

BERICHT

**Titel: Verbesserung des Hochwasserschutzes
an der Este im Innenstadtbereich
von Buxtehude**

**Hydrogeologische Untersuchung der
Auswirkungen eines Este-Hochwassers
auf die Trinkwassergewinnung des
Wasserwerks Ziegelkamp**

Datum: 25.10.2013
Auftraggeber: Stadt Buxtehude
Stadtentwässerung
Ziegelkamp 8
21614 Buxtehude
Auftrag vom: 28.08.2013
Ansprechpartner: Herr E. Dittmer

Auftragnehmer: BWS GmbH
Aktenzeichen: ESTE_UVS2013/13.P.53d
Projektleitung: Herr L. Krob
Projektbearbeitung: Herr M. Keller
Ausfertigung Nr.:

I N H A L T		S e i t e
Text		
1	Anlass und Aufgabenstellung	1
2	Durchgeführte Untersuchungen	2
2.1	Hydrogeologische Situation	2
2.2	Wasserwirtschaftliche Situation	5
2.3	Auswirkungsprognose	5
3	Zusammenfassung	8
 Abbildungen		
Abb. 1:	Schematische Darstellung der hydraulischen Situation am Wasserwerk Ziegelkamp	4
Abb. 2:	Grundwassergleichenplan des oberflächennahen Grundwasserleiters zum März 2009	6

1 Anlass und Aufgabenstellung

Die Stadt Buxtehude beabsichtigt eine Verbesserung des Hochwasserschutzes an der Este im Innenstadtbereich von Buxtehude vorzunehmen.

Im Rahmen des erforderlichen Planfeststellungsverfahrens ist für das geplante Vorhaben eine Umweltverträglichkeitsprüfung durchzuführen. Gemäß § 6 des Gesetzes über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) hat der Träger des Vorhabens die entscheidungserheblichen Unterlagen über die Umweltauswirkungen des Vorhabens der zuständigen Behörde vorzulegen.

Das Brunnenfeld des Wasserwerks Ziegelkamp kann aufgrund seines niedrigen Geländeneiveaus und seiner direkten Lage am östlichen Ufer der Este im Falle extremer Hochwasserereignisse überflutet werden. Eine verstärkte Zusickerung von Oberflächenwasser zu den Trinkwasserbrunnen des Wasserwerks kann für diesen Fall nicht ausgeschlossen werden. Im Rahmen der Umweltverträglichkeitsprüfung wird seitens der Behörde daher auch die Ermittlung und Beschreibung möglicher Auswirkungen einer Hochwasserwelle in der Este auf die Trinkwassergewinnung des Wasserwerks Ziegelkamp gefordert.

Das Ingenieurbüro Galla & Partner, Horneburg ist mit der Überarbeitung der Planung zum Hochwasserschutz und mit der Erstellung der Planfeststellungsunterlagen beauftragt. Die BWS GmbH wurde durch das Ingenieurbüro Galla & Partner in diesem Zusammenhang mit der Durchführung hydrogeologischer Untersuchungen zur Ermittlung möglicher hydraulischer Wechselwirkungen zwischen dem Fließgewässer Este und der Grundwasserentnahme des Wasserwerks Ziegelkamp beauftragt.

2 Durchgeführte Untersuchungen

2.1 Hydrogeologische Situation

Das Brunnenfeld des Wasserwerks Ziegelkamp (Untersuchungsbereich) liegt unmittelbar am östlichen Ufer der Este im Bereich des Übergangs der Marsch zur Geest. Die Este hat in diesem Bereich durch Erosion einen Taleinschnitt in Geestablagerungen geformt, so dass der Geestrand in diesem Bereich nicht durch einen deutlichen Geländesprung hervortritt.

Die Ausbausohle der Este liegt im Bereich des Wasserwerkes in einem Niveau zwischen +0,25 mNN und +0,3 mNN. Die Sohle der Este schneidet in die kaltzeitlichen Sande des oberflächennahen Grundwasserleiters ein. Der mittlere Wasserstand liegt bei etwa +2,3 mNN. Durch die sukzessive Ablagerung von sandigem, mit dem fließenden Wasser aus dem Geestbereich herantransportierten Material nimmt die Gewässertiefe der Este ab, so dass zur Haltung des Sohlneivaus in Intervallen eine Ausbaggerung der Ablagerungen erforderlich ist.

Am 05.09.2013 wurde die Gewässersohle im Bereich des Wasserwerks auf Höhe des Betriebsüberweges der Stadtwerke sowie der Brücke am Ende der Martinstraße durch eine Mitarbeiterin der BWS GmbH untersucht. Die Böschungsbereiche sind mit Pflastersteinen ausgelegt. Mit der gemessenen Wassertiefe von rd. 2 m konnte eine sehr geringe Versandung der Ausbausohle festgestellt werden. Das Sohlmaterial der Este besteht im untersuchten Bereich überwiegend aus sandigem Material. Die wechselnden Anteile von Feinsedimenten und organischem Material in den gewonnenen Proben reichten nur bis in eine Tiefe von ca. 0,1 m. Aufgrund der geringen Kolmation der Gewässersohle ist von einer guten hydraulischen Anbindung der Este an den oberflächennahen Grundwasserleiter auszugehen.

An der Geländeoberfläche stehen im Untersuchungsgebiet im Wesentlichen sandige Auffüllungen und Torfe mit einer Gesamtmächtigkeit zwischen 1 und 4 m an. Sowohl die Torfablagerungen als auch das Auffüllungsmaterial sind nicht flächendeckend verbreitet. Unterhalb der Torfe bzw. Auffüllungen folgen ca. 10 m mächtige saalekaltzeitliche Sandablagerungen, die den oberflächennahen Grundwasserleiter bilden. Lokal schließen die Sande an der Basis mit geringmächtigem Geschiebemergel (Saale-Kaltzeit) ab.

Das Wasserwerk Ziegelkamp liegt im Bereich der Buxtehuder Rinne, einer elsterkaltzeitlichen, mehr als 2 km breiten Erosionsstruktur. Durch subglaziale Erosion ist hier die Quartärbasis rinnenförmig in Nord-Süd-Erstreckung bis in eine Tiefe von unter -150 mNN eingeschnitten. Die Rinnenstruktur ist im Untersuchungsraum überwiegend mit elsterkaltzeitlichen Sanden verfüllt, die den tieferen Grundwasserleiter bilden.

Den oberen Abschluss der Rinnenfüllung bilden die Lauenburger Schichten, die größtenteils aus feinen Sedimenten (Ton, Schluff und Feinsand) in wechselnder Zusammensetzung bestehen. Die Lauenburger Schichten trennen im Falle einer überwiegend tonigen Ausbildung den tieferen Grundwasserleiter hydraulisch weitestgehend vom oberflächennahen Grundwasserleiter. Bei einer überwiegend sandig-schluffigen Ausbildung ist die hydraulische Trennung der beiden Grundwasserleiter nur eingeschränkt.

Im Bereich des Brunnenfeldes des Wasserwerks Ziegelkamp zeigt sich eine sehr uneinheitliche Ausbildung der Lauenburger Schichten. Tonlagen wurden in diesem Bereich z.T. nur als dünne Schichten in unterschiedlichen Niveaus mit wenigen Metern Gesamtmächtigkeit angetroffen. Es ist davon auszugehen, dass in diesem Bereich keine durchgehenden Tonhorizonte vorhanden sind und daher über die Schluffe und Feinsande der Lauenburger Schichten eine eingeschränkte hydraulische Verbindung zwischen dem tiefen und dem oberflächennahen Grundwasserleiter besteht. Das völlige Fehlen von Tonhorizonten in den Bohrprofilen der 1983/84 hergestellten Brunnen 7 und 8 liegt wohl eher in der unpräzisen Schichtenaufnahme begründet. Die Lauenburger Schichten besitzen im Wasserwerksbereich eine Gesamtmächtigkeit von ca. 35 m. Der untere, im Wesentlichen feinsandige Abschnitt kann dem tieferen Grundwasserleiter zugeordnet werden.

Die Brunnen des Wasserwerks Ziegelkamp erfassen mit ihren Filtern den untersten, sandigen Abschnitt der Lauenburger Schichten und den oberen Teil der sandigen Rinnenfüllung. Sie entnehmen somit Grundwasser aus dem tiefen Grundwasserleiter. Bei Pumpversuchen in den Jahren 1974 und 1977 wurden im Bereich der Entnahmebrunnen Grundwasserabsenkungen im oberflächennahen Grundwasserleiter von bis zu 0,4 m gemessen [1]. Auch diese Reaktionen deuten darauf hin, dass in den im Wasserwerksbereich verbreiteten, überwiegend feinkörnigen Lauenburger Schichten hydraulische Verbindungen zum oberflächennahen Grundwasserleiter vorhanden sind.

In den Unterlagen zu den Untersuchungen im Rahmen des Wasserrechtsverfahrens ist für den Wasserwerksbereich eine entnahmebedingte Absenkung im oberflächennahen Grundwasserleiter zwischen 0,05 und 0,1 m dargestellt [2]. Die Absenkungen wurden in diesem Fall als Prognoserechnung mittels eines numerischen Grundwassermodells ermittelt.

Eine schematische Darstellung der hydraulischen Situation im Entnahmebetrieb ist in der Abb. 1 dargestellt. Der anteilige vertikale Zustrom von Grundwasser zu den Brunnen durch die nur eingeschränkt hydraulisch trennenden Lauenburger Schichten ist die Ursache der entnahmebedingten Absenkungen im oberflächennahen Grundwasserleiter. Aufgrund der geringen Potenzialdifferenz von weniger als 20 cm ist von einer sehr geringen Infiltrationsrate an der Sohle der Este auszugehen.

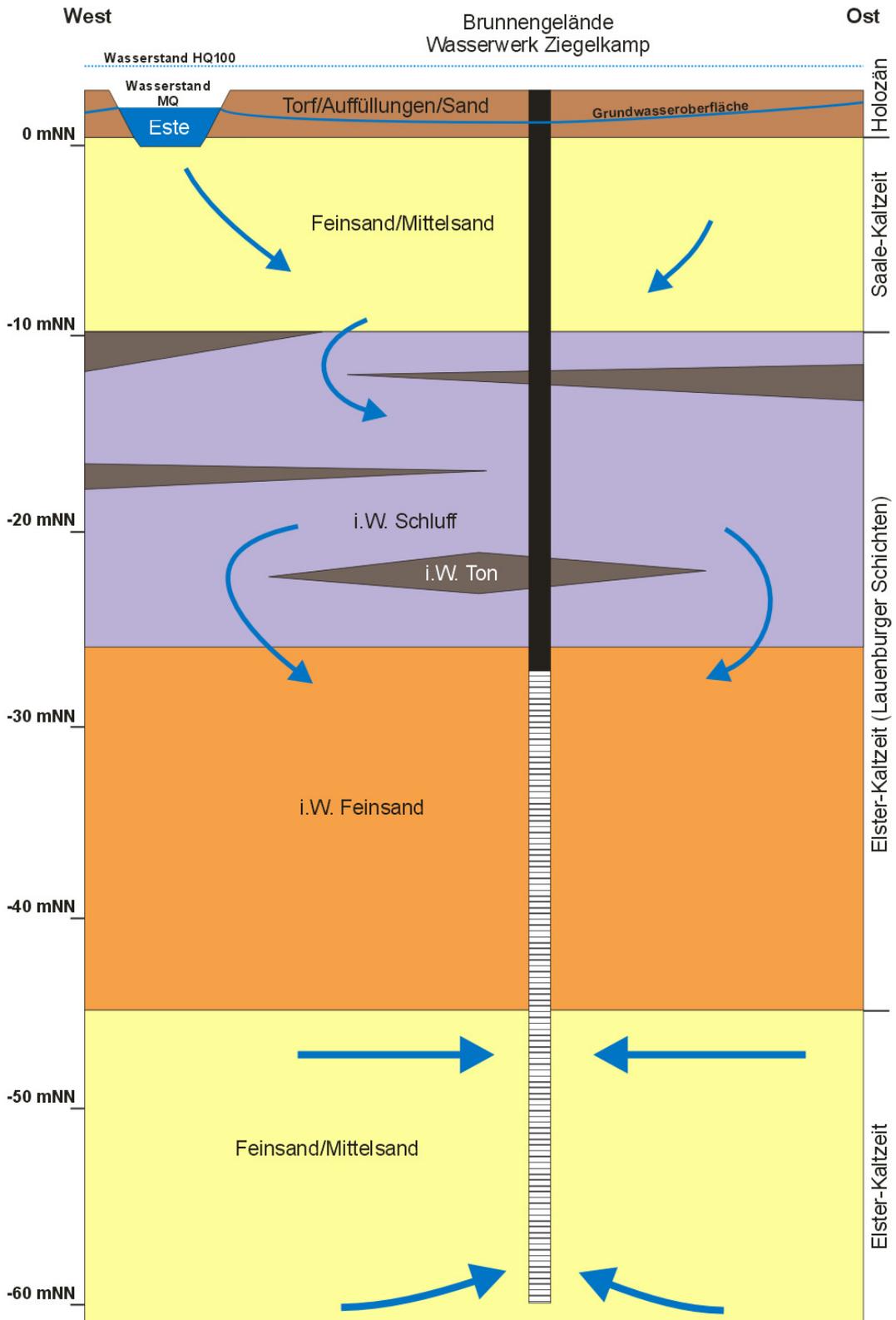


Abb. 1: Schematische Darstellung der hydraulischen Situation am Wasserwerk Ziegelkamp

2.2 Wasserwirtschaftliche Situation

Das Wasserwerk Ziegelkamp entnimmt Grundwasser aus 6 Brunnen (Brunnen 1, 2, 4, 5, 7 und 8), die auf dem Brunnengelände am östlichen Esteufer liegen. Die Brunnen sind mit ähnlichen Filterstellungen im Tiefenbereich zwischen ca. -27 mNN und -73 mNN im unteren Grundwasserleiter verfiltert.

Das bestehende Wasserrecht erlaubt für die Brunnengruppe des Wasserwerks Ziegelkamp die Gesamtentnahme von 1.500.000 m³ pro Jahr. Die Tagesentnahme ist auf 3.500 m³ (Mittel) bzw. 5.000 m³ (Maximum) und die stündliche Entnahme auf 300 m³ (Mittel) bzw. 420 m³ (Maximum) begrenzt.

2.3 Auswirkungsprognose

Aufgrund der hydrogeologischen und wasserwirtschaftlichen Situation am Wasserwerk Ziegelkamp können Auswirkungen eines Hochwasserereignisses in der Este auf die Trinkwassergewinnung nicht ausgeschlossen werden.

Den Prognosen zu möglichen Auswirkungen auf die Trinkwassergewinnung des Wasserwerks Ziegelkamp wird ein extremes Hochwasserereignis zu Grunde gelegt. Hierzu werden die auf der Basis der Abflussganglinie eines HQ₁₀₀ für den Wasserwerksbereich ermittelten Wasserstände verwendet [4]. Die Abflussganglinie eines HQ₁₀₀ mit einem Spitzenabfluss von 55,41 m³/s wurde durch das NLWKN, Betriebsstelle Stade, zur Verfügung gestellt.

Während die übrige Umgebung höher liegt, weist das Brunnengelände des Wasserwerks Ziegelkamp bis an das Esteufer ein mittleres Niveau von ca. 3,0 mNN auf, so dass bis zu einem entsprechenden Wasserstand die Este im Bereich des Wasserwerks in ihrem Lauf bleibt. Bei Hochwasserereignissen mit Scheitelwerten bis zu 3,0 mNN ist daher nicht mit signifikanten Auswirkungen auf das Wasserwerk Ziegelkamp zu rechnen.

Während des Hochwassers im Juli 2002 erreichte die Este in Teilbereichen Buxtehudes bei einem Spitzenabfluss von $29 \text{ m}^3/\text{s}$ kritische Wasserstände. Am Wasserwerksgelände lag der maximale Wasserstand bei rd. $3,0 \text{ mNN}$. Für die Auswirkungsprognose wird daher der Abschnitt der Hochwasserwelle des zu Grunde gelegten HQ_{100} ab der Überschreitung bis zum Wiedererreichen eines Abflusseswertes von $29,0 \text{ m}^3/\text{s}$ betrachtet. In diesem Abschnitt, der eine Dauer von ca. 50 Stunden besitzt [5], kommt es zu einer relevanten Überflutung des Brunnengeländes. Der mittlere Wasserstand während dieses Überflutungszeitraumes liegt bei ca. $3,8 \text{ mNN}$. Daraus ergibt sich eine mittlere Überstauung des Geländes von $0,8 \text{ m}$.

Für das Umfeld des Wasserwerks Ziegelkamp liegen Grundwassergleichenpläne der Stadtwerke Buxtehude GmbH vor [6], die die Strömungssituation im oberflächennahen Grundwasserleiter im März, August und Oktober 2009 beschreiben. Die mittlere tägliche Entnahme lag in allen Zeiträumen bei ca. $3.200 \text{ m}^3/\text{Tag}$. Aus dem Verlauf der Gleichen ist abzuleiten, dass im südlichen, rd. 20.000 m^2 umfassenden Bereich des Brunnengeländes der Grundwasserabstrom ausschließlich in die Tiefe als Zustrom zu den Brunnen des Wasserwerks erfolgt. Dieser Bereich wird im Folgenden Zusickerungsfläche genannt. Innerhalb der Zusickerungsfläche sind nur geringe Strömungsgradienten gegeben, so dass von einer relativ einheitlichen vertikalen Strömung ausgegangen werden kann. Die Situation ist am Beispiel des Grundwassergleichenplans für den März 2009 in der Abb. 2 dargestellt.

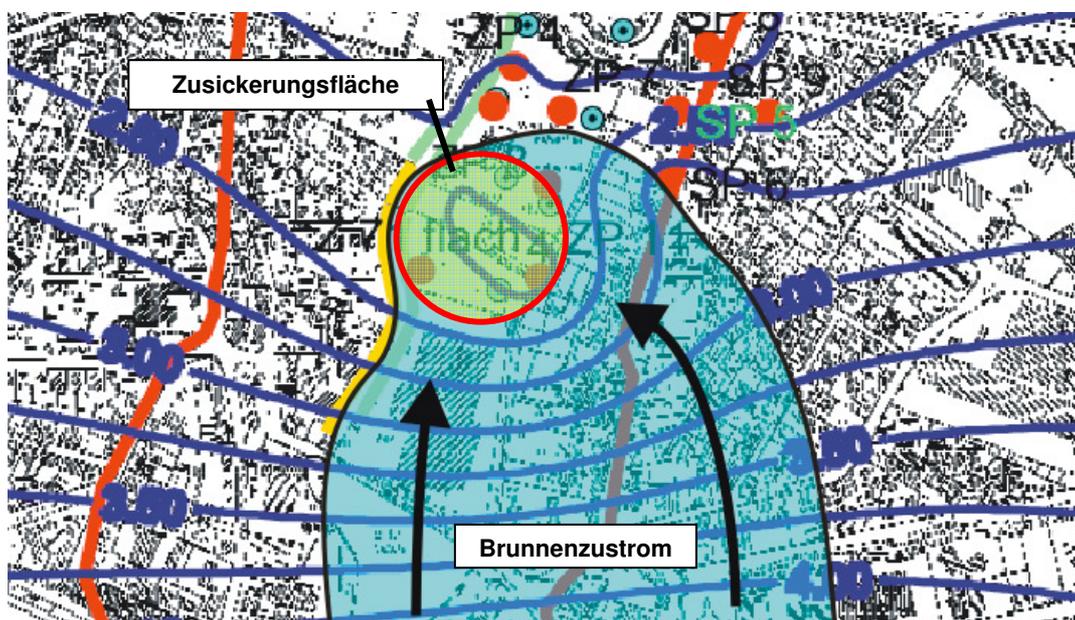


Abb. 2: Grundwassergleichenplan des oberflächennahen Grundwasserleiters zum März 2009

Aus dem Strömungsgradienten, dem Gleichenverlauf und der Transmissivität im oberflächennahen Grundwasserleiter ergibt sich ein Zustrom zu den Brunnen aus dem oberflächennahen Grundwasserleiter von rd. 220 m³/Tag. Das entspricht einem Anteil von ca. 7 % an der Gesamtentnahme der Wasserwerksbrunnen. Die vertikale Filtergeschwindigkeit im Bereich der Zusickerungsfläche beträgt ca. 11 mm/Tag. Unter Ansatz eines nutzbaren Porenvolumens von 25 % ergibt sich eine Abstandsgeschwindigkeit von 44 mm/Tag.

Im Falle einer Überflutung des Brunnengeländes durch ein Hochwasserereignis in der Este sickert dem oberflächennahen Grundwasserleiter Oberflächenwasser zu. Zunächst wird dabei der ungesättigte Raum aufgefüllt, der bei mittleren Grundwasserständen eine Mächtigkeit von ca. 0,75 m besitzt. Unter Ansatz eines nutzbaren Porenvolumens von 25 % ergibt sich in der Zusickerungsfläche ein Wasservolumen von rd. 3.750 m³. Eine vollständige Aufsättigung ist bei einer vertikalen Durchlässigkeit von $5 \cdot 10^{-6}$ m/s oder höher realistisch, so dass im Weiteren davon ausgegangen wird.

Über die Aufsättigung des ungesättigten Bodens hinaus sickern durch die in die Tiefe gerichtete Grundwasserströmung (Filterrate 11 mm/Tag) im 50 Stunden andauernden Überflutungszeitraum in der Zusickerungsfläche ca. weitere 460 m³ Oberflächenwasser in den oberflächennahen Grundwasserleiter ein.

Nach Rückgang der Hochwasserwelle ist die Grundwasseroberfläche im Bereich des Brunnengeländes durch das eingesickerte Oberflächenwasser aufgewölbt. Dadurch strömt ein Teil des infiltrierten Wassers mit dem Grundwasser nach Norden ab oder exfiltriert in die Este. Aufgrund der sehr komplexen hydraulischen Abläufe kann die dadurch aus der Zusickerungsfläche abströmende Menge des zuvor infiltrierten Oberflächenwassers im Rahmen der vorliegenden Untersuchungen nicht ermittelt werden. Daher wird als ungünstigste Annahme ein vollständiges Zuströmen der 4.210 m³ infiltrierten Oberflächenwassers zu den Brunnen angenommen.

Aufgrund der vertikalen Sickergeschwindigkeit von ca. 44 mm/Tag erreicht das hochwasserbedingt infiltrierte Oberflächenwasser erst nach mehr als 200 Tagen die Basis des oberflächennahen Grundwasserleiters. Die anschließende Durchsickerung der vorwiegend schluffig-tonigen Ablagerungen des oberen Abschnittes der Lauenburger Schichten erfordert noch einmal einen vergleichbaren Zeitraum. Mit dem Strömungsvorgang findet bis zum Erreichen des Brunnenfilters eine erhebliche natürliche Reinigungswirkung des hochwasserbedingt infiltrierten Oberflächenwassers statt. Darüber hinaus ist zu erwarten, dass aufgrund von Diffusions- und Dispersionsprozessen sowie der Vermischung mit zuströmendem Grundwasser das hochwasserbedingt infiltrierte Oberflächenwasser in die Brunnen zeitlich gestreckt und mit einem geringeren Anteil als 7 % an der Gesamtentnahme eintritt. Grob abgeschätzt erfolgt der Eintritt des Wassers bei einer Gesamtentnahme des Wasserwerks von 3.200 m³/Tag über einen Zeitraum von wenigen Monaten.

3 Zusammenfassung

Zwischen dem tieferen Grundwasserleiter, aus dem die Grundwasserentnahme des Wasserwerks Ziegelkamp erfolgt und dem oberflächennahen Grundwasserleiter besteht eine hydraulische Verbindung. Während des Brunnenbetriebs stellt sich ein in die Tiefe gerichteter Gradient ein, so dass ein anteiliger Zustrom (ca. 7 %) von Grundwasser aus dem oberflächennahen Grundwasserleiter zu den Brunnen des Wasserwerks stattfindet.

Bei einem Hochwasserereignis in der Este kommt es ab einem Wasserstand von 3,0 mNN zu einer Überflutung des Brunnengeländes. Während einer Überflutung infiltriert Estewasser in den oberflächenahen Grundwasserleiter. Ein Teil des infiltrierten Wassers sickert den Wasserwerksbrunnen zu.

Die Zusickerung des hochwasserbedingt infiltrierten Oberflächenwassers erfolgt um mehr als 1 Jahr verzögert und über einen Zeitraum von wenigen Monaten gestreckt. Durch die Verweildauer im Untergrund und die Passage z.T. sehr feinkörniger Sedimente erfolgt eine effektive Reinigung des Wassers. Auch unter den getroffenen ungünstigen Annahmen bezüglich der möglichen Menge hochwasserbedingt zusickernden Oberflächenwassers sind daher keine nachteiligen Auswirkungen auf die Trinkwassergewinnung des Wasserwerks Ziegelkamp zu erwarten.

Hamburg, 25.10.2013

gez. L. Krob
(Geschäftsführer)

gez. M. Keller
(Dipl.-Geol.)

Quellen

- [1] Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung (1978): Hydrogeologische Stellungnahme zur Bemessung und Gliederung eines Trinkwasserschutzgebietes für die Grundwasserfassungsanlagen „Am Ziegelkamp“ und Eilendorf“ der Stadtwerke Buxtehude, Hannover

- [2] Ingenieurgesellschaft Prof. Dr.-Ing. Hoins und Partner GmbH (2003): Antrag auf Bewilligung zur Förderung von Grundwasser nach § 13 NWG aus den Fassungsanlagen Ziegelkamp und Eilendorf, Teil 2: Hydrogeologisches Gutachten, Stade

- [3] Ingenieurgesellschaft Prof. Dr.-Ing. Hoins und Partner GmbH (2003): Antrag auf Bewilligung zur Förderung von Grundwasser nach § 13 NWG aus den Fassungsanlagen Ziegelkamp und Eilendorf, Teil 1: Grundlagen, Überarbeitung auf Grundlage der Anmerkungen der Träger öffentlicher Belange, Stade

- [4] BWS GmbH (2010): Ermittlung des technischen Überschwemmungsgebietes der Este auf der Stadtstrecke Buxtehude im Landkreis Stade - Überarbeitung und Ergänzungen, Hamburg

- [5] Ingenieurbüro Galla & Partner (2013): Verbesserung des Hochwasserschutzes an der Este im Innenstadtbereich von Buxtehude, Horneburg

- [6] Stadtwerke Buxtehude GmbH (2010): Grundwassergleichenpläne für den oberflächennahen Grundwasserleiter im Umfeld des Wasserwerkes Ziegelkamp (März, August und Oktober 2009), Buxtehude