

Erschließung Gewerbegebiet Galgenfeld II und Flürle, Öhringen

Hydrogeologisches Gutachten

Ort: Gewerbegebiet Galgenfeld II und Flürle, Öhringen

Auftraggeber: Stadtverwaltung Öhringen
Marktplatz 15
74613 Öhringen

Projektleiter: Dipl.-Geol. H. Feld

GMP-Projektnr.: 205102\g1 Fe/fr

Datum: 21.06.2005

- Unterlagen:**
- /1/ **PS - Planungsgruppe Städtebau GmbH, Öhringen:**
Bebauungsplan Flürle und Galgenfeld II, M = 1:1.000, Städtebaulicher Entwurf, Stand 17.09.2004
 - /2/ **Geologisches Landesamt Baden-Württemberg, Stuttgart:**
Geologische Karte, Blatt 6722, Hardthausen am Kocher, M = 1:25.000, Juli 1994
 - /3/ **Landesvermessungsamt Baden-Württemberg, Stuttgart:**
Topographische Karte, M = 1:25.000, Blatt 6722, Hardthausen am Kocher, Stand 1992 und Blatt 6822 Obersulm, Stand 1990
 - /4/ **Stadt Öhringen:**
Flurstückskarte der Flurbereinigung, M = 1:5.000
 - /5/ **Büro für angewandte Geowissenschaften, Tübingen:**
Geotechnisches Gutachten für die geplante „Westtangente Öhringen“ zwischen Öhringen-Möhrig und Pfedelbach vom 08.08.1994
 - /6/ **Ministerium für Umwelt Baden-Württemberg:**
Bewertung von Böden nach ihrer Leistungsfähigkeit, Leitfaden für Planungen und Gestattungsverfahren, Heft 31, September 1995
 - /7/ **Geotechnisches Institut Prof. Dr. Magar + Partner (GMP), Würzburg:**
Erschließung Gewerbegebiet Galgenfeld II und Flürle, Öhringen; Baugrundgutachten mit grundbautechnischen Empfehlungen, 07.06.2005
 - /8/ **Ad-hoc-ARBEITSGRUPPE BODEN der Geologischen Landesämter und der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe der Bundesrepublik Deutschland:**
Bodenkundliche Kartieranleitung 4. Aufl., Hannover 1996
 - /9/ ATV-Arbeitsblatt 138, 1990
 - /10/ **Ministerium für Umwelt und Verkehr, Baden-Württemberg:**
Naturverträgliche Regenwasserbewirtschaftung, Leitfaden

- Anlagen:**
1. Übersichtslageplan, M = 1:25.000
 2. Lageplan der Aufschlüsse mit Tiefenprofilen und Ramm-
diagrammen, M = 1:2.500/100
 3. Farbfotografien der Bohrkerne
 4. Farbfotografien der Baggerschürfe
 - 5.1 Protokoll zu Kurzpumpversuch in GWM 1
 - 5.2 Diagramm zu Kurzpumpversuch in GWM 1
 - 5.3 Auswertung Kurzpumpversuch in GWM 1 nach AGARWAL
+ THEIS
 6. Tiefenprofil und Ausbauplan GWM 1
 7. Zusammenstellung der Laborversuche
 8. Tabelle 7: Zusammenfassende Bewertung der Bodenleis-
tungsfähigkeit

Inhaltsverzeichnis:

	Seite
1. Vorgang	5
2. Örtliche Verhältnisse und Ausgangssituation	5
3. Untersuchung der Untergrund- und Grundwasserverhältnisse	6
4. Untergrundverhältnisse.....	8
4.1 Generelle geologische und hydrogeologische Verhältnisse.....	8
4.2 Geologische Verhältnisse im Untersuchungsgebiet	9
4.3 Hydrogeologische Verhältnisse im Untersuchungsgebiet	11
5. Pumpversuch in KB 1	13
6. Sickerversuche	13
7. Ergebnisse der Laborversuche	15
7.1 Bodenmechanische Laborversuche	15
7.2 Chemische Wasseruntersuchung	16
8. Grundwassemeubildung	16
9. Bewertung der Bodenleistungsfähigkeit.....	17
9.1 Ausgleichskörper im Wasserkreislauf (Retention).....	17
9.1.1 Bewertung der Böden mit Hilfe des Klassenzeichens für Ackerflächen	17
9.1.2 Bewertung der Böden nach Gesamtleitfähigkeit (K_{fp}) und Wasserspeichervermögen (WSV).....	17
9.2 Filter- und Puffervermögen.....	18
9.3 Bewertung der Böden nach ihrer Ton-, Humusmenge und dem gewichteten pH-Summanden	18
9.4 Zusammenfassende Bewertung des Bodens	19
9.5 Schutzfunktion der Deckschichten	19
10. Zusammenfassende Bewertung und Empfehlungen.....	21

1. Vorgang

Die Stadt Öhringen plant im Nordwesten der Kernstadt auf einer Fläche von insgesamt ca. 21 ha die Erschließung der Gewerbegebiete „Galgenfeld II“ und „Flürle“.

Im Laufe des Jahres 2005 sollen hierzu die rechtlichen und planerischen Voraussetzungen zur Realisierung geschaffen werden.

Das Geotechnische Institut Prof. Dr. Magar + Partner (GMP) wurde von der Stadt Öhringen mit Schreiben vom 28.04.2005 mit der Erstellung eines hydrogeologischen Gutachtens im Rahmen der Umweltverträglichkeitsprüfung beauftragt. Grundlage des Auftrags ist das Angebot von GMP vom 14.03.2005 an die Planungsgruppe Städtebau.

Zielsetzung der Untersuchungen ist die Klärung des geologischen Aufbaus, der Grundwasserschutzfunktion der Böden und der Grundwasserverhältnisse, um Aussagen über eventuelle Auswirkungen späterer Baumaßnahmen auf den Wasserhaushalt treffen zu können. Im oberflächennahen Bereich sollen die Versickerungseigenschaften der vorhandenen Böden im Hinblick auf die Möglichkeit einer Niederschlagswasserversickerung überprüft und bewertet werden.

In Ergänzung des hydrogeologischen Gutachtens werden die Baugrundverhältnisse mit Grundbautechnischen Empfehlungen zur Erschließung des Gewerbegebietes und die Erkundung von im Untersuchungsgebiet vorhandenen Altablagerungen in gesonderten Gutachten vorgenommen.

2. Örtliche Verhältnisse und Ausgangssituation

Nach den vorliegenden Planungen /1/ liegt die ca. 21 ha große Erschließungsfläche östlich des bereits bestehenden Gewerbegebietes „Galgenfeld I“, ca. 1 km östlich der Kernstadt von Öhringen (siehe Anlage 1).

In nördlicher Richtung wird das Gebiet durch die Bundesautobahn A 6, im südlichen Bereich durch die Landstraße L 1036 zwischen Öhringen und Bitzfeld begrenzt. Das derzeit vorwiegend als Ackerfläche genutzte Baufeld, fällt von Nordosten nach

Südwesten bzw. von Osten nach Westen von ca. 260 mNN auf ca. 240 mNN mit einem Gefälle von 5 – 6 % ab.

Das Gebiet wird durch Erschließungsstraßen in einer Gesamtlänge von ca. 750 m erschlossen. Die Entwässerungsleitungen sollen in Tiefen bis ca. 3,5 m unter Gelände verlaufen. Für die zukünftige Bebauung ist von einer maximal einfachen Unterkellerung auszugehen, was ebenfalls Eingriffstiefen von 3 – 4 m in den Untergrund erwarten lässt.

Eine Grundwassernutzung erfolgt mit einem privaten Trinkwasserbrunnen zur Eigenwasserversorgung unmittelbar südlich des Gleiskörpers unterhalb der Fußgängerbrücke über die Bahnlinie Heilbronn-Nürnberg durch die Eigentümerin des ehemaligen Bahnwärterhäuschens, Frau Silke Beck. Der Brunnen liegt ca. 130 m südlich der Südgrenze des Untersuchungsgebietes (siehe Anlage 2). Bei dem Brunnen handelt es sich um einen 5 m tiefen Schachtbrunnen aus Betonringen mit 1m Durchmesser. Der Wasserzutritt erfolgt über die Brunnensohle. Das Wasser wird mittels U-Pumpe zum etwa 10 m höher gelegenen Wohngebäude gefördert.

Die Oberflächenentwässerung des Gebietes erfolgt über Entwässerungsgräben an der westlichen Gebietsgrenze zum Hapbach und über den Hapbach weiter nach Westen zur Brettach hin, die für den Raum den Hauptvorfluter bildet.

3. Untersuchung der Untergrund- und Grundwasserverhältnisse

Zur flächigen Erkundung der Untergrundaufschlüsse wurden am 09.05.2005 sieben Sondierungen mit der Schlitzsonde (BS 1 – BS 7) bis maximal 5,0 m unter Gelände niedergebracht.

Parallel dazu wurden zur Überprüfung der relativen Tragfähigkeit des Untergrundes vier Sondierungen mit der leichten Rammsonde (DPL 1 – DPL 4) ebenfalls bis maximal 5,0 m unter Gelände hergestellt. Die Ergebnisse werden im Baugrundgutachten näher erläutert (vgl. /7/).

Zur weiteren Überprüfung des oberflächennahen Schichtenaufbaus bis in den Bereich der zukünftigen Kanal- und Gründungssohlen wurden am 12.05.2005 fünf Baggerschürfe (Sch 1 – Sch 5) mit Tiefen von 2,5 – 5,0 m hergestellt. In den Baggerschürfen Sch 1 – Sch 4 wurden zur Ermittlung der Versickerungsfähigkeit des

Bodens und Bestimmung der Durchlässigkeitsbeiwerte Sickerversuche durchgeführt. Der Schurf Sch 5 wurde zur Erkundung der Müllauffüllungen, Sohltiefe und Sohl-schichten des ehemaligen Müllplatzes angelegt.

Eine Fotodokumentation der Schürfe ist in den Anlagen 4.1 – 4.5 beigelegt.

Zur Erkundung der tiefen Untergrundverhältnisse wurde am 12.05.2005 im Südteil der Erschließungsfläche eine Aufschlussbohrung (KB 1) von der Bohrfirma Menning, Talheim niedergebracht.

Nach Antreffen von Grundwasser in der Bohrung KB 1 wurde das Bohrloch bis auf 12,0 m vertieft, aufgeweitet und als 5"-Grundwassermessstelle GWM 1 ausgebaut. Der Messstellenausbauplan ist in Anlage 6 gemeinsam mit dem Tiefenprofil dargestellt.

Nach dem Messstellenausbau wurde von GMP ein Kurzpumpversuch zur Ermittlung der Grundwasserführung und des Durchlässigkeitsbeiwertes durchgeführt.

Eine zweite Bohrung (KB 2) wurde zur Ermittlung der Sohle des ehemaligen Müllplatzes an der westlichen Gebietsgrenze niedergebracht, die nur die unmittelbaren Sohlschichten bis ca. 1 m Tiefe unter dem Müllkörper aufschließen sollte.

Die Bewertung der Ergebnisse der Kernbohrung KB 2 und des Schurfes 5 beschränken sich im Rahmen dieses Gutachtens auf die Bewertung der an der Deponiesohle angetroffenen Schichten. Die Beschreibung und Bewertung der Müllauffüllungen werden im Rahmen eines gesonderten Altlastengutachtens vorgenommen.

Die Ansatzpunkte der Bohrungen, Sondierungen und Schürfe sind im Lageplan in Anlage 2 eingetragen. Die Ansatzpunkte wurden auf mNN eingemessen. Als Bezugspunkt diente ein Kanaldeckel im Bereich des Kreisverkehrs am südlichen Gebietsrand, für den vom Stadtbauamt Öhringen eine NN-Höhe von 249,62 mNN mitgeteilt wurde.

Die Ergebnisse der Bohrungen, Schürfe und Sondierungen sind als höhenorientierte Tiefenprofile und Rammdiagramme mit ihrer räumlichen Verteilung in Anlage 2 eingetragen.

Rechts neben den Tiefenprofilen sind die angetroffenen Bodenarten mit Kurzzeichen nach DIN 4023 beschrieben. Angegeben sind außerdem die Farben, die Bodenklassen nach VOB DIN 18300 und die geologischen Kennzeichnungen.

Links neben den Tiefenprofilen sind die Nummern und Tiefen der entnommenen Bodenproben und die am Erkundungstag bzw. bei Stichtagsmessungen in der Messstelle KB 1 gemessenen Wasserspiegel angegeben.

Die Bohrergebnisse von KB 1 und KB 2 sind zusätzlich in den Anlagen 3.1 und 3.2 mit Kernfotos dokumentiert.

Zur Ermittlung wichtiger bodenphysikalischer Kennziffern wurden aus der Kernbohrung KB 1 zwei ungestörte Bodenproben und aus den Schürfen 1 – 4 sieben gestörte und vier ungestörte Bodenproben als Rückstellproben bzw. für bodenmechanische Laborversuche entnommen. Im Einzelnen wurden Bestimmungen des Wassergehaltes, der Konsistenzgrenzen, des Durchlässigkeitsbeiwertes und der Kornverteilung durchgeführt. Die Ergebnisse sind in Anlage 7 tabellarisch zusammengestellt.

4. Untergrundverhältnisse

4.1 Generelle geologische und hydrogeologische Verhältnisse

Nach der offiziellen Geologischen Karte, Blatt 6722 Hardthausen am Kocher (/2/), liegt das gesamte Untersuchungsgebiet im Bereich einer großflächigen Lößlehmdecke. Diese überlagert die im Norden entlang der A 6 und punktuell im Südosten ausstreichenden Schichten des Gipskeuper (km1). Bereits nördlich der Autobahn und im weiteren Umfeld im Westen und Osten erscheinen die Schichten des Unteren Keuper (ku), so dass generell davon auszugehen ist, dass im Untersuchungsgebiet der Gipskeuper nur noch in relativ geringer Mächtigkeit vorhanden ist. Nach den Erläuterungen zur Geologischen Karte, wurde in unmittelbar nördlich gelegenen Aufschlussbohrungen B 1, B 2 und B 3 für die A 6 Gipskeuper in Mächtigkeiten von 10 – 17 m erbohrt. Bei den im Untersuchungsgebiet vorhandenen Schichten des Gipskeuper dürfte es sich danach um die unteren Bereiche der Grundgipsschichten aus Tonsteinen, Gipsauslaugungsrelikten mit Dolomitsteineinschaltungen handeln. Der unterlagernde Untere Keuper besteht ebenfalls überwiegend aus Tonsteinen, die zum Teil dolomitisch, zum Teil sandig, zum Teil mit Dolomit- und Sandsteineinschaltungen, ausgebildet sind.

Sowohl die Deckschichten aus quartärem Lößlehm, Hang- und Verwitterungslehm sowie die Ton-/Schluffsteinserien des Gipskeuper und die tondominierten Schichten des Unteren Keuper stellen Wassernichtleiter bzw. Wassergeringleiter dar. Im Unteren Keuper können eingeschaltete Karbonatbänke bzw. Sandsteinbänke eine lokale Wasserführung bewirken.

4.2 Geologische Verhältnisse im Untersuchungsgebiet

Nach den Erkundungsergebnissen der niedergebrachten Kernbohrungen und Sondierungen sowie der angelegten Baggerschürfe bilden im Untersuchungsgebiet Schluff- und Tonsteine des Gipskeuper den tieferen Untergrund. Diese werden von quartärem Lößlehm und Hang- und Verwitterungslehmen und bereichsweise von Müll- und Bodenauffüllungen überlagert. Grundsätzlich lässt sich der Untergrund in vier relevante Schichten unterteilen:

1. Mutterboden (Mu) / Auffüllungen (A)
2. Quartäre Lößlehme (Qu)
3. Quartäre Hang- und Verwitterungslehme (Qu/km)
4. Gipskeuper (km1)

Der detaillierte Schichtenaufbau kann den Tiefenprofilen der Anlage 2 entnommen werden.

Mutterboden (Mu)

Mit Ausnahme der Bohrungen KB 1 und KB 2 wurde in allen Aufschlüssen ein dunkelbrauner lehmiger Mutterbodenhorizont in einer Stärke von 0,5 – 1,0 m festgestellt, der nach DIN 4023 als Mutterboden mit dem Kurzzeichen Mu gekennzeichnet ist. Die ungewöhnlich hohe Mächtigkeit dieses Horizontes dürfte auf die intensive landwirtschaftliche Nutzung des Geländes zurückzuführen sein.

Auffüllungen (A)

Die Ansatzpunkte der Aufschlussbohrung KB 2 und des Baggerschurfes Sch 5 liegen im Bereich eines ehemaligen Müllplatzes. Nach den bisher vorliegenden Unterlagen handelt es sich um die Verfüllung eines Hohlweges mit Hausmüll und Bauschutt. Im Schurf Sch 5 wurden Müll und Bauschutt durchsetzte Lehmschichten bis 2,5 m Tiefe angetroffen. Die Kernbohrung KB 2 lag randlich zum Auffüllungsbe-

reich und erschloss eine 1,2 m mächtige Auffüllungsschicht aus sandig-tonigen Schluffen mit beigemengten Pflanzen-, Ziegel- und Mörtelresten.

Eine abfalltechnische Bewertung der Auffüllungen und die genauere Eingrenzung der Ablagerungsfläche erfolgt in einem gesonderten Altlastengutachten.

Ein weiterer Auffüllungsbereich ist als Auffüll- und Planierfläche der Flurbereinigung in Anlage 2 im mittleren Bereich des Erschließungsgebietes gekennzeichnet. Dieser Bereich, bei dem es sich z.T. ebenfalls um einen verfüllten Hohlweg handelt, wird ebenfalls im Rahmen der Altlastenerkundung mit untersucht.

Quartäre Lößlehme (Qu)

Unter dem Mutterboden bzw. den Auffüllungen wurden außer in Schurf Sch 5 in allen Aufschlüssen quartäre Lößlehmschichten, z. T. mit sandig-tonigen Schluffeinschlaltungen bis in Tiefen zwischen 1,3 m (BS 7) bis 7,05 m (KB 1) unter Gelände nachgewiesen. Die Lößlehme waren vorwiegend von weicher bis steifer Konsistenz. Bei Sickerwasserzutritten waren die Schichten durchnässt.

Verwitterungs-/Hanglehme (Qu/km1)

Unter den Lößlehmern wurden in allen Bohrsondierungen und Schürfen quartäre Hanglehme und Verwitterungslehme angetroffen. Die Lagerungstiefen schwanken deutlich zwischen 1,3 m und über 5 m unter Gelände. Die Hanglehme aus graubraunen bis gelbbraunen sandig-tonigen Schluffen gehen dabei meist ohne deutliche Abgrenzung in zunehmend rotbraune bis rote Verwitterungslehme über, die bereits auf die darunter liegenden Gipskeuperschichten hinweisen. Diese Quartär-Gipskeuper-Übergangsschichten wurden vor allem in BS 2, BS 6 und Sch 2 im Tiefenbereich zwischen 3,5 m und 5 m sowie in Bohrung KB 1 von 7,05 m – 7,9 m angetroffen.

Die Hang- und Verwitterungslehme besitzen eine vorwiegend steife, bereichsweise auch halbfeste bis feste Konsistenz.

Gipskeuper (km1)

In der Bohrung KB 1 wurden ab 7,9 m Tiefe bis zur Endteufe bei 12 m unter den quartären Deckschichten die Schichten des Gipskeuper als angewitterte rote bis violettrote Tonsteine mit schluffig-tonigen Zwischenlagen angetroffen. Mit zur Tiefe hin abnehmendem Verwitterungsgrad gehen die Gipskeuperschichten von halbfester, z.T. auch steif bis halbfester Konsistenz in den oberen Bereichen zunehmend in

halbfeste bis feste Ton- und Schlufftonsteine über. Die bindigen Anteile wurden in halbfester Konsistenz erkundet.

4.3 Hydrogeologische Verhältnisse im Untersuchungsgebiet

In den quartären Lößlehmen wurden außer in BS 4 und Sch 3 im Bereich oder knapp unterhalb der Mutterbodenschichten zwischen 0,9 und 1,5 m unter Gelände geringfügige Sickerwasserzutritte festgestellt, die bereichsweise weiche Staunässehorizonte mit Eisen- und Mangankonkretionen verursachen. In Abhängigkeit von den Witterungsverhältnissen muss mit wechselnden Sickerwasserzutritten im Bereich der quartären Lehme gerechnet werden.

Grundwasser wurde mit der Bohrung KB 1 wurde bei ca. 8,0 m unter Gelände (238,62 mNN) im Bereich der Tonsteine des Gipskeuper (km 1) angetroffen. Die Kernbohrung wurde zu einer 5"-Grundwassermessstelle ausgebaut (vgl. Anlage 6). Der Ruhewasserspiegel stellte sich am 12.05.05 bei 3,74 m unter Gelände (242,88 mNN) ein, was stark gespannte Grundwasserverhältnisse im Gipskeuper belegt.

Für weitere Hinweise zur den Grundwasserverhältnissen im Untersuchungsgebiet können die Ergebnisse der Bohrungen B1, B2, B5 und B6 von 1994 aus dem Geotechnischen Gutachten zu Westtangente Öhringen (/5/) herangezogen werden. Im Einzelnen stellten sich die Ruhewasserspiegel wie folgt ein:

B1: 4,6 m u. Gelände bzw. 251,5 mNN

B2: 5,3 m u. Gelände bzw. 252,0 mNN

B5: 5,6 m u. Gelände bzw. 244,8 mNN

B6: 3,5 m u. Gelände bzw. 247,4 mNN

In den vier Bohrungen stieg der Wasserspiegel nach dem Anbohren um 0,4 – 1,0 m an, was die gespannten Grundwasserverhältnisse bestätigt. Das deutlich geringere Druckpotential dürfte in der anderen Lage der Bohrungen, z.B. im oberen Hangbereich bei B1 und B2, begründet sein. Das Grundwasser wurde in allen Bohrungen am Top oder in den obersten Bereichen des Gipskeuper erschlossen.

Die Bohrungen B5 und B6 wurden nach /5/ als 2“-Pegel ausgebaut, wobei nur der Pegel B6 noch auffindbar war.

Zur Klärung inwieweit der Brunnen des Anwesens Beck (ehem. Bahnwärterhaus) dasselbe Grundwasserstockwerk erschließt, wurde am 14.06.2005, gemeinsam mit Frau Beck eine Brunnenbesichtigung vorgenommen. Der Brunnen liegt ca. 200 m nördlich des Wohngebäudes im ca. 7 m tiefen Gleiseinschnitt der Bahnlinie Heilbronn – Nürnberg unmittelbar südlich des Gleiskörpers in einem Betonsockel. Die Oberkante des Schachtringes liegt auf einer Höhenkote von ca. 244,2 mNN. Neben dem Brunnenwasserspiegel wurden am 14.06.2005 auch die Ruhewasserspiegel in dem alten 2“-Pegel B6 und der neu errichteten Grundwassermessstelle KB 1 eingemessen. Im Einzelnen ergaben sich folgende Messwerte:

Brunnen Beck:	1,50 m u. OK-Brunnenschacht bzw. 242,7 mNN
B 6:	6,50 m u. OK-Schachtdeckel bzw. 244,35 mNN
KB 1:	2,75 m u. offener Messstellenkappe bzw. 244,65 mNN

Angaben zu einem maximalen bzw. minimalen Grundwasserspiegel können ohne langjährige Pegelbeobachtungen nicht gemacht werden. Ein Vergleich der Wasserspiegelmessungen vom 12.05.05 und 14.06.05 in KB 1 und der Messungen von 1994 und 14.05.05 in B 6 belegt bereits Wasserspiegelschwankungen von 2 – 3 m.

Um detailliertere Angaben zu Grundwasserspiegelschwankungen machen zu können, wären weitere Stichtagsmessungen an den Grundwassermessstellen erforderlich.

Die ähnlichen Wasserspiegelniveaus im Brunnen Beck und den Messstellen können als Beleg gewertet werden, dass der Brunnen und die Messstellen dasselbe Grundwasserstockwerk im Gipskeuper erschließen. Die absoluten Messwerte ergeben kein eindeutiges Bild für das Grundwassergefälle/Druckgefälle. Sowohl der Wasserspiegel in KB 1 als auch in B6 liegt höher als im Brunnen. Aufgrund der generell anzunehmenden Grundwasserfließrichtung nach Westen und des gemessenen höheren Grundwasserspiegels in dem nur ca. 250 m südsüdöstlich vom Brunnen gelegenen Pegel B6 ist das Brunneneinzugsgebiet vor allem östlich bis südöstlich des Brunnens in der Gemarkung Sichert anzunehmen (vgl. Anlage1). Das verfügbare oberirdische Einzugsgebiet umfasst danach ca. 0,2 km². Für ein relativ kleines Grundwassereinzugsgebiet spricht auch die nach Angaben von Frau Beck nur relativ geringe Brunnenergiebigkeit. Eine Dauerentnahme über ½ Stunde ist im Brunnen i.d.R. nicht ohne Trockenfallen der U-Pumpe möglich.

5. Pumpversuch in KB 1

Zur Ermittlung der Wasserführung im Gipskeuper des Untersuchungsgebietes wurde am 20.05.2005 durch GMP ein ca. 2-stündiger Pumpversuch mit einer Förderleistung von 0,27 l/s in der ausgebauten Messstelle KB 1 durchgeführt. Das Pumpversuchsprotokoll und –diagramm ist in Anlage 5.1 und 5.2 beigefügt.

Ausgehend von einem Ruhewasserspiegel von 2,43 m u. Messstellenkappe sank der Wasserspiegel bis Pumpende auf 5,80 m ab, wobei ein Beharrungszustand nicht erreicht wurde. Anschließend wurde der Wiederanstieg über ½ Stunde gemessen. Bei Messende lag der Wasserspiegel noch 34 cm unter dem Ausgangswasserspiegel.

Die hydraulische Auswertung des Wiederanstieges nach AGARWAL + Theis mit dem Programm HydroTec 2002 ergab einen **Durchlässigkeitsbeiwert** für den Grundwasserleiter im Gipskeuper von $7,6 \times 10^{-6}$ m/s. Die Grundwasser führenden Schichten des Gipskeuper sind damit nach DIN 18130 als durchlässig zu klassifizieren.

6. Sickerversuche

Die oberflächennahen Versickerungseigenschaften (Durchlässigkeitsbeiwerte) wurden mit vier Sickerversuchen in den Schürfen Sch 1 – Sch 4 für die quartären Schichten Lößlehm, Hanglehm und Verwitterungslehm bestimmt.

Die Schürfe wurden bis in Tiefen von 2,0 bis 4,4 m unter GOK ausgehoben und soweit mit Wasser aufgefüllt, dass der Auffüllbereich nur den auszutestenden Bodenhorizont ohne Schichtüberschneidungen erfasste.

Die Versickerungsversuche wurden in Schürfen ausgeführt, da die Rahmenbedingungen in diesem Fall am ehesten den Verhältnissen von Versickerungsanlagen entsprechen. Eine Auswertung für dieses Verfahren ist mit überwiegend aus Bohrlochversuchen abgeleiteten Verfahren möglich, mit denen die Durchlässigkeit annähernd auch für Versickerungsversuche im Schurf bestimmt werden kann.

Nach der Auswertung gemäß dem USBR-Verfahren (US Bureau of Reclamation) ergibt sich bei Ansatz eines näherungsweise kugelförmigen Strömungsbereiches die Durchlässigkeit zu

$$k_f = \frac{Q_s}{5,5 \times r_i \times H}$$

Darin bedeuten

- Q_s = Versickerungsrate [m³/sec]
 r_i = Ersatzradius des Schurfes
 H = Wasserstand über Schurfsohle

Im ATV-DVWK-Arbeitsblatt A 138 errechnet sich die Versickerungsrate:

$$Q_s = v_{f,u} \times A_s$$

Darin bedeuten:

mit
$$v_{f,u} = k_f \times \frac{l_s + H}{l_s + H/2}$$

- $v_{f,u}$ = Filtergeschwindigkeit der Versickerung [m/s]
 A_s = wirksame Versickerungsfläche [m²]
 l_s = geschätzter Abstand zwischen Schurfsohle und Grundwasser [m]

Durch Umformung dieser Bedingungen errechnet sich die Durchlässigkeit :

$$k_f = \frac{Q_s \times (1 + H/2)}{A_s \times (1 + H)}$$

In der nachfolgenden Tabelle 1 sind die Rahmenbedingungen der Sickerversuche und die sich aus den verschiedenen Auswertemethoden ergebenden Durchlässigkeiten zusammengestellt.

Tabelle 1: Daten und Ergebnisse der Sickerversuche in den Schürfen Sch 1 – Sch 4

Schurf	Aushubtiefe [m]	Abmessungen L x B [m]	Auffüllhöhe [m u. GOK]	Messdauer [min]	Absenkung [m]	k_f -Wert [m/s]
Sch 1	4,40	1,80 x 0,80	1,95	170	0,10	1 x 10 ⁻⁶ bis 4 x 10 ⁻⁷
Sch 2	4,40	2,00 x 0,80	2,85	128	0,10	2 x 10 ⁻⁶ bis 4,5 x 10 ⁻⁶
Sch 3	2,00	2,50 x 0,80	1,12	207	0,09	1 x 10 ⁻⁶ bis 4,5 x 10 ⁻⁶
Sch 4	2,50	1,80 x 0,80	1,59	167	0,02 (Anstieg)	2 x 10 ⁻⁶ bis 4 x 10 ⁻⁷

7. Ergebnisse der Laborversuche

7.1 Bodenmechanische Laborversuche

Bodenmechanische Laborversuche wurden an fünf ungestörten Proben aus der Bohrung KB 1 (zwei Proben) und den Schürfen Sch 2 – Sch 4 (je eine Probe) durchgeführt. Die Untersuchungsergebnisse sind tabellarisch in Anlage 7 zusammengestellt.

Im Einzelnen sind die Untersuchungsergebnisse im Baugrundgutachten (7/) dokumentiert und beschrieben. Hier wird nur auf einige, für die hydrogeologische Bewertung maßgebliche Parameter nochmals eingegangen.

Dichte und natürlicher Wassergehalt

An den Lößlehmproben aus den Schürfen Sch 2 und Sch 3 wurden Feuchtwichten von 20,2 kN/m³ bzw. 19,3 kN/m³ bei Wassergehalten von 23,8 % und 23,6 % ermittelt. Zusätzlich wurde aus Schurf Sch 4 eine quartäre Hanglehmprobe mit einer Feuchtwichte von 20,2 kN/m³ und einem Wassergehalt von 24,2 % untersucht.

Kornverteilung

An den zwei Lößproben aus den Schürfen Sch 2 und Sch 3 und der Hanglehmprobe aus Schurf Sch 4 wurde die Kornzusammensetzung durch eine kombinierte Sieb-Schlamm-Analyse nach DIN 18123 ermittelt. Das Lößlehmmaterial setzt sich danach aus ca. 20 % Ton-, 60 – 70 % Schluff- und 10 – 20 % Sandanteilen zusammen, wobei der Sandanteil nahezu vollständig im Feinsandbereich liegt.

In der Hanglehmprobe aus Schurf Sch 4 wurden ein Tonanteil von ca. 30 %, ein Schluffanteil von ca. 60 % und ein Feinsandanteil von ca. 10 % ermittelt.

Wasserdurchlässigkeit

Die Wasserdurchlässigkeit wurde im Labor an zwei ungestörten Proben aus der Bohrung KB 1 für die tiefer gelegenen Lößlehmschichten von 4,5 – 4,75 m und die Verwitterungsschichten des Gipskeuper von 7,55 – 7,8 m mit voller Wassersättigung gemäß DIN 18130 bei einem Gradienten von $I = 30$ durchgeführt. Die ermittelten Durchlässigkeitsbeiwerte lagen bei $4,2 \times 10^{-9}$ m/s bzw. $4,0 \times 10^{-10}$ m/s. Die untersuchten Schichten weisen danach sehr geringe Durchlässigkeiten auf, die entsprechend DIN 18130 eine Einstufung als sehr gering durchlässig ergeben.

Die geringen Durchlässigkeitswerte belegen für die Grundwasserdeckschichten des Grundwasserstockwerkes im Gipskeuper eine wirksame Barrierefunktion gegenüber möglichen Schadstoffeinträgen (vgl. auch Kapitel 6).

7.2 Chemische Wasseruntersuchung

Im Rahmen des Baugrundgutachtens wurde aus der Kernbohrung KB 1 eine Wasserprobe entnommen und gemäß DIN 4030 auf Betonaggressivität untersucht. Das Analysenergebnis ist in /7/ dokumentiert. Im Hinblick auf die generelle Bewertung des Grundwasserchemismus im Gipskeuper ist die für diesen Raum relativ geringe Mineralisation des Grundwassers mit einer elektrischen Leitfähigkeit von 763 $\mu\text{S}/\text{cm}$ und der geringe Sulfatgehalt von 49,4 mg/l auffällig. Der Wasserchemismus bestätigt die offensichtlich weitgehend abgeschlossene Gipsauslaugung im Untergrund.

8. Grundwasserneubildung

Die Grundwasserneubildung für das Grundwasserstockwerk im Gipskeuper des Untersuchungsgebietes dürfte im Wesentlichen in der überwiegend Lößlehm und Hanglehm überdeckten Gipskeuperarealen östlich und nördlich des Untersuchungsgebietes sowie im Gebiet selber, vor allem in den flacheren Geländebereichen erfolgen. Für die Grundwasserneubildung innerhalb des Untersuchungsgebietes ist neben Niederschlag und Evapotranspiration vor allem die Hangneigung ausschlaggebend. Die Löß- und Lößlehmfläche ist in Anlehnung an Dörhöfer & Josopait bei einem Jahresniederschlag von 750 mm eine Verdunstung von 550 mm/Jahr anzusetzen und je nach Hangneigung eine Grundwasserneubildung von ca. 80 mm/Jahr zu erwarten. Für die Planungsfläche von ca. 21 ha ergibt sich bei Ansatz dieser mittleren jährlichen Grundwasserneubildungsrate eine theoretische Grundwasserneubildung von ca. 0,5 l/s. Infolge der sehr geringen Durchlässigkeit der Verwitterungsschichten des Gipskeuper und der tiefer liegenden, quartären Lehmschichten ist ein zumindest teilweiser Wasserablauf an der Basis der oberflächennäher liegenden Lößlehm-schichten nach Südwesten zum Habach hin zu erwarten.

Bei einem angenommenen zukünftigen Versiegelungsgrad von 40 % ohne Wieder-einleitung des Niederschlagswassers aus den versiegelten Flächen und Dachflächen würde sich die Gesamtgrundwasserneubildung für das Erschließungsgebiet um

0,2 l/s verringern. Die zukünftige Grundwasserneubildung im Planungsgebiet läge danach bei ca. 0,3 l/s bzw. 1,4 l/s x km².

9. Bewertung der Bodenleistungsfähigkeit

Die Bewertung erfolgt gemäß „Leitfaden zur Bewertung von Böden nach ihrer Leistungsfähigkeit“ des Ministeriums für Umwelt Baden-Württemberg – Heft 31.

9.1 Ausgleichskörper im Wasserkreislauf (Retention)

9.1.1 Bewertung der Böden mit Hilfe des Klassenzeichens für Ackerflächen

Tabelle 2: Bewertung der Böden mit Hilfe des Klassenzeichens für Ackerflächen

Bodenart	Zustandsstufe	Entstehung	Bewertungsklasse
sL/L	3	Lö	4

9.1.2 Bewertung der Böden nach Gesamtleitfähigkeit (K_{f,p}) und Wasserspeichervermögen (WSV)

Zur Bewertung der möglichen Speicherleistung wurde die gesamte Schichtenfolge der Lößlehme und Hanglehme bis zur Obergrenze des Gipskeupers herangezogen.

Ermittlung der Gesamtleitfähigkeit in der Kontrollsektion (K_{f,p}):

Für das Bodenprofil werden die K_f-Werte (Wasserleitfähigkeit bei Sättigung) horizontweise herangezogen. Zur Berechnung der Gesamtwasserleitfähigkeit wurden folgende K_f-Klassen nach /8/ (Tabelle 64) zugrunde gelegt:

Kf2 (1 – 10 cm/Tag entspricht $1,16 \times 10^{-7}$ bis $1,16 \times 10^{-6}$ m/s)
– im Mittel 5,5 cm/d: Lößlehm

Kf3 (10 – 40 cm/Tag, entspricht $1,16 \times 10^{-6}$ bis $4,63 \times 10^{-6}$ m/s)
– im Mittel 25 cm/d: quartärer Hanglehm und Lößlehm

Kf4 (40 – 100 cm/Tag, entspricht $4,63 \times 10^{-6}$ bis $1,16 \times 10^{-5}$ m/s)
– im Mittel 70 cm/d: Verwitterungslehm

Ermittlung des Wasserspeichervermögens (WSV):

Aufgrund der örtlichen Situation mit Böden mit Stauwassereinfluss bei Hangneigungen $< 6 \%$ ist das WSV als Summe der nutzbaren Feldkapazität (nFK) und der Luftkapazität (LK) zu bestimmen. Nutzbare Feld- und Luftkapazität wurden für eine mittlere effektive Lagerungsdichte (Ld3) gewählt (vgl. /8/, Tabellen 26 und 55).

Tabelle 3: Feld- und Luftkapazität in Abhängigkeit von Bodenart

Bodenbezeichnung	Bodenartuntergruppe	nutzbare Feldkapazität [Vol.-%]	Luftkapazität [Vol.-%]
Lößlehm	Ut2	nFK = 25,0	LK = 4,0
Verwitterungslehm	Tu3	nFK = 15,5	LK = 4,5
quartärer Hanglehm	Ut4	nFK = 20,5	LK = 5,5

Tabelle 4: Bewertung der Böden nach ihrer Gesamtwasserleitfähigkeit (Kfp) und dem Wasserspeichervermögen (WSV)

Bodenart	Kfp [cm/d]	WSV [l/m ²]	Bewertungs- klasse
Lößlehm, oberflächennah bis ca. 2,0 m (Schurf 3)	15 – 30	> 200	5
Lößlehm in tiefer Lagerung (z.B. Schurf 1)	≤ 7	> 200	3
Verwitterungslehm (z.B. Schurf 2)	15 – 30	> 200	5
quartärer Hanglehm (z.B. Schurf 4)	7 – 15	> 200	4 – 5

9.2 Filter- und Puffervermögen

Tabelle 5: Bewertung mit Hilfe des Klassenzeichens für Ackerflächen

Bodenart	Zustandsstufe	Entstehung	Bewertungsklasse
sL/L	3	Lö	4

9.3 Bewertung der Böden nach ihrer Ton-, Humusmenge und dem gewichteten pH-Summanden

Die Betrachtung der möglichen Filter- und Pufferkapazität bei Schadstoffeinträgen erfolgte für nicht hydromorphe Böden bis $\leq 1,0$ m Tiefe.

Zur Beurteilung wurden folgende Werte angesetzt:

Humusmenge:	13 – 25 kg/m ²
Tongehalt:	ca. 10 – 20 Masse-% bzw. 100 – 300 kg/m ²
Anteil des Feinbodens:	100 Masse-% des Gesamtbodens
pH-Wert:	5,9 – 7,2

Carbonatanteile wurden für die betreffenden Lößlehmschichten nicht angesetzt.

Tabelle 6: Bewertung der Böden nach ihrer Ton-, Humusmenge und dem gewichteten pH-Summanden

		anorganische Schadstoffe	organische Schadstoffe	Säuren
Humusmenge [kg/m ²]	Tonmenge [kg/m ²]	gewichteter pH-Wert	mikrobielles Abbauvermögen	gewichteter pH-Wert
		> 6	mittel	> 5 (-Carb.)
13 bis 25	100 – 300	4	3	3

9.4 Zusammenfassende Bewertung des Bodens

Infolge der sehr einheitlichen Bodenausbildung und morphologischen Verhältnisse im Planungsgebiet kann eine zusammenfassende Bewertung der Böden in ihrer Leistungsfähigkeit erfolgen. In der Tabelle 7 (siehe Anlage 8) sind die vorgenommenen Einzelbewertungen der Leistungsfähigkeit für die verschiedenen Bodenfunktionen mit den sich ergebenden Bewertungsklassen zusammengestellt. Die verwendeten Klassenwerte von 1 – 5 bedeuten eine Abstufung der Leistungsfähigkeit des Bodens zwischen sehr geringer Leistungsfähigkeit zur Erfüllung der Bodenfunktion (Klassenwert 1) und sehr hohe Leistungsfähigkeit des Bodens (Klassenwert 5).

9.5 Schutzfunktion der Deckschichten

Den im Untersuchungsgebiet vorhandenen Lockergesteinsdeckschichten kommt bezüglich des Schutzes des Grundwasserleiters im Gipskeuper und möglicher weiterer tiefer liegender Grundwasserhorizonte bezüglich der Mächtigkeit und des Schadstoffrückhaltevermögens besondere Bedeutung zu. Die relativ hohe Leistungsfähigkeit bezüglich Filter- und Puffervermögen der vorhandenen Bodenschichten wurde bereits in den zuvor durchgeführten Bewertungen festgestellt. Im Hinblick auf den

Grundwasserschutz sind gemäß DVGW-Arbeitsblatt W 101 weitere Kriterien relevant.

Tabelle 8: Mindestmächtigkeiten von Deckschichten gemäß DVGW-Arbeitsblatt W 101

Boden	entsprechende Bodenart aus DVGW-Arbeitsblatt W 101	Mindestmächtigkeit [m]
Lößlehm	Ton ohne Risse; toniger Schluff; stark toniger Sand	2,0
quartärer Hanglehm	Ton ohne Risse; toniger Schluff; stark toniger Sand	2,0
Verwitterungslehm an Quartärbasis	Ton ohne Risse; toniger Schluff; stark toniger Sand	2,0

Nach den durchgeführten Bohrungen und Bohrsondierungen wurden die in der folgenden Tabelle zusammengestellten Mächtigkeiten angetroffen:

Tabelle 9: Erschlossene Lockergesteinsdeckschichten mit Schutzwirkung

Bohrung / Sondierung	Bodenart	Mächtigkeit [m]	Schutzwirkung L_d
KB 1	Lößlehm + Hanglehm + Verwitterungsschichten	7,9	3,95
BS 1		> 5,0	> 2,5
BS 2		> 5,0	> 2,5
BS 3		> 5,0	> 2,5
BS 4		> 5,0	> 2,5
BS 5		> 5,0	> 2,5
BS 6		> 5,0	> 2,5
BS 7		> 4,4	> 2,2

Die Schutzwirkung entsprechend den Anforderungen an eine Wasserschutzzone III, die hier näherungsweise auch als Anforderung für mögliche Einzugsgebietsanteile des Brunnens Beck herangezogen werden, ist aufgrund des Überschreitens von $L_d = 1,0$ für die Deckschichten aus Lockergesteinen nach den Erkundungsbohrungen generell erreicht.

10. Zusammenfassende Bewertung und Empfehlungen

Das Untersuchungsgebiet des geplanten Gewerbegebietes Galgenfeld II und Flürle in Öhringen weist relativ einheitliche Bodenverhältnisse mit einer vollflächigen, mächtigen quartären Lößlehm- und Lehmüberdeckung auf. Das Quartär lagert ebenfalls tonreichen Serien des Gipskeupers auf. Die quartären Deckschichten wurden im gesamten Untersuchungsgebiet über 5,0 m mächtig nachgewiesen. Der Übergang zu den Gipskeuperserien ist mit der Aufschlussbohrung KB 1 ca. 7,0 m unter Gelände angetroffen worden.

Die Bewertung der vorhandenen Böden hinsichtlich ihrer Leistungsfähigkeit zur Regulierung des Wasserkreislaufes und bezüglich des Filter- und Puffervermögens gegenüber Schadstoffeinträgen hat eine generell hohe Leistungsfähigkeit ergeben.

Die Erkundung der Grundwasserverhältnisse hat geringe Sickerwasservorkommen in den oberflächennahen Lößlehmschichten nachgewiesen, für die eine deutliche Abhängigkeit von den jeweiligen Witterungsverhältnissen zu erwarten ist. Ein nennenswerter Grundwasserleiter wurde mit der Bohrung KB 1 ca. 8,0 m unter Gelände in den Gipskeuperschichten erbohrt. Das Grundwasser ist stark gespannt und steigt bis knapp unter die Geländeoberfläche an. Die stark gespannten Grundwasserverhältnisse bestätigen die geringe Durchlässigkeit und hohe Schutzwirkung der quartären Deckschichten.

Eine Nutzung dieses Grundwasserstockwerkes erfolgt für einen privaten Trinkwasserbrunnen südlich des Untersuchungsgebietes unmittelbar an der Bahnlinie Heilbronn – Nürnberg. Die Bewertung der Brunnenverhältnisse und Pegelmessungen an alten und neuen Grundwassermessstellen lässt für den Brunnen ein Einzugsgebiet im Wesentlichen südlich des Untersuchungsgebietes erwarten, so dass unter anderem auch wegen der nur sehr geringen Entnahmemenge keine Beeinträchtigung der Wasserversorgung bei Errichtung des Gewerbegebietes zu erwarten ist. Sofern bei Baumaßnahmen tiefe Eingriffe insbesondere entlang der südlichen Gebietsgrenze, z.B. zu Gründungszwecken, bis in das Grundwasserstockwerk erfolgen müssen, sollten jedoch zur Sicherheit des Bauherrn und des Brunnenbetreibers baubegleitende Beweissicherungsmaßnahmen am Brunnen durchgeführt werden.

Da im Planungsgebiet möglicherweise in Teilbereichen Drainagesysteme vorhanden sind, die im Rahmen der jetzt durchgeführten Untersuchungen nicht berücksichtigt wurden, könnten sich bei Unterbrechung der Leitungen zumindest temporäre Wasseraustritte im Hangbereich bzw. Wasserezutritte z.B. zu Baugruben ergeben.

Aufgrund der sehr geringen Durchlässigkeit der gesamten Schichtenfolge und insbesondere der im oberflächennahen Bereich bis ca. 5,0 m Tiefe liegenden Lößlehm- und Lehmschichten mit Durchlässigkeitsbeiwerten von generell 1×10^{-6} bis 1×10^{-7} m/s kann eine Versickerung von Oberflächen- oder Dachwasser nicht empfohlen werden, da das anfallende Wasser vom Untergrund nicht ausreichend schnell aufgenommen werden kann.



Dr.-Ing. H.-J. Franke

Dipl.-Geol. H. Feld
(Projektleiter)

Verteiler:

2x Stadt Öhringen

1x PS Planungsgruppe Städtebau Öhringen