

Trinkwasserverband Verden  
Herrn Dipl.-Ing. Stefan Hamann  
Weserstraße 9a

27283 Verden

## **Bericht Nr. 16 – 24081**

### **Wasserwerk Panzenberg**

### **Ergänzende Simulationen mit dem Grundwasserströmungsmodell zum Grundwasseranschluss des Halsebachs**

vom  
**14. April 2016**

## **I Inhaltsverzeichnis**

	Seite
1 Veranlassung und Aufgabenstellung	3
2 Projektunterlagen	4
3 Wasserwerk Panzenberg	5
4 Hydrogeologische Verhältnisse	6
5 Numerisches Grundwasserströmungsmodell	9
5.1 Vorbemerkungen	9
5.2 Simulation der Förderszenarien	10
6 Schlussfolgerungen	13
7 Literaturverzeichnis	14

## **II Tabellenverzeichnis**

Tabelle 3-1: Lage der Brunnen des Wasserwerks Panzenberg	5
Tabelle 5.2-1: Fördermengenverteilung bei den verschiedenen Szenarien	10

## **III Anlagenverzeichnis**

1 Lage der Messpunkte Gewässersohle Halsebach (M 1 : 25.000)
2 Berechnete Grundwasserstände im Längsprofil des Halsebachs beim Null-Zustand
3 Berechnete Grundwasserstände im Längsprofil des Halsebachs bei verschiedenen Förderszenarien

## 1 **Veranlassung und Aufgabenstellung**

Der Trinkwasserverband Verden ist Betreiber der Wasserwerke (WW) Wittkoppenberg, Panzenberg und Langenberg. Das vom Trinkwasserverband Verden geförderte und aufbereitete Grundwasser sichert die öffentliche Trinkwasserversorgung von ca. 38.400 Haushalten im Versorgungsgebiet. Zur Trinkwasserversorgung wird Grundwasser genutzt; die Förderung erfolgt über Bohrbrunnen.

Der Trinkwasserverband Verden hat eine jährliche Grundwasserfördermenge von maximal 9,5 Mio. m<sup>3</sup>/a für das Wasserwerk Panzenberg beantragt. Die Fördermenge stützt sich auf den Wasserbedarfsnachweis für das Versorgungsgebiet des Trinkwasserverbandes Verden. Für die Trinkwasserversorgung werden die bestehenden Brunnen und Leitungen benutzt.

Im Rahmen des Wasserrechtsverfahrens für das Wasserwerk Panzenberg soll die Beeinflussung des Halsebachs durch die Grundwasserförderung untersucht werden. Mit dem bestehenden Grundwassermodell soll untersucht werden, bei welcher Fördermenge des Wasserwerks Panzenberg der Halsebach wieder Grundwasseranschluss hätte. Konkret soll die Fördermenge des WW Panzenberg ermittelt werden, bei der die Grundwasseroberfläche in keinem Bereich des Halsebachs unter der Sohle des Gewässers liegt. In der Betrachtung stehen insofern diejenigen Bereiche, die im Null-Zustand (keine Förderung des WW Panzenberg) Grundwasseranschluss haben würden. Hierzu sollen in einem iterativen Verfahren verschiedene Förderszenarien durchgerechnet und die resultierenden Höhenlagen der Grundwasseroberfläche mit der Sohlhöhe des Halsebachs abgeglichen werden.

Mit Datum vom 04.02.2016 erhielt die Ingenieurgesellschaft Dr. Schmidt mbH, Stade vom Trinkwasserverband Verden den Auftrag zur Durchführung von ergänzenden Modellrechnungen für das Wasserwerk Panzenberg bezüglich der Auswirkungen auf den Halsebach. Der entsprechende Bericht wird hiermit vorgelegt.

## 2 Projektunterlagen

- /1/ Umweltverträglichkeitsstudie (UVS) für das Wasserwerk Panzenberg des Trinkwasserverbandes Verden, Arbeitsgruppe Land & Wasser, Beedenbostel, Oktober 2014.
- /2/ Hydrogeologisches Gutachten zur Grundwasserentnahme sowie zur Bemessung und Gliederung des Trinkwasserschutzgebietes für das Wasserwerk Panzenberg.- Ingenieurgesellschaft Dr. Schmidt GmbH, Stade, 18.10.2013.
- /3/ Grundwasserströmungsmodell für die Wasserwerke Panzenberg und Langenberg.- Ingenieurgesellschaft Dr. Schmidt mbH, Stade, 16.05.2012.
- /4/ Hydrogeologische Untersuchungen im Wassergewinnungsgebiet Panzenberg.- GeoSystem GmbH, Kiel, 47 S., 11.02.1994.
- /5/ Daten der GeoSystem GmbH zur Sohlhöhe des Halsebachs
- /6/ Daten des Niedersächsischen Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten und Naturschutz (NLWKN) Verden zur Sohlhöhe des Halsebachs sowie zu Bauwerken in und an Gewässern

### 3 Wasserwerk Panzenberg

Die Trinkwasserversorgung im Versorgungsbereich des Trinkwasserverbandes Verden erfolgt ausschließlich mit Grundwasser. Der zukünftig über das WW Panzenberg zu deckende Bedarf wird in der Wasserbedarfsberechnung mit 9,5 Mio. m<sup>3</sup>/a angegeben.

Die aktuelle Grundwasserförderung erfolgt über die Brunnen PAN I bis PAN VII. Die Brunnen des Wasserwerks Panzenberg befinden sich nordöstlich der Ortslage Verden und sind in einer von Südsüdwest nach Nordnordost verlaufenden elsterzeitlichen Schmelzwasserrinne verfiltert. Diese Schmelzwasserrinne wird als „Panzenberger Rinne“ bezeichnet und setzt sich nach Nordosten als „Rotenburger Rinne“ fort. Die Tiefenlage der Basis der quartären Schichten liegt im Rinnenbereich verbreitet bei ca. -200 mNN und reicht bis maximal ca. -275 mNN. Die tief verfilterten Brunnen des Wasserwerks sind in dieser Rinne angeordnet; die Lage der Brunnengalerie entlang der Rinnenstruktur ergibt sich aus den geologischen Gegebenheiten. Lediglich innerhalb der Rinnenstruktur befinden sich die gut durchlässigen Sande mit einer großen Mächtigkeit und das tiefe Grundwasser wird durch überlagernde gering-durchlässige Sedimente zu einem gewissen Grad durch Beeinflussungen von der Oberfläche geschützt.

Die Lage der Brunnen des Wasserwerks Panzenberg ist in der **Anlage 1** dargestellt.

Bezeichnung	Gemarkung	Flur	Flurstück	Rechtswert	Hochwert	Baujahr
PAN I	Scharnhorst	1	108/5	<sup>35</sup> 19133	<sup>58</sup> 70570	2003
PAN II	Scharnhorst	1	222/114	<sup>35</sup> 19405	<sup>58</sup> 71085	1978
PAN III	Walle	3	133/5	<sup>35</sup> 19669	<sup>58</sup> 71455	2001
PAN IV	Scharnhorst	1	160/3	<sup>35</sup> 18724	<sup>58</sup> 70182	1981
PAN V	Scharnhorst	1	33/1	<sup>35</sup> 18353	<sup>58</sup> 69384	1980
PAN VI	Scharnhorst	2	13/3	<sup>35</sup> 17928	<sup>58</sup> 69010	1980
PAN VII	Holtum-Geest	5	43/4	<sup>35</sup> 20118	<sup>58</sup> 71946	1984

Tabelle 3-1: Lage der Brunnen des Wasserwerks Panzenberg

## 4 Hydrogeologische Verhältnisse

Durch die Ingenieurgesellschaft Dr. Schmidt mbH, Stade, wurde ein hydrogeologisches Gutachten erstellt, um die geologischen und hydrogeologischen Verhältnisse zu beschreiben und die Auswirkungen der geplanten Grundwasserentnahme zu ermitteln /2/. Die hydrogeologischen Verhältnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen:

In den pleistozänen Schmelzwassersedimenten sowie in den feinsandigen Ablagerungen der Hemmoor-Schichten ist regional gesehen ein zusammenhängendes hydraulisches System entwickelt, das nachfolgend als Hauptgrundwasserleiter bezeichnet wird. Im Bereich des Wasserwerks Panzenberg beträgt die Mächtigkeit des Hauptgrundwasserleiters ca. 290 m; die maximale Mächtigkeit im Betrachtungsgebiet erreicht ca. 340 m. Eingeschaltete Geschiebemergelkomplexe bzw. Beckensedimente bewirken örtlich eine Untergliederung dieses ausgedehnten Grundwasserleiters. Der Hauptgrundwasserleiter lässt sich in der Regel in drei Abschnitte unterteilen.

Der obere Abschnitt des Hauptgrundwasserleiters befindet sich in den saalezeitlichen glazifluviatilen Sanden, die im Hangenden der oberen elsterkaltzeitlichen Grundmoräne bzw. des Lauenburger Komplexes abgelagert wurden. Dieser Abschnitt des Hauptgrundwasserleiters ist im Betrachtungsgebiet ausweislich der vorliegenden Daten nahezu durchgehend vertreten und weist eine maximale Mächtigkeit von ca. 50 m auf.

Der mittlere Abschnitt des Hauptgrundwasserleiters ist in den Sanden im Liegenden der oberen Elster-Grundmoräne, der jüngeren Beckenablagerungen des Lauenburger Komplexes bzw. in den sandigen Ablagerungen der Hemmoor-Schichten entwickelt. Dieser Abschnitt ist im Bereich des Wasserwerks Panzenberg ca. 100 m mächtig. Im Bereich der sandigen Ausbildung der Hemmoor-Schichten kann der mittlere Teil des Hauptgrundwasserleiters eine Mächtigkeit von bis zu 100 m erreichen.

Der untere Abschnitt des Hauptgrundwasserleiters ist in den im Liegenden des Lauenburger Komplexes befindlichen Schmelzwassersedimenten ausgebildet und kann ca. 160 m mächtig werden. Die tonigen und schluffigen Ablagerungen des Miozän bilden verbreitet die Basis des Hauptgrundwasserleiters.

Die Grundwasserentnahme des Trinkwasserverbandes Verden durch die Brunnen des Wasserwerks Panzenberg erfolgt hauptsächlich aus dem unteren Abschnitt des Hauptgrundwasserleiters.

Lokal ist ein oberflächennaher Grundwasserkörper im Hangenden der ersten Grundmoräne in geringmächtigen Sanden entwickelt. Dieser oberflächennahe Grundwasserleiter weist keine flächenhafte Verbreitung auf. Es handelt sich nicht um einen zusammenhängenden Grundwasserkörper, sondern vielmehr um einzelne, lokal ausgebildete und hydraulisch isolierte, linsenartige Grundwasservorkommen, die z. T. auch nur temporär entwickelt sind (Stauwasserkörper). Gebiete mit Stauwasser finden sich u. a. im Bereich der Ortslage Walle.

Die Grundwasserströmung im oberen Abschnitt des Hauptgrundwasserleiters ist im Wesentlichen von der Geländemorphologie sowie der Lage der Vorfluter bestimmt und wird stellenweise durch die Grundwasserförderung überprägt. Im Raum Holtum-Rahnhorst-Odeweg-Jeddingen-Visselhövede ist nördlich der Wasserwerke Panzenberg und Langenberg eine Grundwasserscheide im oberen Abschnitt des Hauptgrundwasserleiters mit Grundwasserständen bis über +55 mNN ausgebildet. Von hier erfolgt der natürliche Grundwasserabstrom einerseits in nördliche Richtung zum Vorfluter Wümme, andererseits in südliche bis südwestliche Richtung zur Aller hin. Im Bereich des Weißen Moores liegen die Grundwasserober- bzw. -druckfläche bei ca. +56 mNN. Südwestlich und südlich der Grundwasserkuppe verringert sich die Höhenlage der Grundwasserober- bzw. -druckfläche auf ca. +10 mNN bis ca. +20 mNN in der Allerniederung. Der Anstrom auf die Brunnen des WW Panzenberg erfolgt aus nördlicher bzw. nordöstlicher Richtung. Im direkten Umfeld der

Brunnen liegt die Grundwasserober- bzw. -druckfläche bei ca. +26 mNN bis ca. +43 mNN.

Innerhalb des oberen Abschnitts des Hauptgrundwasserleiters ist das Grundwasser an der Unterseite der überlagernden saalezeitlichen Grundmoräne gespannt. In Bereichen, wo der überlagernde Geschiebemergel fehlt, liegt eine freie Grundwasseroberfläche vor.



## 5 Numerisches Grundwasserströmungsmodell

### 5.1 Vorbemerkungen

Im Rahmen der Erstellung des Hydrogeologischen Gutachtens für die Beantragung der wasserrechtlichen Bewilligung für das Wasserwerk Panzenberg wurde von der Ingenieurgesellschaft Dr. Schmidt mbH, Stade ein dreidimensionales Grundwassermodell erstellt. Es wurde verwendet, um die Grundwasserströmung bei der geplanten Fördermenge zu simulieren und die Auswirkungen der Grundwasserentnahme zu prognostizieren /3/.

Bei dem entwickelten Grundwassermodell handelt es sich um ein stationäres (zeit-unabhängiges) Modell, das stationär kalibriert und instationär validiert wurde. Für den Aufbau des Grundwasserströmungsmodells für die Wasserwerke Panzenberg und Langenberg wurde die Finite-Differenzen Grundwasser-Modellierungssoftware PROCESSING MODFLOW 8 benutzt. Es basiert auf dem Strömungsmodell MODFLOW des U.S. Geological Survey, das seit einigen Jahren erfolgreich verwendet wird [7]. PROCESSING MODFLOW 8 verknüpft das Strömungsmodell MODFLOW, das 'Particle-tracking'-Modell PMPATH zur Bahnlinienberechnung, PEST zur automatisierten Modellkalibrierung und das Stofftransportmodell MT3D mit verschiedenen Prä- und Postprozessoren. Die einzelnen Programmteile sind unter einer einheitlichen Benutzeroberfläche verbunden. Nähere Einzelheiten zum Modell sind /2/ zu entnehmen.

Analog zu den Simulationsrechnungen in /2/ wurden die Grundwasserstände in Bereich des Halsebachs bei unterschiedlichen Fördermengen des Wasserwerks Panzenberg berechnet. Bei den Simulationen wurde eine Grundwasserströmungssituation mit mittleren niedrigen Grundwasserständen zugrunde gelegt. In der **Anlage 1** ist die Lage der aus /5/ und /6/ übernommen Messpunkte der Gewässersohle des Halsebachs dargestellt.

## 5.2 Simulation der Förderszenarien

In den Simulationsrechnungen wurde untersucht, inwieweit sich die Grundwasserstände im Bereich des Halsebachs ändern, wenn die Fördermenge des Wasserwerks Panzenberg variiert. Es soll eine Fördermenge identifiziert werden, bei der der Halsebach wieder Grundwasseranschluss hätte. Konkret soll die Fördermenge des WW Panzenberg ermittelt werden, bei der die Grundwasseroberfläche in keinem Bereich des Halsebachs unter der Sohle des Gewässers liegt. In der Betrachtung stehen insofern diejenigen Bereiche, die im Null-Zustand (keine Förderung des WW Panzenberg) Grundwasseranschluss haben würden.

Die Fördermengen in den simulierten Szenarien sind in der folgenden Tabelle 5.2-1 dargestellt. Nachrichtlich ist zusätzlich die Fördermengenverteilung aus dem Hydrogeologischen Gutachten (Bericht 11-23556.1 vom 18.10.2013) /2/ für den Ist-Zustand, eine Entnahme von 8,91 Mio. m<sup>3</sup>/a, dargestellt.

Bezeichnung	Ist-Zustand 8,91 Mio. m <sup>3</sup> /a	Szenario A 1,5 Mio. m <sup>3</sup> /a	Szenario B 1,0 Mio. m <sup>3</sup> /a	Szenario C 0,8 Mio. m <sup>3</sup> /a
PAN I	145,22 m <sup>3</sup> /h	24,44 m <sup>3</sup> /h	16,3 m <sup>3</sup> /h	13,04 m <sup>3</sup> /h
PAN II	145,22 m <sup>3</sup> /h	24,44 m <sup>3</sup> /h	16,3 m <sup>3</sup> /h	13,04 m <sup>3</sup> /h
PAN III	145,22 m <sup>3</sup> /h	24,44 m <sup>3</sup> /h	16,3 m <sup>3</sup> /h	13,04 m <sup>3</sup> /h
PAN IV	145,22 m <sup>3</sup> /h	24,44 m <sup>3</sup> /h	16,3 m <sup>3</sup> /h	13,04 m <sup>3</sup> /h
PAN V	145,22 m <sup>3</sup> /h	24,44 m <sup>3</sup> /h	16,3 m <sup>3</sup> /h	13,04 m <sup>3</sup> /h
PAN VI	145,22 m <sup>3</sup> /h	24,44 m <sup>3</sup> /h	16,3 m <sup>3</sup> /h	13,04 m <sup>3</sup> /h
PAN VII	145,22 m <sup>3</sup> /h	24,44 m <sup>3</sup> /h	16,3 m <sup>3</sup> /h	13,04 m <sup>3</sup> /h

Tabelle 5.2-1: Fördermengenverteilung bei den verschiedenen Szenarien

Die **Anlage 2** zeigt die berechneten Grundwasserstände im Längsprofil des Halsebachs für den Null-Zustand (keine Grundwasserförderung des WW Panzenberg) sowie die Höhenlage der Gewässersohle des Halsebachs (/5/, /6/). Grundlage hierfür sind die berechneten Grundwasserstände (Modellschicht 1) für den Null-Zustand an

den Koordinaten der Messpunkte für die Gewässersohle (**Anlage 1**). Zur Orientierung ist die projizierte Lage der Förderbrunnen sowie ausgewählter Messpunkte im Profil schematisch dargestellt. In der Darstellung ist zu erkennen, dass die Grundwasserstände im Verlauf des Halsebachs weitgehend über der Gewässersohle liegen. Im Oberlauf des Vorfluters ist allerdings ein Areal (HBS\_07 bis HBS\_23) zu erkennen, in dem die Grundwasserstände beim Null-Zustand unter der Gewässersohle liegen. Dies betrifft lokal auch die Bereiche um drei Querbauwerke /6/; es handelt sich um die Sohlenbauwerke bei Dovemühlen (ca. HBS\_50) und Neumühlen (ca. HBS\_64) sowie den Abschnitt an der Querung der Bahntrasse (ca. HBS\_83).

Der **Anlage 3** sind die berechneten Grundwasserstände bei den verschiedenen Förderszenarien zu entnehmen. Zur besseren Vergleichbarkeit sind die berechneten Grundwasserstände zusammen in einer Abbildung dargestellt und mit unterschiedlichen Farbgebungen kenntlich gemacht. Ebenfalls dargestellt sind die berechneten Grundwasserstände bei einer Fördermenge von 8,91 Mio. m<sup>3</sup>/a (Ist-Zustand) mit den Brunnen des Wasserwerks Panzenberg. Die berechneten Grundwasserstände (grüne Linie) liegen bei dieser Fördermenge über einen weiten Bereich unter der Gewässersohle des Halsebachs. Bei diesem Szenario liegen die Grundwasserstände nur oberhalb des Punkts HBS\_06 und im Unterlauf ab dem Punkt HBS\_51 über der Sohlhöhe des Halsebachs. Im Unterlauf des Halsebachs liegen im Bereich der Sohlenbauwerke bei Neumühlen (ca. HBS\_64) und bei der Querung der Bahntrasse (ca. HBS\_83) die berechneten Grundwasserstände ebenfalls über kurze Strecken unter der Gewässersohle.

Bei dem Szenario A (rote Linie) wurden die Grundwasserentnahme an den Brunnen PAN I bis PAN VII auf 1,5 Mio. m<sup>3</sup>/a verringert. Nach der Modellsimulation ergibt sich im Vergleich mit dem Ist-Zustand (Q = 8,91 Mio. m<sup>3</sup>/a) ein wesentlich kleinerer Bereich, in dem die Grundwasserstände unter der Sohlhöhe des Halsebachs liegen. Im Oberlauf des Halsebachs zeigen sich aber, gegenüber den berechneten Grundwasserständen beim Null-Zustand (blaue Linie), Bereiche, in denen die Grundwasserstände

unter der Sohle des Bachbetts liegen. Dies zeigt sich in den Bereichen HBS\_24 bis HBS\_30 und bei Dovemühlen (HBS\_47 bis HBS\_49).

In der **Anlage 3** sind ebenfalls die Grundwasserstände beim Förderszenario B (schwarze Linie) dargestellt. Bei diesem Szenario wurden die Brunnen mit einer Fördermenge von insgesamt 1,0 Mio. m<sup>3</sup>/a simuliert und es zeigt sich, dass die Areale des Halsebachs, in dem die Grundwasserstände unter der Gewässersohle liegen, weiter reduziert wurden. Gegenüber dem Null-Zustand zeigen sich lediglich im Oberlauf bei der HBS\_30 und bei Dovemühlen (HBS\_48, HBS\_49) Höhenlagen der Grundwasseroberfläche, die unter der Sohlhöhe des Halsebachs liegen.

Das Simulationsergebnis des Förderszenarios C ist mit einer hellblauen Linie dargestellt. Die Fördermenge der Brunnen PAN I bis PAN VII (0,8 Mio. m<sup>3</sup>/a) ist kleiner als bei den Szenarien A und B und bewirkt eine weitere Reduzierung der Grundwasserabsenkung, d.h. die Grundwasseroberfläche im Bereich des Halsebachs liegt höher. Lediglich am Punkt HBS\_48 liegt der berechnete Grundwasserstand ca. 2 cm unter der Gewässersohle, ansonsten liegen die Grundwasserstände über der Gewässersohle.

## 6 Schlussfolgerungen

Mit dem Grundwasserströmungsmodell wurden die Auswirkungen einer verringerten Grundwasserentnahme im Wasserwerk Panzenberg untersucht. Hierbei wurden insbesondere die Grundwasserstände im Bereich des Halsebachs betrachtet.

Bei der Simulation des Null-Zustands (keine Förderung des WW Panzenberg) ist zu erkennen, dass die Grundwasserstände im Verlauf des Halsebachs weitgehend über der Gewässersohle liegen. Im Oberlauf des Vorfluters ist ein Areal (HBS\_07 bis HBS\_23) zu erkennen, in dem die Grundwasserstände beim Null-Zustand unter der Gewässersohle liegen. Dies gilt auch für kleine Bereiche bei drei Querbauwerken.

Ein Zustand, in dem auch bei mittleren niedrigen Grundwasserständen analog zu den Verhältnissen ohne Förderung der Wasserwerksbrunnen im Verlauf des Halsebachs sehr weitgehend effluente Verhältnisse vorliegen, d.h. entnahme-induzierte Influenz oder Infiltrationen vermieden werden, tritt erst bei Fördermengen  $< 0,8 \text{ Mio. m}^3/\text{a}$  auf.

Ingenieurgesellschaft Dr. Schmidt mbH

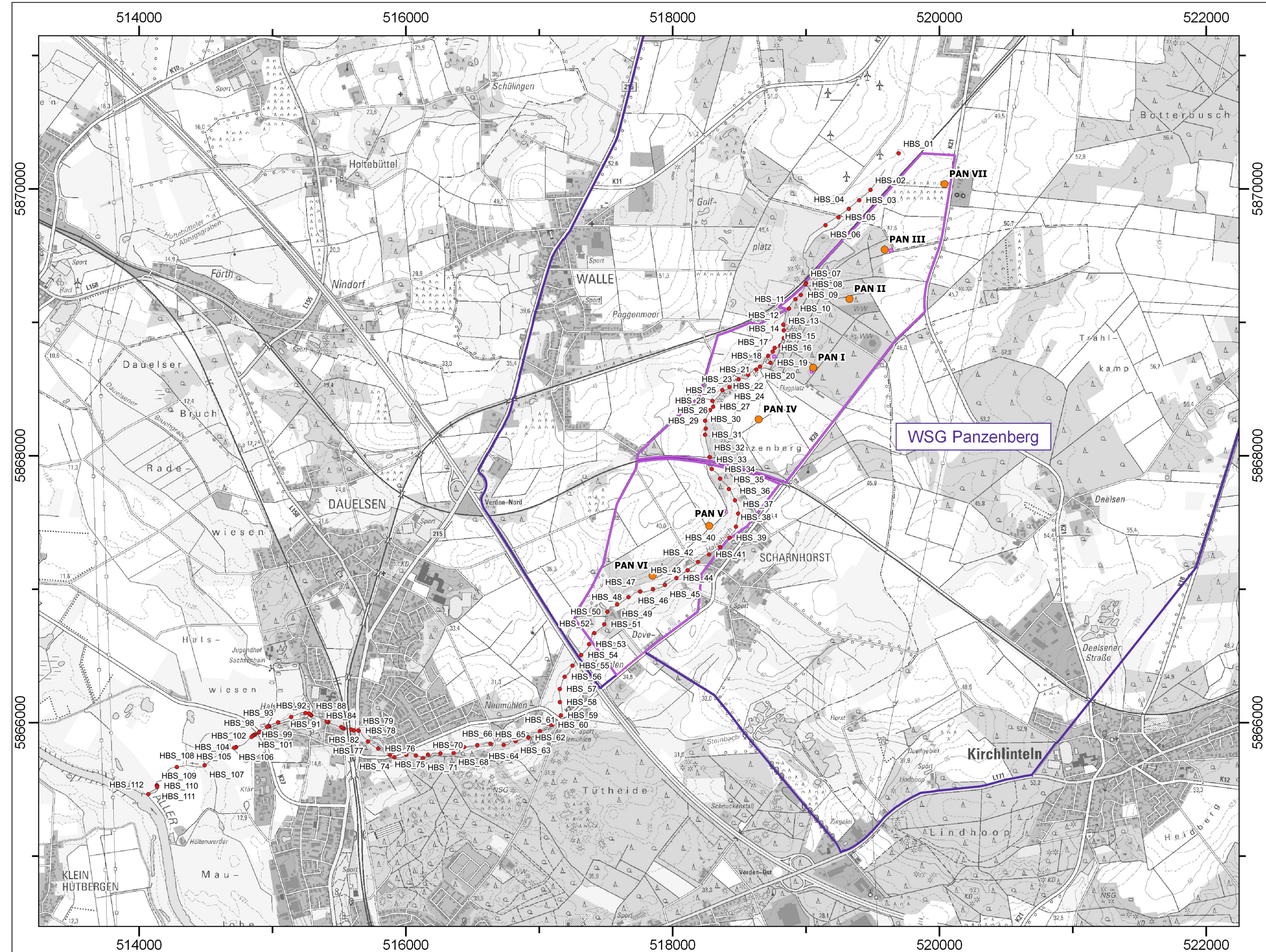
Dr. Udo Schmidt

Dipl.-Geol. Olaf Scholze

## 7 Literaturverzeichnis

- [1] Anderson, M. P. & Woessner, W. W.: Applied Groundwater Modeling – Simulation of Flow and Advective Transport.- Academic Press, San Diego, 1992, 381 S.
- [2] Chiang, W.-H. & Kinzelbach, W.: 3D Groundwater Modeling with PMWIN, 2001, Springer, 335 S.
- [3] Chiang, W.-H.: Processing Modflow, An Integrated Modeling Environment for the Simulation of Groundwater Flow, Transport and reactive Processes, Simcore Software, Oktober 2011, 413 S.
- [4] Deutsche Vereinigung des Gas- und Wasserfaches e. V. (DVGW): Aufbau und Anwendung numerischer Grundwassermodelle in Wassergewinnungsgebieten, Arbeitsblatt W 107, Bonn, Juni 2004, 24 S.
- [5] Hölting, B. & Coldewey, W. G.: Hydrogeologie. Einführung in die Allgemeine und Angewandte Hydrogeologie.- Springer, Heidelberg, 8. Aufl., 2013, 438 S.
- [6] Kinzelbach, W. & Rausch, R.: Grundwassermodellierung: Eine Einführung mit Übungen.- Gebrüder Borntraeger, Berlin - Stuttgart, 1995.
- [7] McDonald, M. G. & Harbaugh, A. W.: MODFLOW, A modular three-dimensional finite difference ground-water flow model.- U. S. Geological Survey, Open-file report 83-875, 1988.
- [8] Neuß, M & Dörhöfer, G.: GeoFakten 8 - Hinweise zur Anwendung numerischer Modelle bei der Beurteilung hydrogeologischer Sachverhalte und Prognosen in Niedersachsen.- NLfB, Hannover, 3. Auflage, 2009, 9 S.
- [9] Spitz, K. & Moreno, J.: A practical Guide to Groundwater and Solute Transport Modeling.- J. Wiley & Sons, Inc., New York, 1996, 461 S.





LEGENDE:

- Brunnen WW Panzenberg
- Messpunkt Gewässersohle Halsebach
- Schutzzone II des WW Panzenberg
- Schutzzone III des WW Panzenberg

Quelle der topografischen Kartengrundlage:  
Auszug aus den Geobasisdaten der Niedersächsischen Vermessungs- und Katasterverwaltung



Ingenieurgesellschaft  
Dr. **SCHMIDT**  
mbH

Bei St. Wilhadi 5 21682 Stade  
Tel.: 04141 - 779980 Fax.: 04141 - 779988  
URL:<http://www.schmidt-geologen.de>

Projekt: 16 - 24081	Verzeichnis: R:\2016\_Proj\16-24081\CAD
---------------------	---

Auftraggeber:
---------------

TRINKWASSERVERBAND VERDEN

Projekt:	Wasserwerk Panzenberg Ergänzende Simulationen mit dem Grundwasserströmungsmodell zum Grundwasseranschluss des Halsebachs
----------	---

Bearbeiter:	OS	Anlage:	1
Zeichner:	AS	Datum:	12.04.2016
Maßstab:	1 : 25.000		

Darstellung: Lage der Messpunkte Gewässersohle Halsebach



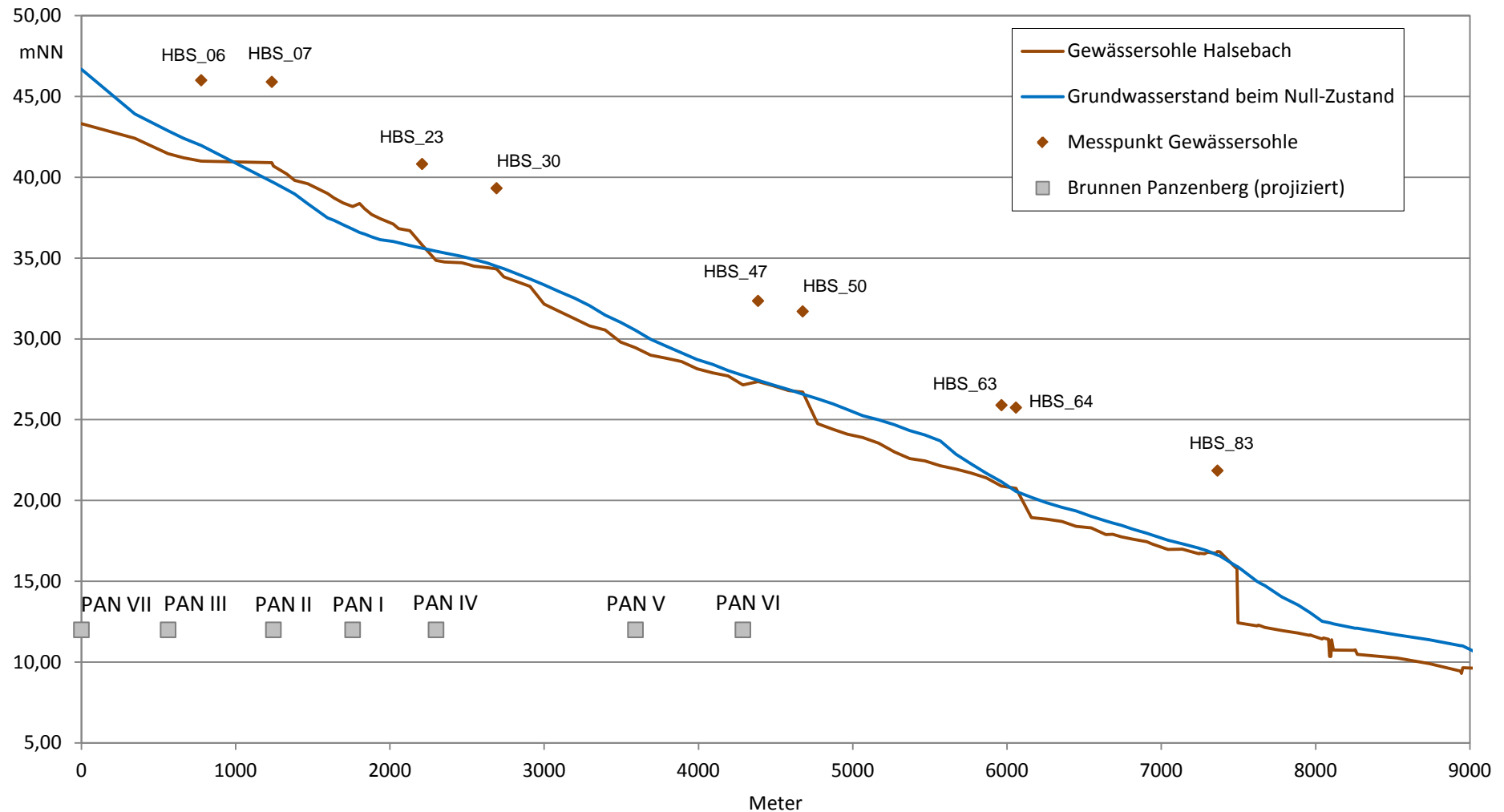
## **Anlage 2**

**Berechnete Grundwasserstände im Längsprofil des Halsebachs beim Null-Zustand**



## Wasserwerk Panzenberg - Ergänzende Simulationen mit dem Grundwasserströmungsmodell zum Grundwasseranschluss des Halsebachs

Berechnete Grundwasserstände im Längsprofil des Halsebachs beim Null-Zustand



### **Anlage 3**

**Berechnete Grundwasserstände im Längsprofil des Halsebachs bei verschiedenen  
Förderszenarien**

## Wasserwerk Panzenberg - Ergänzende Simulationen mit dem Grundwasserströmungsmodell zum Grundwasseranschluss des Halsebachs

Berechnete Grundwasserstände im Längsprofil des Halsebachs bei verschiedenen Förderszenarien

