

**Hessen Mobil – Straßen- und Verkehrsmanagement**

**Straße/Abschnittsnummer/Station:**

K 904 zw. NK 5820 019 u. NK 5720 066 Stat. 0,000 - 0,655  
K 862 zw. NK 5820 044 u. NK 5820 019 Stat. 0,887 - 0,986  
und zw. NK 5820 019 u. NK 5820 064 Stat. 0,000 - 0,035

HESSEN



**K 904**

**Bahnübergangsbeseitigung in Gelnhausen/Hailer-Meerholz**

Hessen – ID: 25434

# FESTSTELLUNGSENTWURF

## -Teil D- Nachweise

**Unterlage 21: Sonstige Unterlagen**

## GUTACHTEN

Titel: **Hydrogeologische Risikoanalyse  
zu den quantitativen und qualitativen  
Auswirkungen verschiedener  
Bauvarianten der K 904 zur Querung  
der Bahnstrecke Frankfurt – Kassel  
(Bahnkilometer 40,908) bei Gelnhausen**

Datum: 27.03.2018

---

Auftraggeber: Main-Kinzig-Kreis  
Auftrag vom: 18.01.2017  
Ansprechpartner: Herr Krah

---

Auftragnehmer: ahu AG Wasser · Boden · Geomatik, Aachen  
Projektbearbeitung: Herr Dr. M. Denneborg (Projektleitung)  
Herr Dipl.-Geol. F. Müller (Qualitätssicherung)

Aktenzeichen: HEMOG / 16359  
Ausfertigung Nr.: PDF

---

An der Durchführung des Projekts waren weiterhin beteiligt:

Adelheid Siebigs (Textkorrektur, -layout)

## INHALT

1	ANLASS UND AUFGABENBESCHREIBUNG	1
1.1	Anlass	1
1.2	Aufgabenstellung	1
1.3	Vorgehen	1
1.4	Vorliegende Unterlagen und mündliche Besprechungen	1
2	UNTERSUCHUNGSGEBIET	3
2.1	Hydrogeologisches System im Ist-Zustand	3
2.2	Hydrogeologischer Aufbau	4
2.2.1	Ergebnisse der Baugrunduntersuchungen	4
2.2.2	Neuere Ergebnisse	4
3	BESCHREIBUNG DER VARIANTEN	10
3.1	Straßenüberführung („kleines Omega“)	10
3.1.1	Beschreibung der Baumaßnahme	10
3.1.2	Eingriffe in den Boden und in das Grundwasser während der Bauphase	11
3.1.3	Eingriffe in den Boden und in das Grundwasser nach der Bauphase	12
3.2	Eisenbahnüberführung (z. B. „direkte Straßenführung“)	12
3.2.1	Beschreibung Baumaßnahme	12
3.2.2	Eingriffe in den Boden und in das Grundwasser während der Bauphase	14
3.2.3	Eingriffe in den Boden und in das Grundwasser während der Bestandsphase	14
4	VERGLEICH UND BEWERTUNG DER AUSWIRKUNGEN AUF DAS GRUNDWASSERFLIEßSYSTEM DER OBERIRDISCHEN UND UNTERIRDISCHEN VARIANTE DES QUERUNGSBAUWERKS	15
4.1	Bauphase	15
4.2	Betriebsphase	15
4.3	Allgemeine Grundwasserrisiken	15
5	HINWEISE FÜR DIE BAUAUSFÜHRUNG ZUR MINIMIERUNG DER AUSWIRKUNGEN	16
6	MONITORING	16

**ABBILDUNGEN:**

Abb. 1:	Übersichtsplan (Quelle: <a href="http://gruschu.hessen.de">http://gruschu.hessen.de</a> )	3
Abb. 2:	Lage der neu errichteten Grundwassermessstellen GF1 und GF2 (flach, quartärer Grundwasserleiter) und GT1 (tief)	5
Abb. 3:	Quartärer Grundwasserleiter zwischen 7 und 8 m	5
Abb. 4:	Geologisches Standardprofil im Bereich der Querung der BAB 66 / Bahnstrecke (aus: Trischler & Partner 1997) und Informationen über die Brunnen mit Tiefe, Ausbau und durchschnittlicher Förderung (Angaben: ahu AG)	6
Abb. 5:	Zersetzter Sandstein bei 17 m (links) und kompakter Sandstein zwischen 17 m und 18 m (rechts)	7
Abb. 6:	Abschätzung der Grundwasserfließverhältnisse in der Schutzzone III im quartären Grundwasserleiter der WG Hailerer Aue bei mittlerer Förderung und bei hoher Förderung	9
Abb. 7:	Straßenüberführung „kleines Omega“	11
Abb. 8:	Lage des unterirdischen Querungsbauwerks (Quelle: Hessen mobil, farbige Heraushebungen ahu AG)	12
Abb. 9:	Schematischer Nord-Süd- Schnitt (Quelle: Hessen mobil, farbige Heraushebungen ahu AG)	13

**DOKUMENTATION:**

- Dok. 1: Einmessung der Grundwassermessstellen
- Dok. 2: Bohr- und Ausbauprofile der Grundwassermessstellen GF1, GT1 und GF2 und Ergebnisse des Pumpversuchs in der GT1

## **1 ANLASS UND AUFGABENBESCHREIBUNG**

### **1.1 Anlass**

An der DB-Neubaustrecke Hanau – Würzburg/Fulda quert die K 904 bei Bahnkilometer 40,908 westlich von Gelnhausen die Bahnstrecke. Im Zuge des Ausbaus der Bahnstrecke muss dieser höhengleiche Bahnübergang beseitigt und entweder oberirdisch oder unterirdisch geführt werden. Diese geplante Baumaßnahme liegt in der Schutzzone III des Wasserschutzgebietes Hailerer Aue der Stadtwerke Gelnhausen GmbH (WSG-ID 435-049). Die Festsetzung des Wasserschutzgebietes erfolgte am 15.09.2004.

### **1.2 Aufgabenstellung**

Für die Querung der Bahnstrecke werden seit Längerem verschiedene oberirdische und unterirdische Varianten diskutiert (Hetterich Ingenieure Juli 1998). Im vorliegenden Gutachten sollen die grundsätzlich diskutierten Varianten hinsichtlich ihrer qualitativen und quantitativen Auswirkungen während der Bau- und Betriebsphase auf das Grundwasser und die Wassergewinnung (WG) Hailerer Aue beschrieben und bewertet werden.

Die beiden zu bewertenden Varianten sind:

- 1) Straßenüberführung („kleines Omega“), Brückenbauwerk
- 2) Eisenbahnüberführung (Variante VU2 „direkte Straßenführung“), Trogbauwerk

### **1.3 Vorgehen**

Zur Abschätzung der Auswirkungen der Baumaßnahme auf das Grundwasser und die WG Hailerer Aue werden anhand der verfügbaren Unterlagen folgende Wirkungszusammenhänge beschrieben und bewertet:

- hydrogeologisches System im Ist-Zustand;
- Eingriff durch die Varianten der Querung;
- Vergleich der Auswirkungen der Varianten auf das hydrogeologische System

### **1.4 Vorliegende Unterlagen und mündliche Besprechungen**

Die Beschreibungen und Bewertungen erfolgen anhand der vorliegenden Unterlagen und Besprechungen.

- HLFB (1979): Gutachten zur Festsetzung des Wasserschutzgebietes für die Brunnen I bis VI des Wasserwerks Hailer der Kreiswerke Gelnhausen GmbH,
- Trischler & Partner (1997): Hydrogeologische und geotechnische Erkundung zum Neubau des Widerlagers der BAB 66, Teil 1 WG Hailerer Aue,
- Hetterich Ingenieure: Zusammenfassung der UVS Stufe II (Juli 1998),
- Gutachten EHK4/04/2, Gründung einer Brücke (Baustoff- und Bodenprüfstelle Wetzlar vom 16.02.2004),
- Stellungnahme des RP Darmstadt, Dezernat III 33.1 (Herr Kisch) vom 18.09.2006,
- Stellungnahme HLUg Oktober 2006 (Herr Dr. Kämmerer),
- Stellungnahme des Main-Kinzig-Kreises vom 15.12.2006,
- Stellungnahme des RP Darmstadt, Dezernat III 33.1 (Herr Seidl) vom 20.12.2006,
- Gespräch Herr Dr. Denneborg mit Herrn Dr. Kämmerer, HLNUG über das vom HNLUG erstellte Schutzzonengutachten und verfügbare Datenunterlagen (Telefonat 16.12.2016),
- regionale Kenntnisse der ahu AG,
- Besprechung beim Auftraggeber am 13.12.2016,
- Erläuterung zu den Baumaßnahmen (Hessen mobil vom 31.08.2017),
- Ergebnisse aus dem laufenden Pumpversuch am Brunnen 1 und 6 (ahu AG 2017, in Vorbereitung),
- Auswertung der Bohrerergebnisse und Kurzzeitpumpversuche aus drei neu errichteten Grundwassermessstellen im Januar 2018 (Dok. 1).

## 2 UNTERSUCHUNGSGEBIET

Das Untersuchungsgebiet ist in der Abb. 1 dargestellt. Es zeigt flächig angelegt die Schutzzone II (blau) und Schutzzone III (gelb) der WG Hailerer Aue. Die Brunnen (rote Dreiecke) liegen alle südlich der Bahnstrecke. Die Schutzzone der WG Hailerer Aue grenzt im Norden an das Schutzgebiet der WG Roth (Brunnen Roth), die ebenfalls von der Stadtwerke (SW) Gelnhausen GmbH betrieben wird.

Die Querung der K 904 liegt ca. 1,7 km westlich der Brunnen am westlichen Rand der Schutzzone III (rotes Quadrat).

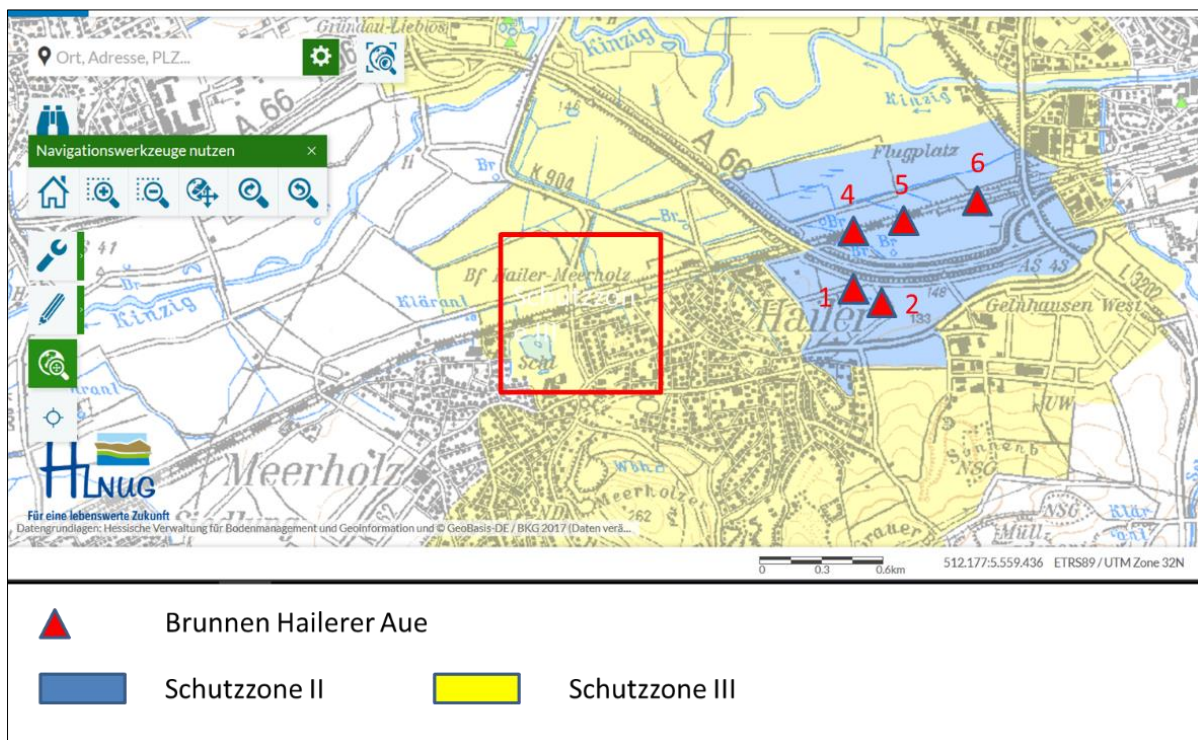


Abb. 1: Übersichtsplan (Quelle: <http://gruschu.hessen.de>)

### 2.1 Hydrogeologisches System im Ist-Zustand

Langjährige Grundwasserstandsganglinien sind im Wesentlichen nur in der Schutzzone II vorhanden. Im Bereich der Querung der K 904 wurden deshalb im Januar 2018 drei Grundwassermessstellen errichtet. Ein flächendeckender Grundwassergleichenplan des Einzugsgebietes der WG Hailerer Aue lässt sich mit dem vorhandenen Messstellennetz nicht darstellen. Die Abgrenzung der Schutzzone durch das HLUg am 15.09.2004 erfolgte u. a. auf Grundlage des Gutachtens des HLFb aus dem Jahr 1979 und berücksichtigt v. a. Kriterien wie Ausdehnung des verkarsteten Grundwasserleiters, ausreichend großes Gebiet



für die Grundwasserneubildung und Gefährdungspotentiale für das Grundwasser. Die im Norden verlaufende Kinzig ist die Nordgrenze des Einzugsgebietes, weil sie der regionale Vorfluter für das Grundwasserfließsystem ist. Die sich hier anschließende Schutzzone gehört zur Wassergewinnung Brunnen Roth (ebenfalls SW Gelnhausen).

Die Beschreibungen des hydrogeologischen Systems beruhen auf den regionalen Kenntnissen der ahu AG als langjähriger Gutachter der SW Gelnhausen, dem Gründungsgutachten der Baustoff- und Bodenprüfstelle Wetzlar vom 16.02.2004 und den Untersuchungen im Zusammenhang mit der Errichtung des 4. Gleises und dem geplanten Neubau der Widerlager an der BAB 66 (Trischler & Partner 1997) sowie den Ergebnissen aus dem Pumpversuch am Brunnen 1 (ahu AG 2017) und den drei neu errichteten Grundwassermessstellen (Dok. 1).

## 2.2 Hydrogeologischer Aufbau

### 2.2.1 Ergebnisse der Baugrunduntersuchungen

Im Bereich der geplanten Querung liegen detaillierte Informationen über den geologischen Aufbau bis in eine Tiefe von ca. 111 m+NN vor. Die Geländeoberkante liegt bei ca. 125 m+NN. Grundlage sind die drei Rammsondierungen (gemäß DIN 4094 DPM) der Baustoff- und Bodenprüfstelle Wetzlar vom 16.02.2004 mit Tiefen zwischen 12 und 14,5 m.

Danach stellt sich der Untergrundaufbau wie folgt dar:

- Auenlehme, Auffüllungen bis 4,4 m u. GOK
- Flusssande und Kiese bis 8,9 m u. GOK
- zersetzter Sandstein ab 8,9 m u. GOK (wahrscheinlich tertiäre Sande (s. Abb. 4, Abb. 5))

Aufgrund der hydrochemischen Analysen wurde festgestellt, dass das Wasser nicht betonangreifend ist (Baustoff- und Bodenprüfstelle Wetzlar vom 16.02.2004).

### 2.2.2 Neuere Ergebnisse

Im Januar 2018 wurden drei Messstellen im Unterflurausbau und im Durchmesser DN80 errichtet (Abb. 2). Die Bohr- und Ausbauprofile sind in Dokumentation 2 enthalten. Tiefe und Ausbau der Messstellen sind:

GF1: 5,2 m, Verfilterung 2,0 bis 5,2 m,  
GF2: 5,2 m, Verfilterung 1,7 bis 5,2 m,  
GT1: 18,2 m, Verfilterung 14,2 bis 18,2 m.



Abb. 2: Lage der neu errichteten Grundwassermessstellen GF1 und GF2 (flach, quartärer Grundwasserleiter) und GT1 (tief)



Abb. 3: Quartärer Grundwasserleiter zwischen 7 und 8 m

### Quartärer Grundwasserleiter

Die Messstellen GF1 und GF2 wurden als „flache“ Messstellen im quartären Grundwasserleiter ausgebaut. Dieser besteht aus Grobsanden und aus bis zu mehrere Zentimeter großen, gerundeten Quarzkieseln. Die Tiefe beträgt jeweils 5,2 m. An der Messstelle GF2 ist der quartäre Grundwasserleiter (Mächtigkeit 2,5 m) durch eine 0,9 m mächtige, sandig-tonige Zwischenschicht geteilt. Beim Klarpumpen der Messstelle sank der Grundwasserstand kaum ab. Bei der Messstelle GF2 ist der Grundwasserleiter nur 1 m mächtig und deutlich weniger ergiebig.

### Zechstein-Grundwasserleiter

Aus den Bohrprofilen der Brunnen der WG Hailerer Aue, die ca. 1.500 m süd-östlich liegen (Abb. 1), und dem nördlich liegenden Brunnen Roth ergibt sich großräumig der in Abb. 4 dargestellte Aufbau. Vor allem die Brunnen 1 und 6 fördern aus dem teilweise verkarsteten Zechstein-Grundwasserleiter, der aus Dolomit aufgebaut ist.

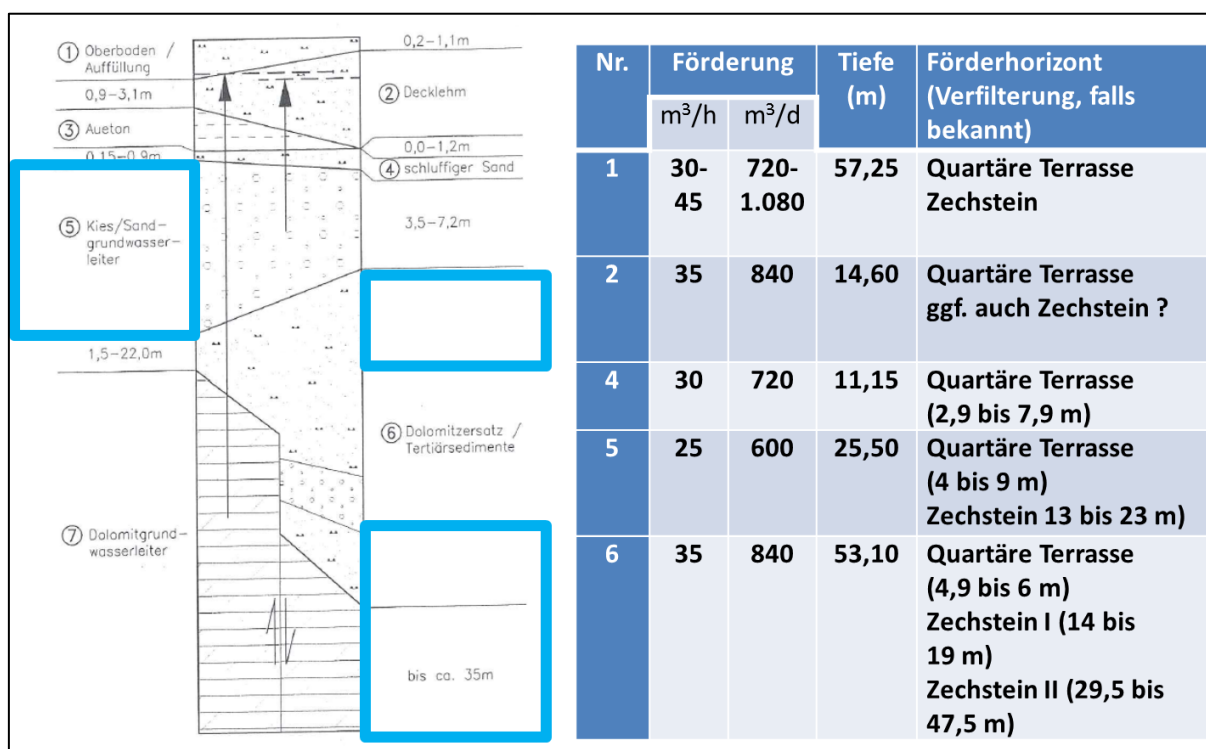


Abb. 4: Geologisches Standardprofil im Bereich der Querung der BAB 66 / Bahnstrecke (aus: Trischler & Partner 1997) und Informationen über die Brunnen mit Tiefe, Ausbau und durchschnittlicher Förderung (Angaben: ahu AG)

Im Bereich der Brunnen der WG Hailerer Aue stehen unter dem sandig-kiesigen quartären Grundwasserleiter zunächst die zersetzten Zechstein-Dolomite an. Dann folgt ein zweiter Grundwasserleiter, der Zechstein-Grundwasserleiter. Dieser Grundwasserleiter ist bereichsweise hoch verkarstet.

Bei einem Tracerversuch zwischen dem Steinbruch Ickes knapp außerhalb der Schutzzone bis zum Brunnen 2 (Entfernung minimal 450 m) wurde eine sehr hohe Fließgeschwindigkeit von 50 bis 150 m/Tag im Untergrund festgestellt (HLfB 1979). Der Versuch erfolgte bei mittleren Förderraten in den Brunnen. Bei höheren Förderraten wären die Geschwindigkeiten noch höher; da sich das Gefälle dann verdoppelt. Die Fließgeschwindigkeiten wären dann ebenfalls ungefähr doppelt so hoch (100 bis 300 m/Tag).

Beide Grundwasserleiter stehen im Bereich der Brunnen in einem hydraulischen Kontakt, wie bereits über Pumpversuche im Jahr 1997 nachgewiesen wurde (Trischler & Partner 1997). Die Pumpversuche wurden im Rahmen der Planung des Neubaus des Widerlagers der BAB 66 im Zuge der Errichtung des 4. Gleises durchgeführt. Ein ähnliches Ergebnis erbrachte der Pumpversuch im Jahr 2017 (ahu AG 2017).

Mit der Messstelle GT1 sollte geprüft werden, ob auch im Bereich der Querung der K 904 der Zechstein-Grundwasserleiter in vergleichbarer Tiefe und mit vergleichbaren Eigenschaften verbreitet ist.

Obwohl die Bohrung nur wenige Meter westlich der Messstelle GF1 liegt, ist der quartäre Grundwasserleiter zwar auch zweigeteilt, aber mit 7,4 m deutlich mächtiger.

Ab 11,4 m bis zu einer Tiefe von 15 m wurde der bereits aus den Baugrundbohrungen bekannte, zersetzte, feinkörnige Sandstein erbohrt. Ab 15 m wurde der Sandstein wesentlich toniger. Ab 17 m wurde der feinkörnige Sandstein dann zunehmend fester (Abb. 5). Wahrscheinlich handelt es sich um tertiäre Sandsteine. Der Zechstein-Grundwasserleiter wurde nicht erbohrt.



Abb. 5: Zersetzter Sandstein bei 17 m (links) und kompakter Sandstein zwischen 17 m und 18 m (rechts)

Während der Bohrarbeiten war die Bohrung trocken. Es wurden die untersten 4 m verfiltert und der Rest des Bohrlochs mit Bentonit abgedichtet (Dok. 2). Zwei Tage nach Errichtung der Messstelle lag der Wasserstand in der GT1 am 07.02.2018 bei 3,4 m u. GOK; dies entspricht einem Grundwasserstand von 123,07 m+NN. In der GF1 lag der Wasserstand bei 2,3 m u. GOK. Dies entspricht einem Grundwasserstand von 124,17 m+NN. Dies bedeutet eine absteigende Wasserbewegung. Bei den geringen Durchlässigkeiten in dem tonig-feinkörnigen Sandstein ist die Wassermenge, die „nach unten“ in Richtung För-

derhorizont (Zechstein-Grundwasserleiter) fließt, jedoch sehr klein und in Bezug auf ein Risiko für die weiter entfernten Brunnen der Hailerer Aue vernachlässigbar.

### **Kurzzeitpumpversuch in der GT1**

Nach Errichtung der Messstellen wurde am 07.02.2018 ein Kurzzeitpumpversuch in der GT1 durchgeführt, um ggf. vorhandene hydraulische Verbindungen zwischen dem quartären Grundwasserleiter und dem in der GT1 verfilterten Bereich der Sandsteine festzustellen (Dok. 2).

Während des nur zweistündigen „Pumpversuchs“ fiel der Grundwasserstand sehr schnell auf 16,5 m, das heißt die Messstelle fiel fast trocken. Selbst bei einer minimal noch möglichen Förderleistung der Pumpe von 10 L/min wurde die Messstelle fast sofort trockengepumpt. Eine Bestimmung der Durchlässigkeit war aufgrund der schnellen Absenkung nicht möglich.

In den Messstellen GF2 und GF1 erfolgte keine Absenkung des Grundwasserspiegels.

Zusammenfassend ergibt sich folgender hydrogeologischer Aufbau im Bereich der Querung der K 904:

- Die Mächtigkeit des sandig-kiesigen quartären Grundwasserleiters variiert lokal sehr stark.
- Die Durchlässigkeit ist in den mächtigeren sandig-kiesigen Bereichen sehr ergiebig (südlich der Bahnlinie).
- Der Zechstein-Grundwasserleiter wurde nicht erbohrt. Es kann dennoch davon ausgegangen werden, dass er auch hier – allerdings in größerer Tiefe – verbreitet ist.
- Der erbohrte Bereich in der GT1 ist ein Grundwasseringleiter.

Auf Grundlage der neu errichteten Grundwassermessstellen im Bereich der Querung der K 904, aus den Pumpversuchen im Bereich der Brunnen und den gemessenen Grundwasserständen während der Baugrunduntersuchungen durch die Baustoff- und Bodenprüfstelle Wetzlar wird die Grundwasserströmungsrichtung abgeschätzt (Abb. 6).

Die Grundwasserstände während der Pumpversuche (Juni 1997) lagen im Bereich der Wasserscheide westlich der Brunnen 1 und 4 bei einer hohen Förderung bei ca. 124 bis 124,5 m+NN (Trischler & Partner 1997).

Die Grundwasserstände bei den Baugrunduntersuchungen durch die Baustoff- und Bodenprüfstelle Wetzlar lagen im November 2003 im Bereich der Querung der K 904 zwischen 120,5 und 121,5 m+NN.

Die jetzt ermittelten Grundwasserstände liegen in der GF1 bei 124,17 m+NN und 122,98 m+NN in der GF2. Die Grundwasserfließrichtung im quartären Grundwasserleiter ist damit eindeutig nach Norden auf die Kinzig gerichtet und nicht in Richtung der Brunnen.

Zwischen der Grenze des Einzugsgebietes der Brunnen 1 und 4 und der Querung der K 904 liegt damit – bezogen auf die beiden unterschiedlichen Zeitpunkte der Messung – ein Gefälle im Grundwasser von ca. 3 bis 3,5 m in Richtung Querung der K 904 vor. Dies bedeutet, dass es bei durchschnittlicher Förderung in den Brunnen 1 (ca. 30 bis 45 m<sup>3</sup>/h, Wasserstand ca. 123 m+NN, Abb. 6) und Brunnen 4 (ca. 30 m<sup>3</sup>/h) keinen Zustrom aus dem Bereich der Querung der K 904 in Richtung der Brunnen der WG Hailerer Aue gibt.

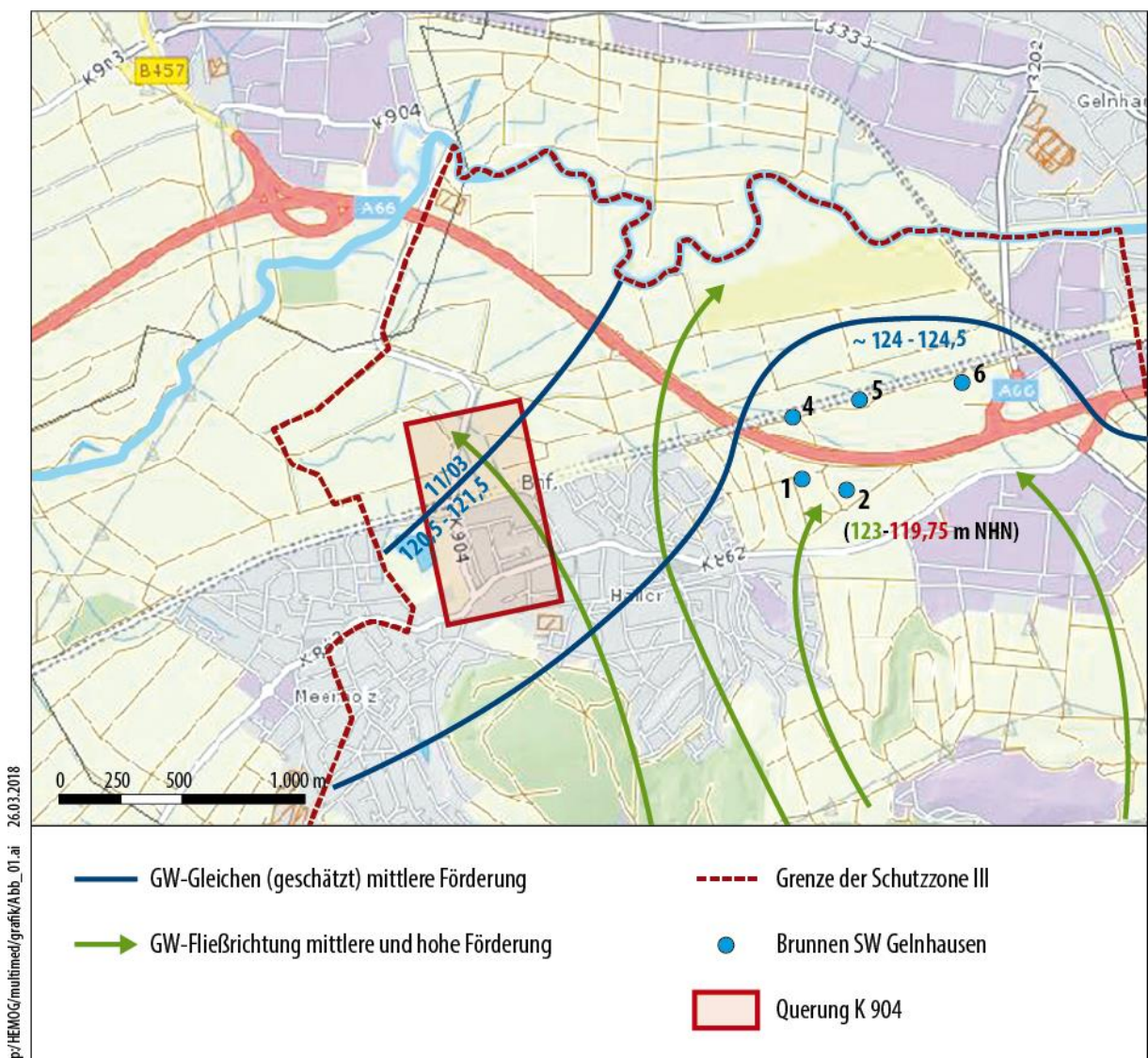


Abb. 6: Abschätzung der Grundwasserfließverhältnisse in der Schutzzone III im quartären Grundwasserleiter der WG Hailerer Aue bei mittlerer Förderung und bei hoher Förderung

Bei hoher Förderung im Brunnen 1 (ca. 90 bis 100 m<sup>3</sup>/h) liegt der Brunnenwasserstand im Zechstein-Grundwasserleiter bei ca. 119,75 m+NN und somit in einer Größenordnung, dass sich rein rechnerisch ein Gefälle zwischen dem Brunnen 1 im Zechstein-Grundwasserleiter und dem Bereich der Querung der K 904 im quartären Grundwasserleiter aufbauen kann (Abb. 6).

Aufgrund der guten hydraulischen Verbindungen zwischen dem quartären Grundwasserleiter und dem Zechstein-Grundwasserleiter im Bereich der Brunnen ist die gesamte grundwassererfüllte Mächtigkeit hier als mehr oder weniger ein Grundwasserleiter zu betrachten.

Im Bereich der Querung der K 904 wurde bis in eine Tiefe von 18 m (zumindest in der Messstelle GT1) kein Zechstein-Grundwasserleiter angetroffen. Dieser ist in größerer Tiefe höchst wahrscheinlich vorhanden und bei hoher Förderung im Brunnen 1 könnte sich im Förderhorizont auch ein Gefälle zum Brunnen hin aufbauen. Da zwischen dem tiefen Förderhorizont und dem quartären Grundwasserleiter gemäß Kurzzeitpumpversuch am Eingriffsort des Querungsbauwerks keine hydraulischen Verbindungen bestehen, hätte dies bei beiden Varianten auch keinen Abstrom in Richtung Brunnen zu Folge.

### **3 BESCHREIBUNG DER VARIANTEN**

Wir gehen davon aus, dass alle Baumaßnahmen die besonderen Anforderungen des Umgangs mit wassergefährlichen Stoffen in einer Schutzzone III berücksichtigen. Deshalb wird auf diesen Punkt beim Vergleich der möglichen Umweltauswirkungen der beiden Maßnahmen nicht weiter eingegangen.

#### **3.1 Straßenüberführung („kleines Omega“)**

##### **3.1.1 Beschreibung der Baumaßnahme**

Die Abb. 7 zeigt die Ausführung der Straßenüberführung „kleines Omega“ gemäß Feststellungsentwurf. Für die fünf Widerlager und Stützen des Brückenbauwerks sind hiernach insgesamt 60 Pfähle erforderlich. Die Pfähle reichen bis zu ca. 7 m u. GOK. Sie erreichen damit nicht den Zechstein-Grundwasserleiter.

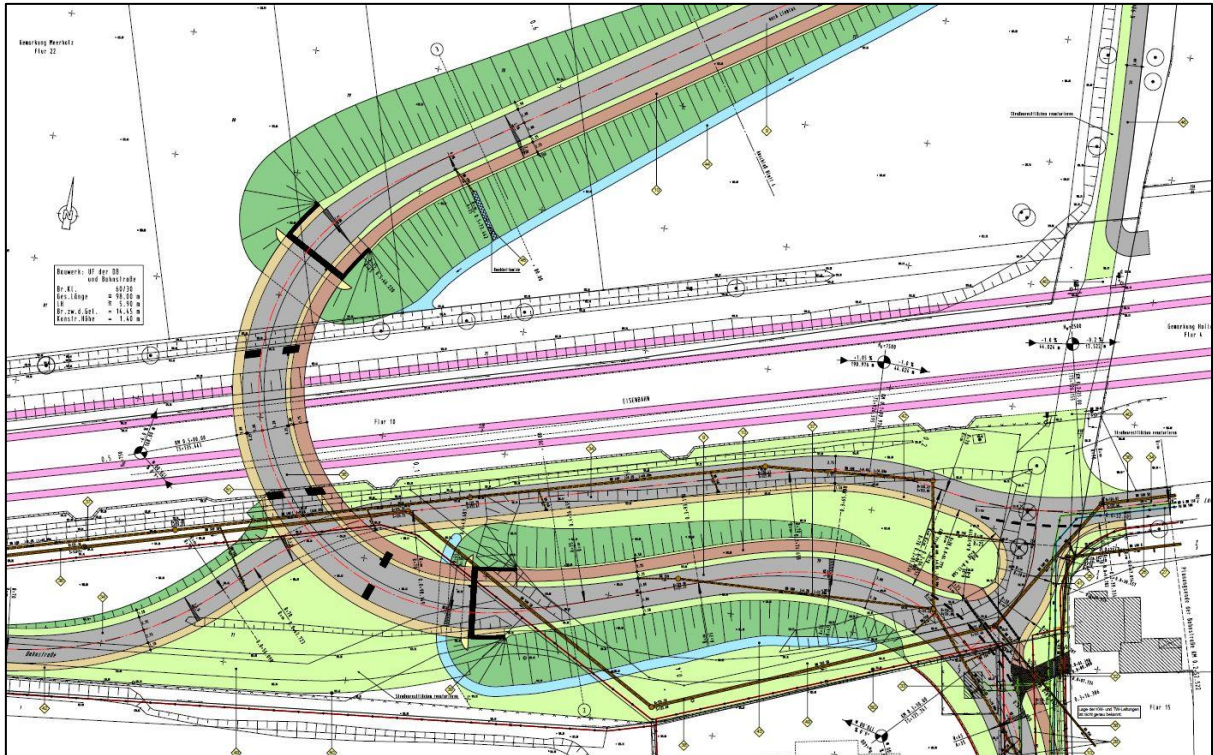


Abb. 7: Straßenüberführung „kleines Omega“

### 3.1.2 Eingriffe in den Boden und in das Grundwasser während der Bauphase

Die wahrscheinlichsten Auswirkungen auf die Brunnen in der Bauphase sind generell Trübungen, z. B. durch das Lösen von Kluftbelägen im Zechstein-Grundwasserleiter durch direkte Bohrungen und/oder durch übertragene Erschütterungen. Diese würden – wie im Pumpversuch 2017 in den Brunnen erfolgt – dazu führen, dass das Rohwasser der Brunnen nicht mehr aufbereitet werden kann.

Durch die Pfahlgründungen wird das Grundwasser vor allem im quartären Grundwasserleiter betroffen sein. Der tiefere Zechstein-Grundwasserleiter wird gemäß Messstelle GT1 bis in eine Tiefe von 18 m nicht erreicht. Das Risiko von Trübungen durch bis in den Zechstein übertragene Erschütterungen ist deshalb gering.

Die Bauzeit mit Eingriffen in den Untergrund wird mit ca. 6 Monaten veranschlagt.



### 3.1.3 Eingriffe in den Boden und in das Grundwasser nach der Bauphase

Von den Pfählen geht nach der Bauphase kein erhöhtes Risiko aus. Da im Quartär-Grundwasserleiter keine Betonaggressivität festgestellt wurde, ist die langfristige Freisetzung und Aufhärtung des Grundwassers von untergeordneter Bedeutung.

Die Pfähle stellen auch kein relevantes Strömungshindernis dar, das zu Umlenkungen, Aufhöhungen und Absenkungen im Grundwasser führen würde.

## 3.2 Eisenbahnüberführung (z. B. „direkte Straßenführung“)

### 3.2.1 Beschreibung Baumaßnahme

Die Abb. 8 zeigt den Bereich, innerhalb dessen das unterirdische Querungsbauwerk errichtet wird. Die Abb. 9 zeigt einen Nord-Süd-Schnitt durch das unterirdische Querungsbauwerk.



Abb. 8: Lage des unterirdischen Querungsbauwerks (Quelle: Hessen mobil, farbige Heraushebungen ahu AG)

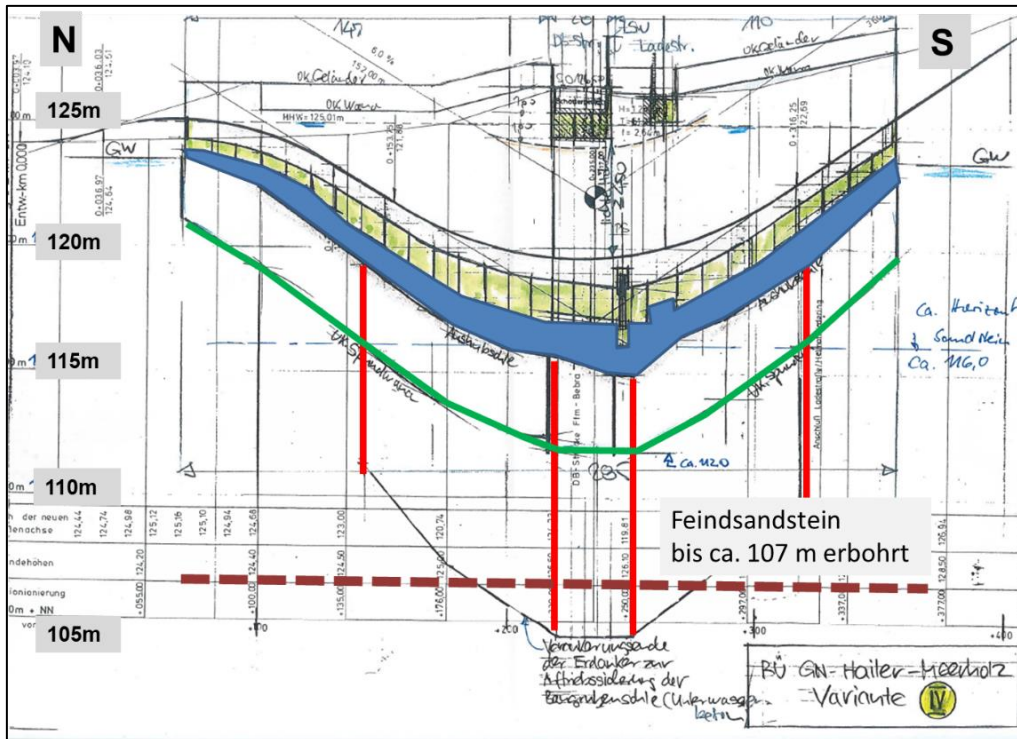


Abb. 9: Schematischer Nord-Süd- Schnitt (Quelle: Hessen mobil, farbige Heraushebungen ahu AG)

Folgende Eingriffe in den Untergrund werden unterschieden:

- 1) **Wasserdichter Spundwandkasten<sup>1</sup>**: Der Spundwandkasten wird zuerst errichtet und umschließt die gesamte Baugrube. Die größte Tiefe erreichen die beiden langen nord-süd verlaufenden Spundwände bei der Querung der Bahntrasse. Die Spundwandsohle liegt hier bis zu 13 m u. GOK auf ca. 112 m+NN (grüne Linie in Abb. 9). Der Spundwandkasten hat in der Nord-Süd-Erstreckung eine Länge von ca. 285 Meter bei einer Breite von bis zu 19 m (Hessen mobil 2017). Die Spundwände werden eingerammt und erreichen nicht den Zechstein-Grundwasserleiter.
- 2) Innerhalb des Spundwandkastens wird dann die Baugrube ausgehoben und eine bis zu 1 m mächtige **Unterwasserbetonsohle** eingebracht (blaue Fläche in Abb. 9). Diese erreicht auch im tiefsten Teil nicht den Zechstein-Grundwasserleiter, sondern verbleibt im Bereich der tertiären Feinsande.
- 3) Die Unterwasserbetonsohle muss über ca. 350 **Verpressanker** (ca. 1 Anker / 10 m<sup>2</sup>) im tieferen Untergrund gegen Auftrieb gesichert werden (beispielhaft rote Linien in Abb. 9). Die tiefsten Verpressanker reichen bis zu 20 m u. GOK und können ggf. den Zechstein-Grundwasserleiter unterhalb der tertiären Sandsteine erreichen. Die Verpressanker werden über Bohrungen von der Sohle der Baugrube niedergebracht und mit Injektionsmörtel

<sup>1</sup> Dieses sehr aufwändige Verfahren wurde gewählt, um eine offene Wasserhaltung mit Risiken für die Bebauung (Setzungen) und für das Grundwasser zu vermeiden.

verpresst, damit diese kraftschlüssig in den Untergrund einbinden und die Unterwasserbetonsohle gegen Auftrieb sichern können.

- 4) Nach Errichtung des Bauwerks verbleiben die Spundwände dauerhaft im Untergrund.
- 5) Die Unterwasserbetonsohle und die ca. 350 Verpressanker verbleiben dauerhaft im Untergrund.
- 6) Die Bauzeit beträgt ca. 3,5 Jahre.

### **3.2.2 Eingriffe in den Boden und in das Grundwasser während der Bauphase**

Die größten Eingriffe während der Bauphase stellen das Rammen der Spundwände und die Verpressbohrungen zur Verankerung der Unterwasserbetonsohle dar. Beide Maßnahmen reichen sehr wahrscheinlich nicht in den unterliegenden Zechstein-Grundwasserleiter (braune Linie in Abb. 9).

Die wahrscheinlichsten Auswirkungen in der Bauphase sind Trübungen, z. B. durch das Lösen von Kluftbelägen im Zechstein-Grundwasserleiter und durch bis in den Zechstein übertragene Erschütterungen. **Dieses Risiko wird jedoch aufgrund des noch tiefer liegenden Zechstein-Grundwasserleiters und der großen Entfernung zu den Brunnen (Abb. 1) als gering eingeschätzt.**

Falls diese Trübungen den tiefen Brunnen 1 erreichen sollten und dabei die Grenzwerte überschritten würden, müsste der Brunnen 1 zeitweise vom Netz genommen werden. Die Wassergewinnung würde dann durch die verbleibenden Brunnen aufrechterhalten werden.

Andere relevante Auswirkungen sind nicht erkennbar.

### **3.2.3 Eingriffe in den Boden und in das Grundwasser während der Bestandsphase**

Da beim Grundwasser keine Betonaggressivität festgestellt wurde, ist die langfristige Freisetzung und Aufhärtung des Grundwassers von untergeordneter Bedeutung.

Der größte und dauerhafte Eingriff ist die **Abriegelung des quartären Auen-Grundwasserleiters, der südlich der Bahnstrecke auch sehr ergiebig ist.** Durch das ca. 360 m lange Bauwerk und die im Untergrund verbleibenden Spundwände wird die Grundwasserströmung unterbrochen. Allerdings verläuft nach der Abschätzung der Grundwasserfließverhältnisse in Abb. 6 die Grundwasserströmung im quartären Grundwasserleiter bei einer mittleren Förderung nach Nordnordosten und ist auf die Kinzig gerichtet. Damit erfolgt eine weitgehend bauwerkparallele Strömung, so dass es nicht zu relevanten Aufhöhungen vor dem Bauwerk und Absenkungen hinter dem Bauwerk kommen dürfte.

## 4 VERGLEICH UND BEWERTUNG DER AUSWIRKUNGEN AUF DAS GRUNDWASSERFLIEßSYSTEM DER OBERIRDISCHEN UND UNTERIRDISCHEN VARIANTE DES QUERUNGSBAUWERKS

### 4.1 Bauphase

Ein **Vergleich** der oberirdischen und unterirdischen Variante zeigt, dass bei der unterirdischen **Eisenbahnüberführung** der Eingriff – vor allem während der langen Bauphase von ca. 3,5 Jahren – und dadurch auch das Risiko **für die Wassergewinnung** am größten sind. Das Risiko besteht v. a. durch Trübungen im Zechstein-Grundwasserleiter. Allerdings ist die **absolute Höhe des Risikos**, insbesondere die Eintrittswahrscheinlichkeit einer solchen Trübung gering, da der Zechstein-Grundwasserleiter durch die Baumaßnahmen nicht direkt erreicht wird.

Bei der **Straßenüberführung** erfolgt nur ein räumlich und zeitlich begrenzter Eingriff (ca. 6 Monate) in den quartären Grundwasserleiter. Das Risiko für die Wassergewinnung ist nochmals geringer als bei der Eisenbahnüberführung.

### 4.2 Betriebsphase

Nach der Bauphase ist in der Betriebsphase der Eingriff der **Eisenbahnüberführung** in das Grundwasser und damit das **Risiko für die Wassergewinnung** am größten. Der dauerhafte Eingriff besteht in dem unterirdischen Sperrbauwerk. Allerdings ist die Grundwasserfließrichtung die meiste Zeit wahrscheinlich parallel (nord-süd) zum Bauwerk ausgerichtet, so dass es kaum zu einem Aufstau und zu Absenkungen im Grundwasserleiter kommen dürfte. Die Wassergewinnung ist dadurch – auch bei hoher Förderung – nicht beeinträchtigt.

Bei der **Straßenüberführung** erfolgt durch die nur punktuell errichteten Pfähle keine oder eine nur sehr begrenzte Auswirkung auf das Grundwasserfließsystem im quartären Grundwasserleiter.

### 4.3 Allgemeine Grundwasserrisiken

Beim Vergleich der beiden Varianten bezüglich der allgemeinen Grundwasserrisiken – also ohne Berücksichtigung der Wassergewinnung – gehen die größeren Eingriffe und damit auch die größeren Risiken ebenfalls von der unterirdischen **Eisenbahnüberführung** aus. Diese beziehen sich vor allem auf den quartären Grundwasserleiter.

Während die Unterschiede beim absoluten Risiko für die Wassergewinnung zwischen den beiden Varianten klein sind („nur“ quartärer Grundwasserleiter betroffen, große Entfernung zur Wassergewinnung, wahrscheinlich keine Betroffenheit des Förderhorizontes (Zechstein – Grundwasserleiter)) sind die Unterschiede beim allgemeinen Risiko für das Grundwasser zwischen den beiden Varianten wesentlich größer.

Der Grund dafür ist, dass der Eingriff in der Bauphase **und** in der Betriebsphase in den quartären Grundwasserleiter **bei der unterirdischen Eisenbahnüberunterführung in Eingriffshöhe und Dauer deutlich größer ist als bei der Straßenüberführung.**

## 5 HINWEISE FÜR DIE BAUAUSFÜHRUNG ZUR MINIMIERUNG DER AUSWIRKUNGEN

Da das größte Risiko in der Erschütterung des tiefen Untergrundes und im Auslösen von Trübungen im unterlagernden Zechstein-Grundwasserleiter gesehen wird, wird empfohlen, bei Arbeiten unterhalb der Quartärbasis erschütterungsarme Verfahren einzusetzen.

Weiterhin sollten in den Bauzeiten die Absenkungen der einzelnen Brunnen möglichst gering sein, damit sich kein Gefälle in Richtung Brunnen aufbauen kann. Dies erfordert eine enge Abstimmung mit den Förderungsnotwendigkeiten der SW Gelnhausen.

In den Brunnen der SW Gelnhausen erfolgt eine Online-Messung der Trübung.

## 6 MONITORING

Die neu errichteten Grundwassermessstellen im quartären Grundwasserleiter (GF1 und GF2) ermöglichen im Bedarfsfall (z. B. Austreten von wassergefährlichen Stoffen) die Überwachung der Grundwasserqualität.

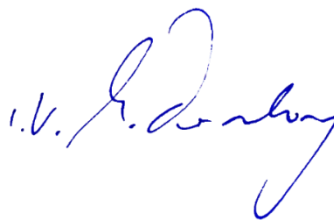
Zur Beweissicherung sollten vor und nach Beginn der Baumaßnahme Grundwasserproben aus dem quartären Grundwasserleiter analysiert werden (Parameterumfang Vor-Ort Parameter, Massenkationen, Kohlenwasserstoffe, CKW, und Schwermetalle inkl. Arsen).

Weitere Maßnahmen sind aus gutachtlicher Sicht zum jetzigen Kenntnisstand nicht erforderlich.

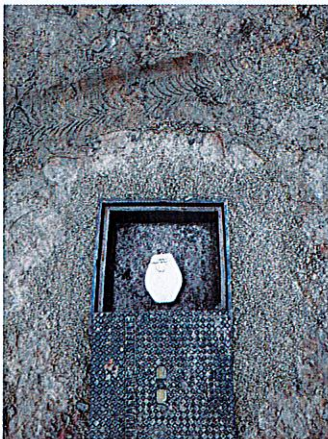
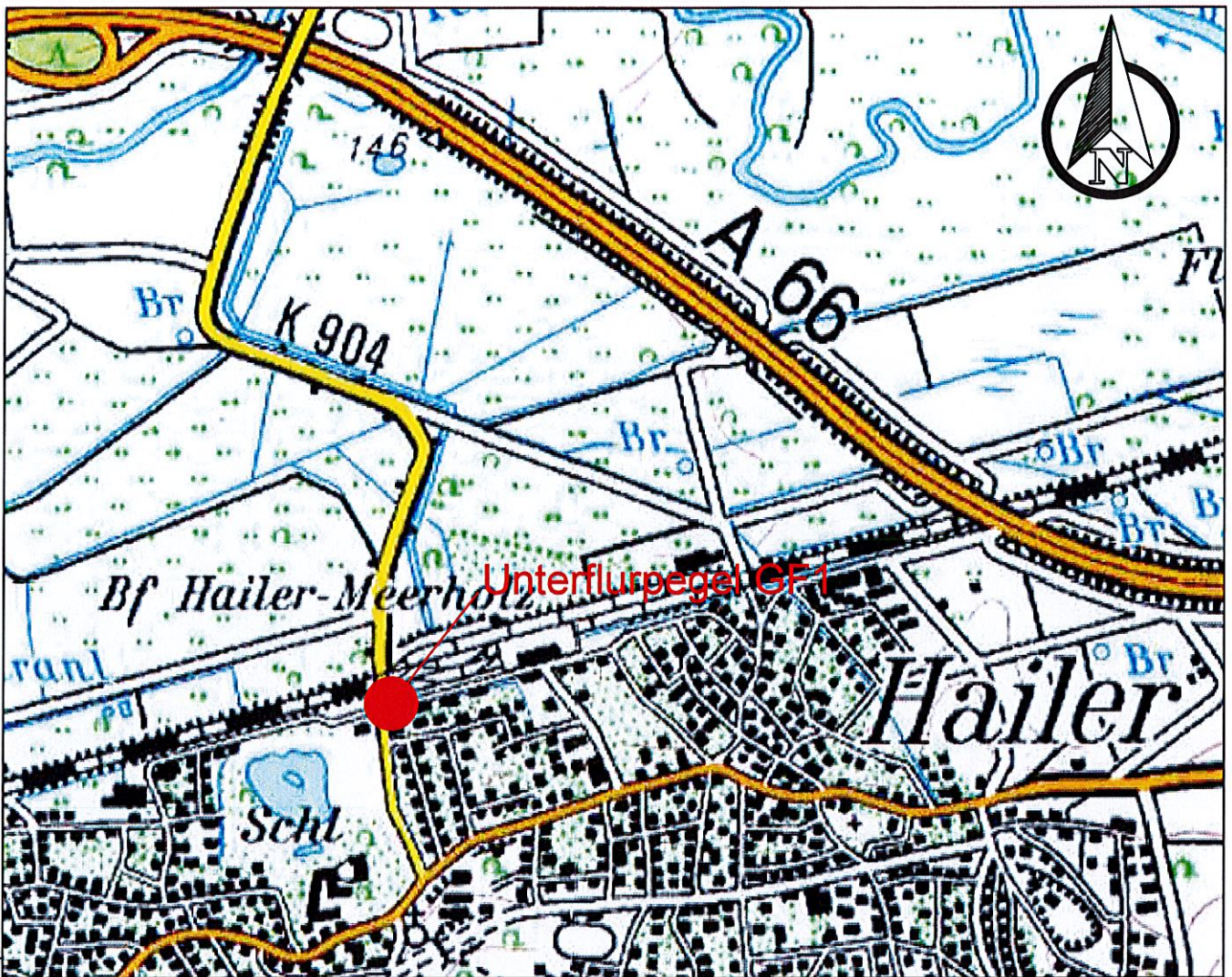
Aachen, März 2018



Dipl. Geol. F. Müller (Vorstand)



Dr. M. Denneborg



Koordinaten  
Unterflurpegel GF1

Lagebezugssystem: UTM/ETRS89

RW	32510470.020	m
HW	5559635.945	m

Lagebezugssystem: Gauß-Krüger (GK3)

RW	3510548.995	m
HW	5561420.906	m

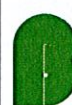
Höhenbezug: NHN

Höhe OK Sebakappe	126.47	m
Höhe Gelände	126.57	m

**H. Pettenpohl, Tiefbohriges mbH**

Poststraße 26, 63607 Wächtersbach  
Telefon: (06053) 6122-0, Telefax (06053) 4504

Planerstellung / Vermessung:



**Ingenieurbüro  
Becker & Partner GmbH**

Planung - Vermessung - Dokumentation

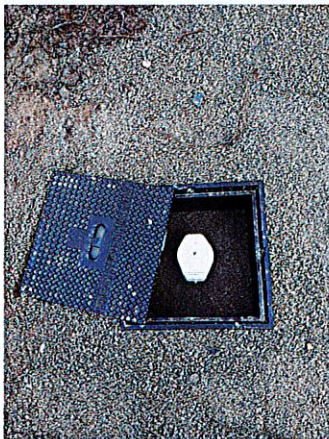
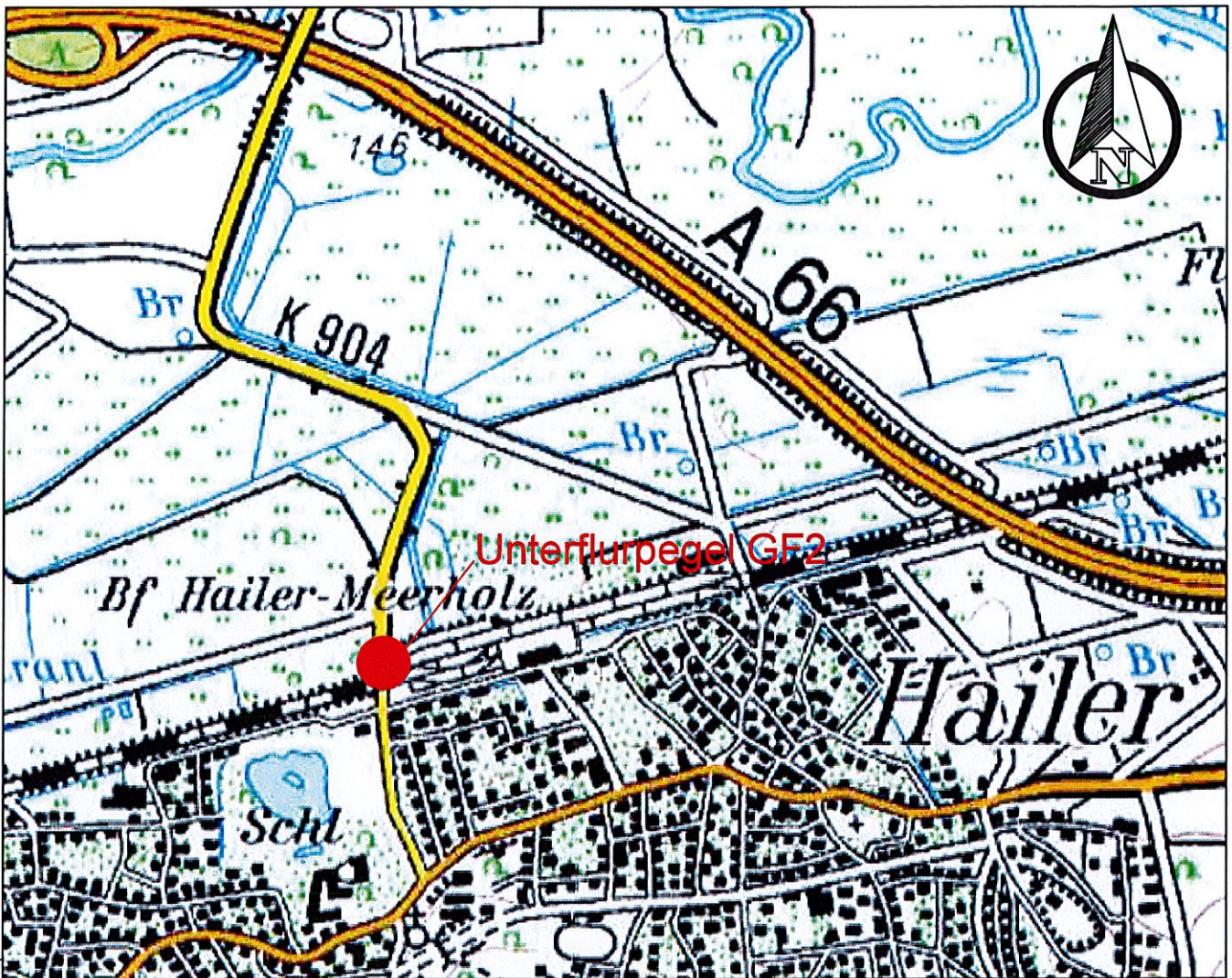
63628 Bad Soden-Salmünster - Schwedenring 10a

Tel. 06058 / 9149-0 Fax ...-22 E-Mail: info@ib-becker-partner.de



## Lageplan Unterflurpegel GF1

Maßstab:	Gemessen: 16.02.2018 (Rango)	Gemarkung: Hailer (Gelnhausen) Bahnübergang Liebloser Straße
Plannummer: 1/1	Gezeichnet: 16.02.2018 (Rango)	Abgabedatum: 20.02.2018



Koordinaten  
Unterflurpegel GF2

Lagebezugssystem: UTM/ETRS89

RW	32510467.319	m
----	--------------	---

HW	5559698.637	m
----	-------------	---

Lagebezugssystem: Gauß-Krüger (GK3)

RW	3510546.282	m
----	-------------	---

HW	5561483.622	m
----	-------------	---

Höhenbezug: NHN

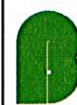
Höhe OK Sebakappe	124.98	m
-------------------	--------	---

Höhe Gelände	125.13	m
--------------	--------	---

**H. Pettenpohl, Tiefbohriges mbH**

Poststraße 26, 63607 Wächtersbach  
Telefon: (06053) 6122-0, Telefax (06053) 4504

Planerstellung / Vermessung:



**Ingenieurbüro  
Becker & Partner GmbH**

Planung - Vermessung - Dokumentation  
63628 Bad Soden-Salmünster - Schwedenring 10a  
Tel. 08058 / 9149-0 Fax ...22 E-Mail: info@ib-becker-partner.de



## Lageplan Unterflurpegel GF2

Maßstab:

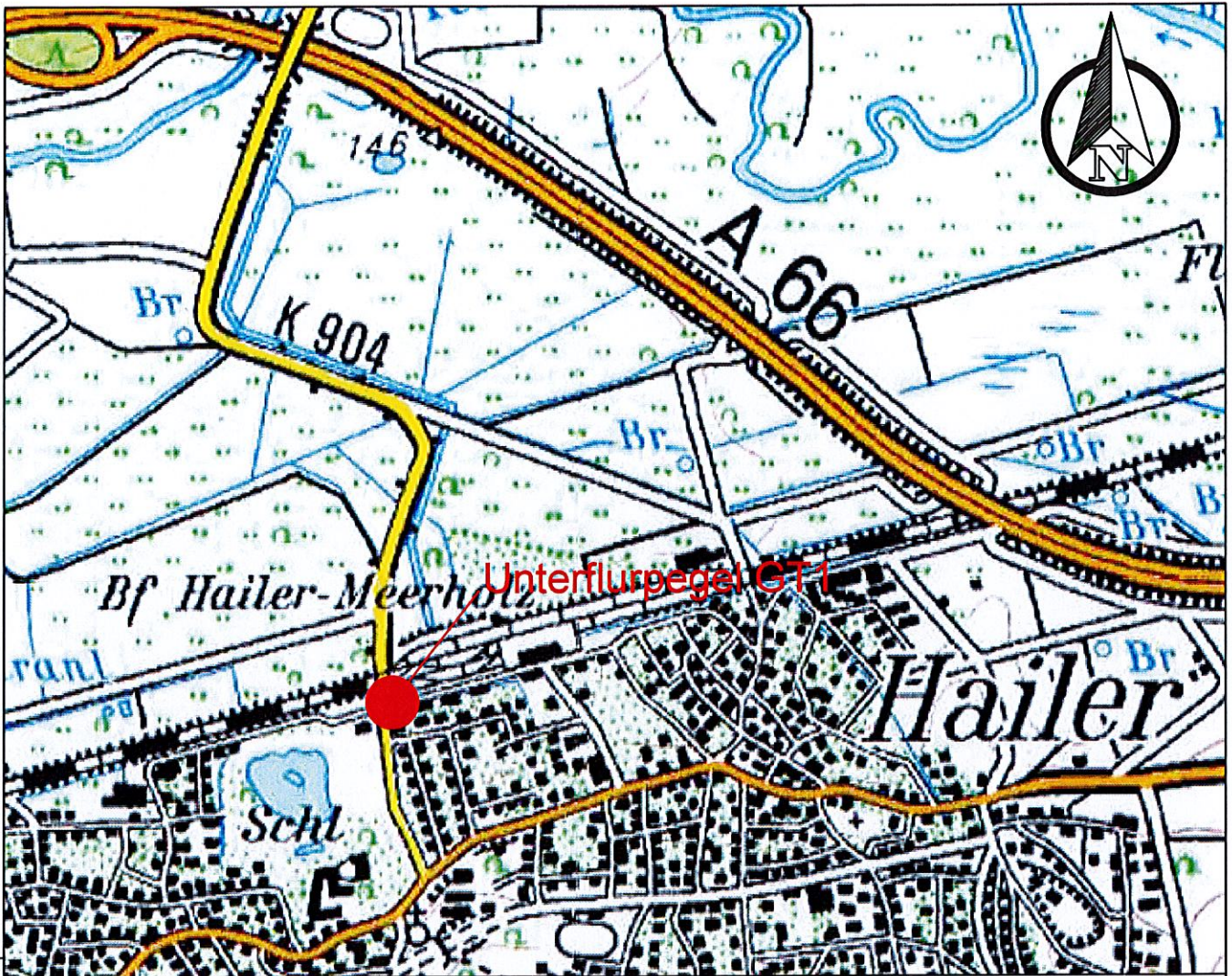
Gemessen: 16.02.2018 (Rango)

Gemarkung: Hailer (Gelnhausen)  
Bahnübergang Liebloser Straße

Plannummer: 1/1

Gezeichnet: 16.02.2018 (Rango)

Abgabedatum: 20.02.2018



Koordinaten  
Unterflurpegel GT1

Lagebezugssystem: UTM/ETRS89

RW	32510468.190	m
----	--------------	---

HW	5559635.206	m
----	-------------	---

Lagebezugssystem: Gauß-Krüger (GK3)

RW	3510547.164	m
----	-------------	---

HW	5561420.166	m
----	-------------	---

Höhenbezug: NHN

Höhe OK Sebakappe	126.42	m
-------------------	--------	---

Höhe Gelände	126.57	m
--------------	--------	---

**H. Pettenpohl, Tiefbohriges mbH**

Poststraße 26, 63607 Wächtersbach  
Telefon: (06053) 6122-0, Telefax (06053) 4504

Planerstellung / Vermessung:



**Ingenieurbüro  
Becker & Partner GmbH**

Planung - Vermessung - Dokumentation  
63628 Bad Soden-Salmünster - Schwedenring 10a  
Tel. 06056 / 9149-0 Fax ...-22 E-Mail: info@ib-becker-partner.de



## Lageplan Unterflurpegel GT1

Maßstab:

Gemessen: 16.02.2018 (Rango)

Gemarkung: Hailer (Gelnhausen)  
Bahnübergang Liebloser Straße

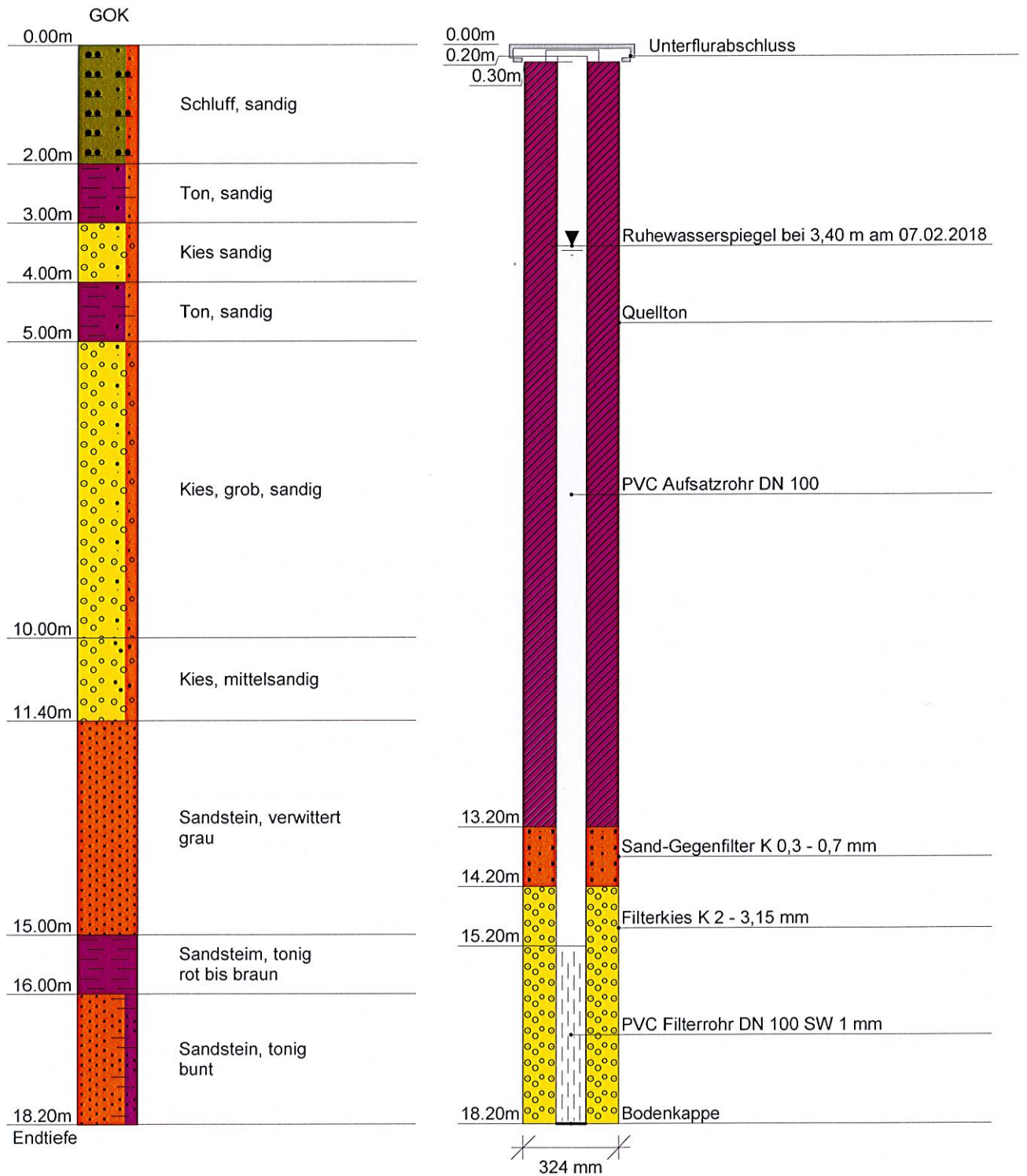
Plannummer: 1/1

Gezeichnet: 16.02.2018 (Rango)

Abgabedatum: 20.02.2018



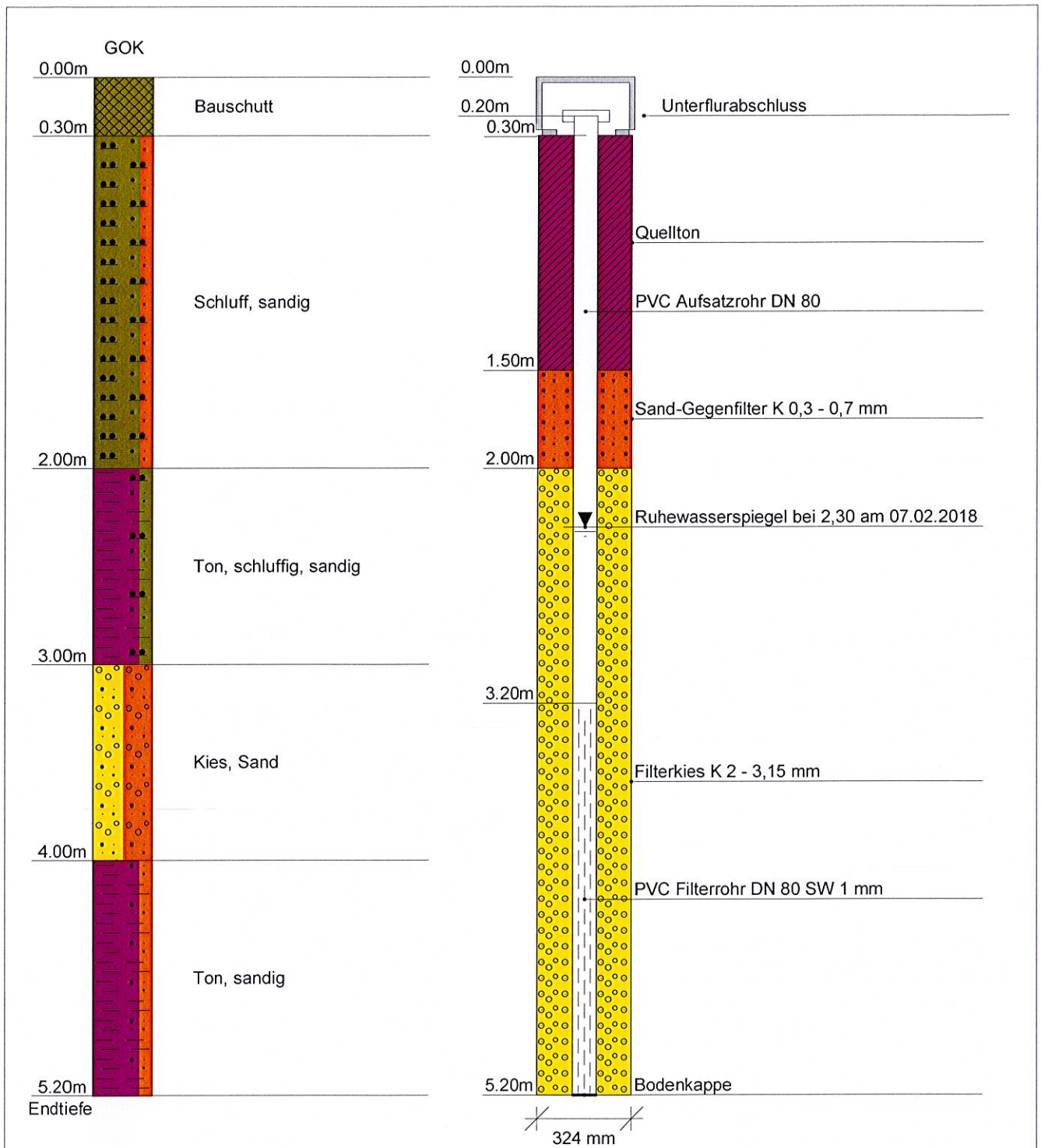




Gauß-Krüger Koordinaten  
 RW 3510547.164  
 HW 5561420.166  
 Höhe OK Sebakappe 126,42 m  
 Höhe Gelände 126,57 m

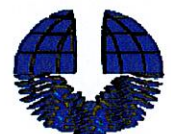
Projekt:	GWM Süd tief (GT 1), Bahnübergang Hailer Meerholz	H. Pettenpohl
Kunde:	AHU AG Wasser.Boden-Geomatik, Aachen	Tiefbohrges. mbH
Erstellt am:	20.11.2017 Zeichnungs-Nr. A 195 a	Poststr. 26
Geändert am:	23.01.2018 / 21.02.2018	63607 Wächtersbach
Maßstab	1: 100 / 1: 20	

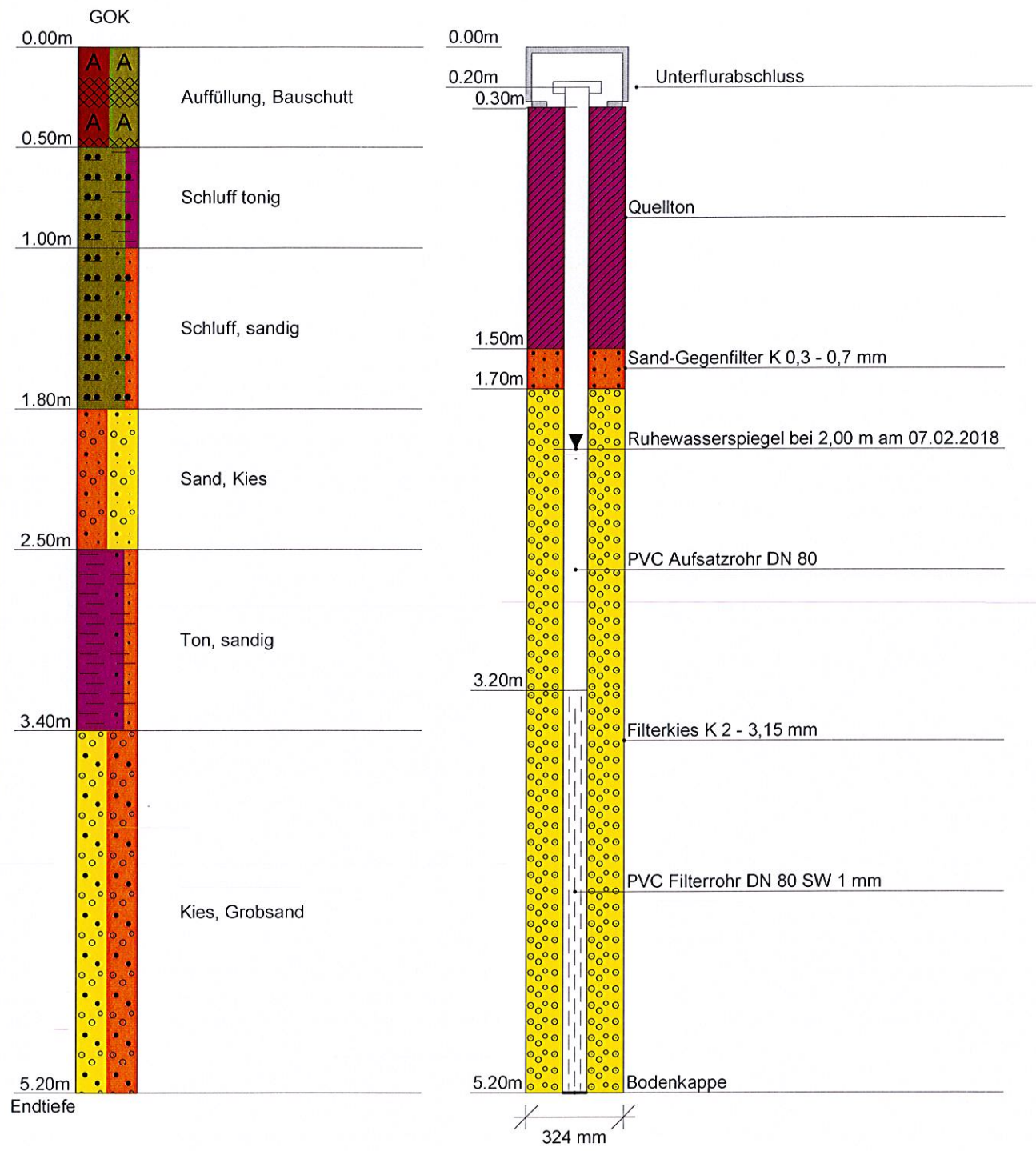




Gauß-Krüger Koordinaten  
 RW 3510548.995  
 HW 5561420.906  
 Höhe OK Sebakappe 126,47 m  
 Höhe Gelände 126,57 m

Projekt:	GWM Süd flach (GF1)Bahnübergang Hailer Meerholz	H. Pettenpohl
Kunde:	AHU AG Wasser.Boden-Geomatik, Aachen	Tiefbohrges. mbH
Erstellt am:	20.11.2017 Zeichnungs-Nr. A 195 b	Poststr. 26
Geändert am:	21.02.2018	63607 Wächtersbach
Maßstab	1: 30 / 1: 20	





Gauß-Krüger Koordinaten  
 RW 3510546.282  
 HW 5561483.622  
 Höhe Sebakappe 124,98 m  
 Höhe Gelände 125,13 m

Projekt:	GWM Nord flach (GF 2) Bahnübergang Hailer Meerholz	H. Pettenpohl
Kunde:	AHU AG Wasser.Boden-Geomatik, Aachen	Tiefbohrges. mbH
Erstellt am:	20.11.2017 Zeichnungs-Nr. A 195 c	Poststr. 26
Geändert am:	21.02.2018	63607 Wächtersbach
Maßstab	1: 30 / 1: 20	

