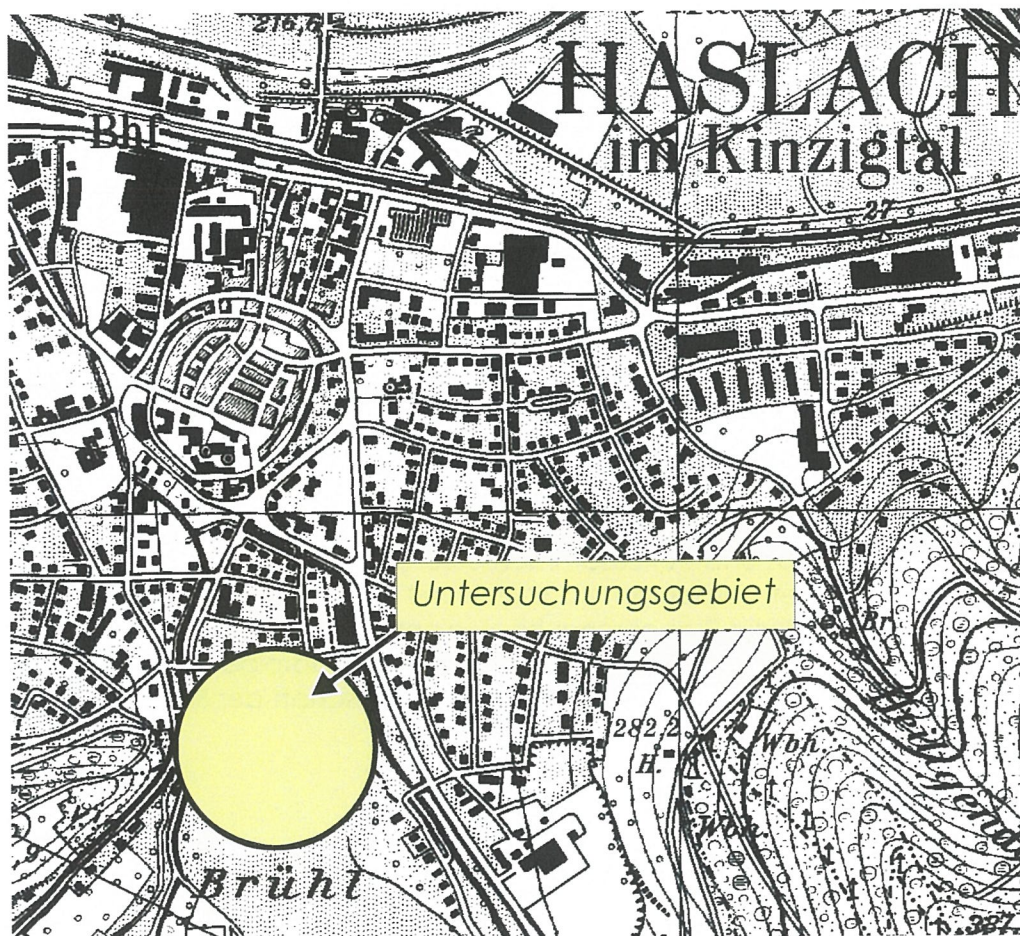


INGENIEURGEOLOGISCHES/
HYDROLOGISCHES
ERSCHLIEßUNGSGUTACHTEN FÜR
DAS GEPLANTE NEUBAUGEBIET
„BRÜHL II“ IN HASLACH



ifag 9850309
Bericht vom 13.05.2009

1. Vorgang

Die Stadt Haslach plant die Erschließung des Neubaugebiets "Brühl II" auf der Gemarkung Haslach, vgl. auch Anlage 1.1. 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 in einem Teilbereich die grundsätzliche Möglichkeit einer Versickerung von Tagwässern geprüft werden.

In diesem Zusammenhang wurde das INSTITUT FÜR ANGEWANDTE GEOLOGIE in Willstätt auf Grundlage seines Angebots vom 13.02.09 mit Schreiben vom 24.03.09 durch die Stadt Haslach beauftragt, die zur Klärung der genannten Aufgabenstellung erforderlichen Arbeiten auszuführen.

2. Verwendete Unterlagen

Seitens des Bauamts der Stadt Haslach wurde dem Gutachter ein erster Planungsentwurf im Maßstab 1: 2000 sowie der Plan einer Bestandsaufnahme im Maßstab 1: 500 als Grundlage zur weiteren Bearbeitung überlassen. Auf Basis dessen wurden vom Gutachter Vorschläge für die notwendigen Bodenaufschlüsse gemacht. Seitens der Stadt Haslach wurden daraufhin die jeweiligen Pächter über die geplanten Bagger-schürfe auf den betreffenden Flurstücken informiert.

Die in diesem Bericht enthaltenen Angaben zu den Charakteristika möglicher Versickerungsanlagen beruhen auf dem Arbeitsblatt A 138 "Bau und 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 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 20.03.2009 mit einem Bagger des BAUUNTERNEHMEN HANSMANN insgesamt vier Probelöcher bis zu einer maximalen Tiefe von 1,9 m ausgehoben und die dabei aufgeschlossenen Lockergesteinsabfolge aus geotechnische Sicht beschrieben. Ergänzend wurden in enger Nachbarschaft der Schürfe S 2 und S 4 je ein Versickerungsversuch gefahren.

4. Ergebnisse

4.1 Geologische und lithologische Situation

Bei den in der Talauflage anstehenden Lockergesteinshorizonten handelt es sich um alluviale, fluviatile Ablagerungen, die nacheiszeitlich vom „Ur-Mühlenbach“ und „Ur-Hofstetterbach“ herangeführt und abgelagert wurden. Dies bedeutet die Kornzusammensetzung des im Planungsgebiet abgelagerten Lockergesteingemischs wurde ausschließlich durch die stark wechselnden Strömungsverhältnisse und daraus abhängigen Transportkraft beider Gerinne bestimmt. Dies führte dazu, dass heute auf nahezu gleichem Niveau bzw. innerhalb weniger Meter stark abweichende Korngemische abgelagert sein können, die mal eher von Grobkiesen/Steinen und mal eher von Sanden / Feinkiesen mit wechselnder räumlichen Ausbildung und Mächtigkeiten geprägt sein können. Im Allgemeinen kann jedoch angenommen werden, dass mit zuneh-

mender Mächtigkeit der Talfüllung in deren tieferen Abschnitten grobe Korngemische vorherrschen.

Das Unterlager der Talfüllung wird von Schwarzwaldgrundgebirge (Gneise) gebildet. Dessen Oberfläche ist meist morphologisch ungleichmäßig ausgebildet und kann sowohl alte Buckel als auch Erosionsrinnen aufweisen, die lokal merklichen Einfluss auf das Niveau des Grundwasserspiegels haben können.

Die kristalline Oberfläche selbst ist für das Porenwasseraquifer der Talauve verwitterungsbedingt mit hoher Wahrscheinlichkeit nahezu undurchlässig. Sie besteht erfahrungsgemäß im Kontaktbereich aus völlig bis stark verwittertem Kristallin (vergleichbar einem sehr dicht gelagertem, schwach schluffigen Mittelsand), welcher innerhalb weniger Dezimeter, ohne scharfe Grenze über Bröckelfels in frisches, grob geklüftetes Kristallin übergeht.

4.2 Bodenaufbau im Untersuchungsgebiet

Auf Grundlage der zuvor genannten Bodenaufschlüsse wurden die als Anlage 2 beigefügten schematischen Profile ausgearbeitet.

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

Unter einer im Mittel 0,1 - 0,2 m mächtigen **Vegetationsschicht** (Mutterboden) folgt auf den nächsten 0,5 bis 1,0 m **Auelehm**. Dieser setzt sich aus stark grobschluffigem, teils auch schwach tonigem, Fein-Mittelsand zusammen.

Bereichsweise kann auch rein grobschluffiges, schwach toniges Bodensubstrat ausgebildet sein.

Das Unterlager der genannten Verwitterungsdecke (Auelehm) bilden **Bachschoffer**. Diese wurden einheitlich in allen Bodenaufschlüssen als sandige, teils steinige Mittel-/Grobkiese aufgeschlossen, die aufgrund ihres hohen Anteils an Grobkomponenten häufig eine ausgeprägte Korn-zu-Korn-Abstützung aufweisen.

Im Kontaktbereich zwischen der Verwitterungsdecke und den rollig ausgebildeten Talfüllung bzw. in der oberen Bereichen können bereichsweise cm- bis dm-mächtige, feinkörnig oder manchmal auch rein sandig geprägte Einschaltungen (**Schwemmsande**) geringer Ausdehnung ausgebildet sein.

Nach den Erfahrungen des Gutachters kann die durchschnittliche Gesamtmächtigkeit der Talfüllung mit etwa 7-10 m angenommen werden.

4.3 Grundwasser im Baugrund

In allen Schürfgruben wurden beim Aushub der Probelöcher am 20.03.2009 (Stichtagsmessung) in Tiefen zwischen 1,2 m (S 3, $\approx 221,2$ mNN) und 1,65 m (S 2, $\approx 220,85$ mNN) unter Gelände ein zusammenhängender Grundwasserspiegel mit ungespannter Oberfläche angetroffen.

In Schurf S 4 in Höhe des Kindergartens konnte in einer Tiefe von etwa 1,2 m (ca. 221,20 m NN) eine Wassermarken in Form von Fe-/Mn-Ausfällungen beobachtet werden. Diese bilden sich durch den Kontakt mit Bodenluft unter Einfluss wiederholter, aber zeitlich begrenzter hoher Grundwasserstände in deren Kapillarsaum. Dabei werden unter dem Einfluss der in der ungesättigten Bodenzone enthaltenen Luft die im sauerstoffarmen Grundwasser gelösten Fe II-/Mn II-Verbindungen zu wasserunlöslichen Fe III- bzw. Mn III-Verbindungen oxidiert und ausgefällt. Diese können in den vom Schwarzwaldkristallin beeinflussten, sauerstoffarmen, ungespannten Porenwasseraquiferen als Hinweis auf das Niveau der jährlich wiederkehrenden Grundwasserstände (HW) interpretiert werden.

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 0,3 - 0,5 m überschreiten.

Im Ausnahmefall können allerdings auch diese bei außergewöhnlichen Niederschlagsereignisse und ungünstigen Rahmenbedingung in Form 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 rund 0,6 - 0,7 m unter Gelände einstellen kann.

Berücksichtigt man die zuvor beschriebene Schichtenfolge mit einer Unterkante der eher feinkörnigen, eher geringpermeablen Stillwassersedimente in einer Mächtigkeit von bis zu 1,2 m unter GOK ist anzunehmen, dass sich in allen Bereichen mit ungestörter Schichtenfolge zeitlich begrenzt ein gespannter Grundwasserspiegel ausbildet, in dessen Folge in Bereichen mit durchbrochenem Stillwasserhorizonten, wie z.B. in Baugruben unterkellerte Gebäude, sowie tieferen Leitungsgräben rasch ansteigendes Grundwasser mit einem zumindest HW 10 entsprechenden Niveau ausbilden kann. Weiterhin zu berücksichtigen ist der Einfluss der an den Rändern des Baugebiets verlaufenden Bäche. Diese wirken im Normalfall bei geringer und mittlerer Wasserführung im ufernahen Bereich als Vorfluter für die angrenzenden Flurstücke.

Bei Hochwasserführung der Bäche erfolgt allerdings rasch eine Umkehrung der Fließrichtung und große Volumina von Wasser werden in den Porenwasseraquifer der Talau gepresst. Damit verbundenen ist eine merkliche Beeinflussung des Grundwasserspiegels, die verstärkt für die im Einflussbereich des Hofstetterbachs gelegenen Flurstücke Nr. 1074 und Nr. 1076 anzunehmen ist.

4.4 Untersuchungen im Erdlabor

Zur genaueren Einschätzung der bodenspezifischen Eigenschaften wurden aus den Schürfgruben insgesamt drei gestörte Einzelproben für Untersuchungen im Erdlabor entnommen. Die Untersuchungen der nachfolgend vorgestellten Einzelergebnisse zur Kornverteilung und Konsistenzgrenzen wurden im Erdlabor des Ingenieurbüros HYDRO-SOND durchgeführt.

4.4.1 Kornverteilungskurven

Für die Ermittlung der Korngrößenzusammensetzung wurden zwei als repräsentativ geltende Proben aus der kiesig-sandig geprägten Talfüllung herangezogen.

Wie aus den Diagrammen in der Anlagen 6 zu ersehen, bilden sowohl in der Probe 985/02 als auch 985/03 Kiese mit rund 75 - 85 Gew.-% den Hauptanteil.

Der Grobkiesanteil ist dabei mit bis zu 60 Gew.-% überproportional vertreten. Die sandigen Anteile treten gegenüber den zuvor genannten deutlich zurück und bilden mit rund 15 - 25 Gew.-% die zweitwichtigste Komponente.

Die feinkörnigen (schluffigen) Anteile $\leq 0,063$ mm spielen mit Gehalten von 1,8 - 6,2 Gew.-% im bodenmechanischen Sinne praktisch keine oder nur untergeordnete Rolle. Ähnliches gilt auch für den Anteil grober Steine und Blöcke, die wie aus der Abb. 2 + 13 zu entnehmen ebenfalls aufgrund ihres Anteils am Gesamtvolumen ohne Einfluss auf die bodenmechanischen Charakteristika bleiben.

Aus verfahrenstechnischen Belangen wurde diese Grobfraktion bei der Erstellung der Kornverteilungsdiagramme nicht mit erfasst.

Aufgrund des hohen Grobanteils kann insbesondere mit zunehmender Tiefe der Kies geprägten Talauenfüllung von einer weitgehend ausgeprägten Korn-zu-Korn-

Abstützung ausgegangen werden, welche sich naturgemäß günstig auf das Tragfähigkeitsverhalten des betreffenden Horizonts auswirkt.

Die auf Basis der Kornverteilungsdiagramme ermittelten Ungleichförmigkeitszahlen U betragen 87,7 bzw. 25,2. Damit ist das untersuchte Lockergesteinsgemisch beider Proben nach DIN 18196 als sehr ungleichförmig einzustufen.

Die Krümmungszahl C_c errechnet sich in der Probe 985/02 aus Schurf S 2 zu 2,9 und die der Probe 985/03 mit 7,0. Damit ist das Korngemisch beider Proben als intermittierend gestuft zu klassifizieren. Damit ergibt für die beiden geprüften Korngemischen nach DIN 18196 eine Zuordnung als:

Probe 985/02	Bodenart: gG, mg, fg', gs', u'. ms'	GU
Probe 985/03	Bodenart: gG, mg', fg', gs'	GI

4.4.2 Atterberg'sche Konsistenzgrenzen

Zur genaueren Abschätzung der bodenmechanischen Eigenschaften der oberflächennahen, eher feinkörnig geprägten Verwitterungsdecke wurde aus Schurf S 2 in 1,1 m unter Gelände die Probe 985/01 entnommen und hinsichtlich ihrer Konsistenz überprüft, vgl. auch Anl. 6.3.

In der betreffenden Probe wurde bei einem natürlichen Wassergehalt von 25,5 % eine Konsistenzzahl I_c = 0,95 ermittelt aus der eine steife Konsistenz abzuleiten ist. Weitere Angaben zur Fließ- und Ausrollgrenze des geprüften Bodensubstrats sind aus der Anlage 6.3 zu entnehmen

4.5 Bodenzusammensetzung und Permeabilität

Auf Grundlage der genannten Bodenaufschlüsse konnten insgesamt drei in ihrer Zusammensetzung und Permeabilität merklich von einander abweichende Lockergesteinshorizonte unterschieden werden. Die im Folgenden angeführten Angaben zu den jeweiligen Bodenkennwerte 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 sandig, 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 Verwitterungsdecke, Auelehm, feinkörnige Stillwassersedimente

Zusammensetzung: Grobschluff, stark bis sehr stark feinsandig, partiell, schwach tonig, lokal auch Feinkies führend, im Kontaktbereich zum rolligen Unterlager können geringmächtige Schwemmsandhorizonte ausgebildet sein.

Farbe: braun, rötlichbraun, graubraun

Vorkommen: Im gesamten Planungsgebiet

Mächtigkeit: 1,2 - 1,5 m

Permeabilität: geschätzt $\geq 10^{-6/-7}$ m/s

Konsistenz: Überwiegend steif

Klassifizierung nach DIN 18300: Klasse 4
nach DIN 18196: UL, SU

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	$c' = 0,0 - 2,0 \text{ kN/m}^2$
Reibungswinkel	$\phi' = 27,5 - 30,0^\circ$
Steifeziffer	$E_s = 4,0 - 8,0 \text{ MN/m}^2$

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 Kieselge Talauenfüllung

Zusammensetzung: Mittel-/Grobkies, sandig, lokal auch vereinzelte Steine oder Blöcke. Insbesondere oberflächennah können in den Schottern räumlich begrenzte Einschaltungen von teilweise grobschluffigen Schwemmsanden ausgebildet sein.

Farbe: braun, rötlichbraun, graubraun

Vorkommen: Im gesamten Planungsgebiet

Mächtigkeit: 7,0 - 10,0 m

Permeabilität: $\geq 10^{-5}$ m/s (oberflächennaher GW-Wechselbereich)

Lagerungsdichte: locker bis mitteldicht

Klassifizierung nach DIN 18300: Klasse 4 - 5
nach DIN 18196: GU, GI

Bodenmechanische Kennwerte: (geschätzt)

Raumgewicht	$\gamma = 19,0 - 20,0 \text{ kN/m}^3$
unter Auftrieb	$\gamma' = 10,0 - 11,0 \text{ kN/m}^3$
Kohäsion	$c' = 0,0 \text{ kN/m}^2$
Reibungswinkel	$\phi' = 35,0 - 37,5^\circ$
Steifeziffer	$E_s = 60,0 - 80,0 \text{ MN/m}^2$

Geotechnische Beurteilung: Das Lockergesteinsgemisch ist zur Aufnahme von Bauwerkslasten grundsätzlich gut geeignet. Insbesondere oberflächennah können eher geringmächtige und räumlich begrenzte, grobschluffig-sandige Einschaltungen auftreten, die gegenüber dem umgebenden Lockergesteinsgemisch relativ leicht zusammendrückbar sind.

Die hier angeführten Bodenkennwerte beruhen auf einer in Bezug auf die Gesamtfläche sehr geringen Anzahl von Bodenaufschlüssen. Berücksichtigt man die dabei beobachteten Inhomogenitäten der oberflächennahen, gründungsrelevanten Lockergesteinsabfolge, sollten diese insbesondere bei der Errichtung von Gebäuden erforderlichen erdstatischen Berechnungen lediglich zur Vorbemessung Verwendung finden bzw. 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 A

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 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. in der aktuellen Fassung

6. Hinweise zur Bauausführung

6.1 Stabilität der Grabenböschungen

Die im Baugebiet an der Oberfläche anstehenden Schluff-/Sandgemische sind generell als gering kohäsiv einzustufen. Da gleichzeitig deren bodenspezifische Reibungswinkel kaum mehr als 30° 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 den Gutachtern keine Informationen vor.

Aufgrund des bereichsweise bis 1,1 m unter aktuelles Gelände reichenden, schluffig-sandigen Auelehms ist es nicht auszuschließen, dass lokal die in flacheren Grabenabschnitten aufgeschlossenen Sohlflächen nicht die geforderte Festigkeit für das Rohrunterlagen 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 mit Volllast gefahren verfügt z.B. über eine Einwirkungstiefe von rund 45 cm. Bei einer Kiespolstermächtig von rund 30 cm führt dies zwangsläufig zu einer starken Konsistenzherabsetzung des bindigen Unterlagers, in dessen Folge dann trotz des eingebrachten Kiespolsters die für ein Rohrbett geforderte Mindesttragfähigkeit u.U. nicht erreicht werden kann.

6.3 Grundwasser und Leitungsgräben

Bei der Planung von Leitungsgräben ist bei ungünstigen Witterungsverhältnissen ein zusammenhängender Grundwasserhorizont (jährlich wiederkehrendes Hochwasser) ab einer Tiefe von ca. 1,0 bis 1,2 m unter aktuellem Gelände zu erwarten. Weiterhin kann bereits bei geringeren Sohliefen in den Grabenabschnitten mit feinkörnig geprägtem Bodensubstrat, das Einsickern oberflächennaher Stauwässer nach ergiebigen Niederschlagsereignissen zum teilweisen Einstau und gleichzeitiger, unerwünschter Vernässung des in der Sohle anstehenden Materials führen. Eine starke Durchfeuchtung des schluffigen-feinsandigen Bodensubstrats ist zwangsläufig mit einer merklichen Herabsetzung der ursprünglichen 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 Bauwerklasten oder

auch konditionierten Geländeauffüllungen, abgesehen von der Verwendung als Schüttgut bei Rekultivierungsmaßnahmen, generell nicht geeignet.

Der **Auelehm** und der bindig geprägte Schwemmsand mit ihren teilweise hohen Grobschluff- und Feinsandanteilen sind grundsätzlich für einen konditionierten Wiedereinbau im Bereich von Fahrstraßen oder Leitungsgräben ohne Zusatzmaßnahmen nicht bzw. nur sehr bedingt geeignet.

Inwieweit Teile davon zwischengelagert und später zur Geländemodulation oder anderen ungeordneten Schüttungen eingesetzt werden liegt im Ermessen der Planer. Kiesführende Schwemmsandhorizonte wie auch Bachschotter sind unter Berücksichtigung ihrer bodenspezifischen Eigenschaften grundsätzlich für einen konditionierten Wiedereinbau im Bereich von Leitungsgräben bzw. von Schüttung von Sickerschlitzen im Bereich eventuelle Versickerungsanlagen geeignet.

6.5 *Bau von Erschließungsstrassen*

Wie bereits erläutert, ist die für den Wegebau relevanten Deckschicht im Planungsgebiet überwiegend bindig ausgebildet. Dies macht bei den anstehenden Planungsarbeiten eine sorgfältige Planung des Bauablaufs erforderlich.

So sollten bei den anstehenden Erarbeiten auf ungeschütztem Untergrund grundsätzlich ausschließlich Kettenfahrzeuge eingesetzt werden. Ein Befahren des ungeschützten Rohplanums durch Radfahrzeuge (LKW, Radlader usw.) führt insbesondere bei stärker Durchfeuchtung rasch zur merklichen Herabsetzung der ursprünglichen Konsistenz. Diese kann dann allenfalls durch Bodenaustausch der betroffenen Bodenabschnitte oder eine nachträgliche Bodenstabilisierung beseitigt werden.

Nach der ZTVE in der aktuellen Fassung ist für das Unterlager des aufzubringenden Straßenunterbaus ein E_{v2} -Wert von $\geq 45 \text{ MN/m}^2$ nachzuweisen. Dies dürfte in weiten Bereichen des Planungsgebiets nur in eingeschränktem Umfang innerhalb der oberflächennahen Deckschichten erreicht werden. Entsprechende, geeignete Maßnahmen zur Verbesserung des Tragverhaltens bindig geprägter Böden z.B. durch das Einmischen von Kalk sind in der ZTVE in Kapitel 11 ausführlich erläutert.

6.6 *Hinweise für die Errichtung von Gebäuden*

Wie für den Bau von Erschließungsstraßen gelten auch für den oberflächennahen Lastabtrag von Gebäuden die in Kap 4.5 erläuterten bodenmechanischen Rahmenbedingungen. Es wird allerdings ausdrücklich daraufhin gewiesen, dass es sich dabei um geschätzte Bodenkennwerte handelt, die lediglich für eine Vorbemessung von Lastabtragsflächen herangezogen werden sollten. Grundsätzlich bleibt zu berücksichtigen, dass sich ablagerungsbedingt

die Kornzusammensetzung der gründungsrelevanten Bodenhorizonte auf gleichem Niveau innerhalb weniger Meter merklich ändern können, was naturgemäß auch Einfluss auf die jeweiligen, daraus abzuleitenden bodenmechanischen Kennwerte hat. Die den Deckschichten unterlagernden Bachschotter sind zur Aufnahme von Bauwerkslasten grundsätzlich geeignet. Bei Gebäudeteilen die auf deren Niveau einbinden wird dringend empfohlen einen hinreichender Schutz, z.B. in Form einer „weissen Wanne“ gegen drückendes Wasser infolge aufsteigendes Wasser bei erhöhten Grundwasserständen zu berücksichtigen, vgl. auch Kap. 4.3.

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

7. Ergebnisse der Versickerungsversuche

Zur Bestimmung der Permeabilität der ungesättigten Lockergesteinshorizonte innerhalb des Neubaugebiets wurden in dem für eine mögliche Versickerung vorgesehenen Geländeabschnitt die Versickerungsversuche VV1 + VV2 durchgeführt. Dazu wurden mittels Bagger flache Schürfgruben ausgehoben, vermessen und anschließend mit Wasser befüllt. Nach hinreichender Wassersättigung wurden die eigentlichen Versickerungsversuche mit fallendem Wasserspiegel gefahren. Die Auswertungsprotokolle mit den zugrunde gelegten Berechnungsansätzen sind als Anlagen 5.1 + 5.2 beigefügt. Die Lage der Schürfgruben geht aus Anlage 1.2 hervor.

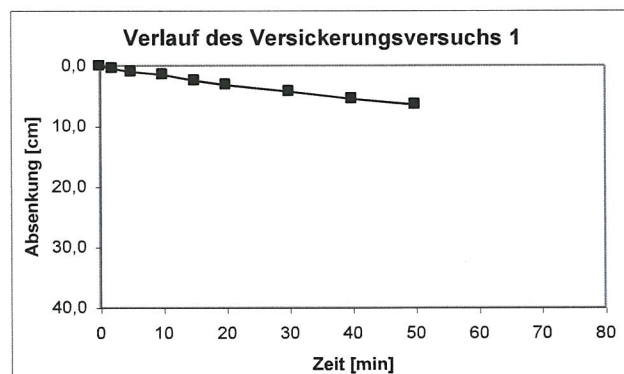
7.1 Versickerungsversuch 1

Für den Versickerungsversuch 1 (VV 1) wurde die Schürfgarbe bis auf eine Tiefe von 1,15 m unter GOK ausgehoben. In der Schurfsohle stand schwach mittelsandiger, grobsandiger Kies an, vgl. Anl. 3.2.2. Der Flurabstand des Grundwassers im Ansatzpunkt (GOK) betrug am 20.03.09 1,65 m, bzw. die Mächtigkeit der ungesättigten Zone unter der Grubensohle 0,5 m.

Die Schürfgarbe wurde nach Wassersättigung mit 0,405 m Wassersäule befüllt und anschließend das Absinken des Wasserspiegels in Abhängigkeit der Zeit gemessen. Dabei trat folgende Versickerung auf:

Verlauf des Versickerungsversuchs:

Zeit nach dem Befüllen des Schurfes (min)	Absenkung des Wasserspiegels (cm)
0	0,0
2	0,5
5	1,0
10	1,5
15	2,5
20	3,2
30	4,3
40	5,5
50	6,5
60	
70	



Nach dem Berechnungsansatz in Anlage 6.2 ergibt sich für den schwach mittelsandigen, grobsandigen Kies im Bereich von VV 1 ein **rechnerischer k_f -Wert von $2,1 \times 10^{-5} \text{ m/s}$** und somit ein **$k_f$ -Wert zur Bemessung (ATV A 138) von $4,21 \times 10^{-5} \text{ m/s}$** .

7.2 Versickerungsversuch 2

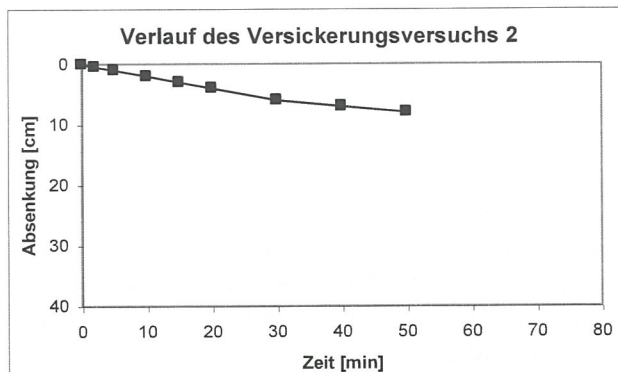
Die Schürfgarbe für den Versickerungsversuch VV 2 wurde bis auf eine Tiefe von 0,9 m ausgehoben. Die Schurfsohle bestand aus schwach schluffigem Schwemmsand, vgl. auch Anl. 3.4.2.

Ausgehend von einem Flurabstand des Grundwassers von 1,5 m unter GOK am 20.03.2009 betrug die Mächtigkeit der ungesättigten Zone unter der Versickerungssohle 0,6 m.

Die Schürfgarbe wurde nach Wassersättigung mit 0,40 m Wasser befüllt und folgende Versickerung gemessen:

Verlauf des Versickerungsversuchs:

Zeit nach dem Befüllen des Schurfes (min)	Absenkung des Wasserspiegels (cm)
0	0
2	0,5
5	1
10	2
15	3
20	4
30	6
40	7
50	8
60	
70	



Nach dem Berechnungsansatz in Anlage 6.3 ergibt sich für den schwach schluffigen, stark sandigen Kies im Bereich von VV 2 ein **rechnerischer k_f -Wert von $3,49 \times 10^{-5}$ m/s** und somit ein **k_f -Wert zur Bemessung (ATV A 138) von $6,98 \times 10^{-5}$ m/s**.

8. Hydraulische Rahmenbedingungen für die Versickerung von Tagwässern

Grundsätzlich setzt die Versickerung von Niederschlagswasser einen durchlässigen Untergrund und einen ausreichenden Abstand von der Grundwasseroberfläche voraus.

Nach dem Regelwerk Abwasser-Abfall der Abwassertechnischen Vereinigung, Arbeitsblatt A 138 "Bau und Bemessung von Anlagen zur dezentralen Versickerung von nicht schädlich verunreinigtem Niederschlagswasser" kommen für Versickerungsanlagen Lockergesteine in Frage, deren **k_f -Werte (Durchlässigkeitsbeiwerte) im Bereich von 5×10^{-3} bis 5×10^{-6} liegen**. Bei der Planung ist besonders darauf zu achten, dass die zur Reinigung der eingeleiteten Niederschlagswässer notwendige ungesättigte Zone weitgehend zu erhalten ist. Generell kommen für die gezielte, dezentrale Versickerung in Baden-Württemberg grundsätzlich lediglich zwei verschiedene Anlagearten in Frage. Diese sind in der Rangfolge entsprechend ihres Gefährdungspotentials für das Grundwasser aufgelistet:

1. Flächenversickerung
2. Muldenversickerung

Andere Versickerungssysteme wie z.B. eine Schachtversickerung sind nicht genehmigungsfähig bzw. eine Versickerung über Rigolen oder Sickerkästen nur im Ausnahmefall nach Prüfung durch die Fachbehörde genehmigungsfähig.

Von den im Baugebiet vorliegenden Lockergesteinen sind aufgrund ihrer nachgewiesenen Durchlässigkeiten die Gutachschotter im Bereich VV 1 und VV 3 grundsätzlich für eine Versickerung von Tagwässern als gut geeignet einzustufen.

Bei der Planung und Bemessung von denkbaren Versickerungsanlagen zu berücksichtigen sind in jedem Fall die in Kap. 4.2 beschriebenen Grundwasserverhältnisse. Im konkreten Fall kann dies bedeuten, dass bei Hochwasser sich die Mächtigkeit der ungesättigten Zone im Bereich von Sickermulden, zumindest zeitweilig, auf wenige Dezi-

meter reduzieren kann und dann anfallende Tagwässer anderweitig abgeführt werden müssen.

8.1 Flächenversickerung

Im gesamten Planungsgebiet sind an der Oberfläche flächig in einer Schichtmächtigkeit von 0,5 bis 1,1 m meist grobschluffige, feinsandige Deckschichten eher geringer Permeabilität ausgebildet. Die für diese Horizonte geschätzten Permeabilitäten werden seitens der Gutachter aufgrund profunder Erfahrungen mit Lockergesteinsgemischen vergleichbarer Zusammensetzung mit einem k_f -Wert $\leq 10^{-7}/10^{-8}$ m/s eingestuft. Damit werden die in der ATV A 138 für die Versickerung von Tagwässern definierte Mindestanforderung für eine wirksame Flächenversickerung deutlich unterschritten.

Dies bedeutet konkret: Bei der Flächenversickerung mittels durchlässig befestigter Oberfläche z.B. durch Betongittersteine ist keine oder nur unwesentliche Speichermöglichkeit gegeben. Die Versickerungsintensität muss deshalb größer als die Intensität des Bemessungsniederschlages sein. Als Größenordnung der zur Flächenversickerung über Rasengittersteine notwendigen Rahmenbedingungen kann nachfolgende Empfehlung gelten.

Die **mittlere Durchlässigkeit der Oberfläche sollte einem k_f -Wert von mindestens $2,0 \times 10^{-5}$ m/s entsprechen.**

8.2 Muldenversickerung

Merklich günstiger sind die Rahmenbedingungen für eine Realisierung einer Muldenversickerung. Dies gilt allerdings nur dann wenn zuvor in deren Wirkungsbereich linienförmige Gräben bis zu den hinreichend permeablen Kinzigschottern der ungesättigten Zone hergestellt und mit Grubenkies wiederverfüllt werden. Entsprechend geeignete Horizonte liegen innerhalb der für eine Versickerung vorgesehenen Teilfläche in Tiefen von 0,9 – 1,15 m unter aktueller Oberfläche. Da im Normalfall die zur Versickerung angelegten Mulden eine deutlich geringere Tiefe aufweisen wird empfohlen bei einer eventuellen Realisierung im Untergrund der geplanten Mulden einen schlitzförmigen Voraushub bis zur Oberkante der Bachschotter vorzunehmen und zur Herstellung einer guten hydraulischen Anbindung die Gräben mit Grubenkies 0-X oder einem vergleichbarem Korngemisch bis auf das gewünschte Niveau wiederzufüllen. Die Oberfläche entsprechend konditioniert aufgebauter Versickerungsmulden ist grundsätzlich mit einer Vegetationsschicht als Filterschicht abzudecken.

Grundsätzlich sind entsprechende Anlagen so zu bemessen, dass sie nur kurzfristig unter Einstau stehen, da sonst eine Verschlickung und Verdichtung der Oberfläche zu befürchten ist. Um eine gleichmäßige Verteilung des Wassers zu erreichen, müssen Sohllinien und -flächen möglichst horizontal liegend hergestellt und unterhalten werden. Große oder lange Mulden sind insbesondere bei vorhandenem Geländegefälle durch Bodenschwellen zu unterbrechen.

Ist geplant Tagwässer von befestigten Oberflächen (z.B. Straßen) über entsprechende Anlagen zu versickern wird dringend empfohlen den Zuläufen einen Sandfang vorzuschalten.

9. Zusammenfassung und abschließende Bemerkungen

Die Erkundung des lithologischen Aufbaus und der hydrogeologischen Verhältnisse des oberflächennahen Untergrunds im Planungsgebiet erfolgte anhand von vier Baggerschürfen und zwei Versickerungsversuchen.

An zwei Proben der aufgeschlossenen Bachschotter wurden im Erdlabor deren Kornzusammensetzungen ermittelt. Zusätzlich wurde an einer Probe des schwach bindigen Auelehms deren Zustandsgrenzen bestimmt. Zusammenfassend können die angebotenen Rahmenbedingungen wie folgt beschrieben werden:

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

Die Oberkante der relativ gut tragfähigen Bachschotter des Mühlenbach bzw. Hofstetterbach liegt im Planungsgebiet zwischen 0,5 und 1,1 m unter Gelände. Grundsätzlich können im Untersuchungsgebiet Lockergesteinsfolgen stark abweichender Korngröße und damit auch wechselnder Permeabilitäten auf engem Raum auftreten.

Die Grundwasseroberfläche des jährlich wiederkehrenden Hochwassers kann mit etwa 221,5 m NN angenommen werden, die des 10- bzw. 100-jährigen Hochwassers liegt vermutlich mehrere Dezimeter darüber.

Im Planungsgebiet ist an der Oberfläche relativ geringpermeable, feinkörniges Boden-substrat in Schichtstärken von 0,5 - 1,1 m aufgeschlossen worden. Zur Schaffung einer hinreichend wirksamen Flächenversickerung z.B. über Rasengittersteine wird empfohlen den hydraulischen Anschluss zur den tiefer liegenden Bachschottern im Rahmen der Schüttung einer konditionierten Tragschicht oder ergänzenden Sickerschlitze unter diesen herzustellen.

Die durchgeführten Versickerungsversuche zeigten, dass grundsätzlich die Versickerung von Tagwässern im vorgesehenen Bereich des Planungsgebiets erfolgen kann. Zu berücksichtigen ist allerdings das Schrumpfen der ungesättigten Bodenzone bei höheren GW-Ständen, mit deren Anstieg eine Verminderung deren Effizienz verbundenen ist.

Bei der Bauplanung ist generell zu berücksichtigen, dass im Zusammenhang mit dem Betrieb von Versickerungsanlagen in deren Einflussbereich ein begrenzter Anstieg der GW-Stände gegenüber des unbeeinflussten Grundwasserspiegels auftreten kann. Sollten bei der Verlegung von Ver- und Entsorgungsleitungen nicht die grundsätzlich relativ gut tragfähigen Bachschotter angeschnitten werden, so sollte insbesondere bei starker Durchfeuchtung des in der Sohle anstehenden Bodensubstrats zur Erlangung einer hinreichenden Tragfähigkeit der Rohrgrabensohle ein Bodenaustausch vorgenommen werden.

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.

Sachbearbeiter: Dipl.-Geol. Heiko Seitz
Dipl.-Geol. Arndt Kurzbach

Dipl.-Geol. Heiko Seitz
institut für angewandte geologie

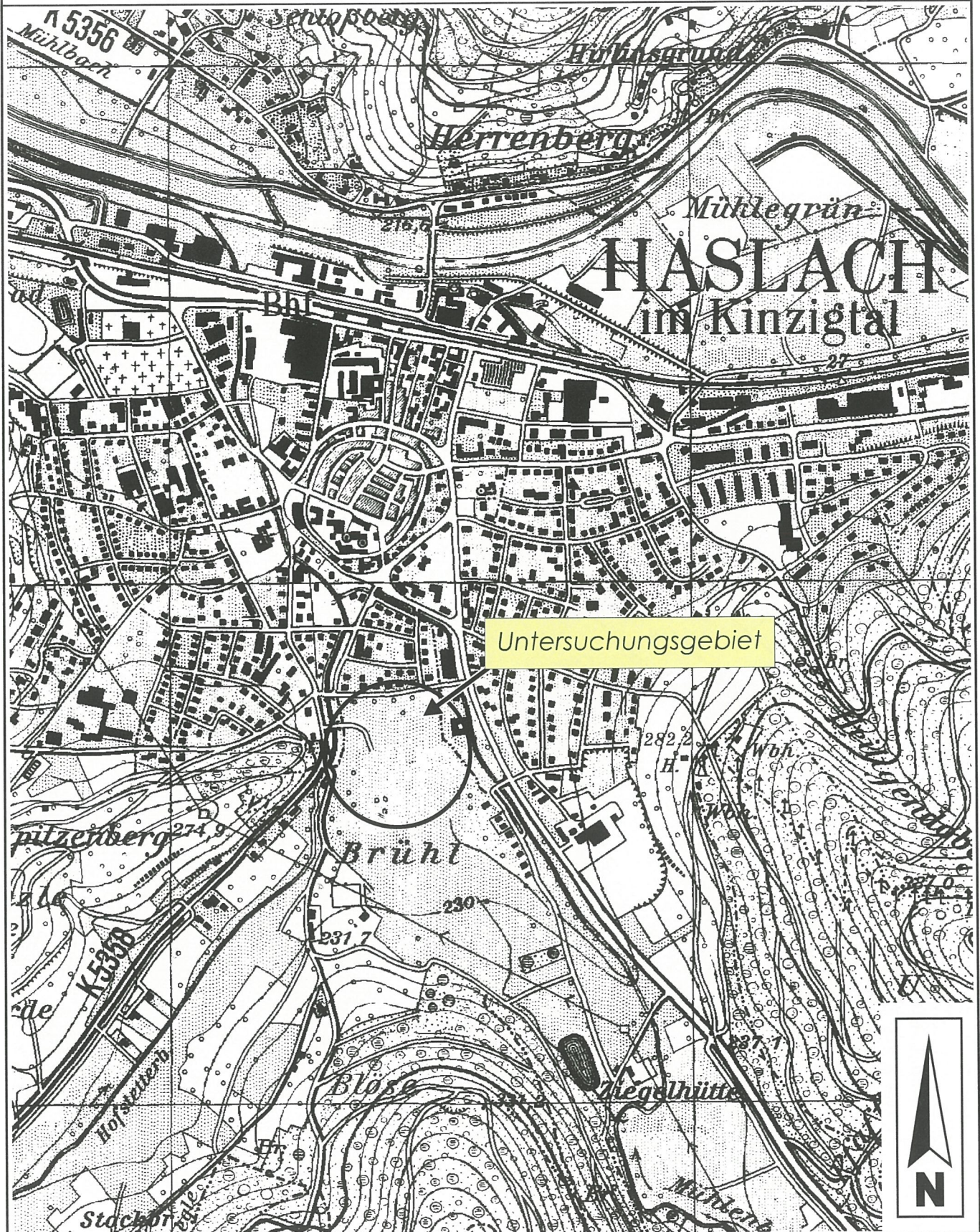
Inhaltsverzeichnis

Seite

1.	<i>Vorgang</i>	1
2.	<i>Verwendete Unterlagen</i>	1
3.	<i>Durchgeführte Untersuchungen</i>	1
4.	<i>Ergebnisse</i>	1
4.1	Geologische und lithologische Situation	1
4.2	Bodenaufbau im Untersuchungsgebiet	2
4.3	Grundwasser im Baugrund	2
4.4	Untersuchungen im Erdlabor	3
4.4.1	<i>Kornverteilungskurven</i>	3
4.4.2	<i>Atterberg´sche Konsistenzgrenzen</i>	4
4.5	Bodenzusammensetzung und Permeabilität	4
4.5.1	<i>Mutterboden</i>	4
4.5.2	<i>Verwitterungsdecke, Auelehm, feinkörnige Stillwassersedimente</i>	5
4.5.3	<i>Kiesige Talauenfüllung</i>	5
4.6	Erdbebengefährdung	6
5.	<i>Aushub von Leitungsgräben</i>	6
6.	<i>Hinweise zur Bauausführung</i>	6
6.1	Stabilität der Grabenböschungen	6
6.2	Tragfähigkeit der Grabensohlen	7
6.3	Grundwasser und Leitungsgräben	7
6.4	Wiederverwendbarkeit des Aushubmaterials	7
6.5	Bau von Erschließungsstrassen	8
6.6	Hinweise für die Errichtung von Gebäuden	8
7.	<i>Ergebnisse der Versickerungsversuche</i>	9
7.1	Versickerungsversuch 1	9
7.2	Versickerungsversuch 2	-
8.	<i>Hydraulische Rahmenbedingungen für die Versickerung von Tagwässer</i>	
8.1	Flächenversickerung	
8.2	Muldenversickerung	11
9.	<i>Zusammenfassung und abschließende Bemerkungen</i>	12

Anlagenverzeichnis

1.1	Übersichtsplan, M 1:10.000
1.2	Lageplan mit Untersuchungspunkten, M 1:250
2.	schematischer Geländeschnitt A-A´ M 1:200/100
3.1 - 3.4	Schurfbeschreibungen S 1 – S 4 + VV 1, VV 2
4.1 + 4.5	Fototafeln 1-5, Abb. 1 - 15
5.1 + 5.2	Kornverteilungsdiagramme
5.3	Konsistenzgrenzen
6.1 – 6.3	Dokumentation und Auswertungsprotokolle der Versickerungsversuche VV 1 + VV 2



ifag: 9850309

gez.: Ku

Datum: 24.04.2009

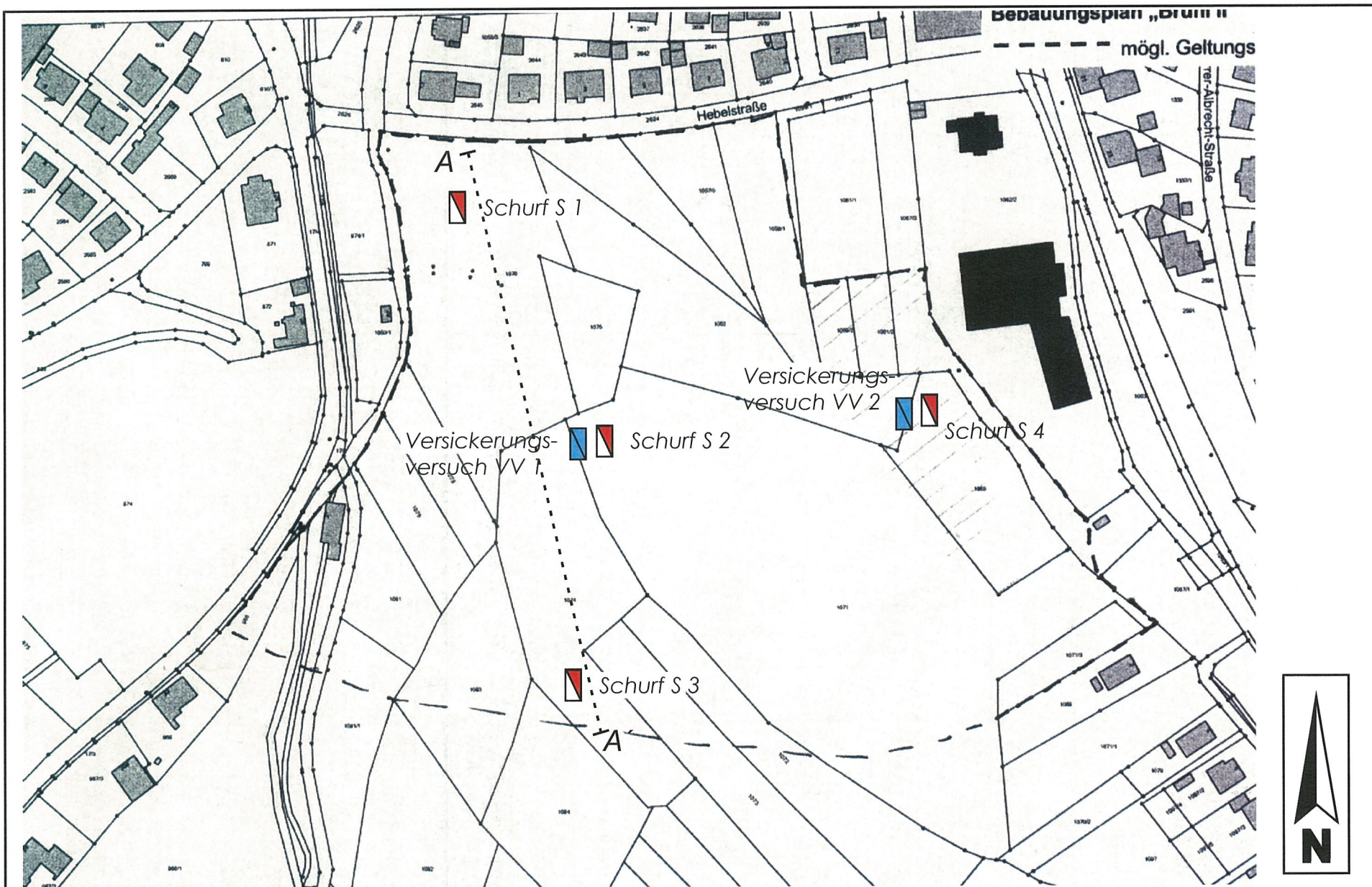
geb.:

Maßstab: 1 : 10000

Anlage: 1.1

Übersichtsskizze

NBG Brühl II, Stadt Haslach



Iflag: 9850309	Gez.: Se	NBG Brühl II, Stadt Haslach Lageskizze der Untersuchungspunkte
Datum: 24.04.2009	gep.:	
Maßstab: 1:2000	Anlage: 1.2	
institut für angewandte geologie, Dipl.-Geol. H. Seitz, Irisweg 3, 77731 Willstätt, Tel 07852/5150		

Schematischer Geländeschnitt A - A'

A'

SSE

m ü. NN

123 m-

121 m-

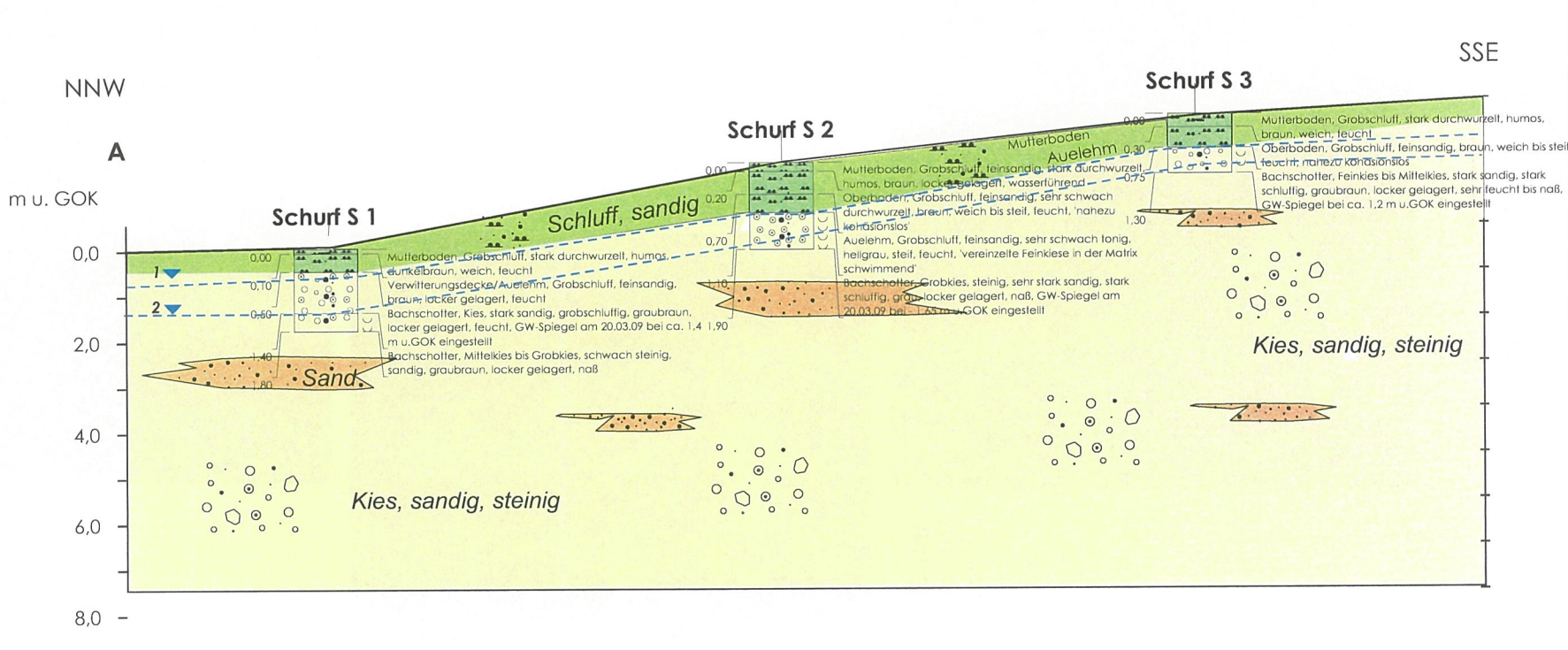
119 m-

117 m-

115 m-

113 m-

111 m-



1 vermuteter jährlich wiederkehrender Grundwasserhochstand (HW)
 2 Grundwasserstand am 20.03.2009

lflag: 9850309	gez.: Ku	Schematischer Geländeschnitt A - A' NBG Brühl II, Stadt Haslach
Datum: 27.04.2009	gep.:	
Maßstab: 1 : 1000/100	Anlage: 2	
institut für angewandte geologie, Dipl.-Geol. H. Seitz, Irisweg 3, 77731 Willstätt, Tel.: 07852/5150		



Abb. 1:
Blick in Schurf S1

Abb. 2:
kiesiges, teils steiniges Baggergut
aus Schurf S1



Abb. 3:
Baggergut der den Bachschottern
auflagernden Deckschichten

ifag: 9850409	gez.: Se
Datum: 24.04.2009	gep.:
Maßstab: ohne	Anlage: 4.1

Fototafel 1

NBG Brühl II, Stadt Haslach



Abb. 4:
Blick in Schurf S 2

Abb. 5:
Blick auf die Ansatzpunkte von
Schurf S 2 und Versickerungsversuch VV 1



Abb. 6:
Blick über das Planungsgebiet
Höhe Ansatzpunkt S 2 in nördliche
Richtung

ifag: 9850309	gez.: Se
Datum: 24.04.2009	gep.:
Maßstab: ohne	Anlage: 4.2

Fototafel 2

NBG Brühl II, Stadt Haslach



Abb. 7:
Blick auf Ansatzpunkt des Schurf S 3

Abb. 8:
Blick in Schurf S 3



Abb. 3:
Baggergut des Schurfs S 3

ifag: 9850309	gez.: Se	Fototafel 3 NBG Brühl II, Stadt Haslach institut für angewandte geologie, Dipl.-Geol. H. Seitz, Irisweg 3, 77731 Willstätt, Tel.: 07852/5150
Datum: 24.04.2009	gep.:	
Maßstab: ohne	Anlage: 4.3	



Abb. 10:
Blick von Schurf S 3 in nördliche
Richtung

Abb. 11: Blick von Schurf S 3 in östliche
Richtung auf das Gelände des
Kindergartens



Abb. 12:
Blick in Schurf S 4

ifag: 9850309	gez.: Se
Datum: 24.04.2009	gep.:
Maßstab: ohne	Anlage: 4.4

Fototafel 4

NBG Brühl II, Satdt Haslach



Abb. 13:
Baggergut des Schurf S4

Abb. 14:
Blick auf den Versickerungsversuch Vv2
zu Versuchsbeginn



Abb. 15:
Blick auf den Versickerungsversuch
Vv2 am Ende des Versuchs. An den
Schurfwänden deutlich erkennbar
der durch einen Schaumrand gekenn-
zeichnete, abgesunkene ursprüngliche
Wasserspiegel

ifag: 9850409	gez.: Se
Datum: 24.04.2009	gep.:
Maßstab: ohne	Anlage: 4.5

Fototafel 5

NBG Brühl II, Stadt Haslach