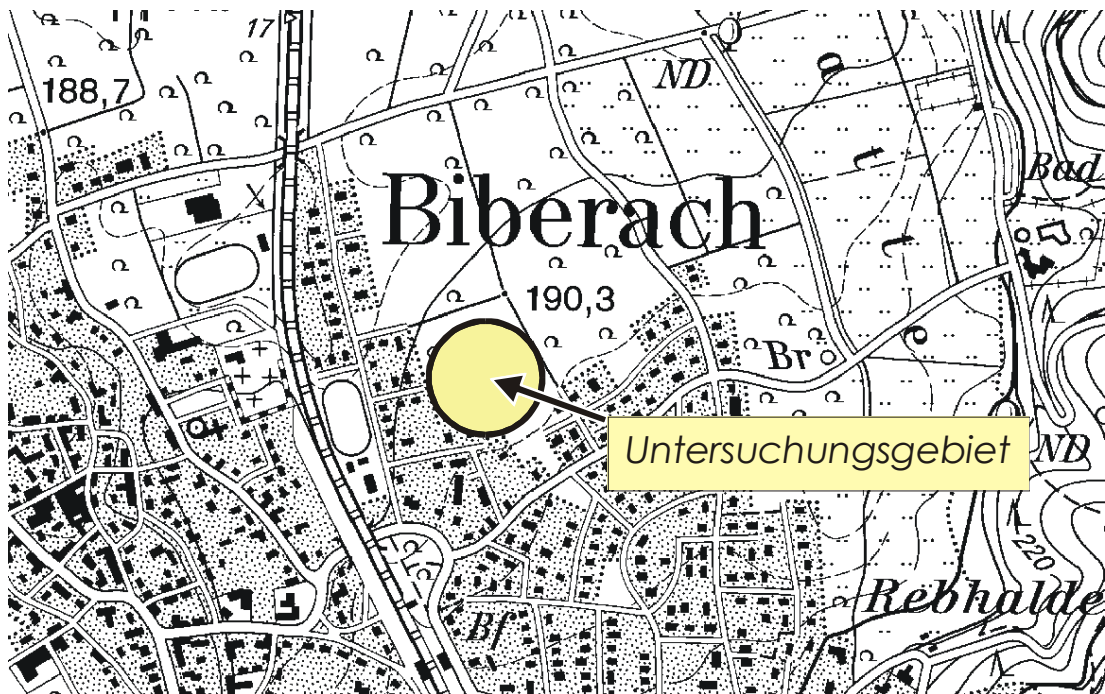


**INGENIEURGEOLOGISCHES/  
HYDROLOGISCHES  
ERSCHLIEßUNGSGUTACHTEN FÜR  
DAS GEPLANTE NEUBAUGEBIET  
„HINTER KIRCHFELD II , BIBERACH**



**ifag 12440713  
Bericht vom 14.10.2013**

## 1. Vorgang

Die Gemeinde Biberach plant die Erschließung des Neubaugebiets "Hinter Kirchfeld II" auf der Gemarkung Biberach, vgl. auch Anlagen 1.

Zur Detailplanung, Erstellung der Ausschreibungsunterlagen und Realisierung der damit verbundenen Arbeiten ist eine Erkundung des generellen Baudenaufbaus, dessen zu erwartenden bodenmechanischen Eigenschaften und der kleinregionalen Grundwasserverhältnisse erforderlich. Ergänzend soll die grundsätzliche Möglichkeit einer Versickerung von Tagwässern im Bereich des Planungsgebietes geprüft werden.

Für die im Zusammenhang mit den auszuschreibenden Erdarbeiten zur Erschließung bzw. einer denkbaren Abfuhr von Überschussmengen sollte ergänzend eine Klassifizierung von potenziellem Baggergut gemäß der „Verwaltungsvorschrift des Umweltministeriums für die Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial vom 14. März 2007“, im Weiteren VwV, erfolgen.

In diesem Zusammenhang wurde das *INSTITUT FÜR ANGEWANDTE GEOLOGIE* in Willstätt auf Grundlage seines Angebots vom 11.07.2013 mit Schreiben vom 19.07.2013 durch die *LBBW IMMOBILIEN KOMMUNALENTWICKLUNG GMBH* in Karlsruhe beauftragt, die zur Klärung der genannten Aufgabenstellung erforderlichen Arbeiten auszuführen.

## 2. Verwendete Unterlagen

Seitens des Auftraggebers bzw. der *KAPPIS I INGENIEURE GMBH*, Lahr wurde dem Gutachter ein Flurstücksplan im Maßstab 1: 1.500 bzw. Bebauungsplan, Variante 3, M 1:750 zur weiteren Bearbeitung überlassen.

Die in diesem Bericht enthaltenen Angaben zu den Charakteristika möglicher Versickerungsanlagen beruhen auf dem Arbeitsblatt A 138 "Bau von Anlagen zur dezentralen Versickerung von nicht schädlichem Niederschlagswasser" des Regelwerks Abwasser-Abfall der Abwassertechnischen Vereinigung e.V. (ATV) vom Januar 1990.

Darüber hinaus fanden bei der Ausarbeitung des hier vorgelegten Gutachtens diverse Unterlagen u.a. Ergebnisse des Gutachtens ifag 10500410 vom 23.06.2010 zur Erschließung des benachbarten Baugebiets „Hinter Kirchfeld I, aus dem Archiv des *INSTITUT FÜR ANGEWANDTE GEOLOGIE* Verwendung.

## 3. Durchgeführte Untersuchungen

Zur Ermittlung des Aufbaus und der Zusammensetzung des bauwerksrelevanten Untergrunds im Planungsgebiet wurden am 17.09.2013 mit einem Bagger des *FIRMA EBLE*, Biberach-Prinzbach vier Probelöcher bis zu einer maximalen Tiefe von 3,0 m unter Flur ausgehoben und die dabei aufgeschlossene Lockergesteinsabfolge aus geotechnischen Sicht beschrieben. Ergänzend wurde unter Berücksichtigung der aufgeschlossenen Schichtenfolge im Zentrum des Planungsgebiets ein Versuch zur Versickerung von Tagwässern gefahren.

Auf eine Realisierung der angebotenen vier Rammsondierungen nach DIN 4094 wurde nach Durchführung und bodenmechanischer Aufnahme der in den Probelöcher angetroffenen Lockergesteinshorizonte verzichtet, da deren Zusammensetzung sowie der Aufbau der Kinzigschotter der im Jahr 2010 erkundeten rolligen Schichtenfolge im angrenzenden Baugebiet „Hinter Kirchfeld I“ stark ähnelte.

## 4. Ergebnisse

### 4.1 Geologische und lithologische Situation

Die im Untersuchungsgebiet anstehende Lockergesteinsabfolge wurde nacheiszeitlich von der mäandrierenden Ur-Kinzig abgelagert. Die so entstandenen alluvialen Flusssedimente sind durch rasch wechselnde Korngrößenzusammensetzungen gekennzeichnet, welche auf die stark wechselnden Strömungsverhältnisse der Alt-Kinzig zurückzuführen sind. Dies hat zur Folge, dass heute auf gleichem Niveau, in kurzen Abständen, in ihrer Zusammensetzung stark voneinander abweichende Schluff-, Sand- und Kiesgemische mit wechselnden Mächtigkeiten und räumlicher Ausdehnung auftreten können.

### 4.2 generelle Schichtenfolge im Untersuchungsgebiet

Auf Grundlage der zuvor genannten Bodenaufschlüsse wurden die in den Anlagen 2 beigefügten schematischen Profile A-A´ und B-B´ ausgearbeitet.

Die Schichtenfolge im bauwerksrelevanten Bereich kann demnach wie folgt beschrieben werden:

Unter einer im Mittel 0,3 m mächtigen **Vegetationsschicht** (Mutterboden) bildet mit Ausnahme von dem Gebiet um Schurf S3 auf den nächsten 0,9 bis 2,0 m **Auelehm / Verwitterungsdecke** das Unterlager. Diese setzen sich aus stark fein-/mittelsandigem, bereichsweise auch schwach kiesigem Grobschluff bzw. stark grobschluffigem Sanden zusammen. Bei der Aufnahme von Schurf S 4 wurden im Tiefenbereich 1,1 m bis 1,5 schwach fließende Stauwasseraustritte beobachtet.

Das Unterlager der genannten Verwitterungsdecke (Auelehm) bilden die **Kinzigschotter**. Diese wurden einheitlich im Sohlbereich aller Probelöcher in Form von sandigen Mittel-/Grobkiese aufgeschlossen. Im Kontaktbereich zwischen Auelehm waren die anstehenden Kinzigschotter, z.B. in VV 1, Anl. 3.5 auf mehrere Dezimeter als verlehmt Kies (GU) anzusprechen.

Aufgrund ihres hohen Anteils an **Grobkomponenten** der in den Schürfen aufgeschlossenen Kinzigschotter und deren häufig guten Einregelung (Dachziegellagerung) weisen diese häufig eine **ausgeprägte Korn-zu-Korn-Abstützung** auf aus der sich auch bei höheren Spannungen eine lediglich **geringe Zusammendrückbarkeit** ableiten lässt, siehe auch Abb. 7 + 8, Anl.5.3.

Im Gegensatz zum benachbarten Baugebiet wurden in den fünf Schürfgruben in der oberflächennahen Kontaktzone zwischen Verwitterungsdecke und Kinzigschotter nur **unwesentliche geringmächtige Schwemmsandhorizonte** beobachtet. Diese in der Kinzig-Aue sonst häufig ausgebildeten Einschaltungen wurden hier in den vorgestellten Bodenaufschlüssen im erdstatischen Sinne lediglich unwesentlichen Umfang beobachtet.

Nach den Erfahrungen des Gutachters kann die durchschnittliche Gesamtmächtigkeit der Talfüllung im Planungsgebiet mit etwa 10 -15 m angenommen werden.

### 4.3 Grundwasser im Baugrund

Schwankungen der Grundwasserstände im Untersuchungsgebiet werden merklich durch die Wasserführung der Kinzig bzw. durch den Zustrom aus dem Nordrach-Tal geprägt, aber naturgemäß auch direkt durch anhaltende, ergiebige Regenereignisse beeinflusst. Bei Mittel- und Niedrigwasser fungiert die Kinzig als regionaler Vorfluter der Talaue. Bei hoher Wasserführung verhält es sich umgekehrt, dann werden große Mengen von Wasser in das Porenwasseraquifer der Talaue gedrückt, was zusammen mit

dem Zustrom aus dem nördlich gelegenen Harmersbach-/Nordrach-Tal innerhalb von relativ kurzer Zeit zu einem merklichen Anstieg des Grundwasserspiegels führen kann.

In keiner der Schürfgruben wurde beim Aushub der Schürfe S 1- S 4 am 17.09.2013 bis zur Grenztiefe von 3,0 m unter Gelände ein zusammenhängender Grundwasserspiegel mit ungespannter Oberfläche angetroffen. Das im Bereich der Schurfsohlen aufgeschlossene Kiessandgemisch erwies sich als feucht aber nicht nass, so dass angenommen werden kann, dass der zu diesem Zeitpunkt vorliegende Grundwasserspiegel noch einige Dezimeter auf einem Niveau von  $\pm 3,4$  m u.GOK zu erwarten ist. Das genannte Spiegelniveau dürfte als jährlich wiederkehrender, niedriger GW-Stand NW zu werten sein.

Die sonst häufig in vergleichbaren Lockergesteinsabfolgen zu beobachtenden Wassermarken in Form von im Kapillarsaum des Grundwassers ausgebildeten Fe-/Mn-Ausfällungen waren in den aktuellen Bodenaufschlüssen nur vereinzelt und angesichts der Korngrößenbedingten gering wirksamen Kapillarkräfte nur als in etwa ein Zentimeter starke Horizonte ausgebildet, siehe auch Abb. 9, Anl.5.3. Eindeutig zu identifizieren waren diese "Wassermarken" in Schurf S 3 bei ca. 1,2 m bzw. in S 4 bei 1,5 m unter Flur. Dabei ist das in S 4 beobachtete GW-Niveau aufgrund des auflagerenden feinkörnigen Bodensubstrats eventuell als Druckwasserspiegel zu werten. Demnach ist für den jährlichen wiederkehrenden Grundwasserhöchststand **HW ein Flurabstand von etwa 1,2 m abzuleiten.**

GW-Höchststände wie sie bei **10-jährigen Hochwässern (HW 10)**, z.B. nach anhaltenden und ergiebigen Niederschlagsereignissen z.B. in Verbindung mit dadurch verursachter Schneeschmelze insbesondere im Frühjahr auftreten können, werden das **HW-Niveau voraussichtlich noch um 0,2 m überschreiten.**

Im Ausnahmefall können allerdings auch diese bei außergewöhnlichen Niederschlagsereignisse und ungünstigen Rahmenbedingung in Form von **100 jähriger Hochwasserstände (HW 100) vermutlich noch weitere 20 - 30 cm überschreiten**, so dass sich in vereinzelt Bereichen des Planungsgebiets im Ausnahmefall zeitlich eng begrenzt ein GW-Spiegel von etwa 0,6 m bis 0,8 m unter aktuellem Geländeniveau einstellen kann.

#### 4.4 Untersuchungen im Erdlabor, Kornverteilungskurven

Zur genaueren Einschätzung der bodenspezifischen Eigenschaften wurden aus den Schürfgruben S 1 – S 4 insgesamt vier gestörte Einzelproben für Untersuchungen im Erdlabor entnommen. Die Untersuchungen der nachfolgend vorgestellten Einzelergebnisse zur Kornverteilung wurden im Erdlabor des *INGENIEURBÜROS HYDROSOND* durchgeführt.

Für die Ermittlung der Korngrößenzusammensetzung wurden aus verschiedenen Schürfgruben vier Lockergesteinsproben ausgewählt. Dabei repräsentieren die Probenrn. 1244/01 (S 1) + 1244/04 (S 4) der Verwitterungsdecke (Auelehm), während die Probenrn. 1244/02 (S 2) + 1244/03 (S 3) den Kinzigschottern zugeordnet werden können.

Wie aus den Diagrammen in der Anlage 6 zu ersehen, bilden sowohl in der Probe 1244/01 als auch 1244/04 Sande mit Gehalten von rund 60 bzw. 50 Gew-% den Hauptanteil. Der Anteil kiesiger Komponenten in den beiden Proben lag mit rund 12 bzw. 4 Gew.-% auf niedrigem Niveau und bleibt damit aus bodenmechanischer Sicht bedeutungslos.

Die beiden Probenrn. 1244/02 (S 2) und 1244/03 (S 3) aus den oberflächennahen Bereichen der Kinzigschotter weisen eine nahezu idente Kornzusammensetzung auf.

Dabei bilden Kiese mit 70 Gew.-% aus bodenmechanischer Sicht den prägenden Anteil. Der Restanteil aus Mittel-/Grobsanden bildet die Zwickelfüllung des grobporigen Korngemischs.

Nennenswerte Anteile kohäsiv wirksamer (bindiger) Korngrößen > 0,006 mm wurden in keiner der geprüften Korngemische nachgewiesen. Damit sind erwartungsgemäß nicht nur die Kinzigschotter sondern auch die schluffigen- sandigen Deckschichten (Mutterboden/Auelehm) als kohäsionslos einzustufen.

Die auf Basis der Kornverteilungsdiagramme ermittelten Ungleichförmigkeitszahlen U liegen zwischen 15,4 und 30,6. Damit sind die geprüften Lockergesteinsgemische der Proben nach DIN 18196 mit  $U > 15$  als sehr ungleichförmig einzustufen.

Die Krümmungszahlen  $C_c$  in den untersuchten Proben liegen zwischen 0,4 und 2,0.

Gemäß der ermittelten Kornzusammensetzung können den geprüften Lockergesteinen nach DIN 18196 folgende Bodengruppen zugeordnet werden:

Probe 1244/01	Bodengruppe: Sand, stark schluffig, sehr schwach feinkiesig (SÜ)
Probe 1244/02	Bodengruppe: Kies, grobsandig, schwach mittelsandig (GI)
Probe 1244/03	Bodengruppe: Kies, grobsandig, schwach mittelsandig (GI)
Probe 1244/04	Bodengruppe: Schluff, stark sandig (U)

#### 4.5 Bodenzusammensetzung und Permeabilität

Auf Grundlage der genannten Bodenaufschlüsse und Laboruntersuchungen konnten insgesamt drei in ihrer Zusammensetzung und Permeabilität merklich von einander abweichende Lockergesteinshorizonte unterschieden werden. Die im Folgenden angeführten Angaben zu den jeweiligen Bodenkenwerten bzw. deren Permeabilität beruhen auf den Erfahrungen des Gutachters mit vergleichbaren Korngemischen der Region sowie den Ergebnissen der Versickerungsversuche.

##### 4.5.1 Mutterboden

Zusammensetzung:	Grobschluff, stark feinsandig, meist stark durchwurzelt, humos, erdfeucht
Farbe:	graubraun, braun
Vorkommen:	im gesamten Untersuchungsgebiet
Mächtigkeit:	im Mittel 0,2 - 0,3 m
Permeabilität:	eher begrenzt, geschätzt $\geq 10^{-5/6}$ m/s
Konsistenz:	weich
Klassifizierung nach DIN 18300:	Klasse 1
nach DIN 18196:	OH

Geotechnische Beurteilung: Das Material ist zur Aufnahme von Bauwerkslasten grundsätzlich ungeeignet. Es reagiert äußerst empfindlich auf dynamische Belastungen, ist teilweise verrottungsfähig und sehr leicht zusammendrückbar.

#### 4.5.2 Auelehm, Verwitterungsdecke

Zusammensetzung: Sand, stark grobschluffig, partiell schwach tonig, oder auch Kies führend, kann geringmächtige, Stauhorizonte (S 4) aufweisen.

Farbe: braun, rötlichbraun, grau  
Vorkommen: Im gesamten Planungsgebiet  
Mächtigkeit: 0,1 – 2,0 m  
Permeabilität: geschätzt  $\geq 10^{-6}$  -  $10^{-7}$  m/s  
Konsistenz: überwiegend locker, oberflächennah auch „weich“  
Klassifizierung nach DIN 18300: Klasse 4  
nach DIN 18196: SÜ, UL

Bodenmechanische Kennwerte: (geschätzt)

Raumgewicht	$\gamma = 19,0 - 20,0 \text{ kN/m}^3$
unter Auftrieb	$\gamma' = 9,0 - 10,0 \text{ kN/m}^3$
Kohäsion	$c' = 0,0 \text{ kN/m}^2$
Reibungswinkel	$\varphi' = 27,5 - 30,0^\circ$
Steifeziffer	$E_s = 6,0 - 10,0 \text{ MN/m}^2$

Geotechnische Beurteilung: Das Material ist zur Aufnahme von Bauwerkslasten nur sehr bedingt geeignet. Es ist stark wasser- und frostempfindlich (F3), relativ leicht zusammendrückbar und reagiert bereits auf geringe dynamische Belastung mit einer massiven Herabsetzung seiner Konsistenz.

#### 4.5.3 Kinzigsschotter

Zusammensetzung: Mittel-/Grobkies, stark mittel-grobsandig  
In der Übergangszone zur aufliegenden Deckschicht Zwickelfüllung teilweise von feinsandiger, grobschluffiger Matrix. Grobkorn meist gut eingeregelt und ausgeprägter Korn-zu-Korn-Abstützung.

Farbe: braun, rötlichbraun, graubraun  
Vorkommen: Im gesamten Planungsgebiet  
Mächtigkeit: 10,0 - 15,0 m  
Permeabilität:  $\approx 10^{-4}$  m/s (oberflächennaher GW-Wechselbereich)  
Lagerungsdichte: im Kontakt zum Auflager locker sonst überwiegend mitteldicht

Klassifizierung nach DIN 18300: Klasse 5  
nach DIN 18196: GI, GU

Bodenmechanische Kennwerte: (geschätzt)

Raumgewicht	$\gamma = 19,0 - 21,0 \text{ kN/m}^3$
unter Auftrieb	$\gamma' = 10,0 - 11,0 \text{ kN/m}^3$
Kohäsion	$c' = 0,0 \text{ kN/m}^2$
Reibungswinkel	$\varphi' = 35,0 - 37,5^\circ$
Steifeziffer	$E_s = 100,0 - 150,0 \text{ MN/m}^2$

Geotechnische Beurteilung: Das Lockergesteinsgemisch ist zur Aufnahme von Bauwerkslasten grundsätzlich gut geeignet. Insbesondere oberflächennah können allerdings eher geringmächtige und räumlich begrenzte, grobschluffig-sandige Einschaltungen auftreten, die gegen-

über dem umgebenden Lockergesteinsgemisch relativ leicht zusammendrückbar sind.

Das Lockergesteinsgemisch ist grundsätzlich als ein frostunempfindliches (F 1) Lockergesteinsgemisch einzustufen. In der Kontaktzone wurden allerdings wenige Dezimeter mächtige Bereiche beobachtet, in deren Zwickelraum begrenzte Schluffanteile enthalten sind. In deren Folge sind diese räumlich eng begrenzten Horizonte als bedingt frostempfindlich (F2) einzustufen.

Die hier angeführten Bodenkennwerte beruhen auf einer in Bezug auf die Gesamtfläche sehr geringen Anzahl von Bodenaufschlüssen. Berücksichtigt man die dabei beobachteten erheblichen Inhomogenitäten der oberflächennahen Deckschichten, sollten diese, insbesondere bei den zum Lastabtrag von Gebäuden erforderlichen erdstatischen Berechnungen lediglich zur Vorbemessung Verwendung finden bzw. bei geplantem Abtrag hoher Spannungen gegebenenfalls im Vorfeld durch gezielte Untersuchungen im jeweiligen Baufeld untermauert werden.

#### 4.6 Erdbebengefährdung

Gemäß der DIN 4149 vom April 2005 sind im Raum Haslach bei der konstruktiven Bemessung u.a. folgende Rahmenbedingungen zu berücksichtigen:

##### **Erdbebenzone 1**

##### **Untergrundklasse R**

##### **Baugrundklasse B**

##### **Intensitätsintervalle $6,6 \leq I < 7$**

##### **Bemessungswert $a_g$ der Bodenbeschleunigung $0,4 \text{ m/s}^2$**

#### 5. Aushub von Leitungsgräben

Im Planungsgebiet ist die Verlegung von Ver- und Entsorgungsleitungen erforderlich. Generell haben bei der Durchführung entsprechender Baumaßnahmen neben anderen folgende Vorschriften in der jeweilig aktuellen Fassung Berücksichtigung zu finden.

- DIN 4124 Baugruben und Gräben
- DIN 18303 Verbauarbeiten
- Unfallverhütungsvorschriften "Erd- und Felsbau" (USB 38 a)
- Leitungsgrabenarbeiten und Leitungsbauarbeiten (USB 49)
- ZTVE-Stb.

#### 6. Hinweise zur Bauausführung

##### 6.1 Stabilität der Grabenböschungen

Die im Baugebiet an der Oberfläche anstehenden Schluff-/Sandgemische sind generell als kohäsionslos einzustufen. Da gleichzeitig deren bodenspezifische Reibungswinkel kaum mehr als  $30^\circ$  beträgt, sind unverbaute Grabenböschungen **auch bei unbelastetem Böschungskopf und geringeren Grabentiefen als 1,25 m als bereichsweise gebräch einzustufen.**

Nach **DIN 4124 Kap. 4.2** darf die maximale Höhe in nicht bindigen Böden bei unbelastetem Böschungskopf und unverbauten Grabenwänden 1,25 m nicht übersteigen. Bei den im Bebauungsgebiet vorliegenden Lockergesteinen können allerdings auch bereits bei diesen geringen Anschnittshöhen räumlich begrenzte Nachbrüche auftreten. Dies gilt insbesondere nach ergiebigen Niederschlägen mit starker Durchfeuchtung des Oberbodens bzw. Stauwasserbildung in der Grabensohle sowie bei dynamischen Belastungen des Böschungskopfs z.B. durch Radfahrzeuge.

Das Betreten von Gräben mit größeren Sohliefen darf nach DIN 4124 generell nur im Schutz eines Verbaus erfolgen.

## 6.2 Tragfähigkeit der Grabensohlen

Über die Ausbildung und Tiefenlage der zur Erschließung des geplanten Neubaugebiets notwendigen Ver- und Entsorgungsleitungen liegen dem Gutachter keine Informationen vor.

Aufgrund des bereichsweise bis > 2,0 m unter aktuelles Gelände reichenden, sandigen-schluffigen Auelehms, siehe auch schematischer Schnitte in den Anln. 2, ist es nicht auszuschließen, dass lokal die in flacheren Grabenabschnitten aufgeschlossenen Sohlflächen nicht die geforderte Festigkeit für die jeweiligen Rohrunterlager aufweisen. In diesen Grabenabschnitten wird empfohlen in Abhängigkeit der Tiefenlage des Rohrunterlagers soweit möglich, den meist nur wenige Dezimeter starken Rest des nur bedingt tragfähigen Horizonts bis zur Oberkante des Bachschotters auszutauschen. Bei höheren Restmächtigkeiten kann die Tragfähigkeit alternativ durch einen auf 0,3 m begrenzten Bodenaustausch mit reibungsbegabtem und gut verdichtungsfähigem Schüttgut ausgeführt werden. Bei der Konditionierung der Schüttung im Rohrgraben ist unbedingt darauf zu achten die aufgebrachte Verdichtungsenergie der Schichtmächtigkeit des Bodenaustauschs anzupassen, vgl. auch Kapitel 4.5.2. Ein häufig im Leitungsbau eingesetzter Stampfer der Firma Wacker o.ä. mit Volllast gefahren verfügt z.B. über eine Einwirkungstiefe von rund 45 cm. Bei einer Kiespolstermächtigkeit von rund 30 cm kann dies insbesondere bei stark feuchtem Bodensubstrat zu einer merklichen Konsistenzherabsetzung des sandig, schluffigen geprägten Unterlagers führen, in dessen Folge dann trotz des eingebrachten Kiespolsters, die für ein Rohrbett geforderte Mindesttragfähigkeit u.U. nicht nachgewiesen werden kann.

## 6.3 Grundwasser und Leitungsgräben

Bei der Planung von Leitungsgräben ist bei ungünstigen Witterungsverhältnissen ein zusammenhängender Grundwasserhorizont (HW = jährlich wiederkehrendes Hochwasser) ab einer Tiefe von bis zu etwa -1,2 m unter aktuellem Gelände zu erwarten. Im Umfeld von Schurf S 4 Anl. 3.4, wurde im Tiefenbereich von 1,1 bis 1,5 m im dort aufgeschlossenen Bodensubstrat schwach fließende Stauwasseraustritte beobachtet, die zu einem teilweisen Einstau bzw. unerwünschter Vernässung des in der Sohle anstehenden Materials führen können. Eine starke Durchfeuchtung des schluffigen-feinsandigen Bodensubstrats ist zwangsläufig mit einer merklichen Herabsetzung der materialspezifisch ohnehin nicht sonderlich hohen Tragfähigkeit verbunden.

Sollten in der Bauzeit unbeständige Witterungsverhältnisse vorherrschen, wird zur Vermeidung eines erhöhten Aufwands dringend empfohlen, die Länge des jeweiligen Grabenaushubs auf das für einen Tag bautechnisch bedingte Mindestmaß zu beschränken.



#### 6.4 Wiederverwendbarkeit des Aushubmaterials

Die obersten 10 - 20 cm bestehen aus **humosem Mutterboden**. Dieser ist bedingt durch seinen hohen Anteil verrottbarer Wurzel zur Aufnahme von Bauwerkslasten oder auch konditionierten Geländeauffüllungen, abgesehen von der Verwendung als Schüttgut bei Rekultivierungsmaßnahmen, generell nicht geeignet.

Der stark sandig-schluffig geprägte **Auelehm** der Verwitterungsdecke ist grundsätzlich für einen konditionierten Wiedereinbau im Bereich von Fahrstraßen ohne Zusatz eines Kalk-/Zementgemisches nicht geeignet.

Inwieweit Teile davon zwischengelagert und später zur Geländemodulation oder anderen ungeordneten Schüttungen eingesetzt werden liegt im Ermessen der Planer.

Die im Untergrund angetroffenen **Kinzigschotter** sind ungeachtet ihres hohen Kiesanteils als gut verdichtungsfähig einzustufen. Von einer direkten Ummantelung der verlegten Rohrleitung mit entsprechendem Baggergut wird empfohlen im Vorfeld die Druckfestigkeit der Rohroberflächen zu überprüfen, da aufgrund des großen Anteils grober Komponenten beim konditionierten Wiedereinbau der beim Aushub geförderten Kiessande hohe Punktlasten auf den Rohrwandungen einwirken können.

#### 6.5 Einstufung von anfallendem Baggergut gemäß der VwV

Das bei Erdarbeiten in der Talauwe des Kinzigtals anfallende Baggergut kann bedingt durch eine geogene Vorbelastung durch Mineralien alter Hydrothermalgänge als in Folge der Aufbereitung der im Mittelalter in der Region abgebauten Silbererze bewertungsrelevante Schwermetallbelastungen aufweisen die eine Verwertung über eine gewöhnliche Erdaushubdeponie nicht zulassen.

Dieses Problem ist dem Landratsamt Ortenaukreis seit vielen Jahren bekannt. Aus diesem Grund wurde von der Verwaltung für die Verwertung im Landkreis anfallenden geogen belasteten Erdaushubs die Erdaushubdeponie REBIO (Nähe Elzach) eingerichtet, auf die in Abstimmung mit dem Landratsamt Ortenaukreis, Amt für Wasserwirtschaft und Bodenschutz, entsprechend belasteter Erdaushub zu denselben Konditionen einer kreiseigenen Erdaushubdeponie angeliefert werden kann.

Für eine erste Prüfung auf entsprechende Belastungen wurde aus dem Auelehm des Schurfs S 4, Tiefenstufe 0,8 1,0 m eine Mischprobe zur Prüfung im chem.-physikalischen Labor entnommen.

Die eigentlichen Kontrollanalysen wurden von der *WESSLING LABORATORIEN GMBH* in Walldorf ausgeführt. Eine Zusammenfassung der vom Labor ermittelten Einzelanalysen ist in den Labordatenblättern im Anhang dokumentiert.

Zur Klassifizierung des potentiellen Erdaushubs werden in der Tabelle auf der nächsten Seite, die im Labor ermittelten Konzentrationen der Einzelparameter den in der „*Verwaltungsvorschrift des Umweltministeriums für die Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial vom 14. März 2007*“, definierten Prüfwerten gegenübergestellt,

VwVdes UM für die Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial vom 14.03.2007								
<b>Flurstück</b>								NBG Hinter Kirchfeld
<b>Entnahmestelle</b>								Schurf S 4
<b>Probennummer</b>								1257/01
<b>Entnahmetiefe [m]</b>								0,8 - 1,0
<b>Entnahmedatum</b>								17.09.2013
Parameter	Dimension	Z0	Z0	Z0*	Z1.1	Z1.2	Z2	
		Sand	Lehm/ Schluff					
pH-Wert <sup>1</sup>	-	6,5-9,5			6-12	5,5-12	6,0	
Leitfähigkeit <sup>1</sup>	µS/cm	250			1500	2000	21,8	
Chlorid	mg/l	30			50	100	< 1,0	
Sulfat <sup>2</sup>	mg/l	50			100	150	5,3	
Arsen	mg/kg TS	10	15		45	45	150	14,0
	µg/l	-	-		14	20	60	< 5,0
Blei	mg/kg TS	40	70	140	210	210	700	14,0
	µg/l	-	-		40	80	200	11,0
Cadmium	mg/kg TS	0,4	1		3	3	10	< 0,4
	µg/l	-	-		1,5	3	6	< 0,5
Chrom (gesamt)	mg/kg TS	30	60	120	180	180	600	39,0
	µg/l	-	-		12,5	25	60	< 5,0
Kupfer	mg/kg TS	20	40	80	120	120	400	13,0
	µg/l	-	-		20	60	100	5,0
Nickel	mg/kg TS	15	50	100	150	150	500	20,0
	µg/l	-	-		15	20	70	< 5,0
Thallium	mg/kg TS	0,4	0,7		2,1	2,1	7	< 0,4
Quecksilber	mg/kg TS	0,1	0,5		1,5	1,5	5	< 0,1
	µg/l	-	-		0,5	1	2	< 0,2
Zink	mg/kg TS	60	150	300	450	450	1500	47,0
	µg/l	-	-		150	200	600	< 10,0
Cyanide, gesamt	mg/kg TS	-	-	-	3	3	10	< 0,1
	µg/l	5			5	10	20	< 5,0
EOX	mg/kg TS	1	1		3	3	10	< 0,5
MKW C10- C 22 <sup>4</sup>	mg/kg TS	100	100	200	300	300	1000	< 25,0
MKW C10- C 40	mg/kg TS	100	100	400	600	600	2000	< 25,0
BTEX	mg/kg TS	1	1		1	1	1	< BG
LHKW	mg/kg TS	1	1		1	1	1	< BG
PCB <sub>6</sub>	mg/kg TS	0,05	0,05	0,1	0,15	0,15	0,5	< BG
PAK <sub>16</sub>	mg/kg TS	3	3		3	9	30	< BG
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	0,3	0,3	0,6	0,9	0,9	3	< 0,01
Phenolindex	µg/l	20			20	40	100	< 10,0
<b>Einstufung</b>								<b>Z 0</b>
> Z2	Konzentration größer Z2							
< BG	Konzentration unterhalb der Bestimmungsgrenze							
1	Eine Überschreitung dieser Parameter allein ist kein Ausschlusskriterium							
2	Auf die Öffnungsklausel in Nr. 6.3 wird besonders hingewiesen. Bei großflächigen Verwertungen von Bodenmaterial mit mehr als 20 µg/l Sulfat im Eluat sind in Gebieten ohne geogen erhöhte Sulfatgehalte im Grundwasser grundwassereinzugsbezogene Frachtbetrachtungen anzustellen.							
3	Der Wert 15 mg/kg gilt für Bodenmaterial der Bodenarten Sand und Lehm/Schluff. Für Bodenmaterial der Bodenart Ton gilt 20 mg/kg.							
4	Die angegebenen Zuordnungswerte ohne Klammer gelten für Kohlenwasserstoffverbindungen mit einer Kettenlänge von C10 bis C22, diejenigen in der Klammer für Kohlenwasserstoffverbindungen mit einer Kettenlänge von C10 bis C40.							

Wie der Tabelle zu entnehmen ergaben die chem.-physikalischen Kontrollanalysen des geprüften Bodensubstrats der Probe 1244/05 keine wirklich bewertungsrelevante Belastung. Der an der Probe mit 6,0 ermittelte pH-Wert ist für sich allein gesehen kein Ausschlusskriterium, welches gegebenenfalls ein Andienung im Rahmen des Erdarbei-

ten anfallenden Baggerguts an eine nahegelegene kreiseigene Erdaushubdeponie in Frage stellen würde.

## 6.6 Bau von Erschließungsstraßen

### 6.6.1 Tragschicht

Wie bereits in den vorangegangenen Kapiteln erläutert, weist im Planungsgebiet die Zusammensetzung und damit Tragfähigkeit der für den Bau von Erschließungsstraßen relevanten Deckschicht merkbare Unterschiede auf.

Nach Abschieben des Mutterbodens, vgl. 4.5.1, tritt beim Bau einer geplanten Ringstraße stark sandiger, schluffiger Auelehm zu Tage, Kap. 4.5.2. Das kohäsionslose Lockergesteinsgemisch weist eine mehrheitlich lockere Lagerung auf. Zur Vordimensionierung der erforderlichen Mächtigkeit der Tragschicht im Wegebau wird ein  $E_{v2}$ -Wert (Steifemodul) des nicht konditionierten, ungestörten sandigen, schluffigen, kohäsionslosen Auelehms von  $8,0 \text{ MN/m}^2$  angenommen.

**Nach der ZTVE wird für die Oberfläche einer Frostschutz/Tragschicht ein Steifemodul von  $\geq 120 \text{ MN/m}^2$  gefordert.** Dieses Steifemodul kann bei der Verwendung eines reibungsbegabten, gut verdichtungsfähigen, vorzugsweise gebrochenen Korngemisch, in der Tragschicht aus frostsicherem Schüttmaterial (F 1), sowie in der Frostschutzschicht ab einer Gesamtmächtigkeit von  $\geq 0,8 \text{ m}$  erwarten werden.

Eine merkliche Reduzierung der Tragschichtstärke auf die frostbedingte Mindeststärke kann bei einem Nachweis eines Steifemoduls von  $45 \text{ MN/m}^2$  der Rohsole erreicht werden. Der Nachweis eines entsprechenden Wertes kann allerdings auf frostgefährdeten, feinkörnig geprägten Lockergesteinsgemischen (F 3) nur durch eine angepasste Konditionierung (z.B. Kalk-/Zementstabilisierung) des oberflächennahen Bodensubstrats erfolgen.

### 6.6.2 Frostschutzschicht

Die Zusammensetzung des reibungsbegabten, gutverdichtungsfähigen Schüttguts hat die Kriterien eines F1- (frostsicheren) Material zu erfüllen. Für den Aufbau auf einem nicht als frostsicher (F3) einzustufendem Planum gilt bei Annahme einer Frosteinwirkungszone II, einer Straßenbauklasse V und günstigen Wasserverhältnissen beträgt eine erforderliche Mindeststärke des frostsicheren Aufbaus nach RStO 01  $D_{\text{Frost}} \geq 55 \text{ cm}$ .

## 6.7 Hinweise für die Errichtung von Gebäuden

Die Mächtigkeiten der allgemein als gut tragfähig einzustufenden Kinzigsschotter wechseln innerhalb des Untersuchungsgebiets erheblich. So wurden wie aus den schematischen Schnitten in den Anlagen 2 zu entnehmen, sowohl im Zentrum des Planungsgebiets als auch an dessen Ostseite im Umfeld des in Schurfs S 3 gut tragfähige Kinzigsschotter nahe der Oberfläche angeschnitten.

Im Planungsgebiet wurde die Oberkante des genannten Kieshorizonts erst in Tiefenbereichen von 1,2 bis  $> 2,0 \text{ m}$  unter Flur angetroffen.

Je nach Lage des zu überbauenden Flurstücks und der daraus abzuleitenden Schichtenfolge des gründungsrelevanten Untergrunds können die anfallenden Bauwerkslasten über eine konventionelle aufgelöste Gründung oder über eine biegesteife Bodenplatte, eventuell in Kombination mit einem konditionierten Kiespolster, schadensfrei abgetragen werden.

Wie bereits einleitend erläutert können sich die Mächtigkeiten und Kornzusammensetzung der gründungsrelevanten Bodenhorizonte auf gleichem Niveau innerhalb weniger Meter merklich voneinander abweichen, was naturgemäß auch Einfluss auf die jeweiligen, daraus abzuleitenden bodenmechanischen Kennwerte bzw. den darauf basierenden erdstatischen Berechnungen hat.

Ab einer Grenztiefe von ca. 1,0 m unter aktuellem Gelände ist mit dem temporären Auftreten eines zusammenhängenden Grundwasserspiegels (HW10) zu rechnen. Im Ausnahmefall HW100 kann dieser auch noch um weitere 0,2 – 0,3 m ansteigen.

Für die Errichtung von unterkellerten Gebäuden die in dieses Niveau eingreifen wird daher dringend empfohlen einen hinreichender Schutz gegen drückendes Wasser, z.B. in Form einer „weißen Wanne“ für aufsteigendes Wasser bei erhöhten Grundwasserständen einzuplanen, vgl. auch Kap. 4.3.

Im begrenzten Umfang gilt dies auch für geplante unterkellerte Gebäude die innerhalb der relativ mächtigen Deckschicht im Umfeld des Schurfs S 4 einbinden. Hier wurde beim Aushub des Probelochs in einer Grenztiefe von etwa 1,1 m unter GOK ein mäßig fließender Stauwasseraustritt beobachtet, der nach länger anhaltenden Niederschlagsperioden ohne geeignete Schutzmaßnahmen ebenfalls zu einer Vernäsung der in diesem Niveau ausgebildeten Kellerwände führen könnte.

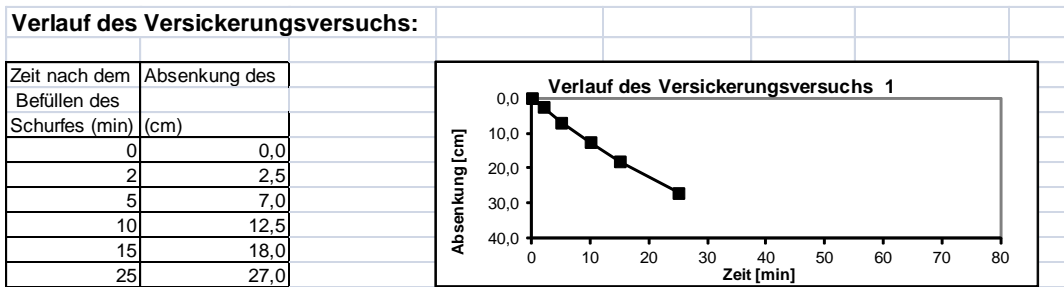
Bei höherer Inanspruchnahme der gründungsrelevanten Lockergesteinshorizonte durch setzungsempfindliche, oder größere, mehrstöckige Gebäude wird unter Berücksichtigung der erläuterten Rahmenbedingungen grundsätzlich empfohlen, den Bodenaufbau des geplanten Baufelds in Form ingenieurgeologischer Gründungsgutachten frühzeitig vorab erkunden zu lassen.

## **7. Ergebnisse der Versickerungsversuche**

Die Gemeinde Biberach ist an der Schonung der ohnehin begrenzten Kapazität für die Ableitung von Tagwässern, an der Prüfung einer Versickerung von Niederschlagswässern innerhalb des Planungsgebiets interessiert.

Unter Berücksichtigung der in den Probelöchern aufgeschlossenen Schichtenfolge und den angetroffenen hydrogeologischen Rahmenbedingungen wurde im Zentrum des Planungsgebietes der Versickerungsversuch VV 1 gefahren, siehe auch Anl.1.2. Dazu wird in Abhängigkeit des angetroffenen Bodenaufbaus eine flache Schürfgrube ausgehoben, vermessen und anschließend mit Wasser befüllt, Profil Anl. 3.5. Nach hinreichender Wassersättigung wird dann der eigentliche Versickerungsversuche mit fallendem Wasserspiegel gefahren.

Für den Versickerungsversuch 1 (VV 1) wurde zwischen den Schürfen S 2 und S 3 eine flache Schürfgrube bis auf eine Tiefe von 1,05 m unter GOK ausgehoben. Bei der Festlegung der Grubentiefe fanden folgende Kriterien Berücksichtigung: eine Muldentiefe von ca. 0,5 m, eine Mächtigkeit der erforderlichen Vegetationsschicht von  $\geq 0,2$  m sowie eine Einstauhöhe von ca. 0,4 m. In der Schurfsohle stand schwach mittelsandiger, grobsandiger Kies an. Der Flurabstand des Grundwassers im Ansatzpunkt (GOK) wurde am 17.09.2013 mit ca. 3,4 m unter Gelände bzw. die Mächtigkeit der ungesättigten Zone unter der Grubensohle mit 2,35 m angenommen. Die Schürfgrube wurde nach Wassersättigung mit einer Wassersäule von 0,4 m befüllt und anschließend das Absinken des Wasserspiegels in Abhängigkeit der Zeit gemessen.



Nach dem Berechnungsansatz in Anlage 4 ergibt sich für den mittelsandigen, grobsandigen Kies im Bereich von VV 1 ein **rechnerischer  $k_f$ -Wert von  $3,33 \times 10^{-4}$  m/s** und somit ein  **$k_f$ -Wert zur Bemessung (ATV A 138) von  $6,65 \times 10^{-4}$  m/s**.

Unter den aufgezeigten Rahmenbedingungen sind die Voraussetzungen einer Versickerung von Tagwässern zumindest für das Zentrum des Planungsgebiets sowie dessen östlich gelegenen Teil als gut einzustufen. Für die verbleibenden Teile des Baugebiets kann festgestellt werden, dass bis zu Mächtigkeit der Deckschicht von  $\leq 1,0$  m eine Versickerung von Tagwässern über Mulden in Verbindung von Sickerschlitzten mit guter hydraulischer Anbindung an die unterlagernden Kinzigsschotter grundsätzlich möglich ist.

Mit Zunahme der Deckschichtmächtigen verschlechtern sich die hydraulischen Rahmenbedingungen rasch, so dass dann eine Versickerung nicht mehr empfohlen werden kann.

## 8. Zusammenfassung und abschließende Bemerkungen

Die Erkundung des geplanten Baugebiets „Hinter Kirchfeld II in Biberach zeigte eine dreiteilige Schichtenfolge. Unter einer wenige Dezimeter mächtigen Mutterbodenauf-lage folgt eine in ihrer Mächtigkeit mit Schichtstärken von 0,1 m bis 2,0 m stark schwankende, sandig, grobschluffige Deckschicht. Darunter folgen generell gut meist tragfähige Kinzigsschotter.

Aus bautechnischer Sicht sollte unter Berücksichtigung der aufgezeigten Rahmenbedingungen bei normalen Witterungsverhältnissen eine Erschließung des Baugebiets ohne gravierenden Mehraufwand möglich sein.

An der Oberfläche stehen meist feinkörnige aber kohäsionsarme Schluff-Feinsandgemische mit  $k_f$ -Werten von meist  $\leq 10^{-7}$  m/s an.

Die Prüfung einer Versickerung von Tagwässern ließ zumindest für Teilbereiche gute Voraussetzungen erkennen.

Die Grundwasseroberfläche des jährlich wiederkehrenden Hochwassers kann mit etwa 1,2 m unter GOK angenommen werden, die des 10- bzw. 100-jährigen Hochwassers liegt vermutlich mehrere Dezimeter darüber.

Die hier vorgestellten Einzelergebnisse beruhen auf der Auswertung der in den Anlagen beigefügten Ergebnisse der Feld- und Laborarbeiten sowie den vom Auftraggeber zur Verfügung gestellten Unterlagen.

Für weitere Fragen und Erläuterungen stehen wir Ihnen gerne jederzeit zur Verfügung.

Dipl.-Geol. Heiko Seitz  
institut für angewandte geologie

## Inhaltsverzeichnis

Seite

<b>1. VORGANG</b> .....	<b>1</b>
<b>2. VERWENDETE UNTERLAGEN</b> .....	<b>1</b>
<b>3. DURCHGEFÜHRTE UNTERSUCHUNGEN</b> .....	<b>1</b>
<b>4. ERGEBNISSE</b> .....	<b>2</b>
4.1    GEOLOGISCHE UND LITHOLOGISCHE SITUATION .....	2
4.2    GENERELLE SCHICHTENFOLGE IM UNTERSUCHUNGSGBIET.....	2
4.3    GRUNDWASSER IM BAUGRUND .....	2
4.4    UNTERSUCHUNGEN IM ERDLABOR, KORNDISTRIBUTIONSKURVEN .....	3
4.5    BODENZUSAMMENSETZUNG UND PERMEABILITÄT .....	4
4.5.1    Mutterboden .....	4
4.5.2    Auelehme, Verwitterungsdecke .....	5
4.5.3    Kinzigsschotter.....	5
4.6    ERDBEBENGEFÄHRDUNG.....	6
<b>5. AUSHUB VON LEITUNGSGRÄBEN</b> .....	<b>6</b>
<b>6. HINWEISE ZUR BAUAUSFÜHRUNG</b> .....	<b>6</b>
6.1    STABILITÄT DER GRABENBÖSCHUNGEN .....	6
6.2    TRAGFÄHIGKEIT DER GRABENSOHLEN .....	7
6.3    GRUNDWASSER UND LEITUNGSGRÄBEN .....	7
6.4    WIEDERVERWENDBARKEIT DES AUSHUBMATERIALS .....	8
6.5    EINSTUFUNG VON ANFALLENDEN BAGGERGÜTEN GEMÄß DER VwV .....	8
6.6    BAU VON ERSCHLIEßUNGSSTRASSEN .....	10
6.6.1    Tragschicht .....	10
6.6.2    Frostschutzschicht .....	10
6.7    HINWEISE FÜR DIE ERRICHTUNG VON GEBÄUDEN .....	10
<b>7. ERGEBNISSE DER VERSICKERUNGSVERSUCHE</b> .....	<b>11</b>
<b>8. ZUSAMMENFASSUNG UND ABSCHLIEßENDE BEMERKUNGEN</b> .....	<b>12</b>

## Anlagenverzeichnis

- |           |  |
|-----------|--|
| 1.1       | Übersichtsplan, M 1:10.000                           |
| 1.2       | Lageplan mit Untersuchungspunkten, M 1:1.500         |
| 2.1 + 2.2 | schematische Geländeschnitte A-A', B-B', M 1:750/100 |
| 3.1 - 3.5 | Schurfbeschreibungen S 1 – S 4 + VV 1                |
| 4.        | Ergebnisprotokoll des Versickerungsversuchs VV 1     |
| 5.1 + 5.4 | Fototafeln 1-4, Abb. 1 - 12                          |
| 6.        | Siebanalysen/Kornverteilungsdiagramme                |

## Anhang

- Probennahmeprotokoll Probenr. 1244/05
- Labor Aufbereitungsprotokoll
- Labordatenblätter



ifag: 12440813

gez.: Ku

Datum: 01.10.2013

gep.:

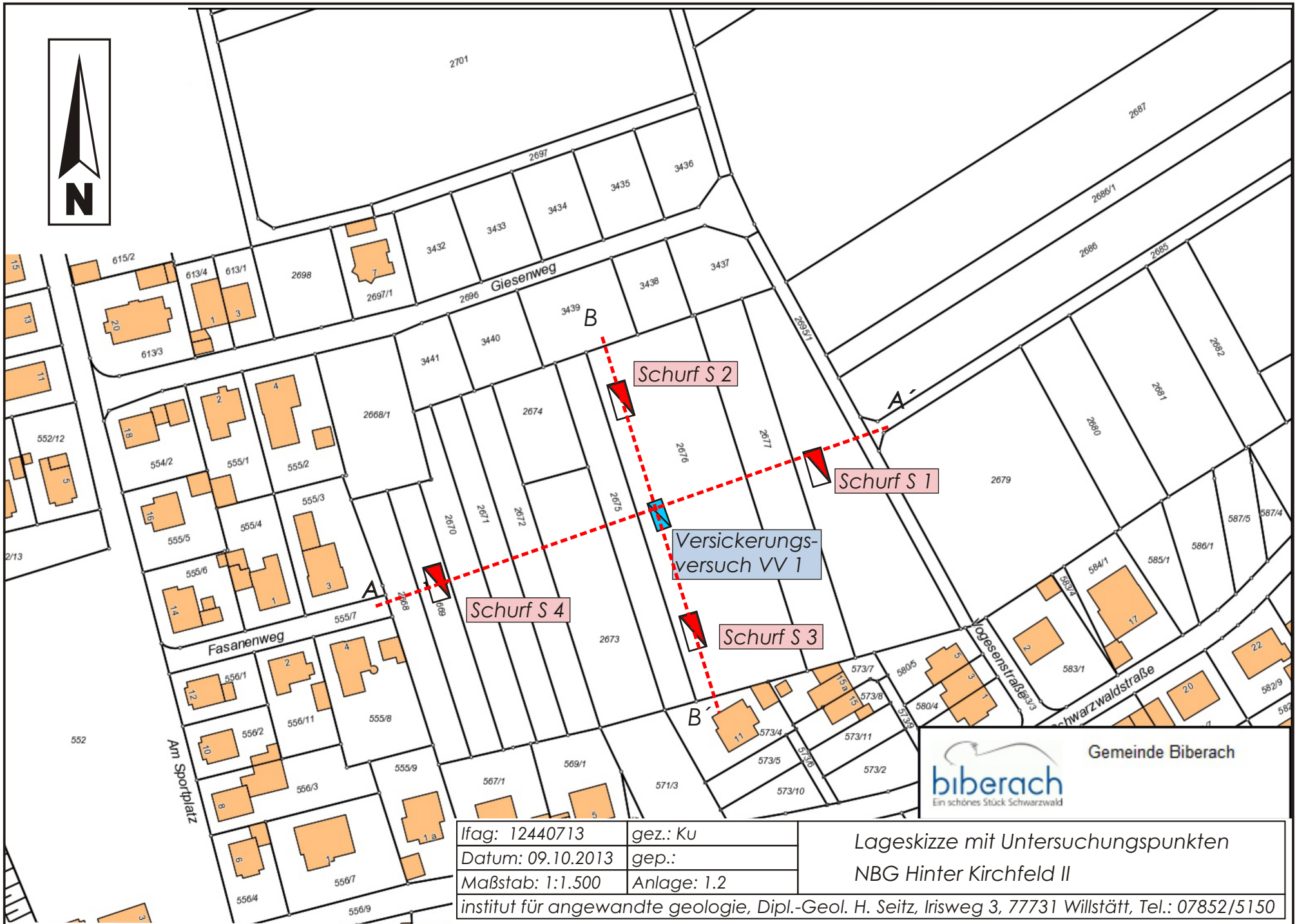
Maßstab: 1 : 10000

Anlage: 1.1

Übersichtsskizze

BV NBG Hinterkirchfeld II, BiberachH

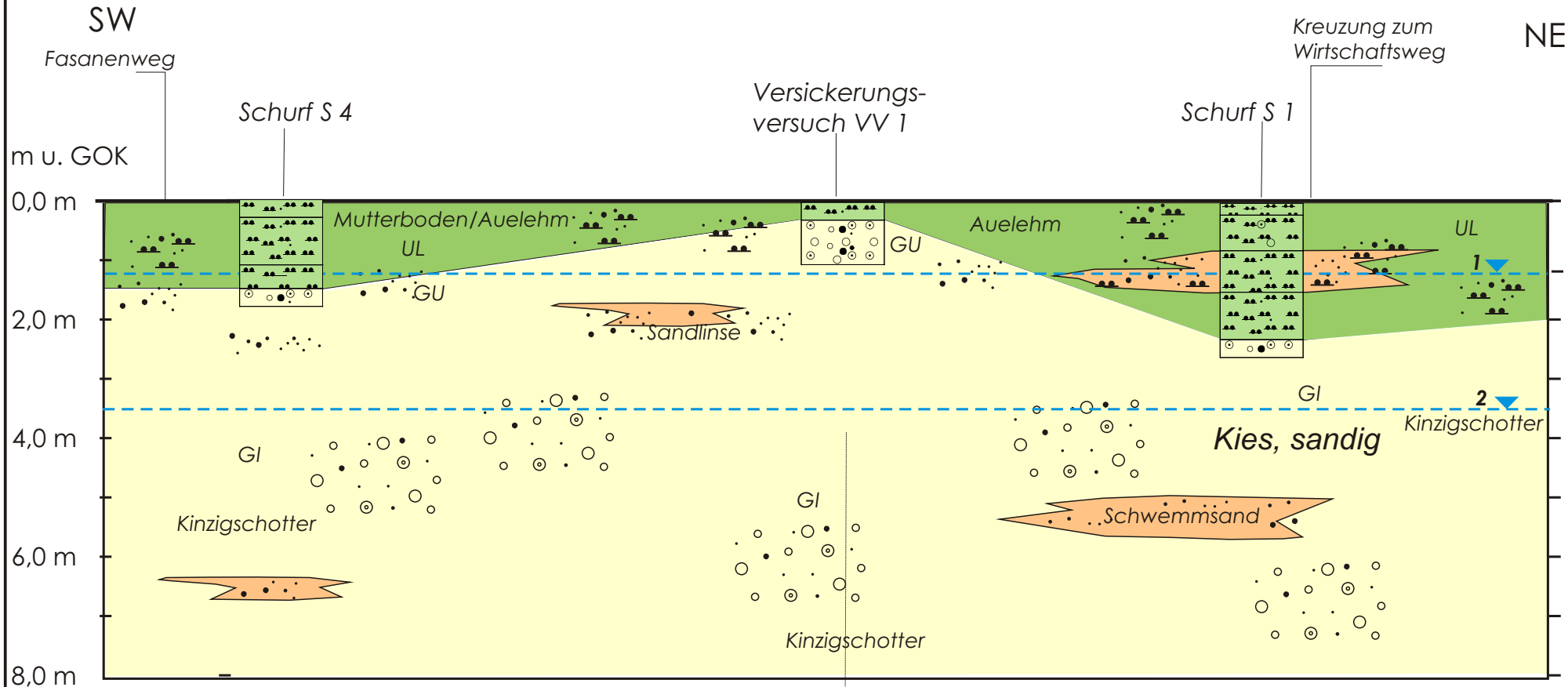




lfag: 12440713	gez.: Ku	Lageskizze mit Untersuchungspunkten NBG Hinter Kirchefeld II institut für angewandte geologie, Dipl.-Geol. H. Seitz, Irisweg 3, 77731 Willstätt, Tel.: 07852/5150
Datum: 09.10.2013	gep.:	
Maßstab: 1:1.500	Anlage: 1.2	
institut für angewandte geologie, Dipl.-Geol. H. Seitz, Irisweg 3, 77731 Willstätt, Tel.: 07852/5150		

**A**

## Schematischer Geländeschnitt A - A'

**A'**

- ▼1 vermuteter jährlich wiederkehrender Grundwasserhochstand (HW)  
Bestimmung auf Grundlage von Wassermarken
- ▼2 vermutlicher Grundwasserstand am 17.09.2013

Profilschnitt B - B'

ifag: 12440813	gez.: Ku	Schematischer Geländeschnitt A-A' NBG Hinter Kirchfeld II, Biberach
Datum: 01.10.2013	gep.:	
Maßstab: 1:750/100	Anlage: 2.1	
institut für angewandte geologie, Dipl.-Geol. H. Seitz, Irisweg 3, 77731 Willstätt, Tel.: 07852/5150		

**B**

## Schematischer Geländeschnitt B - B'

**B'**

NW

SE

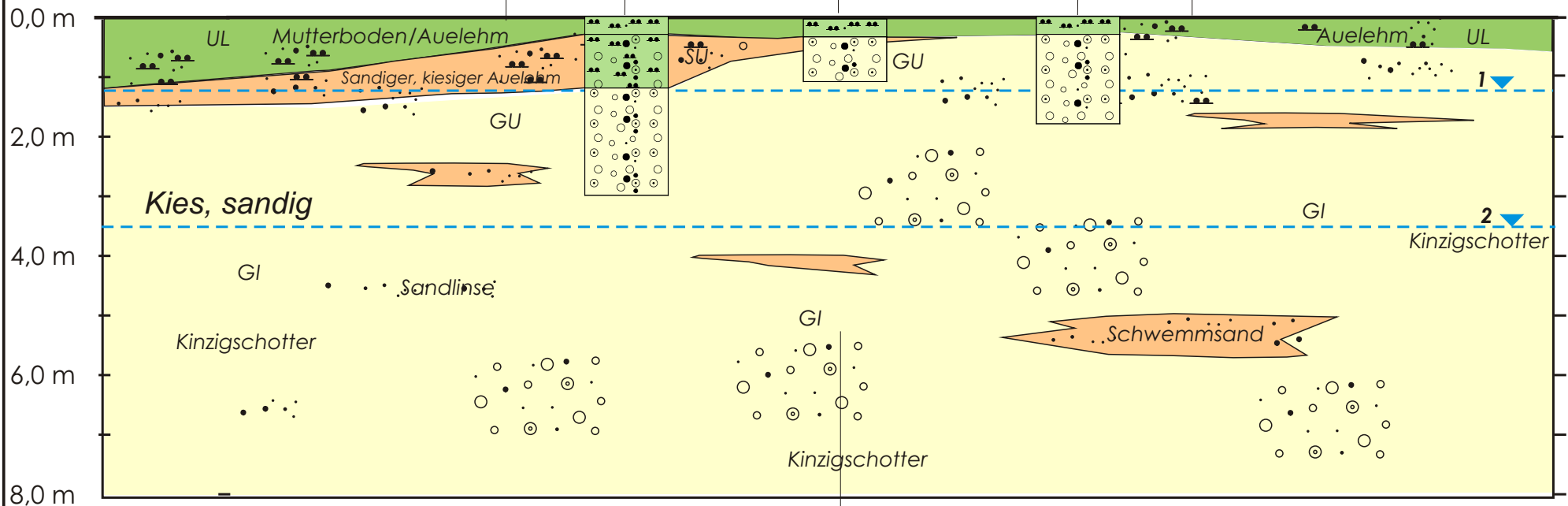
Fasanenweg

Flst.-Nr.3439

Grenze

Grenze Flst.-Nr. 573/4

m u. GOK



▼1 vermuteter jährlich wiederkehrender Grundwasserhochstand (HW)

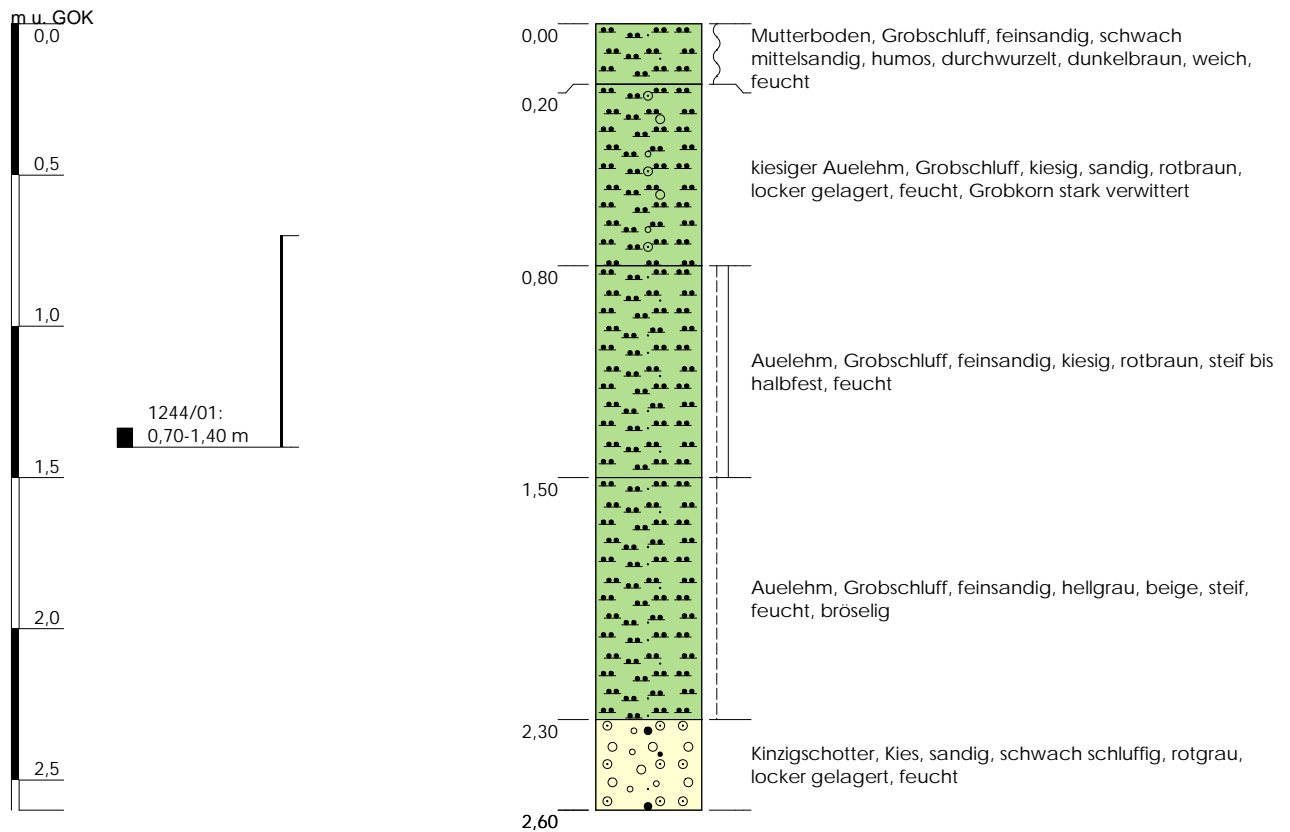
Bestimmung auf Grundlage von Wassermarken

▼2 vermutlicher Grundwasserstand am 17.09.2013

Profilschnitt A-A'

ifag: 12440813	gez.: Ku	Schematischer Geländeschnitt B - B' NBG Hinter Kirchfeld II, Biberach
Datum: 01.10.2013	gep.:	
Maßstab: 1:750/100	Anlage: 2.2	
institut für angewandte geologie, Dipl.-Geol. H. Seitz, Irisweg 3, 77731 Willstätt, Tel.: 07852/5150		

## Schurf S 1

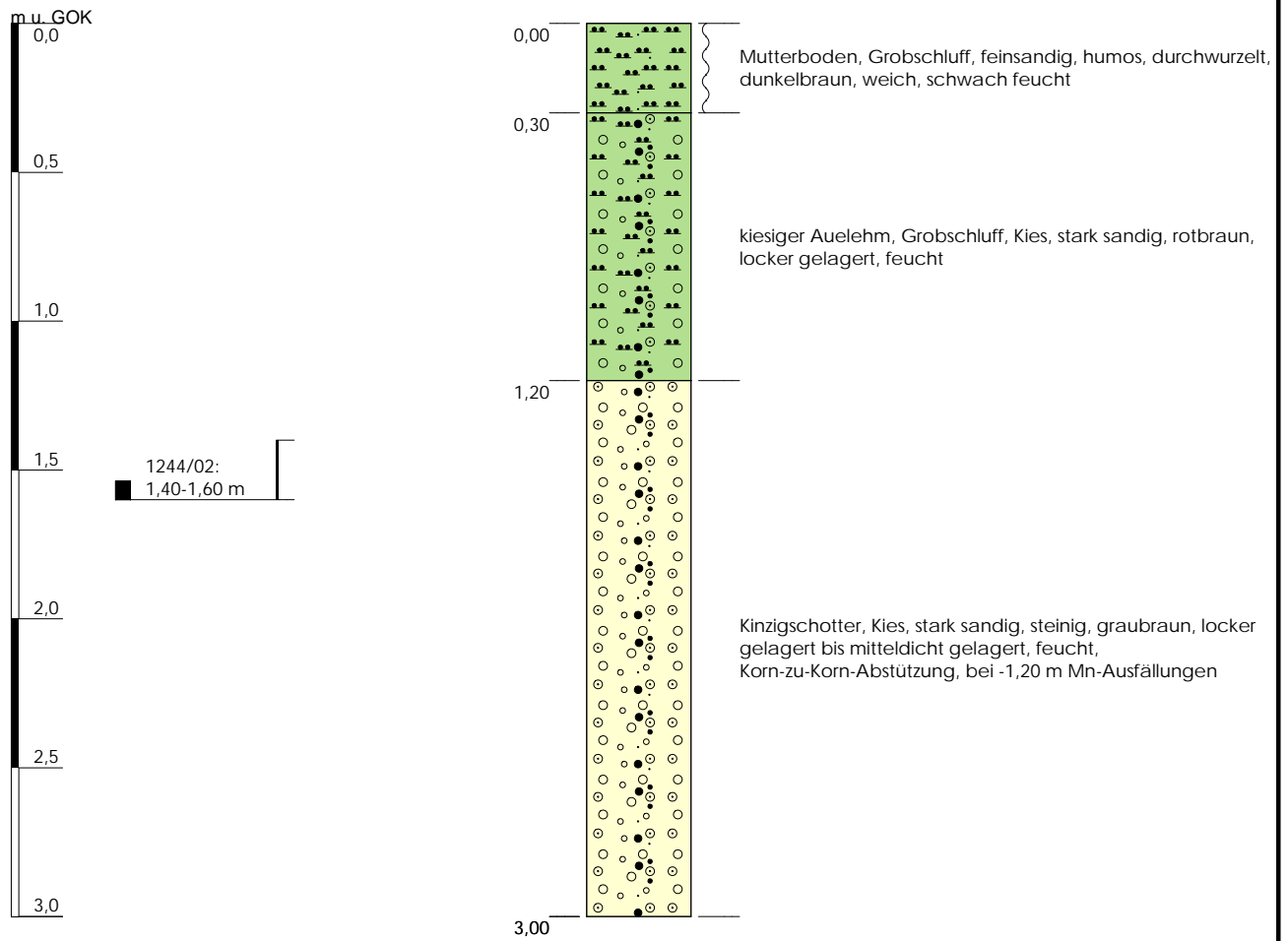


Höhenmaßstab: 1:25


Projekt:	NBG Hinter Kirchfeld II, Biberach	
Aufschluss:	Schurf S 1	Anlage: 3.1
Auftraggeber:	LBBW, Karlsruhe	
ausgeführt durch:	Firma Eble	Lage der Bohrung:
Bearbeiter:	Se. ifag	siehe Lageskizze, Anlage 1.2
ausgeführt am:	17.09.2013	Endtiefe: 2,60 m

**IFAG** Willstätt

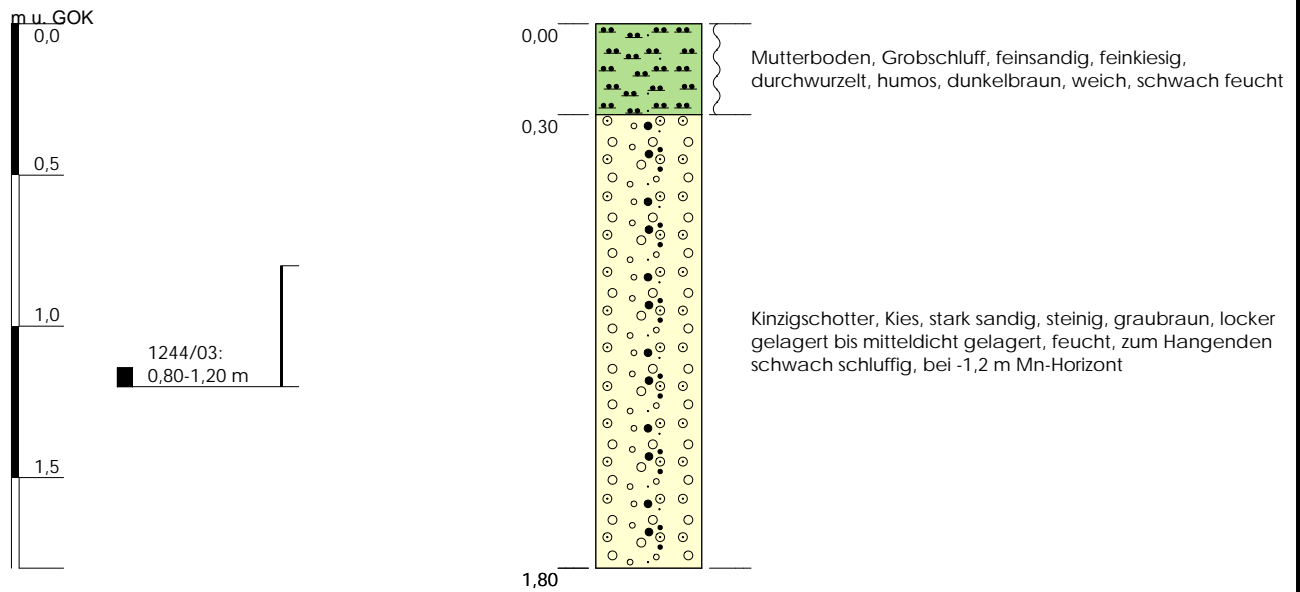
Schurf S 2



Höhenmaßstab: 1:25

Projekt: NBG Hinter Kirchfeld II, Biberach		
Aufschluss: Schurf S 2	Anlage: 3.2	
Auftraggeber: LBBW, Karlsruhe		
ausgeführt durch: Firma Eble	Lage der Bohrung: siehe Lageskizze, Anlage 1.2	
Bearbeiter: Se, ifag	Endtiefe: 3,00 m	
ausgeführt am: 17.09.2013		

## Schurf S 3



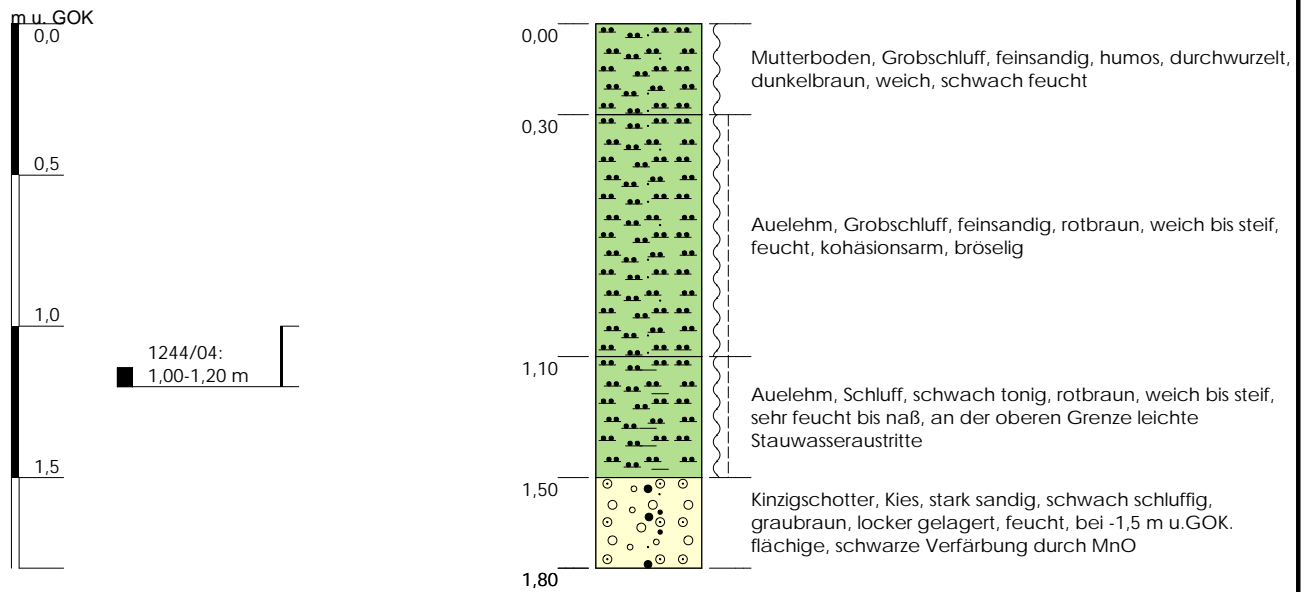
Höhenmaßstab: 1:25

Projekt:	NBG Hinter Kirchfeld II, Biberach	
Aufschluss:	Schurf S 3	Anlage: 3.3
Auftraggeber:	LBBW Karlsruhe	
ausgeführt durch:	Firma Eble	Lage der Bohrung:
Bearbeiter:	Se, ifag	siehe Lageskizze, Anlage 1.2
ausgeführt am:	17.09.2013	Endtiefe: 1,80 m



**IFAG** Willstätt

## Schurf S 4

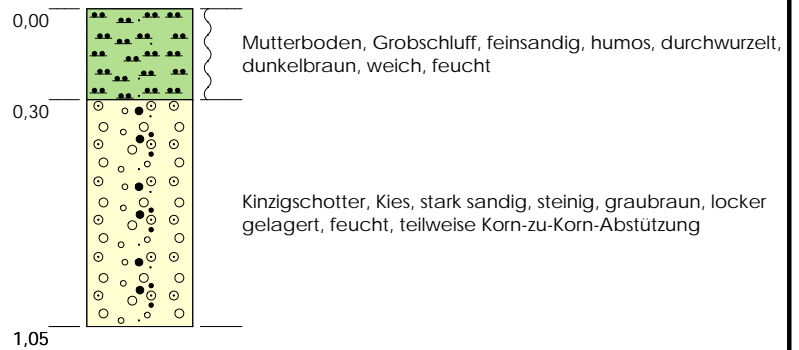
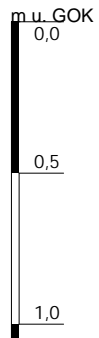


Höhenmaßstab: 1:25

Projekt:	NBG Hinter Kirchfeld II, Biberach	
Aufschluss:	Schurf S 4	Anlage: 3.4
Auftraggeber:	LBBW, Karlsruhe	
ausgeführt durch:	Firma Eble	Lage der Bohrung:
Bearbeiter:	Se, ifag	siehe Lageskizze, Anlage 1.2
ausgeführt am:	17.09.2013	Endtiefe: 1,80 m

**IFAG** Willstätt

## Versickerungsversuch VV 1



Höhenmaßstab: 1:25

Projekt:	NBG Hinter Kirchfeld II, Biberach	
Aufschluss:	Versickerungsversuch VV 1	Anlage: 3.5
Auftraggeber:	LBBW, Karlsruhe	
ausgeführt durch:	Firma Eble	Lage der Bohrung:
Bearbeiter:	Se, ifag	siehe Lageskizze, Anlage 1.2
ausgeführt am:	17.09.2013	Endtiefe: 1,05 m

**IFAG** Willstätt



**Versickerungsversuch 1 (VV 1)**

12440713 Anl. 4.

Versuchsdurchführung: 17.09.2013

Der Versickerungsversuch wurde nach Wassersättigung mit fallendem Wasserspiegel gefahren

**Zugrundegelegte Formel :**

Zur Auswertung kann vereinfacht die Formel des US Departments of the Interior Bureau of Reclamation Design of small dams (1960) herangezogen werden:

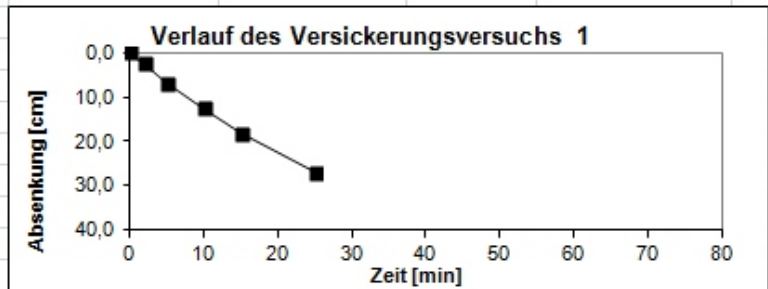
$$k_f = \frac{Q}{5,5 * r * h}$$

**Feldparameter:**

Lage der Schurfsohle unter GOK		1,05	[m]
vermuteter Flurabstand des Grundwassers (unter GOK) am 17.09.2013		3,40	[m]
resultierender Abstand der Schurfsohle zum Grundwasserspiegel		2,35	[m]
Wasserstand über Schurfsohle zu Versuchsbeginn		0,40	[m]
Länge der Schurfgrube bei rechteckig ausgebildeter Grube	l =	2,20	[m]
Breite der Schurfgrube bei rechteckig ausgebildeter Grube	b =	1,05	[m]
Mittel aus Anfangs- und Endhöhe des Wasserspiegels	h =	0,265	[m]
Differenz aus Anfangs- und Endhöhe des Wasserspiegels	dh =	0,270	[m]
Dauer des Versickerungsversuches	dt =	1500	[s]
Wasserzugabe bzw. versickerte Wassermenge	$Q = l * b * dh / dt =$	4,16E-04	[m³/s]

**Verlauf des Versickerungsversuchs:**

Zeit nach dem Befüllen des Schurfes (min)	Absenkung des Wasserspiegels (cm)
0	0,0
2	2,5
5	7,0
10	12,5
15	18,0
25	27,0



**Berechnung des Durchlässigkeitsbeiwertes:**

Bei rechteckiger Schurfgrube ergibt sich der Radius r über die Formel

$$r = \sqrt{\frac{l * b}{\pi}}$$

r = 0,86 [m]

**Resultierender k<sub>f</sub> - Wert der ungesättigten Zone:**

k<sub>f,u</sub> = 3,33E-04 [m/s]

**Kurzbewertung:**

<b>Bodenart (Schurfsohle)</b>	Kies, stark sandig, stark schluffig
<b>k<sub>f</sub>-Wert zur Bemessung (ATV A 138):</b>	6,65E-04 m/s
<b>Bewertung nach DIN 18130</b>	gut durchlässig

ifag: 12440713	gez.: Se
Datum: 02.10.2013	gep.:
Maßstab: ohne	Anlage: 4

Ergebnisprotokoll von Versuch VV 1  
NBG "Hinter Kirchfeld II", Biberach



**Abb. 1:**  
Schurf S 1

**Abb. 2:**  
Baggergut Schurf S 1



**Abb. 3:**  
Lage Schurf S 1

ifag: 12440713	gez.: Se
Datum: 01.10.2013	gep.:
Maßstab: ohne	Anlage: 5.1

**Fototafel**

NBG Hinter Kirchfeld II, Biberach



**Abb. 4:**  
Schurf S 2

**Abb. 5:**  
Baggergut Schurf S 2



**Abb. 6:**  
Baggergut Schurf S 2  
Detail stark sandige Kinzigsschotter

ifag: 12440713

gez.: Se

Datum: 01.10.2013

gep.:

Maßstab: ohne

Anlage: 5.2

### Fototafel

NBG Hinter Kirchfeld II, Biberach

institut für angewandte geologie, Dipl.-Geol. H. Seitz, Irisweg 3, 77731 Willstätt, Tel.: 07852/5150



**Abb. 7:**  
Schurf S 31

**Abb. 8:**  
Wassermarken (Mn-/Fe-Ausfällung) in Schurf S 3, gut erkennbare die eingeregelter Grobkomponenten auch "Dachziegellagerung" genannt



**Abb. 9:**  
grobkiesiges, teils steiniges Baggergut aus Schurf S 3.

ifag: 12440713	gez.: Se
Datum: 01.10.2013	gep.:
Maßstab: ohne	Anlage: 5.3

### Fototafel

NBG Hinter Kirchfeld II, Biberach



**Abb. 10:**  
Schurf S 4

**Abb. 11:**  
Wasserstand in Versickerungsversuch  
VV 1 zu Versuchsbeginn



**Abb. 12:**  
Wasserstand in Versickerungsversuch  
VV 1 am Versuchsende

ifag: 12440713	gez.: Se
Datum: 01.10.2013	geb.:
Maßstab: ohne	Anlage: 5.4

**Fototafel**

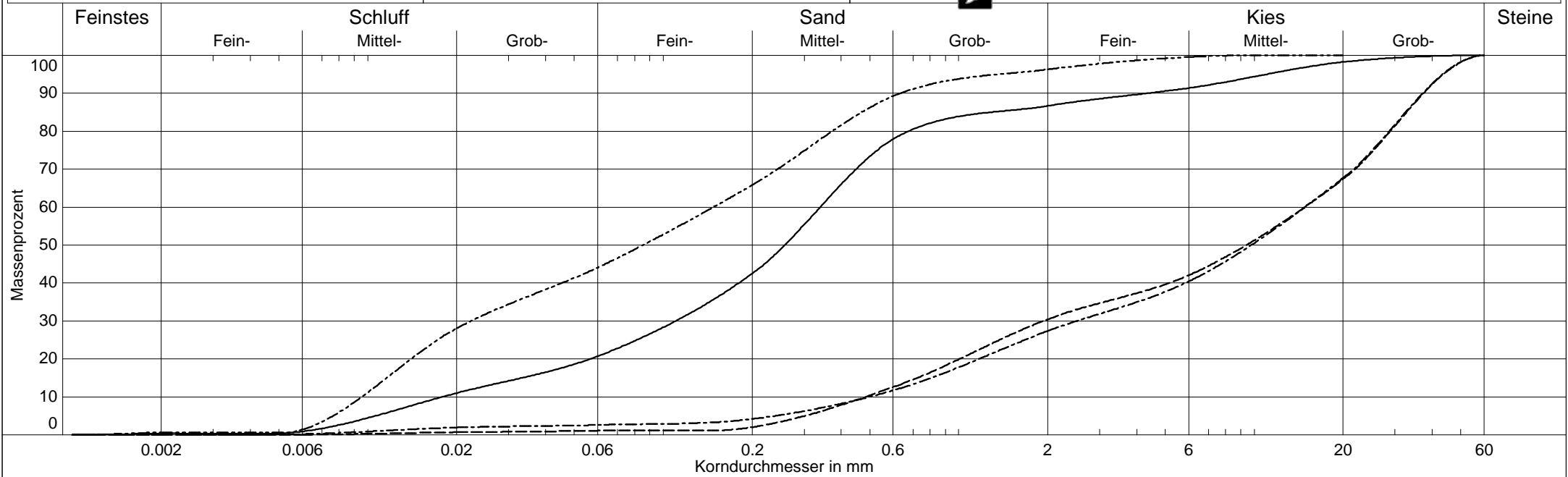
NBG Hinter Kirchfeld II, Biberach


HYDROSOND, Geologisches Büro  
 Dipl.-Geol. B. Krauthausen  
 Winnipeg Ave. B 112, 77836 Rheinmünster  
 Tel. 07229/697333 Fax. 07229/697309

# Kornverteilung

DIN 18 123-5

Projekt : NBG Kirchfeld II, Biberach  
 Projektnr.: ifag: 12440713  
 Datum : 23.09.2013  
 Anlage : 



Labornummer	— S 1	---- S 2	- · - · S 3	· · · · S 4
Entnahmestelle				
Entnahmetiefe		0,8-1,0 m	bis 1,2 m	bis 1,0 m
Ungleichförm. U	U = 19.0	U = 30.6	U = 29.8	U = 15.5
Krümmungszahl Cc	Cc = 2.0	Cc = 0.5	Cc = 0.9	Cc = 0.4
Bodenart	S,ū,mg'	G,gs,ms'	G,gs,ms'	U,s̄
Bodengruppe	SŪ	GI	GI	U
d10 / d60	0.018/0.340 mm	0.484/14.821 mm	0.499/14.843 mm	0.010/0.148 mm
Anteil < 0.063 mm	21.3 %	1.1 %	2.6 %	44.9 %
Frostempfindl.klasse	F3	F1	F1	F3
Bodenklasse	4	3	3	4
kf nach Hazen	- (U > 5)	- (U > 5)	- (U > 5)	- (U > 5)
kf nach Beyer	3.0E-006 m/s	- (U > 30)	2.2E-003 m/s	9.0E-007 m/s
Phi n.Lang/Huder/Amman	27.6 °	30.8 °	30.6 °	25.1 °
org. Beimengungen				

ifag <i>1244/07 13</i>	institut für angewandte geologie Irisweg 3, 77731 Willstätt, Tel.07852/5150		Anlage
<b>Probenahmeprotokoll in Anlehnung an LUBW</b>			
<input type="checkbox"/> Boden <input type="checkbox"/> Auffüllung <input type="checkbox"/> Recycling/Bauschutt <input type="checkbox"/> Abfall			
Standort: <i>NBG</i>		Probenummer: <i>1244/05</i>	
Probenehmer: Se		Datum: <i>17.09.13</i>	Uhrzeit:
Probenahmestelle: <i>Hinter Kirchfeld II</i>		Lokal-Koordinaten: X=      Y=	
Aufschlussart: <i>Schurf 54</i>		Entnahmeart/-gerät: <i>Kelle</i>	
Einzelprobe <input type="checkbox"/>	Entnahmemenge:      g	Entnahmetiefen: von <i>0,8</i> m bis <i>1,0</i> m u. GOK	
Mischprobe <input checked="" type="checkbox"/>	aus _____ Einzelproben	Entnahmetiefen: von      m bis      m u. GOK	
Homogenisierung: ja <input type="checkbox"/>	nein <input checked="" type="checkbox"/>	Art:      von      m bis      m u. GOK	
Teilung:      ja <input type="checkbox"/>	nein <input checked="" type="checkbox"/>	Art: fraktion.      von      m bis      m u. GOK	
Probemenge:      Teilung		von      m bis      m u. GOK	
Wetter: <i>bedeckt, schwach</i>	Lufttemperatur: <i>19</i> °C		Luftdruck:      mbar
Boden-/Abfallart: <i>gl, fs, s'</i>	Konsistenz/Lagerungsdichte: <i>steif</i>		
Stein-/Humusgehalt:	Feuchtezustand: <i>gut erdfeucht</i>		
Farbe: <i>rotbraun</i>	Geruch: <i>unauffällig</i>		
Bodenfremde Anteile:	Vermutete Schadstoffe:		
Sonstige Beobachtungen/Bemerkungen (z.B. Vorort-Messungen):			
Probenvorbereitung (z.B.: Teilung, Sortierung, Art und Anteil an nicht beprobtem Überkorn):			
Probengefäß: <input type="checkbox"/> 500 ml Braunglas <input type="checkbox"/> Headspace <input checked="" type="checkbox"/> PE-Tüte			
Kühlung: ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/>		Temp.:      °C	Rückstellproben: ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/>
beauftragtes Labor: <i>Wessling Labor. GmbH</i>		Übergabe an Labor:	Transport: <i>Post</i>
Laboranalytik:			
<input type="checkbox"/> <b>LAGA Tab. II. 1.2-1</b> Mindestumfang für Böden bei unspezifischem Verdacht			
<input type="checkbox"/> Boden ohne Fremdbestandteile			
<input type="checkbox"/> Boden mit mineralischen Fremdbestandteilen (<10 Vol. %)			
<input type="checkbox"/> <b>LAGA Tab. II. 1.2-2</b> Zuordnungswerte Feststoff für Boden			
<input type="checkbox"/> <b>LAGA Tab. II. 1.2-3</b> Zuordnungswerte Eluat für Boden			
<input type="checkbox"/> <b>Dihlmann-Papier</b> Klassifizierung von Recyclingmaterial/Baschutt			
<input checked="" type="checkbox"/> <b>VwV</b> Verwaltungsvorschrift des UM Badenwürttemberg vom 14.03.2007 Für die Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial			

### Probenbegleitprotokoll gemäß DIN 19747

Probennummer	13-129725-07		
Probenart (Boden, Abfall etc.)	Boden		
Probenmenge in kg	5,0		
Ordnungsgemäße Probenanlieferung	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Probenvorbereitung</b> (von der Laborprobe zur Prüfprobe)			
Fremdbestandteile enthalten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
z.B. Holz, Glas,	[g]		
Metall, Kunststoff	[g]		
	[g]		
Teilung, Homogenisierung			
Fraktioniertes Teilen	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vierteln und Kegeln	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Anzahl der Prüfproben	1		
Vortrocknung (40°C)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Zerkleinern			
Manuelle Zerkleinerung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Brecher	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Schneidmühle	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sieben	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Analytik aus der			
homogenisierten Laborprobe	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
vorbereiteten Gesamtfraktion	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Feinfraktion	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Grobfraktion	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Rückstellprobe	1,2 [g]		
<b>Probenaufbereitung</b> (von der Prüfprobe zur Messprobe)			
Untersuchungsspezifische Trocknung			
Chem. Trocknung	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lufttrocknung (40°C)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Trocknung (105°C)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gefriertrocknung	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Untersuchungsspezifische Feinzerkleinerung			
Mahlen	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Schneiden	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Manuell	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

= entspricht, durchgeführt bzw. vorhanden     entspricht nicht, nicht durchgeführt bzw. nicht vorhanden

14.09.13  
Datum

  
Unterschrift

Dieses Protokoll gilt nur für Untersuchungen gemäß DepV.



WESSLING GmbH  
 Impexstraße 5 · 69190 Walldorf  
 www.wessling.de

WESSLING GmbH, Impexstraße 5, 69190 Walldorf

institut für angewandte geologie  
 Herr Heiko Seitz  
 Irisweg 3  
 77731 Willstätt-Sand

Geschäftsfeld: Umwelt

Ansprechpartner: S. Blau  
 Durchwahl: (0)6227 8209-11  
 Fax: (0)6227 8209-15  
 E-Mail: Sven.Blau@wessling.de

## Prüfbericht

### Projekt: ifag-Projekt: 12440713; NBG Hinter Kirchfeld II, Biberach

Prüfbericht Nr.	CWA13-027480-1	Auftrag Nr.	CWA-12206-13	Datum	26.09.2013
Probe Nr.	13-129725-01				
Eingangsdatum	19.09.2013				
Bezeichnung	1244/05				
Probenart	Boden				
Probenahme	11.06.2013				
Probenahme durch	Auftraggeber				
Probenehmer	Herr Seitz				
Probengefäß	Tüte				
Anzahl Gefäße	1				
Untersuchungsbeginn	19.09.2013				
Untersuchungsende	26.09.2013				

#### Probenvorbereitung

Probe Nr.	13-129725-01	
Bezeichnung	1244/05	
Königswasser-Extrakt	TS	20.09.2013

#### Physikalische Untersuchung

Probe Nr.	13-129725-01	
Bezeichnung	1244/05	
Trockenrückstand	Gew% OS	83,2

Prüfbericht Nr. **CWA13-027480-1** Auftrag Nr. **CWA-12206-13** Datum **26.09.2013**
**Leichtflüchtige aromatische Kohlenwasserstoffe (BTEX)**

Probe Nr.	13-129725-01		
Bezeichnung	1244/05		
<b>Benzol</b>	mg/kg	OS	<0,1
<b>Toluol</b>	mg/kg	OS	<0,1
<b>Ethylbenzol</b>	mg/kg	OS	<0,1
<b>m-, p-Xylol</b>	mg/kg	OS	<0,1
<b>o-Xylol</b>	mg/kg	OS	<0,1
<b>Cumol</b>	mg/kg	OS	<0,1
<b>Styrol</b>	mg/kg	OS	<0,1
<b>Summe nachgewiesener BTEX</b>	mg/kg	OS	-/-

**Summenparameter**

Probe Nr.	13-129725-01		
Bezeichnung	1244/05		
<b>Cyanid (CN), ges.</b>	mg/kg	TS	<0,1
<b>EOX</b>	mg/kg	TS	<0,5
<b>Kohlenwasserstoff-Index</b>	mg/kg	TS	<25
<b>Kohlenwasserstoff-Index &gt; C10-C22</b>	mg/kg	TS	<25

**Polychlorierte Biphenyle (PCB)**

Probe Nr.	13-129725-01		
Bezeichnung	1244/05		
<b>PCB Nr. 28</b>	mg/kg	TS	<0,01
<b>PCB Nr. 52</b>	mg/kg	TS	<0,01
<b>PCB Nr. 101</b>	mg/kg	TS	<0,01
<b>PCB Nr. 118</b>	mg/kg	TS	<0,01
<b>PCB Nr. 138</b>	mg/kg	TS	<0,01
<b>PCB Nr. 153</b>	mg/kg	TS	<0,01
<b>PCB Nr. 180</b>	mg/kg	TS	<0,01
<b>Summe der 6 PCB</b>	mg/kg	TS	-/-
<b>PCB gesamt (Summe 6 PCB x 5)</b>	mg/kg	TS	-/-
<b>Summe der 7 PCB</b>	mg/kg	TS	-/-

Prüfbericht Nr. **CWA13-027480-1** Auftrag Nr. **CWA-12206-13** Datum **26.09.2013**
**Leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe (LHKW)**

Probe Nr.	13-129725-01		
Bezeichnung	1244/05		
Dichlormethan	mg/kg	OS	<0,1
Tetrachlorethen	mg/kg	OS	<0,1
1,1,1-Trichlorethan	mg/kg	OS	<0,1
Tetrachlormethan	mg/kg	OS	<0,1
Trichlormethan	mg/kg	OS	<0,1
Trichlorethen	mg/kg	OS	<0,1
cis-1,2-Dichlorethen	mg/kg	OS	<0,1
Summe nachgewiesener LHKW	mg/kg	OS	-/-

**Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)**

Probe Nr.	13-129725-01		
Bezeichnung	1244/05		
Naphthalin	mg/kg	TS	<0,01
Acenaphthylen	mg/kg	TS	<0,01
Acenaphthen	mg/kg	TS	<0,01
Fluoren	mg/kg	TS	<0,01
Phenanthren	mg/kg	TS	<0,01
Anthracen	mg/kg	TS	<0,01
Fluoranthren	mg/kg	TS	<0,01
Pyren	mg/kg	TS	<0,01
Benzo(a)anthracen	mg/kg	TS	<0,01
Chrysen	mg/kg	TS	<0,01
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg	TS	<0,01
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg	TS	<0,01
Benzo(a)pyren	mg/kg	TS	<0,01
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg	TS	<0,01
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg	TS	<0,01
Benzo(ghi)perylen	mg/kg	TS	<0,01
Summe nachgewiesener PAK	mg/kg	TS	-/-

Prüfbericht Nr. **CWA13-027480-1** Auftrag Nr. **CWA-12206-13** Datum **26.09.2013**
**Im Königswasser-Extrakt**
**Elemente**

Probe Nr.	13-129725-01		
Bezeichnung	1244/05		
Arsen (As)	mg/kg	TS	14
Blei (Pb)	mg/kg	TS	14
Cadmium (Cd)	mg/kg	TS	<0,4
Chrom (Cr)	mg/kg	TS	39
Kupfer (Cu)	mg/kg	TS	13
Nickel (Ni)	mg/kg	TS	20
Quecksilber (Hg)	mg/kg	TS	<0,1
Thallium (Tl)	mg/kg	TS	<0,4
Zink (Zn)	mg/kg	TS	47

**Im Eluat filtriert**
**Kationen, Anionen und Nichtmetalle**

Probe Nr.	13-129725-01		
Bezeichnung	1244/05		
Cyanid (CN), ges.	mg/l	W/E	<0,005
Chlorid (Cl)	mg/l	W/E	<1
Sulfat (SO <sub>4</sub> )	mg/l	W/E	5,3

**Physikalische Untersuchung**

Probe Nr.	13-129725-01		
Bezeichnung	1244/05		
pH-Wert		W/E	6,0
Leitfähigkeit [25°C], elektrische	µS/cm	W/E	21,8

**Elemente**

Probe Nr.	13-129725-01		
Bezeichnung	1244/05		
Arsen (As)	µg/l	W/E	<5
Blei (Pb)	µg/l	W/E	<5
Cadmium (Cd)	µg/l	W/E	<0,5
Chrom (Cr)	µg/l	W/E	<5
Kupfer (Cu)	µg/l	W/E	<5
Nickel (Ni)	µg/l	W/E	<5
Quecksilber (Hg)	µg/l	W/E	<0,2
Zink (Zn)	µg/l	W/E	<10

Prüfbericht Nr. **CWA13-027480-1** Auftrag Nr. **CWA-12206-13** Datum **26.09.2013**
**Eluaterstellung****Probenvorbereitung**

Probe Nr.	13-129725-01	
Bezeichnung	1244/05	
Feuchtegehalt	% OS	16,9

**Im Eluat zentrifugiert****Summenparameter**

Probe Nr.	13-129725-01	
Bezeichnung	1244/05	
Phenol-Index ohne Destillation	µg/l W/E	<10

**Abkürzungen und Methoden**

Trockenrückstand/Wassergehalt in Abfällen  
 Königswasser-Extrakt vom Feststoff (Abfälle)  
 Metalle/Elemente in Feststoff (ICP-OES / ICP-MS)  
 Extrahierbare organische Halogenverbindungen (EOX)  
 Leichtflüchtige aromatische KW (BTEX)  
 LHKW (leichtfl. halogen. Kohlenwasserst.)  
 Polychlorierte Biphenyle (PCB)  
 Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)  
 Kohlenwasserstoffe in Abfall (GC)  
 Cyanide gesamt und leichtfreisetzbar im Boden (CFA)  
 Auslaugung, Schüttelverfahren W/F-10 l/kg  
 pH-Wert in Wasser/Eluat  
 Leitfähigkeit, elektrisch in Wasser/Eluat  
 Gelöste Anionen, Chlorid (D19/D20) in Wasser/Eluat  
 Gelöste Anionen, Sulfat (D19/D20) in Wasser/Eluat  
 Metalle/Elemente in Wasser/Eluat (ICP-OES/ICP-MS)  
 Cyanide in Wasser/Eluat  
 Phenol-Index in Wasser/Eluat

EN 14346<sup>A</sup>  
 EN 13657<sup>A</sup>  
 ISO 17294-2<sup>A</sup>  
 DIN 38414 S17<sup>A</sup>  
 DIN 38407 F9 mod.<sup>A</sup>  
 EN ISO 10301, mod.<sup>A</sup>  
 EN 15308<sup>A</sup>  
 ISO 18287<sup>A</sup>  
 EN 14039<sup>A</sup>  
 ISO 17380<sup>A</sup>  
 EN 12457-4<sup>A</sup>  
 DIN 38404 C5<sup>A</sup>  
 EN 27888<sup>A</sup>  
 EN ISO 10304-1<sup>A</sup>  
 EN ISO 10304 D19/D20<sup>A</sup>  
 ISO 17294-2<sup>A</sup>  
 EN ISO 14403<sup>A</sup>  
 EN ISO 14402<sup>A</sup>

**ausführender Standort**

Umweltanalytik Walldorf  
 Umweltanalytik Walldorf  
 Umweltanalytik Walldorf  
 Umweltanalytik Rhein-Main  
 Umweltanalytik Rhein-Main  
 Umweltanalytik Rhein-Main  
 Umweltanalytik Walldorf  
 Umweltanalytik Walldorf  
 Umweltanalytik Walldorf  
 Umweltanalytik Walldorf  
 Umweltanalytik Walldorf  
 Umweltanalytik Walldorf  
 Umweltanalytik Walldorf  
 Umweltanalytik Walldorf  
 Umweltanalytik Walldorf  
 Umweltanalytik Walldorf  
 Umweltanalytik Walldorf  
 Umweltanalytik Walldorf

OS Originalsubstanz  
 TS Trockensubstanz  
 W/E Wasser/Eluat

Dieses Dokument wurde elektronisch erstellt und ist auch ohne Unterschrift gültig.

Sven Blau

 Chemisch-technischer Assistent  
 Sachverständiger Umwelt