivs der Senatsverwaltung konstruiert worden sind
- weitere Schichtenverzeichnisse von gut 1000 Bohrungen
- Grundwasserstandsdaten von etwa 2200 Grundwassermessstellen
- klimatologische Daten
- die Karte der Grundwasserneubildung für Berlin (<http://www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/umweltatlas/i217.htm>)
- Pegelganglinien der Oberflächengewässer
- Ausbaudaten von Oberflächengewässern
- sowie Daten zur Grundwassernutzung (Entnahmen der Berliner Wasserwerke, Förderungen zur Eigenwasserversorgung, sonstige Grundwasserentnahmen, Grundwasseranreicherungen).

Als Kalibrierungszeitraum ist das Jahr 2004 gewählt worden, bei dem es sich klimatisch gesehen um ein relativ durchschnittliches Jahr handelte und für das auch eine gute Datengrundlage bestand. Nach der Definition der nötigen äußeren und inneren Randbedingungen im Modell (z. B. Grundwasserentnahmen, Spiegelhöhen der Vorflutgewässer, Grundwasserneubildung) und der Anfangsbelegung der Modellzellen durch Erfahrungswerte der hydraulischen Leitfähigkeit wurde das Modell mit Hilfe von Grundwasserstandsdaten kalibriert. Im Einzelnen sind für 780 ausgewählte Grundwassermessstellen im Berliner Urstromtal die Jahresmittelwerte berechnet und implementiert worden. Anschließend erfolgte eine Vielzahl von hydraulisch stationären Rechenläufen, auch unter Verwendung des Hilfsprogramms WinPEST mit veränderten Kennwerten (hier i. W. der hydraulischen Leitfähigkeiten und der Sohlwiderstände der Oberflächengewässer) mit dem Ziel einer bestmöglichen Übereinstimmung der modellberechneten Standrohrspiegelhöhen mit den Mittelwerten der gemessenen Grundwasserhöhen.

Die Kalibrierung wurde abgeschlossen, nachdem eine Anpassung der berechneten an die gemessenen Werte erreicht war, wie sie in den Abbildungen 9 und 10 graphisch dargestellt ist.

An den statistischen Kennwerten, die Abbildung 9 entnommen werden können, ist zu erkennen, dass das Modell sehr gut kalibriert worden ist. Ganz überwiegend liegen die Abweichungen zwischen den berechneten Standrohrspiegelhöhen und den Mittelwerten der gemessenen im untersten Dezimeterbereich. Einzelne größere Abweichungen sind meist mit einer eingeschränkten Datenlage zu erklären. Sie treten z. B. in der Nähe der Brunnengalerien der Wasserwerke auf, deren Förderdaten für die einzelnen Galerien, nicht aber für die einzelnen Brunnen bekannt waren. Für die Simulation des höchsten Grundwasserstandes, der bei einer Situation ohne Grundwasserförderung auftritt, ist dieser Umstand jedoch praktisch ohne Bedeutung.

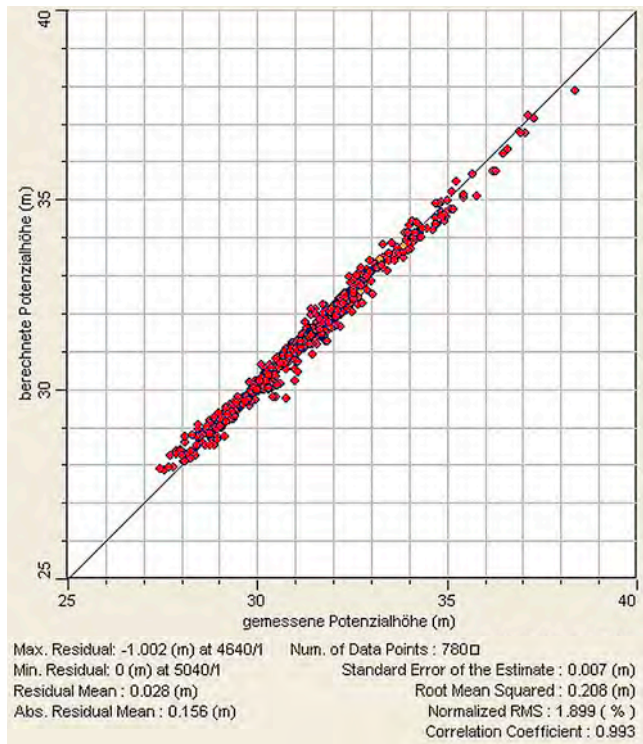


Abb. 9: Vergleich gemessene Grundwasser-Potenzialhöhen, Mittelwerte des Jahres 2004/modellberechnete Grundwasser-Potenzialhöhen

Fig. 9: Comparison of observed heads, means of the year 2004, to model calculated heads

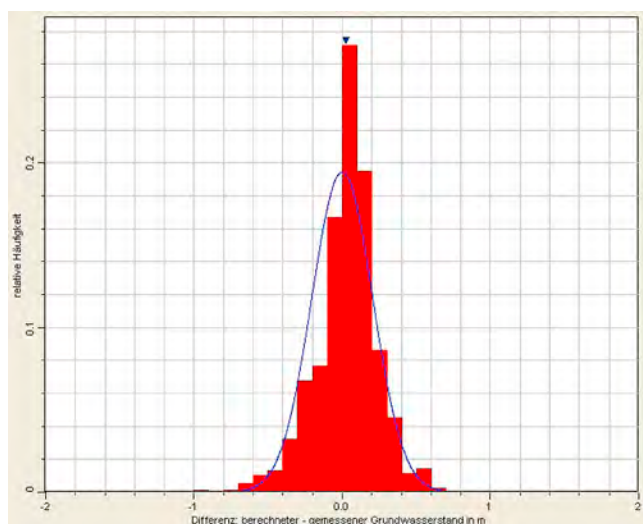


Abb. 10: Statistische Verteilung der Differenz zwischen modellberechneter Grundwasser-Potenzialhöhe - gemessener Potenzialhöhe, Mittelwerte des Jahres 2004, $n = 780$

Fig. 10: Statistical distribution of the difference between model calculated head to observed head, means of the year 2004, $n = 780$

Nach der Kalibrierung ist das Modell verifiziert worden. Es wurde geprüft, ob es auch für einen anderen Beanspruchungszustand des Hauptgrundwasserleiters die beobachtete Grundwasserpotenzialverteilung hinreichend genau wiedergibt. Als Verifizierungszeitraum ist das Jahr 2001 gewählt worden, bei dem es sich ebenfalls um ein klimatisch durchschnittliches Jahr handelte und für das auch eine ähnlich gute Datenlage hinsichtlich der stattgefundenen Eingriffe in den Grundwasserhaushalt und der Grundwasserstandsmessungen bestand. Im Jahr 2001 waren die Grundwasserentnahmen und -anreicherungen zwar insgesamt in ihrer Größe nicht sehr verschieden von denen des Jahres 2004, wohl aber deutlich anders in ihrer Verteilung. Das Modell berechnete Grundwasserhöhen, die von den Beobachtungen nur wenig stärker abwichen als beim oben gezeigten Abschluss der Kalibrierung. Auf Grund dieses Ergebnisses, anschließender weiterer Datenüberprüfungen und Überlegungen wurde das Grundwasserströmungsmodell für die Simulation des höchsten Grundwasserstandes im Berliner Urstromtal als geeignet befunden.

Simulation des zu erwartenden höchsten Grundwasserstandes

Nach der oben genannten Definition tritt der zu erwartende höchste Grundwasserstand (zeHGW) dann auf, wenn folgende drei Umstände zusammentreffen:

1. Es finden keine künstlichen Eingriffe in das Grundwasser durch Förderung und Anreicherung statt.
2. Die Grundwasserneubildung nimmt über einen längeren Zeitraum infolge entsprechender klimatischer Verhältnisse (hoher Niederschlag und gleichzeitig geringe Verdunstung infolge niedriger Lufttemperatur) extrem hohe Werte an. In Berlin sind insbesondere dann sehr hohe Grundwasserstände beobachtet worden, wenn entweder einige wenige Jahre hintereinander insgesamt Niederschläge zu verzeichnen waren, die deutlich über dem langjährigen Mittel lagen, oder wenn hohe Niederschläge in vergleichsweise warmen Wintern eine besonders hohe Grundwasserneubildung bewirkt haben.
3. Die Spiegel der Oberflächengewässer, die die Vorflut für das Grundwasser darstellen, sind sehr hoch, was sowohl durch klimatische Verhältnisse als auch durch Stauregulierungen bedingt sein kann.

Zur Simulation des zeHGW mit dem dazu entwickelten Grundwasserströmungsmodell waren nun diese drei Randbedingungen im Einzelnen zu definieren. Völlig unproblematisch war dabei der 1. Punkt: Alle im Modell implementierten Förderbrunnen und Anreicherungsanlagen (Senken und Quellen) sind deaktiviert worden.

Erheblich schwieriger war die Beantwortung der Frage, um wie viel die der Modellkalibrierung zu Grunde geleg-

te Grundwasserneubildung (im Mittel gültig für klimatisch durchschnittliche Jahre) für den Zustand des zu erwartenden höchsten Grundwasserzustandes zu erhöhen ist (Punkt 2). Da es zur zeitlichen Verteilung der Grundwasserneubildung und ihrer möglichen Extremwerte keine hinreichend gesicherten Erkenntnisse gab, die für den Bereich des gesamten Berliner Urstromtals als repräsentativ angesehen werden konnten, wurden hierzu Überlegungen basierend auf Ganglinienanalysen und Berechnungen mit Hilfe eines stark vereinfachten instationären Strömungsmodells vorgenommen. Im Ergebnis dieser Untersuchungen wurde eine vorläufige Verteilung der Grundwasserneubildungsrate für die zeHGW-Simulation festgelegt. Je nach Größe der mittleren Grundwasserneubildung ist sie bis zum Faktor 1,3 gegenüber dem langjährigen Mittel höher.

Die Festlegung der Spiegelhöhen der Oberflächengewässer wurde anhand einer Analyse der Pegelganglinien von Spree und Havel vorgenommen (Punkt 3.). Das geschah entsprechend der variierenden Gangliniencharakteristika für die einzelnen Staustufen durch unterschiedliche Zuschläge auf die mittleren langjährigen Pegelhöhen in der Größe von 20 bis 70 cm.

Nach der Implementierung der zeHGW-Randbedingungen im Modell ist die Grundwasserpotenzialverteilung berechnet worden und als vorläufige Karte in Form von Gleichungen des zu erwartenden höchsten Grundwasserstandes dargestellt worden.

Das beschriebene und hier einzig mögliche Verfahren der Erstellung der zeHGW-Karte beinhaltet eine Reihe von Unsicherheiten. Hier sind insbesondere der Ansatz der Grundwasserneubildung zu nennen, daneben auch die Festlegung der Spiegelhöhen der Vorflutgewässer. Auch das Modell selbst, wenngleich auf einer guten Datengrundlage gut kalibriert und verifiziert, impliziert gewisse Ungenauigkeiten. An das Endergebnis – das ist hier die Angabe eines zeHGW für einen konkreten Ort, meist für ein Bauvorhaben – werden jedoch hinsichtlich seiner Präzision hohe Anforderungen gestellt. Wie schon oben bemerkt, kann eine nicht zutreffende zeHGW-Angabe gravierende negative wirtschaftliche Folgen haben. Deshalb wurde die vorläufige Karte einer ausgiebigen Plausibilitätsprüfung unterzogen. Kernstück dieser Prüfung war der Vergleich des berechneten zeHGW mit den an Grundwassermessstellen beobachteten höchsten Grundwasserständen (HGW). Einbezogen wurden hier die HGW von etwa 2200 Messstellen. Sofern in der Vergangenheit Grundwasserstände über dem Wert der vorläufigen zeHGW-Karte gemessen worden waren, wurde eine Ganglinienanalyse und Beurteilung dahingehend vorgenommen, ob der gemessene Grundwasserstand per Definition nicht dem zeHGW entspricht, weil er etwa in Folge einer künstlichen Grundwasseranreicherung aufgetreten ist, oder ob er als zeHGW tatsächlich nicht auszuschließen ist. Wenn Letzteres der Fall war, wurden Änderungen im zeHGW-Modell vorgenommen mit dem Ziel der Anpassung der

berechneten an die gemessenen Werte, die als wahrscheinlicher zeHGW erkannt oder zumindest nicht ausgeschlossen werden konnten. Die Anpassung konnte meist mit der Erhöhung der Grundwasserneubildung, zum Teil auch mit einer Anhebung der Spiegel der Oberflächengewässer erreicht werden. Nach der Neuberechnung der zeHGW-Karte wurde die Plausibilitätsprüfung wiederholt. Dieses iterative Vorgehen wurde so lange fortgesetzt, bis lediglich diejenigen gemessenen höchsten Grundwasserstände über dem jeweiligen Wert der Karte lagen, von denen mit höchster Wahrscheinlichkeit gesagt werden konnte, dass sie beim gegenwärtigen Wissenstand zukünftig als zeHGW im Sinne seiner Definition nicht auftreten werden.

Für die Beurteilung, ob eine Überschreitung des zeHGW-Wertes der Karte durch in der Vergangenheit beobachtete Werte im Widerspruch zu dieser Karte lagen, waren mitunter recht umfassende Recherchen erforderlich, die exemplarisch an drei Beispielen verdeutlicht werden:

Beispiel Tegel

Die Abbildung 11 zeigt einen Ausschnitt des nördlichen Ortsteils Tegel. Durch Punkte ist die Lage von Grundwassermessstellen wieder gegeben. Blaue Punkte stehen für Messstellen, an denen keine Grundwasserstände beobachtet wurden, die über dem Wert der Karte des zur erwartenden

höchsten Grundwasserstandes liegen ($zeHGW > HGW$), was insofern gerade hier als plausibel erscheint, da der dargestellte Bereich hauptsächlich im Gebiet des Absenkrichters des Wasserwerks Tegel liegt. Mit roten Punkten sind diejenigen Messstellen gekennzeichnet, an denen zeitweise höhere Grundwasserstände gemessen worden sind als die zeHGW-Karte ausweist, was zwingend einer Prüfung bedarf.

Die Ganglinien der Grundwassermessstellen, die im auffälligen, in Abbildung 11 rot markierten Bereich und seines näheren Umfeldes liegen, sind in Abbildung 12 dargestellt. Die höchsten Grundwasserstände, die den zeHGW-Wert der Karte überschreiten, sind in den Jahren 1983 bzw. 1984 gemessen worden. Gleichzeitig zeigen einige Messstellen extrem niedrige Grundwasserstände. Allein aus der rein optischen Betrachtung dieser Ganglinien ist zu schließen, dass es sich um völlig unnatürliche Grundwasserstände handelt. Tatsächlich hatte zu dieser Zeit eine Grundwasserabsenkung beim Bau der Bundesautobahn 111 stattgefunden. Dabei war gefördert Grundwasser reinfiltiert worden und hatte an den Messstellen in der Nähe der Infiltrationsstellen die beobachtete Grundwasseraufhöhung erzeugt. Damit konnte auf relativ einfache Weise nachgewiesen werden, dass in diesem Bereich der beobachtete höchste Grundwasserstand (HGW) nicht dem zu erwar-

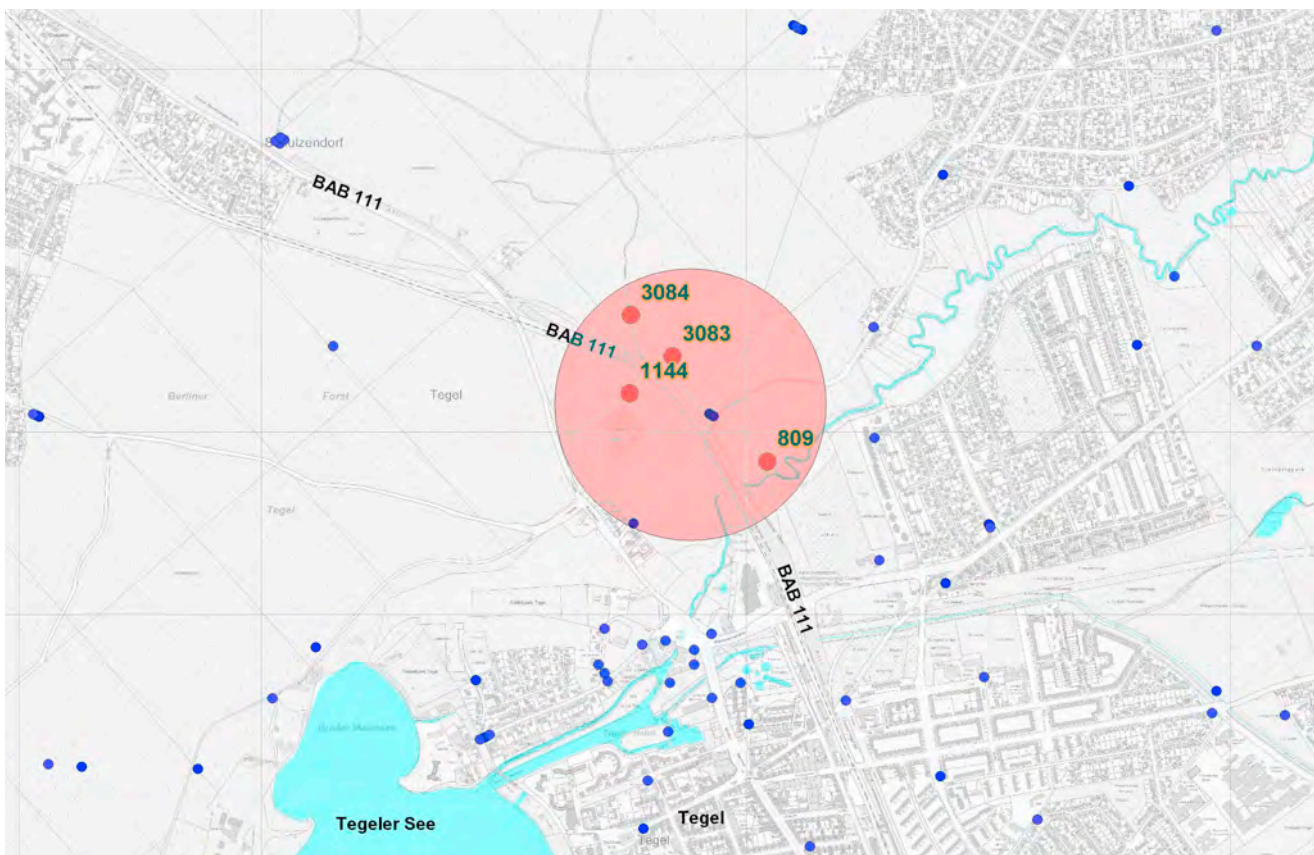


Abb. 11: Plausibilitätsprüfung Beispiel Tegel. Bei den rot dargestellten Messstellen wird der zeHGW-Wert überschritten
 Fig. 11: Verification of the plausibility by the example Tegel. The expected highest groundwater level is exceeded in the red coloured observation wells

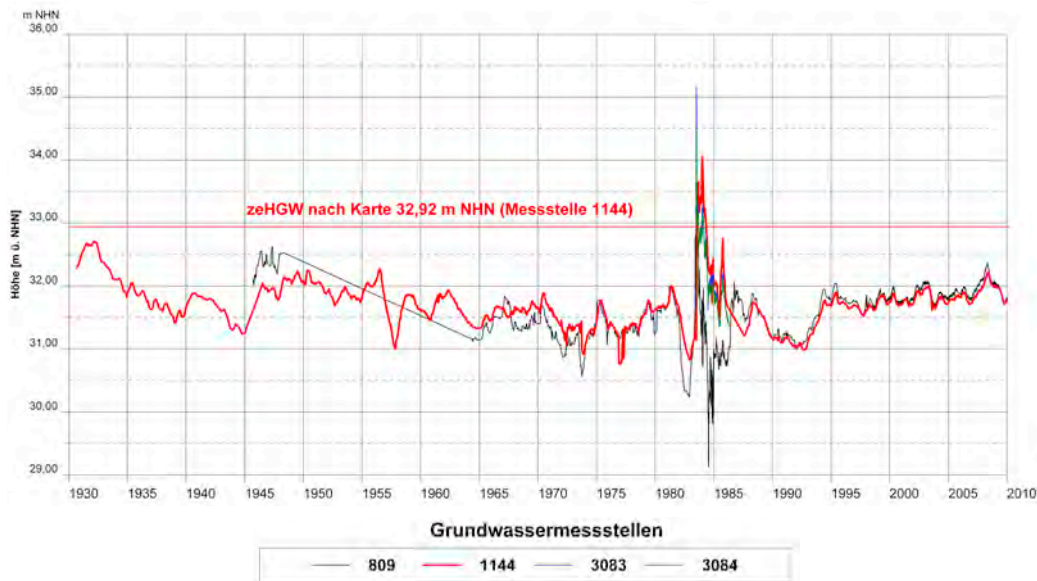


Abb. 12:
Ausgewählte Grundwasserstandsganglinien von Messstellen in Abb. 11

Fig. 12:
Selected groundwater hydrographs of the observation wells in fig. 11

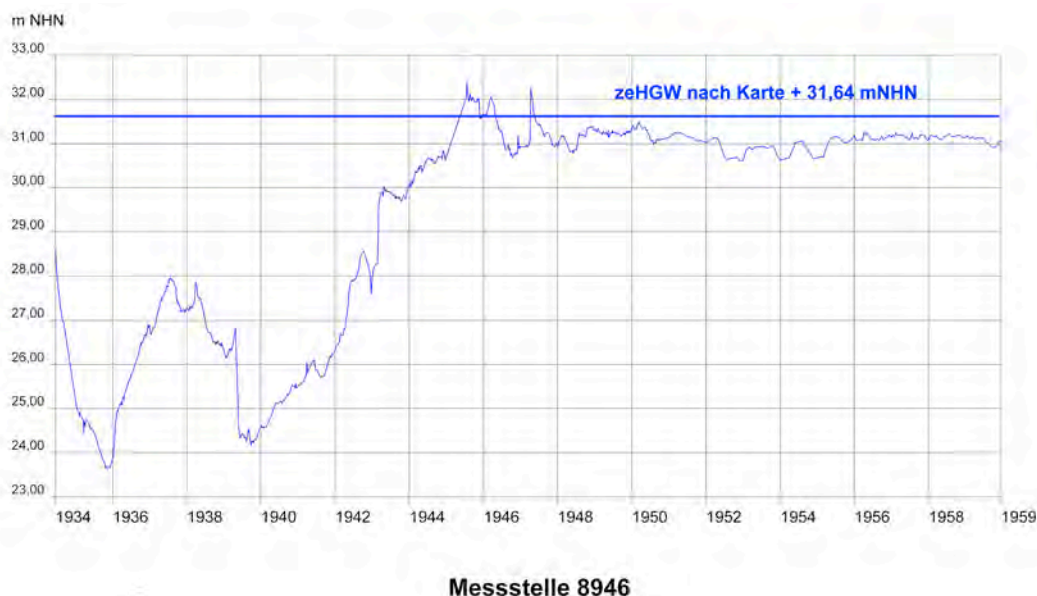


Abb. 13:
Grundwasserstandsganglinie der Messstelle 8946 auf der Spreeinsel

Fig. 13:
Groundwater hydrograph of the observation well 8946 located on the Spree island

tenden höchsten Grundwasserstand (zeHGW) entspricht und die mit dem Modell berechnete Karte plausibel ist. Den eindeutig künstlich hervorgerufenen HGW, der hier zum Teil mehr als 2 m über dem zu erwartenden höchsten Grundwasserstand liegt, bei der Bemessung von Bauwerken anzusetzen, kann hier zu unnötig erhöhten Baukosten führen.

Beispiel Berlin-Mitte

In Berlin-Mitte, insbesondere in der Nähe der Spree, fiel im Rahmen der Plausibilitätsprüfung eine starke Häufung der Überschreitung des zeHGW durch den HGW in der Höhe bis über 1 m auf. Dieser Bereich ist insofern besonders interessant, da hier die Grundwasserbeobachtung über 140 Jahre zurück reicht und auch keine Einflüsse durch Wasserwerke mit ihren langfristigen Grundwasserabsenkungen vorhanden sind.

Dieser zunächst überraschende Befund erforderte eine intensive Prüfung der zeHGW-Karte bestehend aus Ganglinieninterpretationen und auch umfangreichen historischen Recherchen. Die höchsten Grundwasserstände an den einzelnen Messstellen sind fast ausschließlich entweder im 19. Jahrhundert oder in den Jahren nach dem Zweiten Weltkrieg (1945-1949) gemessen worden. Als Beispiel hierzu ist die Ganglinie der Messstelle 8946 in Abbildung 13 dargestellt, deren HGW im Hochsommer 1945 – einer eher untypischen Jahreszeit also – +32,39 m NHN betrug und damit 0,75 m über dem Wert der zeHGW-Karte lag.

In der Nähe der Oberflächengewässer, hier der Spree, ist der Grundwasserstandsgang besonders eng mit dem Pegelstand der Oberflächengewässer verknüpft. Der Gang des Spreepegels im Unterwasser der Mühlendammshleuse

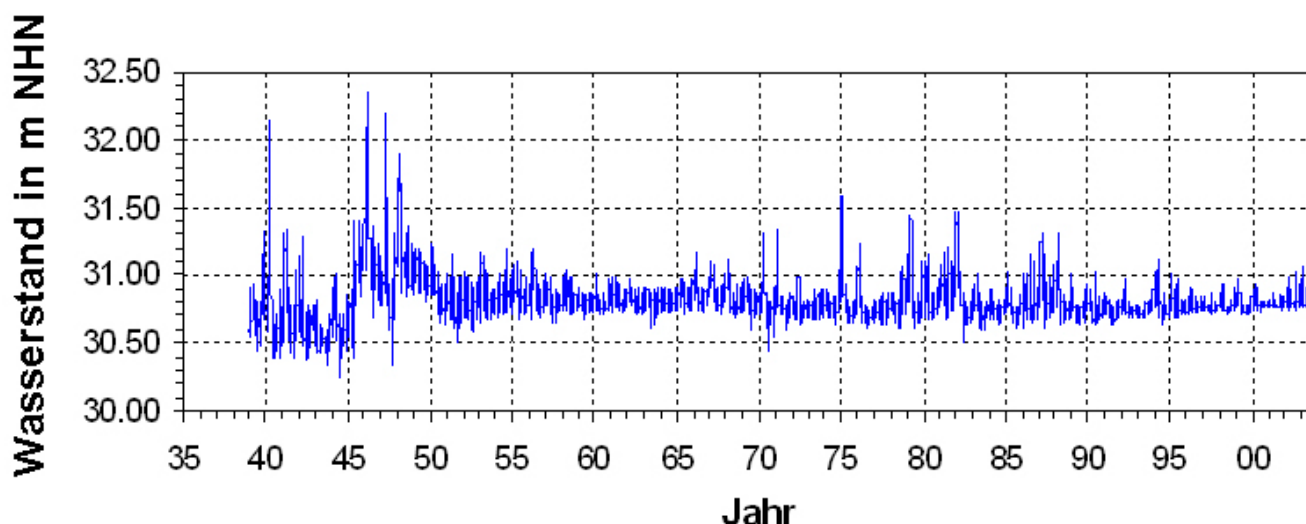


Abb. 14: Pegelganglinie der Spree, Unterpegel Schleuse Mühlendamm

Fig. 14: Stage hydrograph of the river Spree, lower gauge of lock Mühlendamm

lässt in den Kriegs- und Nachkriegsjahren außergewöhnliche hohe Pegelstände erkennen, die erwartungsgemäß mit dem Grundwassergang korreliert sind. Derartig hohe Pegelstände sind aber in den letzten 60 Jahren nie wieder aufgetreten (Abb. 14). Es handelt sich eindeutig um Ursachen, die an die Kriegseignisse gebunden sind: Bei Kriegsende waren fast die meisten Brücken über die Spree, die Havel aber auch den Landwehrkanal und Teltowkanal durch Bomben und vor allem Sprengungen zerstört oder beschädigt (Abb. 15). Die Trümmer lagen im Gewässer, verengten den Querschnitt und führten so zu einem stark geänderten Abflussverhalten, wobei es insbesondere bei großen Abflüssen zu den registrierten extrem hohen Wasserständen kam. Vermutlich haben neben den Brückentrümmern auch versenkte Binnenschiffe und Lastkähne dazu beigetragen.

Das Freiräumen der Schifffahrtswege hat mehrere Jahre gedauert, was an den langsam abnehmenden Pegelständen der Spree zu erkennen ist.

Extrem hohe Grundwasserstände, die sich unter vergleichbaren Katastrophen eventuell einstellen könnten, sind weder vorhersehbar noch entsprächen sie der Definition des zu erwartenden höchsten Grundwasserstandes.

Mit dem Geschilderten ist der Sachverhalt, dass hier die zeHGW-Werte von HGW-Werten der Kriegs- und Nachkriegsjahre überschritten werden, verständlich. Die Karte des zu erwartenden höchsten Grundwasserstandes wird dadurch nicht widerlegt sondern bestätigt.

Auch die Überschreitung der zeHGW-Werte durch Grundwasserstände, die im 19. Jahrhundert beobachtet wurden, steht nicht im Widerspruch zur Karte des zu erwartenden höchsten Grundwasserstandes. Die hydraulischen Randbedingungen, die die Höhe der Grundwasseroberfläche bestimmen, sind heute in weiten Teilen völlig andere als in



Abb. 15: Ende des Zweiten Weltkriegs zerstörte Jannowitzbrücke (aus THIEMANN et al. 2003)

Fig. 15: Destroyed Jannowitz Bridge at the end of the second world war (from THIEMANN et al. 2003)

den 70er und 80er Jahren des 19. Jahrhunderts: Wegen der deutlich geringeren Oberflächenversiegelung, einer längst nicht soweit entwickelten Regen- und Schmutzwasserentsorgung ist es völlig verständlich, dass zu dieser Zeit höhere Grundwasserstände geherrscht haben. Hinzu kommt, dass sich in den vergangenen 140 Jahren auch das Netz der Vorflutgewässer verändert hat. Es gab Gewässer die früher gar nicht existierten (z. B. Teltowkanal, Westhafenkanal) oder heute nicht mehr vorhanden sind (z. B. Stadtgraben). Auch herrschen heute nicht mehr überall dieselben Stauziele an den Schleusen. Es ist an dieser Stelle klar zu sagen, dass Grundwasserstände aus dem 19. Jahrhundert zwar von historischem Interesse sind, aber einer Bemessung von Bauwerken nicht zu Grunde gelegt werden sollten.

Beispiel unteres Wuhletal

Welche mitunter gravierenden Einflüsse der Ausbau – auch kleinerer – Oberflächengewässer auf den höchsten

Grundwasserstand haben kann, lässt sich gut im Bereich des unteren Laufes des Flüsschens Wuhle zeigen. Die Wuhle durchquert das östliche Berliner Urstromtal von der Barnim-Hochfläche kommend in Nord-Südrichtung und mündet bei Köpenick in die Spree. In seiner Nähe wurden vom Grundwasserströmungsmodell zu erwartende höchste Grundwasserstände berechnet, die teilweise mehr als 1,5 m unter den höchsten gemessenen – meist aus der Zeit vor dem Ersten Weltkrieg – lagen. Noch vor dem Ersten Weltkrieg ging das in der Nähe gelegene Wasserwerk Wuhlheide westlich der Wuhle und etwas später das Wasserwerk Kaulsdorf östlich davon in Betrieb. Damit ergaben sich mit den unterschiedlichen Fördermengen und auch Änderungen hinsichtlich der einzelnen Fassungsanlagen über die Jahrzehnte hinweg wechselnde hydraulische Situationen. Die Analyse von Grundwasser-ganglinien alleine ergab keine eindeutige Erklärung für die vergleichsweise niedrigen Werte der zeHGW-Karte, wohl aber Indizien, dass sich das lokale Vorflutniveau seit Beginn des 20. Jahrhunderts geändert haben musste. Das konnten Recherchen zum Ausbau der Wuhle eindeutig belegen. An den Kartenausschnitten (Abb. 16) ist die Veränderung des Flusslaufes durch den Menschen vom noch in der Mitte des 19. Jahrhunderts natürlich meandrierenden Flüsschen bis zum stark begradigten Wasserlauf zu erkennen. Bei diesen Ausbauarbeiten wurde verschiedentlich auch die Sohle tiefer gelegt, insbesondere nach dem Zweiten Weltkrieg, als die Wuhle als Ableiter des Klärwerks Falkenberg diente. Mit der Tieferlegung der Sohle ist auch der Wuhlespiegel stark abgesenkt worden, womit sich die gegenüber dem zeHGW deutlich höheren in der Vergangenheit gemessenen Grundwasserstände erklären ließen. Damit war die Plausibilisierung der Karte auch hier erfolgreich. Da derzeit die Wuhle nicht mehr als Klärwerksableiter fungiert, soll sie in ihrem Ausbau wieder verändert werden. Ziel ist hierbei nun eine Erhöhung des Fließgefälles durch eine teilweise Sohl-anhebung und

damit auch eine Spiegelanhebung. Diese Planung ist in der aktuellen zeHGW-Karte bereits berücksichtigt. Trotzdem liegt der zeHGW hier immer noch unter den zu Beginn des 20. Jahrhunderts gemessenen Werten, was aber richtig ist, da eine völlige Renaturierung der Wuhle aus Gründen der Siedlungsverträglichkeit auch in Zukunft nicht zu erwarten ist.

Karte des zu erwartenden höchsten Grundwasserstandes

Die Karte des zu erwartenden höchsten Grundwasserstandes (Abb. 17) wird seit 2009 für Grundwasserauskünfte im Berliner Urstromtal benutzt. Sie ist im DV-System der Senatsverwaltung implementiert und bedeutet für die Mitarbeiter der Arbeitsgruppe Geologie und Grundwasser-management, die die Grundwasserauskünfte erteilen, eine wesentliche Arbeitserleichterung, da das zeitaufwändige Heraussuchen geeigneter Grundwasser-ganglinien, die Interpolation und gegebenenfalls die Erläuterung des HGW entfallen. Jetzt kann der gesuchte Wert auf dem Rechner-bildschirm direkt abgelesen werden. Innerhalb der zurzeit laufenden Einführungsphase der Karte erfolgt danach, als zusätzliche Plausibilisierung des Kartenwertes, ein Vergleich mit dem aktuellen Grundwasserstand, gegebenenfalls unter Zuziehung anderer, bei der Senatsverwaltung vorliegender, im Einzelfall relevanter Daten und Informationen.

Darüber hinaus muss gegenwärtig lediglich noch in den Uferbereichen einiger Abschnitte von Oberflächengewässern nach einem bestimmten Verfahren eine Interpolation zwischen dem Kartenwert und dem höchsten Pegel des Oberflächengewässers innerhalb der letzten 50 Jahre vorgenommen werden. Eine fachkundige Benutzung der Karte des zu erwartenden höchsten Grundwasserstandes ist daher auch weiterhin noch erforderlich.

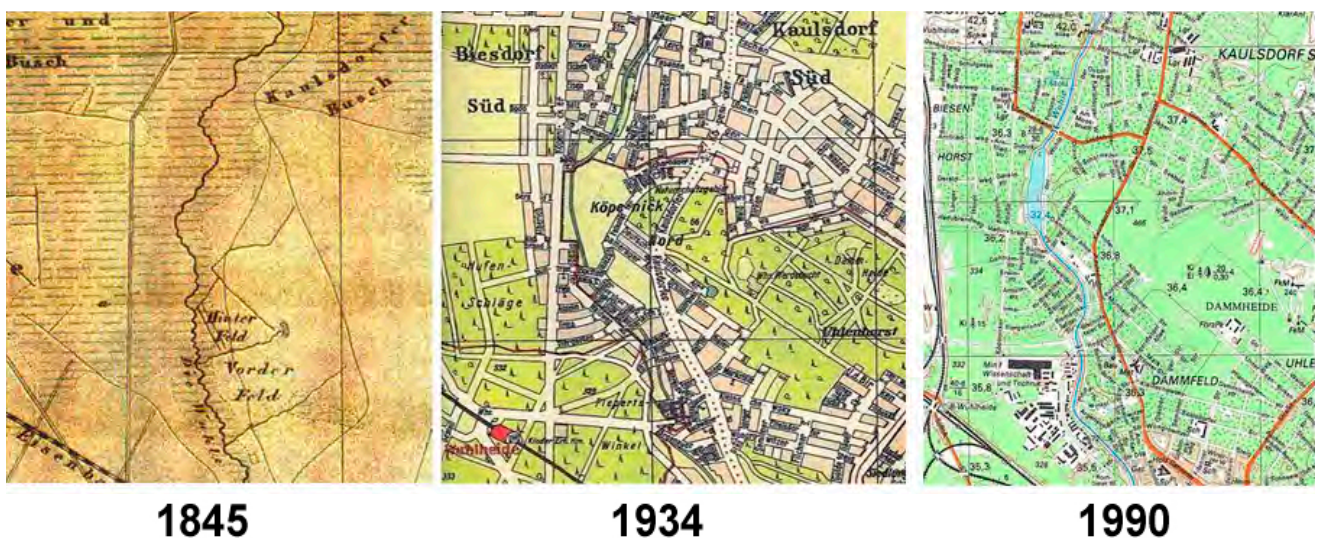


Abb. 16: Der Unterlauf der Wuhle zwischen 1845 und 1990 mit seinen wasserbaulichen Veränderungen
 Fig. 16: The lower part of the river Wuhle between 1845 and 1990 with its changed hydraulic constructions

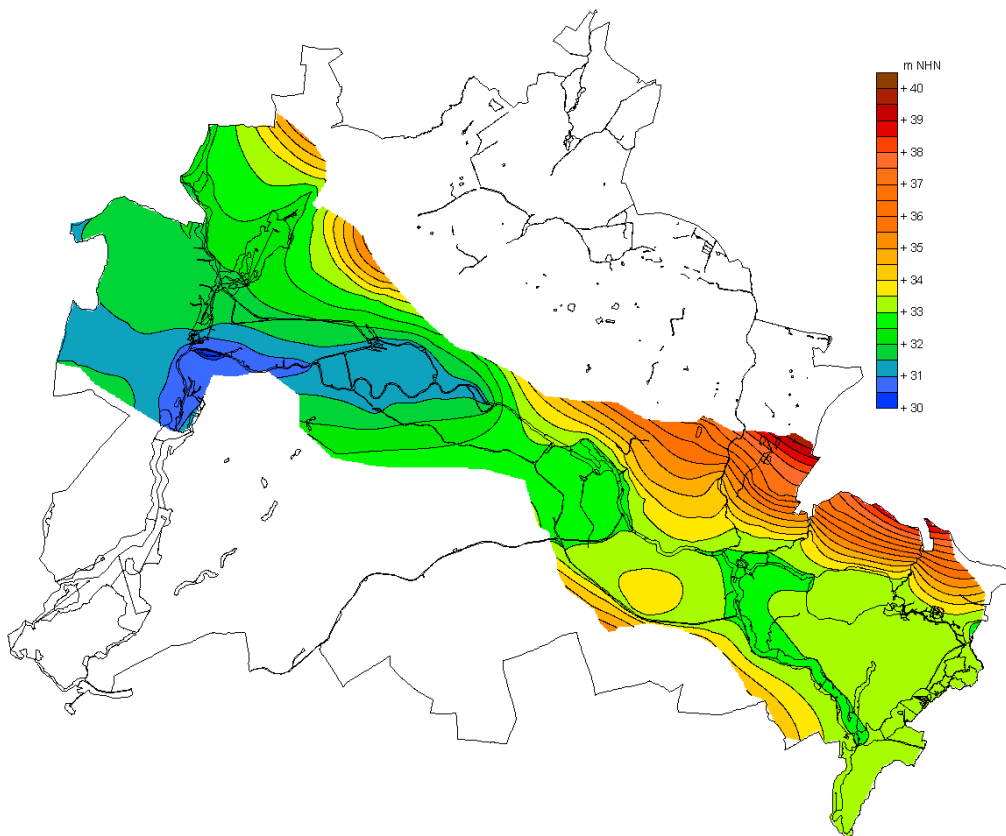


Abb. 17:
Karte des zu erwartenden höchsten Grundwasserstandes (zeHGW) für das Berliner Urstromtal (in Gewässernähe ist bereichsweise zusätzlich sein Pegelgang zu berücksichtigen)

Fig. 17:
Map of the expected highest groundwater level (exp. HGWL) for the Berlin glacial valley (close to the water it is necessary to consider additional the stage hydrograph in certain sections)

Im Fall des ungespannten Grundwassers entspricht der zu erwartende höchste Grundwasserstand dem so genannten Bemessungsgrundwasserstand, der im Regelwerk des BwK (2009) speziell für die Bemessung von Bauwerksabdichtungen definiert ist. Im Berliner Urstromtal, für das der bisher fertiggestellte Teil der zeHGW-Karte gilt, herrschen üblicherweise ungespannte Verhältnisse. Da jedoch das örtliche Auftreten gespannter Verhältnisse auch hier nicht völlig ausgeschlossen werden kann, ist in jedem Einzelfall anhand des geologischen Schichtaufbaus zu prüfen, ob der zeHGW als Bemessungswasserstand gemäß DIN 18195-6 angesetzt werden darf. Diese Prüfung ist nicht die Aufgabe der Senatsverwaltung, die die Grundwasserauskunft erteilt, sondern die Aufgabe des Bauherrn bzw. seines Planers oder seines geotechnischen Sachverständigen (Baugrundgutachter).

Außer der Zeitersparnis im Auskunftswesen ist mit der zeHGW-Karte ein wesentlicher Qualitätszuwachs der Auskunft erreicht worden. Er besteht darin, dass nun tragfähige Aussagen zum höchsten Grundwasserstand auch in den großen Bereichen möglich sind, in denen die Grundwasseroberfläche langfristig abgesenkt ist und die ältesten beobachteten Grundwasserstände dadurch beeinflusst sind. Bisher war hier nur die sehr eingeschränkt brauchbare Angabe eines beeinflussten HGW möglich.

Im Rahmen der Bearbeitung wurde auch erkannt, dass kein geringer Teil der gemessenen Grundwasserstände unter den gegenwärtigen und voraussehbaren hydraulischen Randbedingungen nicht wieder eintreten kann. Die Zugrundelegung

des berechneten zu erwartenden höchsten Grundwasserstandes wird hinsichtlich unerwünschter Einwirkungen des Grundwassers nicht nur zu sicherem, sondern auch zu wirtschaftlichem Bauen führen.

4. Ausblick

Es ist geplant, den Gültigkeitsbereich der Modellierung des zeHGW zunächst um die Fläche des Panketales zu erweitern (siehe auch Abb. 1). Abschließend soll das gesamte Stadtgebiet erfasst werden.

Nach einer unbedingt noch erforderlichen Überprüfungsphase ist daran gedacht, die Ergebnisse zur Beschleunigung und Erleichterung der Bearbeitung auch im Internet zu publizieren. Dabei sei aber immer auch auf die Verantwortung des Bauherrn, seiner Planer und Sonderfachleute verwiesen, die den lokalen geologischen Schichtenaufbau sachgerecht einzu beziehen haben.

Das mathematische Grundwasserströmungsmodell, das ursprünglich speziell für die Karte des zu erwartenden höchsten Grundwasserstandes entwickelt worden ist, ist zwischenzeitlich auch für andere wasserwirtschaftliche Fragestellungen auf Landesebene eingesetzt worden. Zu nennen sind hier z. B. Untersuchungen zur Steuerbarkeit der Grundwasserhöhe durch die Grundwasserentnahmen der Berliner Wasserwerke. Da sich das Modell als taugliches Simulationsinstrument in der Vergangenheit verschiedent-

lich bewährt hat, wird es weiter ausgebaut und kontinuierlich dem wachsenden Kenntnisstand über die hydrogeologischen Verhältnisse im Land Berlin angepasst.

Zusammenfassung

Die Arbeitsgruppe Geologie und Grundwassermanagement der Senatsverwaltung für Gesundheit, Umwelt und Verbraucherschutz in Berlin erteilt Auskünfte zum Grundwasser, u. a. auch zum höchsten Grundwasserstand (HGW). Insbesondere für das Bauwesen ist die Kenntnis des höchsten Grundwasserstandes z. B. für die Frage der Abdichtung von Bauwerken von großer Bedeutung. Die übliche Ableitung eines höchsten Grundwasserstandes, der in Zukunft auftreten kann, ist allein aus gemessenen Grundwasserstandsganglinien in großen Teilen des Berliner Stadtgebiets auf Grund der vielfältigen anthropogenen Überprägung seiner Grundwasserlandschaft mit der erwünschten Genauigkeit nicht oder nur sehr bedingt möglich. Auf der Basis des umfangreichen Datenbestandes der Senatsverwaltung hinsichtlich der Hydrogeologie und der Wasserwirtschaft des Berliner Raumes wurde ein mathematisches Grundwasserströmungsmodell entwickelt, mit dessen Hilfe ein höchster Grundwasserstand berechnet werden kann. In Abgrenzung zu demjenigen höchsten Grundwasserstand, der in der Vergangenheit gemessen wurde (HGW), wird der modellberechnete mit „zu erwartender höchster Grundwasserstand“, abgekürzt „zeHGW“, bezeichnet. Für auf die Zukunft gerichtete Fragestellungen ist er wesentlich aussagekräftiger als ein höchster Grundwasserstand, der in der Vergangenheit zufällig, möglicherweise auch unter Randbedingungen beobachtet wurde, die aller Wahrscheinlichkeit nicht wieder eintreten werden. Für den Bereich des Berliner Urstromtals, in dem der Grundwasserflurabstand üblicherweise relativ gering ist, wird dieser zu erwartende höchste Grundwasserstand (zeHGW) seit 2009 in der Grundwasserauskunft angegeben.

Summary

The working group “Geology and Groundwater Management” of the Senate Department for Health, the Environment and Consumer Protection in Berlin provides information about the groundwater and among other things about the highest groundwater level, too. The knowledge of the highest groundwater level (HGW) is of important significance for the building and construction industry for example as far as insulation against water is concerned. The common determination of the highest groundwater level which will happen in future only based on measured hydrograph curves is for great parts of the area of Berlin not or insufficiently possible with reference to the exactness requested due to the anthropogenic influence on the groundwater level in many cases. A mathematical model of the groundwater flow was built up for the calculation of the highest groundwater level based on the extensive data basis of hydrogeology and water economy of

the Senate Department for the area of Berlin. The name of the modelcalculated highest groundwater level is the “expected highest groundwater level” and in short “exp. HGW” in opposite to the highest groundwater level which was measured in the past. The “exp. HGW” is more meaningful as far as questions for the future have to be answered because the groundwater level in the past has often been observed by chance and possibly under boundary conditions which will never happen again. The expected highest groundwater level (“exp. HGW”) for that part of the Berlin glacial valley with low depth to water table has been provided in the information of the groundwater since 2009.

Literatur

- BWK, Bund der Ingenieure für Wasserwirtschaft, Abfallwirtschaft und Kulturbau e. V. (2009): Ermittlung des Bemessungsgrundwasserstandes für Bauwerksabdichtungen. - BWK-Regelwerk, Merkblatt BWK-M8, Selbstverlag Sindelfingen
- DIN 4049-3 (1994): Hydrologie, Teil 3: Begriffe zur quantitativen Hydrologie. - DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Berlin (Beuth Verlag)
- DIN 18195-6 (2000): Bauwerksabdichtungen, Teil 6: Abdichtung gegen von außen drückendes Wasser und aufstauendes Sickerwasser, Bemessung und Ausführung. - DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Berlin (Beuth Verlag)
- LIMBERG, A. & J. Thierbach (2002): Hydrostratigrafie von Berlin – Korrelation mit dem Norddeutschen Gliederungsschema. - Brandenburgische Geowiss. Beitr., 9, 1/2, S. 65-68, Kleinmachnow
- THIEMANN, E., DESCZYK, D. & H. METZING (2003): Berlin und seine Brücken. - 188 S., Berlin (Jaron Verlag)

Anschrift der Autoren:

Dipl.-Geol. Ulrike Hörmann,
Dipl.-Geol. Alexander Limberg
Geologie und Grundwassermanagement,
Senatsverwaltung für Gesundheit,
Umwelt und Verbraucherschutz
Brückenstraße 6
10179 Berlin

Prof. Dr. Hartmut Verleger
HTW - Hochschule für Technik und Wirtschaft
Berlin
Bauingenieurwesen/Fachgebiete Geotechnik,
Umweltschutz
Wilhelminenhofstraße 75 A
12459 Berlin