

Recyclingzentrum ehemalige Sandgrube
in Mainhausen-Zellhausen
Hydrogeologische Standortbeurteilung

Inhaltsverzeichnis

1	Veranlassung	4
2	Vorhabenstandort	5
3	Hydrogeologie	6
3.1	Hydrogeologische Schematisierung	6
3.2	Fördermengen der Grundwassergewinnung Zellhausener Wald	8
3.3	Grundwasserstände	8
4	Grundwassermodellrechnungen	15
4.1	Vergleich von Beobachtungsdaten mit berechneten Modellergebnissen	15
4.2	Einzugsgebiete und Fließzeiten	15
4.3	Druckdifferenzen zwischen den Grundwasserleitern	16
5	Hydrogeologische Standortbeurteilung	18

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1	Langjährige Grundwasserstandsganglinie	9
Abb. 2	Grundwasserstandsganglinie ZWO-11-110 (schwebend) und ZWO-11-109 (Hauptgrundwasserleiter)	9
Abb. 3	Grundwasserstandsganglinien der Messstellen ZWO-11-044, ZWO-11-073 und ZWO-11-109 (Hauptgrundwasserleiter)	10
Abb. 4	Grundwasserstandsganglinien ZWO-11-104 (1. GWL) und ZWO-11-103 (2. GWL oben)	11
Abb. 5	Grundwasserstandsganglinien der Messstellen ZWO-11-120, ZWO-11-122, ZWO-11-123 und ZWO-11-124 (2. Grundwasserleiter oben)	12
Abb. 6	Grundwasserstandsganglinien ZWO-11-124 (2. GWL oben) und ZWO-11-121 (2. GWL oben)	13
Abb. 7	Grundwasserstandsganglinien ZWO-11-107 (2. GWL oben) und ZWO-11-106 (2. GWL unten)	13

Tabellenverzeichnis

Tab. 1	Förderrate und maximale Absenkung im Pumpversuch an den Einzelbrunnen	14
--------	---	----

Anlagenverzeichnis

- Anlage 1 Übersichtslageplan
- Anlage 2 Verbreitung der Trennschichten
- Anlage 3 Geologischer Schnitt
- Anlage 4 Konstruierte Grundwassergleichen im Hauptgrundwasserleiter November 2016
- Anlage 5 Berechnete Grundwassergleichen und Messwerte für November 2016 im Hauptgrundwasserleiter
- Anlage 6 Berechnete Grundwassergleichen und Messwerte für November 2016 im 2. Grundwasserleiter oben
- Anlage 7 Einzugsgebiet der Brunnen Zellhausen im 2. Grundwasserleiter oben bei einer Entnahme von 1,2 Mio. m³/a bei mittleren klimatischen Verhältnissen
- Anlage 8 Abstrombereich des geplanten Recyclingzentrums im Hauptgrundwasserleiter bei einer Entnahme von 1,2 Mio. m³/a bei mittleren klimatischen Verhältnissen
- Anlage 9 50-Tage-Linie der Brunnen Zellhausen im 2. Grundwasserleiter oben und Richtung der Druckdifferenz zum Hauptgrundwasserleiter

1 Veranlassung

Die Firma Höfling plant auf dem Gelände der ehemaligen Sandgrube in Mainhausen-Zellhausen ein Recyclingzentrum zu bauen, in das unter anderem die derzeit noch im Ostring 30 in Mainhausen-Zellhausen ansässige Abfallumlade- und Sortieranlage integriert werden soll (siehe Lageplan **Anlage 1**).

Dieser Standort liegt im Umfeld des Einzugsgebiets der zur Trinkwassergewinnung genutzten Brunnen Zellhausen des Zweckverbands Wasserversorgung Stadt und Kreis Offenbach (ZWO). Ein Wasserschutzgebiet wurde bisher nicht ausgewiesen. Die einzelnen Kriterien bei dessen Ausweisung werden deshalb im Folgenden bezogen auf das Vorhaben nach dem Regelwerk (DVGW Arbeitsblatt W101) als Grundlage für hydrogeologische Standortbeurteilung geprüft.

Die hydrogeologische Situation im Bereich der Gewinnung Zellhausen ist komplex und wird im Folgenden erläutert. Es sind dort zwei Grundwasserleiter ausgewiesen, die zusätzlich durch Trennschichten eine lokale Stockwerksgliederung zeigen. Die Brunnen Zellhausen nutzen den unteren Grundwasserleiter.

Die Hydrogeologische Standortbeurteilung ist im Folgenden dokumentiert.

2 Vorhabenstandort

Das Gelände der Firma Höfling, auf dem das Recyclingzentrum geplant ist, befindet sich im Süden der Gemeinde Mainhausen, Gemarkung Zellhausen. Im Nordosten grenzt es an die Autobahn A3 und im Nordwesten an die L3065 (siehe Anlage 1). Auf dem Gelände hat die Firma Höfling seit den 1960er Jahren großflächig Sandabbau betrieben. Zu Beginn der 1990er Jahre war der Sandabbau bereits eingestellt und es wurde ein Rekultivierungsplan erstellt (BGS, 1992). In dem am 05.03.1968 vom Kreisausschuss des Landkreises Offenbach a. M. ausgestellten Bauschein zur Genehmigung des Kiesabbaus im vorhandenen Kiesabbaugebiet wurde verfügt, dass die bereits abgebaute Fläche entlang der BAB bis auf 40 m Entfernung vom äußeren befestigten Fahrbahnrand mit einer Böschungsneigung von 1:5 wieder zu verfüllen sei. Der Sandabbau war so dimensioniert, dass mit Ausnahme der Randstreifen bis zu einer Tiefe von 20 m unter GOK abgebaut werden sollte (IAVL, 1992). Dies entspricht einem Geländeniveau von ca. 115 - 116 müNN. Die im Jahr 1992 von einem Vermessungsbüro erstellte Höhenaufnahme weist ein minimales Abbauniveau von über 119 müNN auf.

Im Bereich des Vorhabenstandortes befindet sich eine 1,5 bis 5,0 m mächtige Tonschicht, deren Oberkante in zwischen 113 und 116 müNN liegt (siehe Kapitel 3.1). Es ist davon auszugehen, dass der Sandabbau maximal bis an die Oberkante der Tonschicht erfolgte.

Mit der Rekultivierung des ehemaligen Sand- und Kiesabbaugebietes wurde Anfang der 1990er Jahre begonnen. Aktuell ist die Wiederverfüllung weitgehend abgeschlossen.

3 Hydrogeologie

3.1 Hydrogeologische Schematisierung

Das Untersuchungsgebiet befindet sich in der tektonischen Einheit des Hanauer Beckens, welches im Osten durch den Spessart, im Süden durch den Odenwald und im Westen durch den Sprendlinger Horst eingegrenzt wird.

Der Grundwasserleiter besteht aus pliozänen und pleistozänen Lockergesteinen, die im Süden und Osten den Metamorphiten des Vorspessarts bzw. des Böllsteiner Odenwaldes, lokal auch dem Unteren Buntsandstein auflagern.

Die pleistozänen Lockergesteine sind in erster Linie Terrassenablagerungen des Mains, der im Altpleistozän bis tief in die Gersprenzbucht hineinreichte. Als Folge der Verlagerung des Mains nach Osten wurden die Mainablagerungen durch die Odenwaldbäche zum Teil ausgeräumt und umgelagert, so dass eine starke Verzahnung der Main- und Odenwaldbachablagerungen eingetreten ist. Eine Unterscheidung der pleistozänen und pliozänen Sedimente ist nicht immer eindeutig. In der Regel ist das Pliozän feinkörniger ausgebildet. Für die Grundwasserhydraulik ist die Verbreitung von feinkörnigen Trennschichten entscheidend, die den pleistozänen/pliozänen Grundwasserleiter in einzelne Stockwerke untergliedern können.

Im Rahmen einer detaillierten hydrogeologischen Systemanalyse wurden die für das Untersuchungsgebiet vorhandenen Bohrprofile ausgewertet. Auf Grundlage der Bohrprofile wurde der Untergrund für die detaillierte Implementierung in das vorhandene dreidimensionale Grundwassermodell in hydrostratigraphische Einheiten untergliedert und hydrogeologisch systematisiert. Hierbei wurde besonders beachtet, inwieweit die Aufschlüsse die Durchgängigkeit hydraulischer Trennschichten belegen. Die Verbreitung der flächenhaft korrelierten Tonschichten ist in **Anlage 2** dargestellt.

Im Modellgebiet sind insgesamt 4 flächenhaft hydraulisch wirksame Trennschichten zu unterscheiden (Anlage 2). Daraus ergibt sich folgende hydrogeologische Gliederung:

- schwebender Grundwasserleiter,
- Deckschicht oder Oberer Ton,
- 1. Grundwasserleiter oben,
- Trennschicht (im Bereich des Untersuchungsgebietes nicht vorhanden),
- 1. Grundwasserleiter unten,
- Unterer Ton,
- 2. Grundwasserleiter oben,
- Tiefer Zwischenhorizont,
- 2. Grundwasserleiter unten,

- Aquiferbasis (Festgestein sowie pliozäne, miozäne und untergeordnet oligozäne Sedimente).

Anlage 2 zeigt im Untersuchungsgebiet eine weiträumig verbreitete Tonschicht, die in der hydrogeologischen Gliederung als Unterer Ton bezeichnet wird. Sie verläuft in einer Höhe von 85 bis 110 müNN und stellt eine hydraulisch wirksame Trennschicht zwischen dem 1. Grundwasserleiter (oberhalb des Unteren Tons) und dem 2. Grundwasserleiter (unterhalb des Unteren Tons) dar.

Der Untere Ton stößt nördlich der Gersprenz bzw. nördlich der Brunnen „Lange Schneise Ost“ bis unmittelbar an die aufsteigende Aquiferbasis heran und wird durch diese begrenzt. Der 2. Grundwasserleiter ist somit, entsprechend der Verbreitung des Unteren Tons, zwar sehr weiträumig, jedoch nicht vollständig flächendeckend im Modell- bzw. Untersuchungsgebiet vorhanden. Im Bereich der Gewinnung Zellhausener Wald wird der 2. Grundwasserleiter durch den Tiefen Zwischenhorizont in zwei Stockwerke untergliedert.

Im Bereich der Brunnen Zellhausen ist als weitere tonig-schluffig-feinsandig ausgeprägte Trennschicht der Obere Ton vorhanden. Dieser schließt den Vorhabenstandort mit ein. Der Obere Ton ist an zahlreichen Bohrungen im Nahbereich des Standortes aufgeschlossen (siehe Anlage 2). Dort liegt die Oberkante zwischen 113 und 116 müNN. Die Mächtigkeit beträgt zwischen 1,5 und ca. 5,0 m. Der Sandabbau erfolgte bis in eine maximale Tiefe von ca. 115/116 müNN und endete somit oberhalb des Oberen Tons.

Auf der oberflächennahen bindigen Deckschicht ist teilweise ein schwebender Grundwasserleiter von geringer Mächtigkeit ausgebildet, der mit dem Hauptgrundwasserstockwerk nicht in Verbindung steht.

Die meisten Brunnen des ZWO sind ausschließlich im 1. Grundwasserleiter, der im Folgenden auch als Hauptgrundwasserleiter bezeichnet wird, verfiltert. Unterhalb des Unteren Tons sind die Filterstrecken der Gewinnung Zellhausener Wald angeordnet. Oberflächennahe Deckschichten mit größerer flächenhafter Ausdehnung stehen im Untersuchungsgebiet im Bereich der Gewinnungen Lange Schneise Nord und Süd sowie Zellhausen an.

Anlage 3 zeigt exemplarisch entlang eines charakteristischen West-Ost-Schnittes einige der ausgewerteten Bohrprofile sowie die Filterstrecken von Brunnen und Grundwassermessstellen. Die Lage der Schnittpur ist im Lageplan der Anlage 1 dargestellt.

Die 4 Brunnen (11.50, 11.51, 11.52, 11.53) der Gewinnungsanlage Zellhausener Wald weisen Tiefen zwischen 49 und 70 m auf. Die Grenze zwischen dem Quartär und dem Pliozän liegt ca. zwischen 97 und 103 müNN. Die pliozänen Ablagerungen sind durch eine mächtige tonig, tonig-schluffige Schicht zwischen ca. 66 und 86 müNN, die als Tiefer Zwischenhorizont bezeichnet wird, im Bereich der Brunnen in zwei Bereiche unterteilt. Während der Brunnen 11.51 unterhalb des Tiefen Zwischenhorizontes im 2. Grundwasserleiter unten verfiltert ist, entnehmen die anderen Brunnen aus den darüber liegenden Sedimenten des 2. Grundwasserleiters oben. Im Bereich der Brunnen ist als weitere tonig-schluffig-feinsandig ausgeprägte Trennschicht der Obere Ton vorhanden.

Die Mächtigkeiten der pliozänen und pleistozänen Ablagerungen nehmen nach Osten ab. Dort werden die fluviatilen Sedimente durch den Stockstädter Kristallinaufstoß begrenzt.

Anlage 3 zeigt ebenfalls das Bohrprofil der Messstellengruppe 11.103 – 11.104, die sich nördlich des Vorhabenstandortes befindet. Der Tiefe Zwischenhorizont ist in diesem Bereich nicht mehr vorhanden, so dass die Messstelle 11.103 den 2. Grundwasserleiter und die Messstelle 11.104 den Hauptgrundwasserleiter erfasst.

3.2 Fördermengen der Grundwassergewinnung Zellhausener Wald

Der ZWO betreibt seit Anfang des Jahres 2016 die vier Brunnen 11.50, 11.51, 11.52 und 11.53 im Zellhausener Wald zur Trinkwasserversorgung. Die Gewinnung Zellhausen wurde erst 2013 für eine Fördermenge von bis zu 900.000 m³/a wasserrechtlich zugelassen. Der Bescheid beinhaltet eine in Aussicht gestellten Erhöhung auf 1,2 Mio. m³/a ab 2016, wobei ein erneutes wasserrechtliches Verfahren nicht erforderlich ist. In der hydrogeologischen Standortbeurteilung wird deshalb von einer Förderrate von 1,2 Mio. m³/a ausgegangen.

Im Jahr 2016 betrug die Fördermenge 670.000 m³, welche zu gleichen Anteilen aus den vier Brunnen entnommen wurden. Die Brunnen sind nicht kontinuierlich in Betrieb, sondern schalten bei Bedarf ein bzw. wieder aus. Nach Auskunft des ZWO ist die Jahresmenge kontinuierlich auf die Monate zu verteilen. Genauere Angaben zu den Betriebszeiten liegen nicht vor.

3.3 Grundwasserstände

In den 1970er Jahren sind die Grundwasserstände im Hauptgrundwasserleiter durch die Intensivierung der Grundwasserförderung regional deutlich abgesunken. Dieses Sinken wird witterungsbedingt Anfang der 1980er Jahre unterbrochen (siehe Abb. 1). Die Tiefststände des Grundwassers werden in weiten Teilen des Untersuchungsgebietes Anfang der 1990er Jahre erreicht. In der zweiten Hälfte der 1990er Jahre werden für das förderbedingte neue Niveau mittlere Grundwasserstände beobachtet. Im Jahr 2000 setzt eine Folge von Nassjahren ein, die zu einem signifikanten Grundwasseranstieg führt, der in 2003 seinen Höhepunkt findet. Die Grundwasserhochstände in 2003 sind die höchsten Grundwasserstände, die in den vergangenen 30 Jahren gemessen wurden. Die Winterniederschläge vor allem in 2004 waren gering, so dass die Grundwasserstände mangels Grundwasserneubildung nach dem Überschreiten des Höchststandes in 2003 bis zum Ende des Jahres 2004 rückläufig sind und sich seitdem unterschiedlich rasch wieder einem mittleren Niveau annähern. Seit 2014 sind die Grundwasserstände stark fallend, so dass im Frühjahr 2017 nahezu die Tiefststände des Grundwassers der 1990er Jahre erreicht werden.

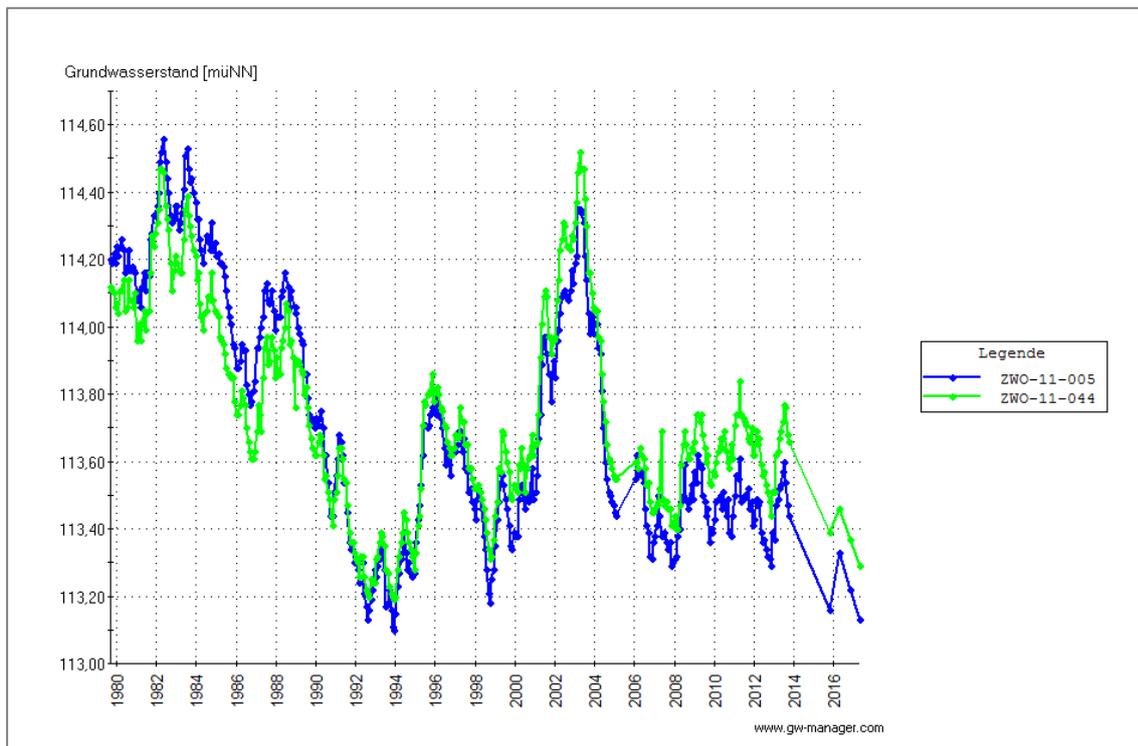


Abb. 1 Langjährige Grundwasserstandsganglinie

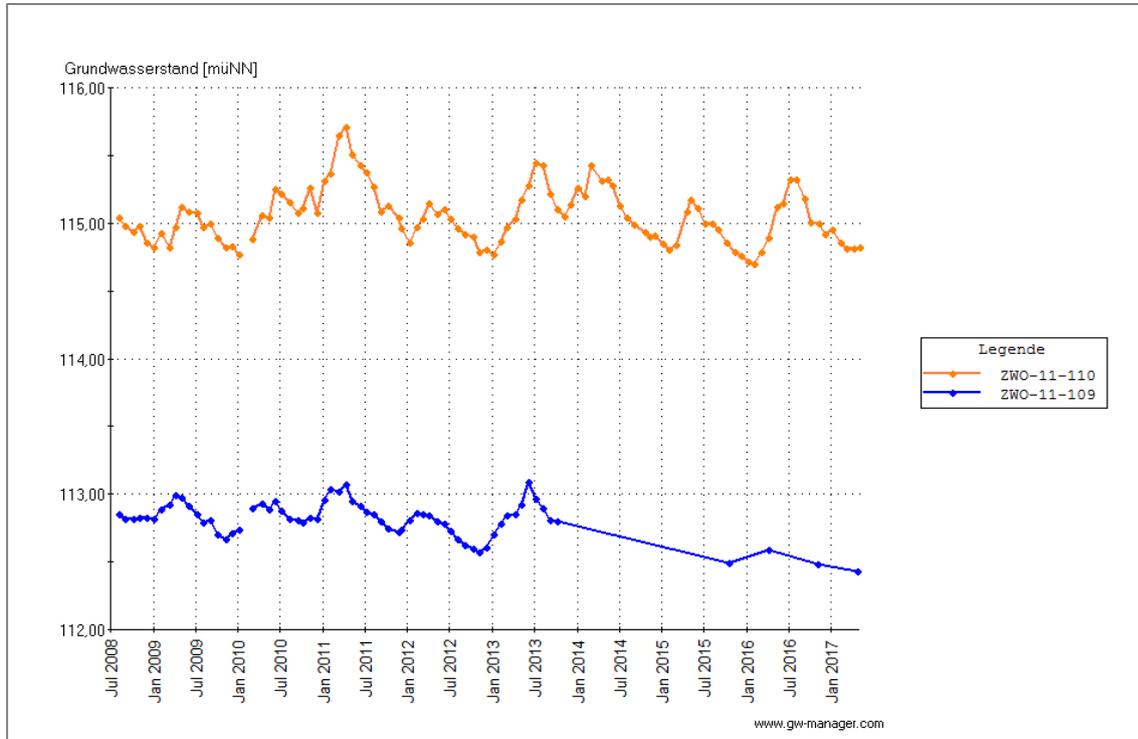


Abb. 2 Grundwasserstandsganglinie ZWO-11-110 (schwebend) und ZWO-11-109 (Hauptgrundwasserleiter)

Im Bereich der Gewinnung Zellhausen ist das Grundwasser im Hauptgrundwasserleiter unterhalb des Oberen Tons gespannt. Die Druckdifferenz zum schwebenden Grundwasserleiter beträgt an der Messstelle 11-109/11-110 im Nahbereich der Brunnen zwischen 2,0 und 2,5 m (siehe Abb. 2).

In Abb. 3 sind die Grundwasserstandsganglinien von drei Messstellen im Hauptgrundwasserleiter dargestellt. Die Messstellen im Nahbereich der Brunnen Zellhausen zeigen im Jahresverlauf eine witterungsbedingte Abnahme des Grundwasserstandes um ca. 0,1 m.

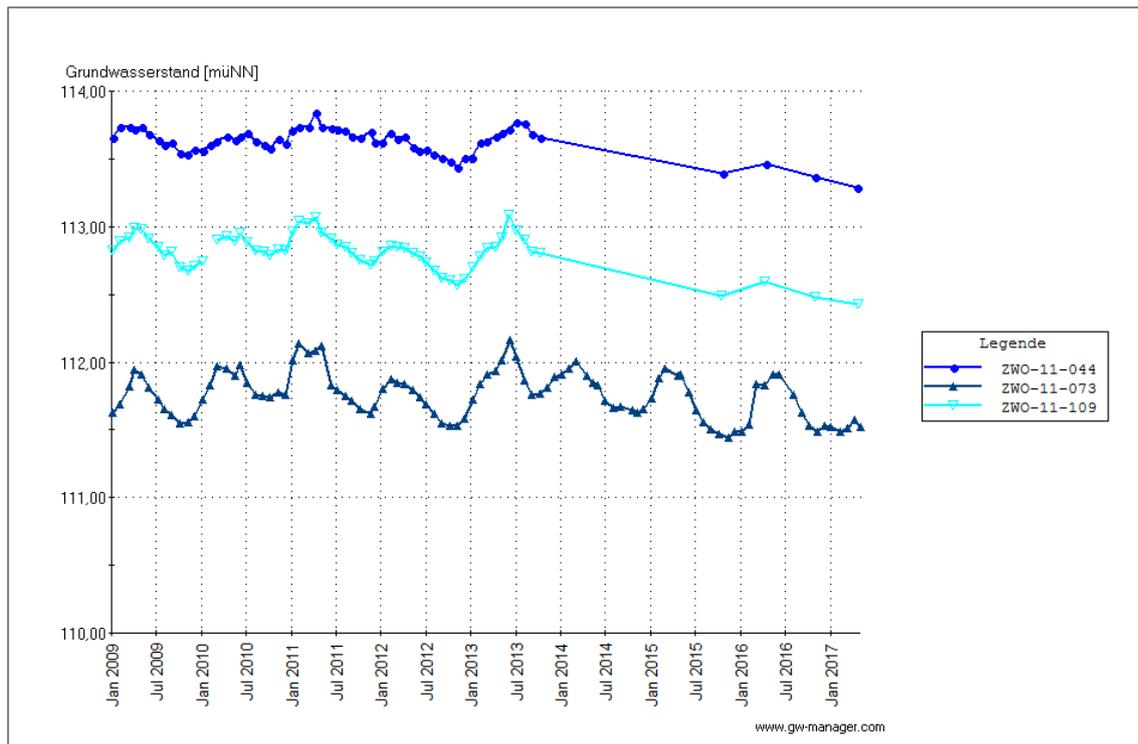


Abb. 3 Grundwasserstandsganglinien der Messstellen ZWO-11-044, ZWO-11-073 und ZWO-11-109 (Hauptgrundwasserleiter)

Das Grundwasser im 2. Grundwasserleiter unterhalb des Unteren Tons ist ebenfalls gespannt. So zeigt die ca. 500 m nördlich des Vorhabenstandortes gelegene Doppelmessstelle 11-103/11-104 eine Druckdifferenz vom 2. Grundwasserleiter zum Hauptgrundwasserleiter von ca. 0,60 m (siehe Abb. 4).

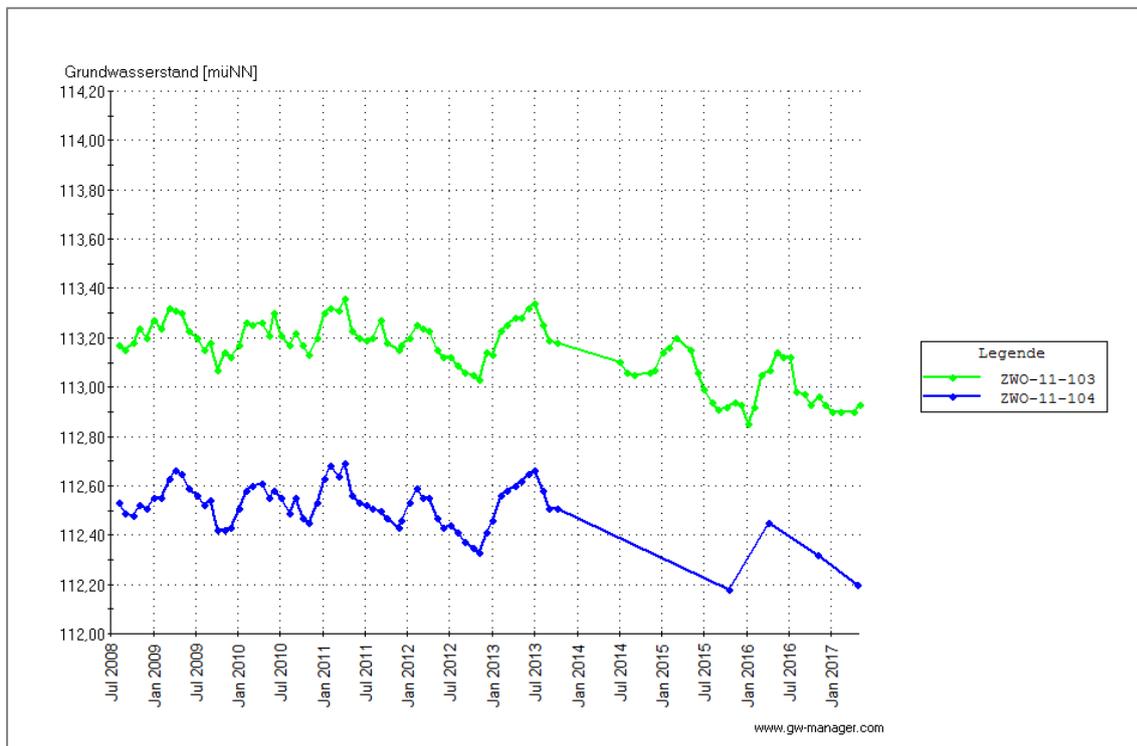


Abb. 4 Grundwasserstandsganglinien ZWO-11-104 (1. GWL) und ZWO-11-103 (2. GWL oben)

Abb. 5 zeigt die Grundwasserstandsganglinien von 4 Grundwassermessstellen, welche im Nahbereich der Brunnen Zellhausen im 2. Grundwasserleiter oben verfiltert sind. Im Jahr 2016 wurden die Brunnen Zellhausen in Betrieb genommen. Deutlich ist der Einfluss der Förderung aus den Brunnen Zellhausen zu erkennen. Je nach Messstelle betragen die Schwankungen der Grundwasserstände in Abhängigkeit der Brunnenförderung zwischen 0,8 und 3,7 m. Der Brunnenbetrieb ist hochgradig instationär und wirkt sich aufgrund des gespannten Grundwassers unmittelbar auf die Grundwasserstände im 2. Grundwasserleiter auch in der weiteren Umgebung aus. Die beobachteten Grundwasserstände schwanken erheblich in Abhängigkeit des jeweiligen Förderregimes zum Messzeitpunkt.

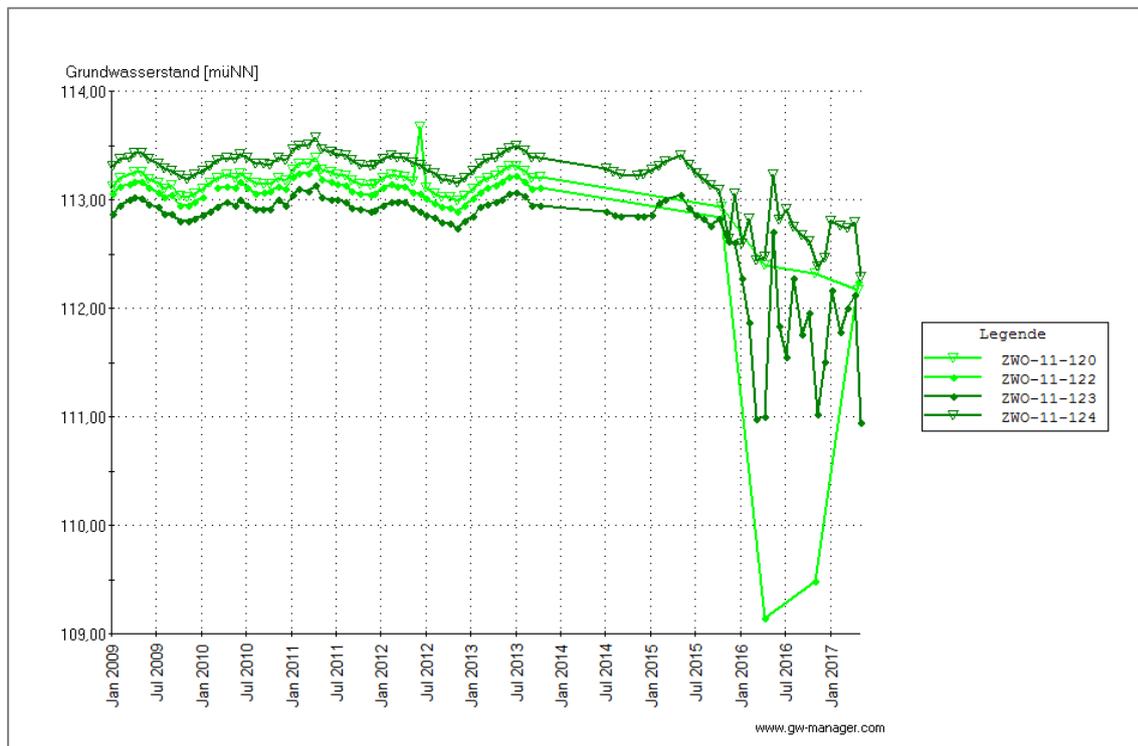


Abb. 5 Grundwasserstandsganglinien der Messstellen ZWO-11-120, ZWO-11-122, ZWO-11-123 und ZWO-11-124 (2. Grundwasserleiter oben)

Ein Vergleich der Grundwasserstände im Hauptgrundwasserleiter und im 2. Grundwasserleiter oben (siehe Abb. 3 und Abb. 5) im Nahbereich der Brunnen Zellhausen zeigt, dass vor Inbetriebnahme der Brunnen Zellhausen auch dort eine Druckdifferenz vom 2. Grundwasserleiter oben zum Hauptgrundwasserleiter von etwa 0,5 m aufgetreten ist. Infolge der Förderung aus dem 2. Grundwasserleiter wird diese Druckdifferenz im Nahbereich der Brunnen Zellhausen aufgehoben.

Das Grundwasser im 2. Grundwasserleiter unten ist ebenfalls gespannt, wobei die Druckdifferenz vom darüber liegenden 2. Grundwasserleiter oben zum 2. Grundwasserleiter unten im Bereich der Brunnen Zellhausen je nach Förderung zwischen ca. 1,85 m bis zu über 4,00 m beträgt und an der Grundwassermessstelle nördlich der Viehweide ca. 1,4 m beträgt (siehe Abb. 6). An der weiter nördlich gelegenen Doppelmessstelle ZWO-11-107/ ZWO-11-106 beträgt die Druckdifferenz etwa 1,4 m und ist deutlich weniger durch das Förderregime beeinflusst (siehe Abb. 7).

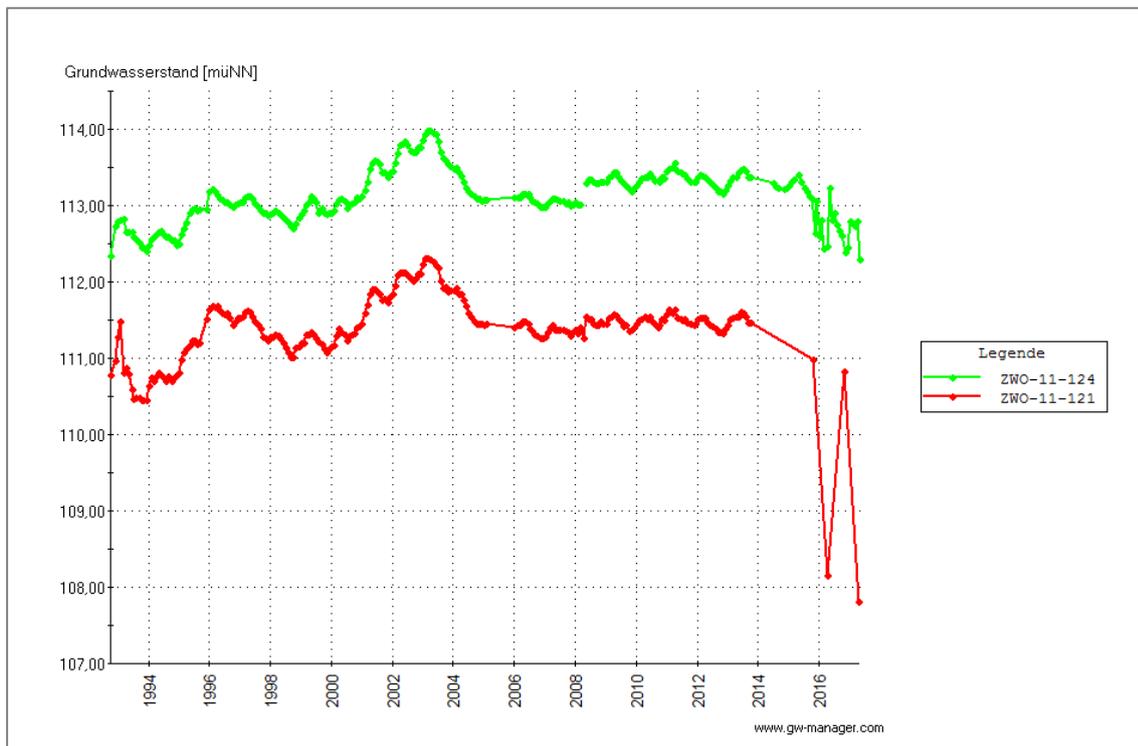


Abb. 6 Grundwasserstandsganglinien ZWO-11-124 (2. GWL oben) und ZWO-11-121 (2.GWL oben)

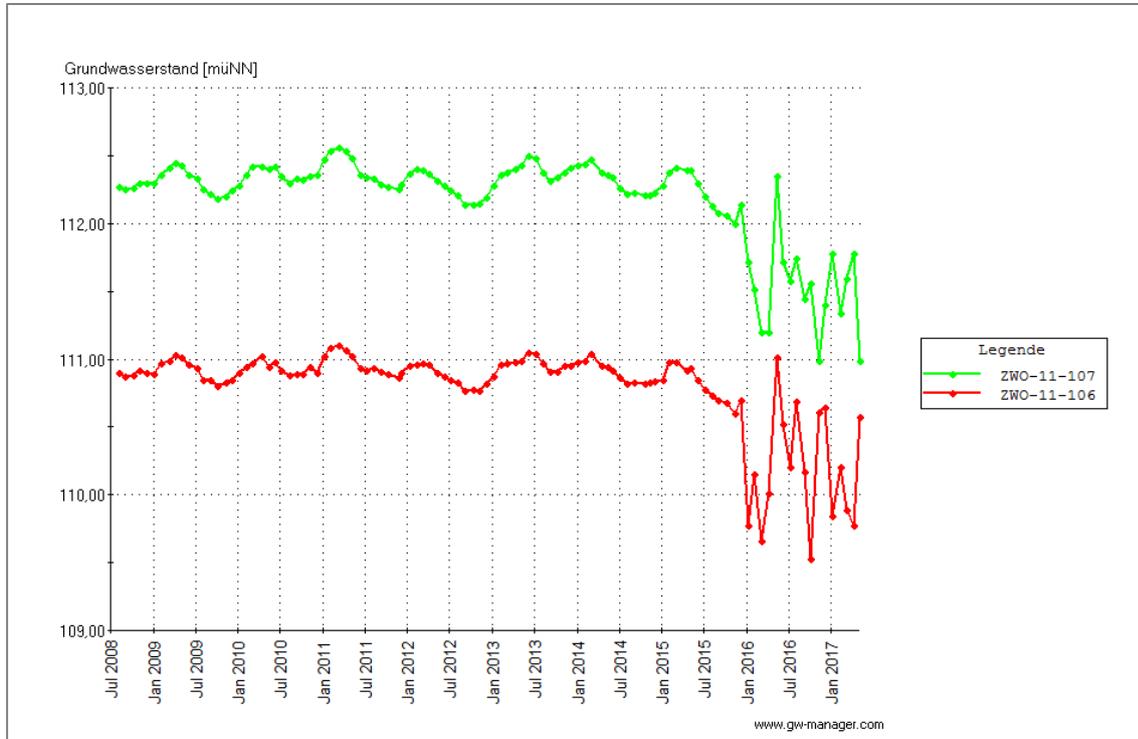


Abb. 7 Grundwasserstandsganglinien ZWO-11-107 (2. GWL oben) und ZWO-11-106 (2.GWL unten)

Im Herbst 1995 wurden an den vier Brunnen im Zellhäuser Wald Einzelpumpversuche durchgeführt. Die maximalen Förderraten sind mit der zugehörigen Absenkung in Tab. 1 zusammengefasst. Während der Brunnen 11.51 im 2. Grundwasserleiter unten verfiltert ist, fördern Brunnen 11.50, 11.52 und 11.53 aus dem 2. Grundwasserleiter oben.

Tab. 1 Förderrate und maximale Absenkung im Pumpversuch an den Einzelbrunnen

Brunnen	11.50	11.51	11.52	11.53
Förderrate [m³/h]	75	50	50	50
Absenkung [m]	12,3	35,3	14,4	11,35

Aufgrund der gespannten Verhältnisse im 2. Grundwasserleiter fand bei allen Brunnen der Wiederanstieg innerhalb weniger Minuten statt. Die gemessenen Absenkungen zeigen, dass die Brunnenwasserspiegel der vier Brunnen bei vergleichbaren Förderraten zum Teil sehr unterschiedlich sind.

Die Ergebnisse der Pumpversuche sind ausführlich in der „Auswertung der Pumpversuche an den Versuchsbrunnen 11.50, 11.51, 11.52 und 11.53 im Zellhausener Wald als Ergänzungen des Wasserrechtsantrags vom 30.12.1991“ (Bieske und Partner, Juni/Juli 1996) dargestellt.

Anlage 4 zeigt einen konstruierten Grundwassergleichenplan für den Hauptgrundwasserleiter im November 2016 sowie die zugehörigen Messwerte. Die Grundwasserströmung ist im Hauptgrundwasserleiter nach Nordosten zum Main hin gerichtet.

Wegen der geringen Messstellenanzahl ist die Konstruktion eines Grundwassergleichenplans für die tiefen Stockwerke nicht sinnvoll möglich. Die wenigen Messstellen im 2. Grundwasserleiter oben zeigen eine nach Nordosten zum Main hin gerichtete Grundwasserströmung.

4 Grundwassermodellrechnungen

4.1 Vergleich von Beobachtungsdaten mit berechneten Modellergebnissen

Zur Überprüfung der bisherigen Einschätzung zu den hydrogeologischen Verhältnissen im Untersuchungsgebiet und zum Vergleich der Beobachtungsdaten mit den Berechnungsergebnissen des Grundwassermodells wurden zunächst die Grundwasserstände ausgewählter Messstellen bei den aktuellen Fördermengen stockwerksbezogen ausgewertet. Es wurden stationäre Grundwassermodellrechnungen für mittlere klimatische Verhältnisse mit den Förderraten der Brunnen Zellhausen aus dem Jahr 2016 durchgeführt. Für die benachbarten Brunnen der Wasserwerke Lange Schneise und Seligenstadt wurden ebenfalls die tatsächlichen Jahresentnahmen von 2016 in den Modellrechnungen zugrunde gelegt. Alle übrigen weiter entfernt liegenden Entnahmen im Modellgebiet entsprechen den Fördermengen von 1997 (Kalibrierzeitpunkt).

Anlage 5 zeigt die berechneten Grundwassergleichen und Messwerte für November 2016 im Hauptgrundwasserleiter. Die Grundwasserströmung ist nach Nordwesten gerichtet. Im Nahbereich der Brunnen Lange Schneise Süd des ZWO ist eine Absenkung der Grundwasserstände infolge des Förderbetriebs zu erkennen. Insgesamt ergibt sich eine gute Übereinstimmung der berechneten Grundwassergleichen mit den Messwerten von November 2016.

In **Anlage 6** sind die berechneten Grundwassergleichen und Messwerte für November 2016 im 2. Grundwasserleiter oben dargestellt. Auch hier ist die großräumige Grundwasserströmung nach Nordwesten zum Main hin gerichtet. Im Nahbereich der Brunnen Zellhausen ist die berechnete Absenkung der Grundwasserstände infolge der Förderung zu erkennen. Die Messwerte der Grundwasserstände im 2. Grundwasserleiter oben sind lediglich zu Orientierung in Klammern dargestellt. Aufgrund des hochgradig instationären Brunnenbetriebs treten im gespannten 2. Grundwasserleiter in Abhängigkeit der Förderung erhebliche Schwankungen der Grundwasserstände auf, deren tatsächliche Breite durch die Beobachtungsdaten nicht erfasst wird (vgl. Kapitel 3.3). Hierdurch sind die zu verschiedenen Zeitpunkten innerhalb einer Zeitspanne von wenigen Tagen erfassten Grundwasserstände ohne genaue Kenntnis über die tatsächliche Brunnenförderung zum Messzeitpunkt nur eingeschränkt geeignet die Modellgüte zu überprüfen. Unter Berücksichtigung der Pumpversuchsergebnisse (vgl. Kapitel 3.3) stimmt die beobachtete Schwankungsbreite der Brunnenwasserspiegel und Grundwasserstände mit den Berechnungsergebnissen überein.

4.2 Einzugsgebiete und Fließzeiten

Zur Überprüfung der Kriterien für die Bemessung der einzelnen Zonen eines Wasserschutzgebietes nach DVGW Arbeitsblatt W101 wurden als Grundlage Grundwassermodellrechnungen zum Einzugsgebiet der Brunnen Zellhausen durchgeführt. Hierbei wurde für die Brunnen Zellhausen die in Aussicht gestellte Entnahmemenge von 1,2 Mio. m³/a zugrunde gelegt. Für die Brunnen Lange Schneise und Seligenstadt des ZWO wurde ebenfalls die wasserrechtlich ge-

nehmige Entnahmemenge von 7,67 Mio. m³/a bzw. 1,04 Mio. m³/a angesetzt. **Anlage 7** zeigt das so berechnete Einzugsgebiet der Brunnen Zellhausen im 2. Grundwasserleiter oben, d.h. unterhalb des Unteren Tons. Die Anströmung der Brunnen erfolgt aus südwestlicher Richtung. Das Gelände der Firma Höfling befindet sich am Rande des Einzugsgebietes in einer Entfernung von ca. 1,1 km westlich des nächstgelegenen Brunnens 11.50.

Bei einer Entnahme der Brunnen Zellhausen von 0,9 (Mio. m³/a entsprechend der wasserrechtlich zugelassenen Entnahmemenge) befindet sich das Gelände der Fa. Höfling nicht mehr im Einzugsgebiet der Trinkwasserbrunnen im 2. Grundwasserleiter oben.

In **Anlage 8** ist entsprechend die Grundwasserströmung im Hauptgrundwasserleiter dargestellt. Es ist gut zu erkennen, dass der Grundwasserabstrom vom Bereich des geplanten Standortes nach Nordwesten gerichtet ist und einer Entfernung von mehr als 1 km an den Brunnen Zellhausen vorbei strömt. Die unterschiedlichen Fließrichtungen im Hauptgrundwasserleiter und im 2. Grundwasserleiter oben entstehen aufgrund der Förderung im 2. Grundwasserleiter in Verbindung mit der hydraulischen Trennwirkung des Unteren Tons.

Zur Berechnung der Verweildauer im Grundwasser wurde für die vier Brunnen Zellhausen die 50-Tage-Linie berechnet, welche in **Anlage 9** dargestellt ist. Aufgrund der Brunnenverfilterung wurden die Fließzeiten im 2. Grundwasserleiter ermittelt. Die Entfernung der 50-Tage-Linie zu den Brunnen beträgt zwischen 50 und 100 m.

4.3 Druckdifferenzen zwischen den Grundwasserleitern

Die Messwerte der nördlich des geplanten Standortes gelegenen Doppelmessstelle ZWO-11-103/ZWO-11-104 zeigen im gesamten Messzeitraum eine stabile Druckdifferenz vom 2. Grundwasserleiter oben zum Hauptgrundwasserleiter von etwa 0,6 m an (siehe Abb. 4). Auch die Grundwassermodellrechnungen ergeben für verschiedene Förderszenarien der Brunnen Zellhausen eine stabile Richtung der Druckdifferenz im Bereich dieser Messstelle. Da diesbezügliche Messdaten am Standort der ehemaligen Sandgrube Höfling fehlen, werden die berechneten Druckdifferenzen bezogen auf diese Beobachtungsdaten auf den Sandgrubenstandort übertragen. Am nördlichen Rand des geplanten Standortes ist die Druckdifferenz nach den Grundwassermodellrechnungen um 0,3 m geringer als an der Doppelmessstelle ZWO-11-103/ZWO-11-104, so dass hier unter Berücksichtigung einer Entnahme der Brunnen Zellhausen von 1,2 Mio. m³/a von Druckdifferenzen vom 2. Grundwasserleiter oben zum Hauptgrundwasserleiter von etwa 0,3 m auszugehen ist. Im südlichen Bereich des Geländes ist bei Betrieb der Sanierungsbrunnen VDO mit Druckdifferenzen von etwa 0,10 m zu rechnen. Anlage 9 zeigt in welchem Bereich unter Berücksichtigung einer Entnahme von 1,2 Mio. m³/a der Brunnen Zellhausen sowie bei Betrieb der Sanierungsbrunnen VDO eine vom 2. Grundwasserleiter oben zum Hauptgrundwasserleiter hin gerichteten Druckdifferenz vorherrscht. Unmittelbar nördlich der Brunnen Lange Schneise Ost fehlen Trennschichten und die Druckdifferenzen zwischen den Grundwasserleitern werden dort aufgehoben (vgl. Anlage 2).

Bei Einstellung der Förderung aus den Sanierungsbrunnen VDO nehmen die Druckdifferenzen vom 2. Grundwasserleiter oben zum Hauptgrundwasserleiter im südlichen Bereich des Vorhabenstandortes um bis zu ca. 0,10 m ab. Dagegen sind die Druckdifferenzen unter Berücksichtigung der tatsächlichen Fördermengen der Brunnen Zellhausen um bis zu 0,15 m höher.

Demzufolge herrscht auch bei unterschiedlichen Förderbedingungen und Bewirtschaftungsverhältnissen im nördlichen Bereich des Vorhabenstandortes eine vom 2. Grundwasserleiter zum Hauptgrundwasserleiter hin gerichtete Druckdifferenz vor. Hierdurch wird ein Eintrag von Stoffen, die vom Standort bis an die Basis des Hauptgrundwasserleiters vertikal absickern, in den zur Trinkwasserversorgung von den Brunnen Zellhausen genutzten 2. Grundwasserleiter verhindert.

5 Hydrogeologische Standortbeurteilung

Der Grundwasserkörper im Untersuchungsgebiet ist in mehrere Grundwasserleiter geteilt, die nochmals durch geringdurchlässige Trennschichten in Stockwerke untergliedert werden. Die Brunnen der Gewinnung sind im unteren, zweiten Grundwasserleiter verfiltert. Im Bereich von der Gewinnung Zellhausen und dem geplanten Recyclingzentrum sind oberhalb des zweiten Grundwasserleiters zwei flächenhaft verbreitete geringdurchlässige Trennschichten (Oberer und Unterer Ton) nachgewiesen. Im Bereich der Brunne Zellhausen ist zusätzlich oberhalb des Oberen Tons, dessen Oberkante ca. 20 muGOK liegt, bereichsweise ein schwebender Grundwasserleiter ausgebildet, der am Vorhabenstandort nicht nachgewiesen ist.

Die Gewinnung Zellhausen besitzt ein Wasserrecht von 900.000 m³/a mit einer Möglichkeit einer Erhöhung auf 1,2 Mio. m³/a bei nachgewiesenem Bedarf. Ein Wasserschutzgebiet wurde für die Gewinnung bisher nicht ausgewiesen. Der Vorhabenstandort liegt in einer Entfernung von mindestens 1,1 km zu den Brunnen der Gewinnung Zellhausen. Die Brunnen Zellhausen fördern im 2. Grundwasserleiter unterhalb des Unteren Tons. Bei einer Förderung von 1,2 Mio. m³/a liegt die südliche Teilfläche des Vorhabenstandorts im Einzugsgebiet der Brunnen Zellhausen im 2. Grundwasserleiter. Im darüber liegenden Hauptgrundwasserleiter strömt das Grundwasser unterhalb des Vorhabenstandorts in Richtung Main ab.

DVGW Arbeitsblatt W 101 ‚Richtlinien für Trinkwasserschutzgebiete‘ ordnet dem Errichten, Erweitern und Betreiben von Anlagen zur Behandlung, Lagerung und Ablagerung von Abfällen, Reststoffen und bergmännischen Rückständen in Einzugsgebieten von Grundwasserfassungen ein sehr hohes Gefährdungspotenzial zu.

Für die Prüfung des Vorhabenstandortes ist es von wesentlicher Bedeutung, ob der Vorhabenstandort im Einzugsgebiet der Brunnen Zellhausen liegt und wenn ja in welcher Entfernung eines noch auszuweisenden Wasserschutzgebietes der Brunnen Zellhausen der Vorhabenstandort sich befindet. Das Trinkwasserschutzgebiet umfasst nach DVGW W 101 in der Regel das gesamte unterirdische Einzugsgebiet einer Wassergewinnungsanlage, dabei nimmt die Gefährdung des zu fördernden Grundwassers bei zunehmender Verweilzeit ab.

Die Zone II (engere Schutzzone) muss von der Fassungsanlage mindestens bis zu der Linie reichen, von der aus das genutzte Grundwasser eine Fließzeit von 50 Tagen benötigt. In Grundwassermodellrechnungen wurde die maximale Entfernung der 50-Tage-Linie zu den Brunnen bei einer Förderung von 1,2 Mio. m³/a zu 100 m bestimmt. Dies entspricht dem Mindestabstandes von 100 m zur Fassung nach DVGW W 101. Demnach liegt der Vorhabenstandort in jedem Fall außerhalb der Zone II des Wasserschutzgebietes der Brunnen Zellhausen. Die 50-Tage-Linie (Zone II) des am nächsten gelegenen Brunnen 11.50 befindet sich in einer Entfernung von mindestens 1 km zum Vorhabenstandort (siehe Anlage 9).

Die Zone III (weitere Schutzzone) reicht nach DVGW W101 in der Regel bis zur Grenze des unterirdischen Einzugsgebietes der Wassergewinnungsanlage. Bei der Abgrenzung der Schutzgebietszone III in Bezug sind mehrere hydrogeologische Sachverhalte zu berücksichtigen. Nach DVGW W 101 muss bei komplizierter Stockwerksgliederung die Schutzgebietsab-

grenzung der hydrogeologischen Struktur angepasst werden, um die Schutzziele der Zone II und III zu erreichen.

Nach DVGW W 101 wird die Grundwasserüberdeckung als günstig eingestuft, wenn der Grundwasserleiter, aus dem gefördert wird, von einer mindestens 5 m mächtigen gering durchlässigen Schichten (k_f -Wert $< 10^{-6}$ m/s) mit geschlossener Verbreitung überdeckt wird. Bei der modellgestützten Auswertung von Pumpversuchen in den Brunnen Zellhausen sowie den stationären Grundwassermodellrechnungen bei Betrieb der Brunnen Zellhausen für das Jahr 2016 ergab sich eine gute Übereinstimmung bei einem k_f -Wert des Unteren Tons von $1 \cdot 10^{-8}$ m/s. Die Mächtigkeit des Unteren Tons liegt nach den vorliegenden Aufschlüssen zwischen 2 und 6 m. Die Existenz der beobachteten Druckdifferenzen setzt eine flächenhafte Verbreitung der gering durchlässigen Schicht voraus. Im Bereich des Vorhabenstandortes und der Brunnen Zellhausen ist zusätzlich der Obere Ton vorhanden, dessen Oberkante ca. 20 muGOK liegt. Der Obere Ton wurde nach den vorliegenden Daten am Vorhabenstandort durch Sandabbau nicht durchörtert.

Im Hauptgrundwasserleiter unterhalb des Oberen Tons ist die Grundwasserströmung nach Nordwesten gerichtet (siehe Anlage 8) und die Brunnen Zellhausen liegen in einer Entfernung von mindestens 1 km zum Abstrombereich des Vorhabenstandortes. Im zweiten Grundwasserleiter liegt der Vorhabenstandort nur bei einer dauerhaften Förderung von 1,2 Mio. m^3/a am Rande des Einzugsgebiets. Die Förderung von 1,2 Mio. m^3/a entspricht der möglicherweise zukünftig maximal wasserrechtlich zulässigen Grundwasserentnahme. Bei geringerer Entnahme fällt die Vorhabenfläche aus dem Einzugsgebiet der Brunnen Zellhausen im zweiten Grundwasserleiter heraus.

Im Zusammenhang mit der flächenhaften Verbreitung des Unteren Tons werden primär förderbedingt Druckhöhen im Hauptgrundwasserleiter und im zweiten Grundwasserleiter beobachtet, die in Teilen des Untersuchungsgebietes zu einer Zuströmung aus dem zweiten Grundwasserleiters in den darüber liegenden Hauptgrundwasserleiter führen. In diesem Bereich der nach oben gerichteten Druckgradienten liegt nach den Modellrechnungen auch der Vorhabenstandort. Hierdurch ist in diesem Bereich ein Stofftransport vom Hauptgrundwasserleiter in den zweiten Grundwasserleiter ausgeschlossen.

Aufgrund der beiden flächenhaft verbreiteten Trennschichten (Oberer und Unterer Ton) sowie der geohydraulischen Verhältnisse im Bereich des Vorhabenstandortes und der Brunnen Zellhausen existiert kein Fließweg des Grundwassers zwischen dem Vorhabenstandort und den Brunnen Zellhausen. Zur Absicherung dieser Strömungsverhältnisse können nach DVGW W 101 gezielt Auflagen, wie z.B. das Verbot sehr tiefer Eingriffe, bei der abstandsabhängigen Schutzgebietsgliederung festgesetzt werden.

Brandt Gerdes Sitzmann
Umweltplanung GmbH

Darmstadt, den 14.08.2017


Dr.-Ing. M. Kämpf


Dipl.-Ing. M. Kapp

Literatur

- Brandt Gerdes Sitzmann GmbH (1992): Rekultivierungsplan für die ehemalige Sand- und Kiesgrube der Fa. Höfling in Mainhausen-Zellhausen, Allgemeiner Ingenieurtechnischer Teil, Darmstadt
- DVGW Arbeitsblatt W 101 (2006): Richtlinien für Trinkwasserschutzgebiete, Teil 1: Schutzgebiete für Grundwasser, Technische Regel, Bonn.
- Institut für angewandte Vegetationskunde und Landschaftsökologie (1992): Rekultivierung der ehemaligen Sand- und Kiesgrube Fa. Höfling (Mainhausen-Zellhausen). Rekultivierungsteil, Darmstadt.