

#### ■ Karte 4.23

# **Grundwasserflurabstände - Hochwasser 2002**

## Problemstellung

Im August 2002 fanden in Dresden die größten Überschwemmungen seit über 100 Jahren statt. Nachdem es am 11. und 12. August zu massiven Überschwemmungen an den städtischen Gewässern II. Ordnung mit ihren relativ kleinen Einzugsgebieten kam, traten in der Nacht vom 12. zum 13. August die Erzgebirgsflüsse Lockwitz und Weißeritz über die Ufer. Die Weißeritz nahm ihren historischen Verlauf wieder auf und überschwemmte die Friedrichstadt und wesentliche Teile der Dresdner Altstadt.

In den Folgetagen stieg der Wasserstand der Elbe und erreichte am 17. August um 09:00 Uhr mit 9,40 m am Pegel Dresden seinen historischen Höchststand. Insgesamt wurden 6 km<sup>2</sup> Stadtgebietsfläche durch Gewässer 2. Ordnung, 9 km<sup>2</sup> durch Gewässer 1. Ordnung und 25 km<sup>2</sup> durch die Elbe überschwemmt.

Gleichzeitig begann ein Anstieg des Grundwassers, dessen Geschwindigkeit und Ausmaß selbst Experten völlig überraschte. Im Gegensatz zu den Wasserständen der oberirdischen Gewässer, die sich schnell wieder normalisierten, hielt der Anstieg des Grundwassers teilweise weit bis in das Jahr 2003 hinein an. Auf einer Fläche von etwa 45 km<sup>2</sup> traten in diesem Zeitraum Grundwasserflurabstände von weniger als 3 m unter Gelände auf.

Während die oberirdischen Fließgewässer in Dresden in einem relativ kurzen Zeitraum ihre größte flächenhafte Ausdehnung erreichten, ähnelt die Entwicklung im Untergrund eher einer gedämpft durchlaufenden Welle, die gleichzeitig von dem aus dem Hinterland zuströmenden Grundwasser gebremst und aufgestaut wird. Der höchste Grundwasserstand und damit der geringste Grundwasserflurabstand ist deswegen im Stadtgebiet zu ganz unterschiedlichen Zeitpunkten aufgetreten.

Im Gegensatz zu den Wasserständen der Fließgewässer, die im Gelände direkt beobachtet werden können, läuft die Entwicklung der Grundwasserstände weitgehend im Verborgenen ab. Nur durch Messung an Grundwasseraufschlüssen (Brunnen oder Messpegel) lassen sich Informationen zur Druckhöhe des Grundwassers zu einem konkreten Zeitpunkt an einem bestimmten Ort ermitteln und daraus der Grundwasserflurabstand (Abstand der Grundwasseroberfläche von der Erdoberfläche) bestimmen.

Das bei Hochwasser schnell ansteigende Grundwasser kann jedoch zu

erheblichen Schäden durch die am Gebäude wirkenden Auftriebskräfte oder das eindringende Wasser führen (vgl. Abb.1).

Beim Hochwasser vom August 2002 trat 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 Hochwassereignisses mit Phasen langfristig erhöhter Grundwasserstände können durchaus noch höhere Grundwasserstände und damit geringere Flurabstände auftreten. Die dargestellten Werte dürfen deshalb ohne intensive fachliche Prüfung als Bemessungswasserstände für Bauvorhaben nicht verwendet werden!

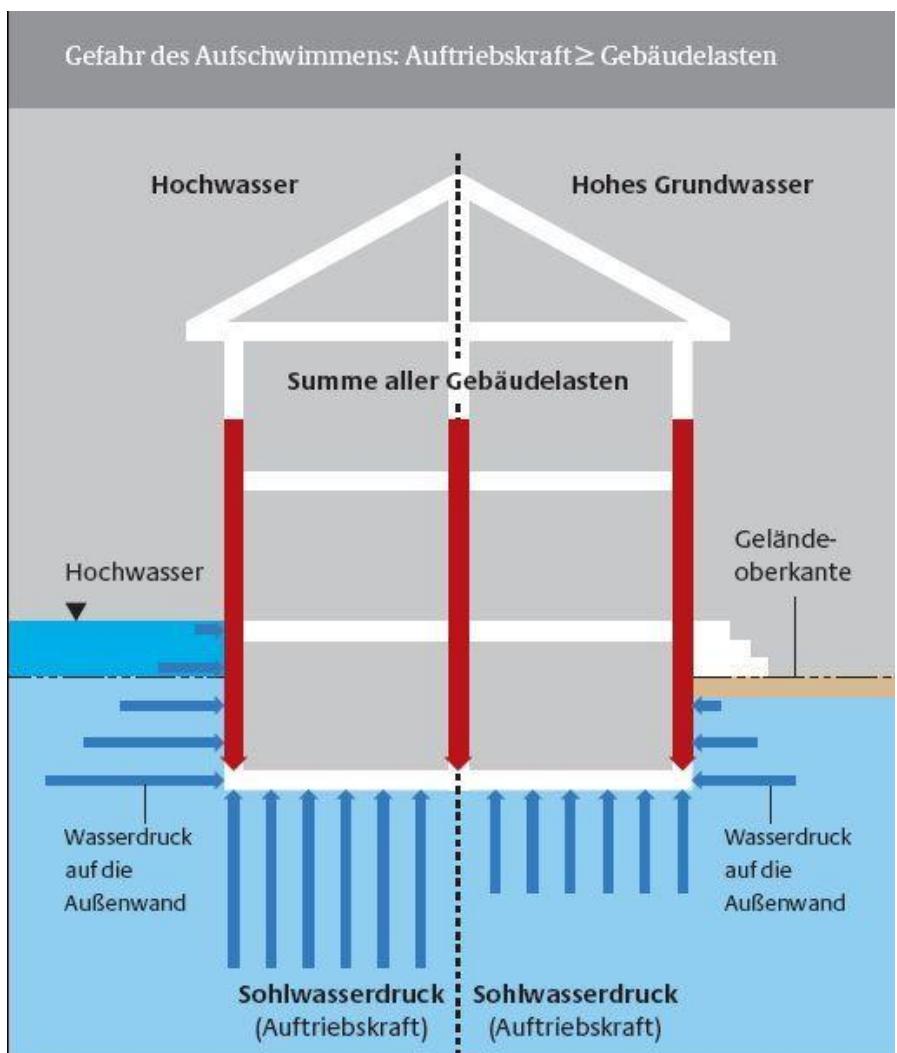
## Datengrundlage

Die exakte Erfassung der Grundwasserstandsentwicklung war aus mehreren Gründen nicht einfach. Zum

einen war Dresden schon sehr lange nicht mehr mit Grundwasserstandsänderungen solcher Intensität und Größenordnung konfrontiert. Zum anderen verfügte Dresden nicht über ein Messnetz, das geeignet war, auf derartige Entwicklungen zeitnah zu reagieren. Dennoch wurde unverzüglich ein umfassendes Überwachungsprogramm organisiert, um die notwendigen Informationen für die betroffenen Eigentümer und die Feuerwehr zur Verfügung stellen zu können. Unter Mithilfe vieler Beteiligter gelang es, beginnend mit wenigen Punkten am 18.08.2002 und nachfolgend an immer mehr Messpunkten in kürzester Frist ein Überwachungsprogramm aufzustellen und umzusetzen. Das Messprogramm wurde im zeitlichen Verlauf immer wieder präzisiert und mit dem sukzessiven Rückgang der Wasserstände reduziert (vgl. Abb. 2). Im Nachgang des Hochwassers wurden weitere Daten aus dem Zeitraum vor dem 18.08.2002 recherchiert und in die Auswertung einbezogen.

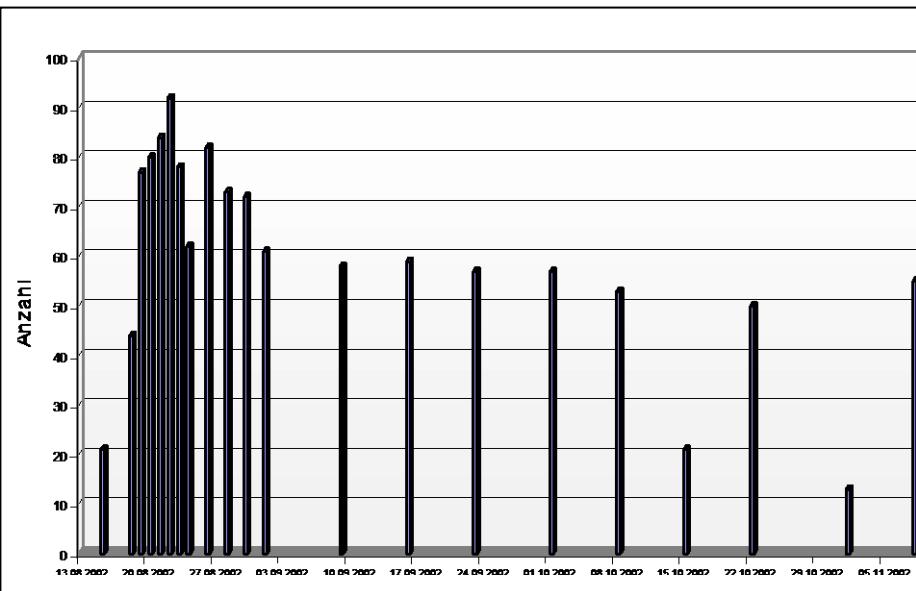
Für den Ortsteil Cossebaude wurde aufgrund der langanhaltenden Überflutungssituation ein später einsetzendes

Abb. 1: Prinzipskizze zum Grundwasserflurabstand\*



\*Quelle: Hochwasserschutzfibel des BMVBS, Berlin 2006)

separates Messprogramm mit kürzeren Flurabstand können Untergeschosse  
 Abb. 2: Anzahl der beobachteten Grundwassermessstellen im Stadtgebiet (ohne Cossebaude) von August bis November 2002\*



\*Quelle: Landeshauptstadt Dresden, Umweltamt, Dresden 2002

Messabständen aufgestellt.

Insgesamt wurden im gesamten Stadtgebiet Dresden zwischen dem 13.08.2002 und dem 22.12.2003 einschließlich der Terminmessungen des staatlichen Messnetzes 3409 Grundwasserstandsmessungen durchgeführt.

Die während des Durchgangs der Hochwasserwelle gemessenen Werte wurden telefonisch bzw. per email übermittelt und in Tabellen zusammengefasst. Eine Überprüfung der aus den unterschiedlichsten Quellen stammenden Messstellenstammdaten wie Gelände- und Messpunktthöhen war in diesen Abläufen nicht möglich. Offensichtlich unplausible Messergebnisse wurden jedoch korrigiert oder gestrichen. Generell musste während des Hochwassers ein Fehlerbereich der berechneten Absolututhöhen von etwa 0,3 m akzeptiert werden.

Im Rahmen des BMBF-Forschungsvorhabens „Hochwassernachsorge Grundwasser Dresden“ wurden die Messungen noch einmal nachbereitet und fehlerhafte Daten, soweit sie erkennbar waren, korrigiert bzw. entfernt. Außerdem wurden, wo dies aufgrund der Dendichte möglich war, Abschätzungen zu nicht beobachteten aber aus der Ganglinie extrapolierten Höchstständen vorgenommen. Insgesamt sind jetzt 147 Messpunkte mit Werten belegt.

## Methode

Der Grundwasserflurabstand ist der lotrechte Höhenunterschied zwischen einem Punkt der Erdoberfläche und der Grundwasseroberfläche. Bei geringem

eingestaut werden.

Gemessen wurde der Wasserstand in Meter unter dem Messpunkt. Zum Einsatz kamen dabei Handlichtlote unterschiedlicher Bauart. Die einzelnen Messwerte wurden zu Ganglinien zusammengestellt. Unter Beachtung der Differenz von Messpunktthöhe und Geländehöhe wurde jeweils der Flurabstand berechnet.

Lagen für einen Messpunkt Grundwasserstandsganglinien mit aufsteigendem und mit absteigendem Ast vor, wurde durch Extrapolation ein maximal möglicher Grundwasserstandswert bestimmt und durch Verschnitt mit der Geländeoberfläche der geringste, während der Hochwasserphase wahrscheinlich aufgetretene Flurabstand abgeschätzt. Ein negativer Wert des Flurabstandes zeigt, dass die Oberfläche zum Messzeitpunkt überschwemmt war.

Die flächenhafte Darstellung des Grundwasserflurabstandes basiert auf den an den einzelnen Beobachtungspunkten ermittelten Maximalwasserständen. Durch Interpolation und Interpretation wurde aus den Einzelwerten zunächst eine flächenhafte Darstellung der Grundwasseroberfläche erarbeitet.

Die Elbe ist in diese Berechnungen als Randbedingung mit einem Wasserstand bzw. einer Druckhöhe von 9,40 m am Pegel Dresden eingegangen. Um eine Aussage zu den Grundwasserflurabständen unterhalb der zeitweilig von der Elbe überfluteten Flächen zu erhalten, wurde diese Druckhöhe jedoch nur innerhalb der Mittelwasserlinie der Elbe angesetzt und in die Interpolation der Grundwasseroberfläche einbezogen.

Der Grundwasserflurabstand wurde

danach durch einen Verschnitt dieser hypothetischen Grundwasseroberfläche mit dem digitalen Geländemodell der Stadt Dresden ermittelt. Die Darstellung erfolgt als Rasterdarstellung mit einer Rastergröße von 2 x 2 m.

Da die Einzelwerte jeweils unterschiedliche Zeitpunkte repräsentieren, ist die Karte als synoptische Darstellung, das heißt als flächenhafte Zusammen schau der jeweiligen Maxima zu verstehen. Der abgebildete Zustand ist so in der Natur nicht gleichzeitig aufgetreten.

Als zusätzliche Information lassen sich in der interaktiven Karte an jedem Punkt die konkreten Zahlenwerte zu

- geringstem Grundwasserflurabstand,
- Datum der Beobachtung und
- extrapoliertem Grundwasserflurabstand (siehe Datengrundlage)

aufrufen.

## Kartenbeschreibung

Die Karte zeigt eine synoptische Darstellung der Grundwasserflurabstände vom August 2002 bis Oktober 2003 in Meter unter der Geländeoberkante sowie die an den Messpunkten gemessenen Flurabstände jeweils in den Klassen:

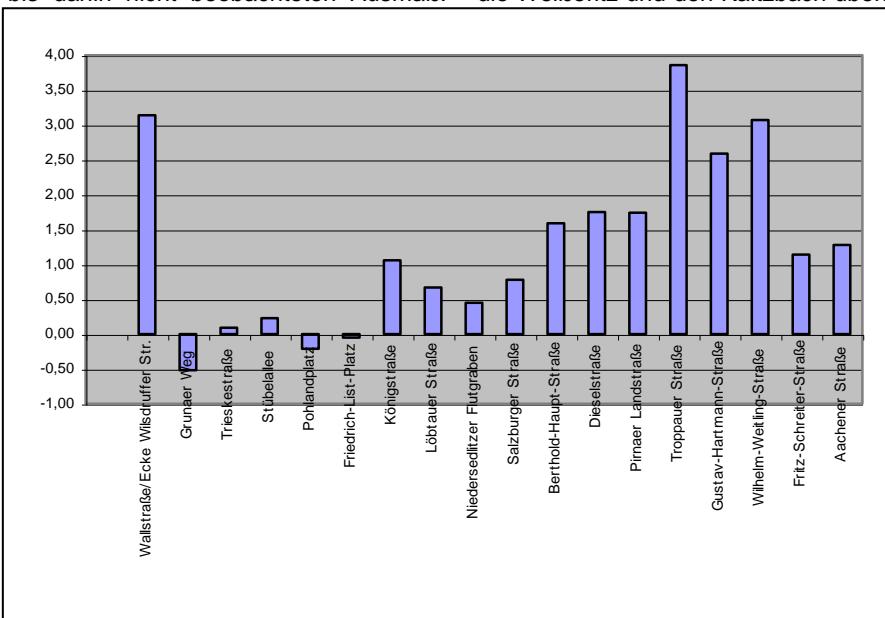
- Überstau
- 0 bis 1 m
- 1 bis 2 m
- 2 bis 3 m
- 3 bis 4 m
- 4 bis 5 m
- > 5 m.

Besonders geringe Flurabstände wiesen auf der linken Elbseite große Gebiete von Cossebaude, Gohlis und Stetzsch, weite Teile der Innenstadt, der Friedrichstadt und von Johannstadt sowie der gesamte Dresdner Südosten mit Laubegast, Leuben, Kleinzsachowitz und Zschieren auf. Gut erkennbar ist auch ein alter Elbarm, der sich südlich von Bodenbacher Straße und Pirnaer Landstraße vom Großen Garten bis zur südöstlichen Stadtgrenze erstreckt.

Auf der rechten Elbseite waren vor allem die Gemarkungen Kaditz, Übigau, Mickten, Trachau und Pieschen durch geringe Flurabstände gekennzeichnet. In der Neustadt waren die Gebiete mit Flurabständen von weniger als zwei Meter auf einen Streifen entlang der Elbe sowie kleinere Areale an der Mündung der Prießnitz und im Bereich der Rudolfstraße begrenzt.

Insgesamt veränderten sich die Grundwasserstände in der Folge der Überschwemmungereignisse im ge-

Abb. 3: Differenz der Wasserstände vom August 2002 zu den bisher bekannten Höchstwasserständen an ausgewählten langjährig beobachteten Messstellen\*  
samten Elbtalgrundwasserleiter in einem bis dahin nicht beobachteten Ausmaß. Innenstadt und der Friedrichstadt durch die Weißeizt und den Kaitzbach überflutet.



Die Ausprägung und der Verlauf des Grundhochwassers zeigten sich im Stadtgebiet von Dresden jedoch sehr unterschiedlich. Die gemessenen Grundwasserstände lagen um bis zu drei Meter über den bisherig bekannten Höchstwasserständen (vgl. Abb. 3). Entscheidenden Einfluss auf diese Größe hat hier jedoch die Länge der Beobachtungsreihe, denn Messstellen mit kürzeren Beobachtungsreihen haben die großen Hochwasserereignisse der Vergangenheit nicht erfasst. Nur die relativ weit von Elbe und Weißeizt entfernte Messstelle am Pohlandplatz wird bereits seit 1895 beobachtet. Durch ihre Entfernung zur Elbe wird sie von Hochwässern nur indirekt durch den entstehenden Rückstau beeinflusst. In den Jahren 1895 bis 1900 wies diese Messstelle ähnlich hohe Werte wie nach dem Hochwassereignis 2002 auf.

Dies lässt die Schlussfolgerung zu, dass die Situation von 2002 vor allem für die Bereiche in größerer Entfernung von der Überflutungsfläche als Grundhochwasser mit etwa 100jährlichem Wiederkehrintervall gelten kann. Die Situation im Nahbereich der Überflutungsflächen lässt sich mangels historischer Messwerte nicht genauer einordnen. Es ist jedoch zu vermuten, dass aufgrund der Überlagerung der nachfolgend genannten Einflussfaktoren ein Extremgrundhochwasser aufgetreten ist.

Die Ursachen für die extreme Grundwasserstandsentwicklung sind auf das Zusammenwirken mehrerer nacheinander und teilweise auch gleichzeitig ablaufender Prozesse zurückzuführen:

Infolge der Starkniederschläge vom 12./13.08.2002 wurden weite Areale der

Innenstadt und der Friedrichstadt durch die Weißeizt und den Kaitzbach überflutet.

der Johannstadt, der Innenstadt und der Friedrichstadt, in Pieschen, Übigau, Trachau sowie in Cossebaude und Gohlis überflutet. Infolgedessen kam es nunmehr flächenhaft zur massiven Infiltration von Oberflächenwasser in den Untergrund. Gleichzeitig bewirkte der hohe Elbwasserstand eine echte Fließrichtungsumkehr und das direkte Einfliessen des Grundwassers in den Untergrund.

Besonders in der Innenstadt war infolge der vorangegangenen Infiltration aus den Überflutungsflächen von Kaitzbach und Weißeizt die Dämpfungskapazität des Grundwasserleiters bereits zu Beginn des eigentlichen Elbhochwassers praktisch erschöpft. Das Grundwasser stieg parallel zum Elbwasserstand mit einer bislang nicht gekannten Geschwindigkeit an. Am Pegel Wallstraße beispielsweise wurde zwischen 13.08.02 und 17.08.02 ein Grundwassersanstieg um fast sechs Meter beobachtet (Abb. 4).

Dass dabei Bauwerksschäden aus der Einwirkung des Grundwassers nur in begrenztem Umfang aufgetreten sind, resultiert daraus, dass die meisten Tiefbauten durch die oberirdische Überflutung, über die Kanalisation oder geflutete Fernwärmekanäle mit Wasser gefüllt wurden und damit ein ausreichender Gegendruck gegen das Grundwasser vorhanden war.

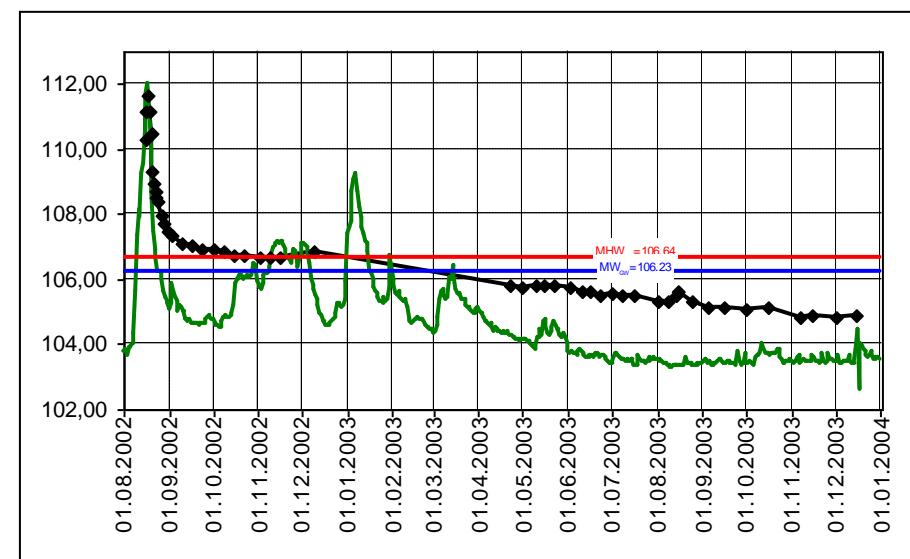
Im Innenstadtbereich sanken die Grundwasserstände in Elbnähe nach dem Durchgang des Hochwasserscheitels innerhalb weniger Tage wieder ab. Bereits am 28.08.2002 hatte sich die Fließrichtungsumkehr zurückgebildet. Es fand kein direkter Zufluss von Elbwasser in den Grundwasserleiter mehr statt. Es kam nun zum langfristigen Potentialausgleich zwischen elbfernen und elbnahen

tet. Im Bereich der überstaute Flächen kam es zu einer massiven Infiltration von Oberflächenwasser in den Untergrund. Gleichzeitig führten die Niederschlagsmengen zu enormen Druckpotentialen in der Kanalisation und damit auch zu einer verstärkten Exfiltration von Wasser in den Grundwasserleiter.

An Grundwassermessstellen, die weit von der Elbe entfernt, jedoch nah zu diesen Infiltrationsflächen gelegen sind, steigen die Grundwasserstände bereits in der Folge dieser ersten Überflutungssituation steil an.

Mit dem Anstieg des Elbwasserspiegels wurden ab dem 14.08.2002 immer größere Flächen im Dresdner Osten, in

Abb. 4: Grundwasserentwicklung an der Messstelle 3538 (Wallstraße)



\*Quelle: Landeshauptstadt Dresden, Umweltamt, Dresden 2002

Gebieten, in dessen Folge die Grundwasserstände im Hinterland langsam und stetig anstiegen. Insbesondere traf dies die südlichen Bereiche von Gruna, Seidnitz, Dobritz, Leuben, Großschachwitz und Sporbitz.

Ab November 2002 wurde dieser Prozess durch eine lange Phase erhöhter Grundwassererneubildung infolge ergiebiger Niederschläge sowie durch das Winterhochwasser vom Jahreswechsel 2002/2003 überlagert. In allen zu diesem Zeitpunkt beobachteten Messstellen stiegen die Wasserstände wieder an. Erst nach dem trockenen Sommer 2003 normalisierten sich die Grundwasserstände bis zum Ende des Jahres 2003 wieder weitgehend.

## Literatur

- GFI GmbH: Neubewertung der beim Hochwasser aufgetretenen Grundwasserstandsganglinien bezüglich der Repräsentanz für höchste Wasserstände. –Teilbericht im BMBF-Forschungsvorhaben „Auswirkungen der August-Hochwassereignisse 2002 auf die Talgrundwasserkörper im Raum Dresden („Hochwassernachsorge Grundwasser Dresden“) im Auftrag der Landeshauptstadt Dresden, Umweltamt 2004.
- Landeshauptstadt Dresden, Umweltamt: Auswirkungen des Hochwassers 2002 auf das Grundwasser. – Ergebnisbericht zum BMBF-Forschungsvorhaben „Auswirkungen der August-Hochwassereignisse 2002 auf die Talgrundwasserkörper im Raum Dresden („Hochwassernachsorge Grundwasser Dresden“) Dresden, 2004.
- Planungsgesellschaft Dr. Scholz mbH: Hochwasser 2002 – Auswirkungen auf das Grundwasser, Hochwasserschutzkonzeption Obere Elbe, Auswertung von Daten zur Grundwasserüberwachung. –im Auftrag des Staatlichen Umweltfachamtes Radebeul, Dresden, 2004.
- Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie: Einfluss des August Hochwassers 2002 auf das Grundwasser, Mai 2003.

Verantwortlicher Bearbeiter:

Dr. Kirsten Ullrich  
Landeshauptstadt Dresden  
Umweltamt