

Stadt Reutlingen
Amt für Stadtentwicklung
und Vermessung
Marktplatz 22
72764 Reutlingen

Geschäftsführer:
Prof. Dr.-Ing. Johannes Giere
Dipl.-Geol. Dr. Klaus Kleinert
Dr.-Ing. Jens Turek

Prof. Dr.-Ing. Edelbert Vees
Anerk. Sachverständiger für Erd- und
Grundbau nach Bauordnungsrecht

24.05.2016
Az 16 066

Geotechnischer Bericht

zu den allgemeinen Baugrundverhältnissen
im Entwicklungsbereich „Schieferbuckel“
in Reutlingen

Inhalt	Seite
1 Vorbemerkungen	3
2 Lage und geologischer Überblick	3
3 Schichtaufbau des Untergrundes	4
4 Grundwasserverhältnisse.....	8
5 Belastungen des Untergrundes, Kampfmittel, Geotop, flache Geothermie	9
6 Folgerungen für die Erschließung und Bebauung des Geländes.....	10
6.1 Erschließungsmaßnahmen	10
6.2 Bebauung	14
6.3 Schutz der Gebäude gegen Durchfeuchtung aus dem Untergrund, Ableitung von Oberflächen- und Dränwasser	16
6.4 Mögliche Auswirkungen auf die Nachbarschaft.....	17
7 Hinweise zum weiteren Vorgehen.....	19
8 Schlussbemerkungen	20

Anlagen

1.1	Übersichtslageplan, M. 1:10 000
1.2	Lageplan, M. 1:2500
1.3	Ausschnitt Geologische Karte, M. 1:10 000
2.1 + 2.2	Geländeschnitte, M. 1:500
3	Auflistung der verwendeten Unterlagen und Literatur

1 Vorbemerkungen

Die Stadt Reutlingen plant die Entwicklung von Wohngebieten am „Schieferbuckel“ in Reutlingen. In diesem Zusammenhang erhielt unser Büro den Auftrag, als Grundlage für die geplanten städtebaulichen Wettbewerbe einen allgemeinen geotechnischen Bericht zu erarbeiten.

Die Pläne und Unterlagen, die wir dazu von der Stadt Reutlingen erhielten, sind in Anlage 3 aufgelistet (Ziffern [1] bis [7]). Außerdem konnten wir zur Beurteilung der Untergrundverhältnisse die Geologischen Karten, Ergebnisse früherer Baugrunduntersuchungen unseres Büros in der Nachbarschaft des Entwicklungsgebietes sowie die Schichtprofile von Aufschlüssen aus dem Aufschlussarchiv des LGRB BW heranziehen (Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau Baden-Württemberg; vgl. Anlage 3, [8] bis [11]).

Anhand dieser Unterlagen wurde der vorliegende Bericht erarbeitet. Weitergehende, gezielte Baugrunderkundungen wurden bisher nicht durchgeführt (zum weiteren Vorgehen vgl. Abschnitt 7).

2 Lage und geologischer Überblick

Das Entwicklungsgebiet „Schieferbuckel“ liegt nordwestlich des Stadtkernes von Reutlingen (vgl. Anlage 1.1). Es besitzt eine Länge von ca. 700 m (vom Rand des Gmindersdorfes im Südwesten bis zur Eissporthalle im Nordosten) und eine Breite von ca. 100 m bis 150 m. An seiner südöstlichen Längsseite wird das Gelände von den Straßen Justinus-Kerner-Straße und Sickenhäuser Straße sowie von der Schieferstraße (B 28) begrenzt. Im Nordwesten bilden die Straßen Am Schieferbuckel und Gellertstraße bzw. die dort vorhandene Bebauung die Begrenzung des Gebietes.

Das gesamte Entwicklungsgebiet gliedert sich in die vier Bebauungsplangebiete (von SW nach NO, zur Lage vgl. Anlage 1.2):

- Schieferterrassen
- Justinus-Kerner-Straße
- Sickenhäuser Straße/Gellertstraße
- Sickenhäuser Straße/Irtenbach

Topografisch handelt es sich um ein Hanggelände, das von der Hochfläche des Wohngebietes Römerschanze im Nordwesten zu dem Talzug des Irtenbaches im Südosten abfällt. Die Höhendifferenz beträgt dabei ca. 10 m (östliches Bebauungsplangebiet Sickenhäuser Straße /Irtenbach) bis ca. 20 m (südwestliches Bebauungsplangebiet Schieferterrassen). Der Irtenbach ist hier im Zuge der Schieferstraße verdolt; lediglich am Südostrand des Bebauungsplangebietes Sickenhäuser Straße/Irtenbach ist noch ein offener Bachlauf vorhanden.

In den Bebauungsplangebieten Schieferterrassen und Sickenhäuser Straße/Irtenbach wird das Gelände bisher landwirtschaftlich genutzt. Bei dem Bebauungsplangebiet Justinus-Kerner-Straße handelt es sich um das Gelände einer ehemaligen Tongrube (Ziegelei). Hier befinden sich Wohngebäude und Grünflächen; die Böschungen der ehemaligen Abbaugrube im westlichen und nördlichen Bereich des Geländes sind mit Bäumen und Buschwerk bestanden. Das Bebauungsplangebiet Sickenhäuser Straße/Gellertstraße ist zum großen Teil mit gewerblichen Gebäuden überbaut. Bei der Errichtung dieser Gebäude wurde das Gelände offenbar bereichsweise terrassiert. Die restlichen Flächen sind landwirtschaftlich genutzt oder Grünflächen.

In geologischer Hinsicht wird der Untergrund hier unter lokalen Auffüllungen, Hanglehm- und Verwitterungsböden von den Schichten des Mittleren Schwarzen Jura (Unterjura bzw. Lias) aufgebaut.

3 Schichtaufbau des Untergrundes

Auf dem betrachteten Gelände ist mit dem folgenden Aufbau des Untergrundes zu rechnen (vgl. auch die schematischen Schnitte in Anlage 2):

Oberboden

In den Bereichen, wo das Gelände nicht durch Überbauung, Baumaßnahmen oder Abgrabungen gestört ist, bildet der Oberboden das oberste Schichtglied des natürlichen Untergrundes. Dabei handelt es sich um schwach humose bis humose, durchwurzelte Tonböden. In den Schichtprofilen zu [3] ist die Dicke des Oberbodens mit 0,1 m bis 0,4 m verzeichnet. Im Mittel dürfte die Dicke des natürlichen Oberbodens etwa 20 cm bis 25 cm betragen.

Der Oberboden ist bei allen Baumaßnahmen sorgfältig abzutragen und geschützt in Mieten zwischenzulagern. Dabei ist zu beachten, dass das Bodenleben nicht gestört werden darf (keine Verdichtung des Bodens, Höhe der Mieten $\leq 1,5$ m). Eine Vermengung mit anderem Bodenmaterial ist zu vermeiden. Der Oberboden ist einer sachgemäßen Wiederverwendung

zuzuführen (Wiedereinbau in Grünflächen). Diese Überlegungen gelten gleichermaßen auch für Oberbodenandeckungen auf aufgefüllten Flächen.

Künstliche Auffüllungen

Auf dem Gelände ist bereichsweise mit künstlichen Auffüllungen in wechselhafter Dicke und Beschaffenheit zu rechnen. Flächenhafte Auffüllungen sind vor allem dort zu erwarten, wo das Gelände beim Bau von Straßendämmen u. dgl. oder bei der Terrassierung von Baufeldern verändert wurde (Damm für den Geh- und Radweg östlich der Sickenhäuser Straße; Straßenunterbau im Bereich der Justinus-Kerner-Straße/Sickenhäuser Straße). Hier ist es nicht auszuschließen, dass auch ortsfremdes Material in den Auffüllungen eingebaut wurde. Bei den Auffüllungen, die im Zuge der Terrassierung des Geländes beim Bau der Gewerbegebäude im Bebauungsplangebiet Sickenhäuser Straße/Gellertstraße vorgenommen wurden, besteht eine gewisse Wahrscheinlichkeit, dass hier örtliches Aushubmaterial aus den bergseitigen Einschnittsbereichen eingebaut wurde.

Daneben sind im Bereich der Bebauung auch kleinflächige und lokale Auffüllungen vorhanden (Aufbauten von Straßen, Wegen, Hofbefestigungen, Verfüllungen von Arbeitsräumen und Leitungsgräben).

Hanglehm/Verwitterungsböden

Hierbei handelt es sich um Verwitterungsprodukte des tieferen Untergrundes, die an Ort und Stelle entstanden sind oder durch natürliche Umlagerungsprozesse (eiszeitliches Bodenfließen) hangabwärts umgelagert worden sind. Sie bestehen aus Tonböden von graublauer und graubrauner Farbe und enthalten Beimengungen aus Kies und Steinen in wechselhaften Massenanteilen. In bodenmechanischer Hinsicht handelt es sich dabei überwiegend um die Bodengruppen TM und TL, untergeordnet TA nach DIN 18196.¹

Die Dicke dieser Hanglehm- und Verwitterungsböden schwankt zwischen ca. 1 m und maximal 3 m bis 5 m. Auf steileren Hanglagen ist die natürliche Dicke des Hanglehmes tendenziell geringer als im Bereich von Hochflächen oder am Hangfuß. In solchen Bereichen, wo das Gelände durch Einschnitte verändert wurde, sind die Verwitterungsböden nur noch in geringer Restmächtigkeit vorhanden oder vollständig entfernt (dies betrifft besonders die ehemalige

¹ TM: mittelplastische Tone ($35 \% \leq w_L \leq 50 \%$)
TL: leicht plastische Tone ($w_L < 35 \%$)
TA: ausgeprägt plastische Tone ($w_L > 50 \%$)

Tongrube im Bebauungsplangebiet Justinus-Kerner-Straße und die Einschnittsbereiche im Bebauungsplangebiet Sickenhäuser Straße/Gellertstraße).

Am talseitigen (südöstlichen) Rand des betrachteten Geländes verläuft der kleine Talzug des Irtenbaches. Hier ist mit entsprechenden Talablagerungen des Baches zu rechnen, die sich mit den Hanglehmböden verzahnen (Auelem = sandiger und kiesiger Ton und Schluff). Der südliche Eckbereich des Bebauungsplangebietes Schieferterrassen reicht bis in die Talaue der Echaz. Hier finden sich unter dem Auelem schluffiger und toniger Kies und Sand (Echazkies, vgl. [3], Anlage 2.1, SG 1).

Unter den geologisch jungen (eiszeitlichen und jüngeren) Hanglehmböden und Talablagerungen besteht der tiefere Untergrund aus den geologisch älteren Schichten des Unteren Jura (= sog. Schwarzer Jura bzw. Lias). Hier sind die Schichtglieder aus dem mittleren Teil dieser Schichtfolge vertreten (von oben nach unten):

Lithostratigrafische Formation	Ältere regional-geologische Bezeichnung	Biostratigrafische Stufe
juPO = Posidonienschiefer-Formation	Lias ε	Unteres Toarcium
juAMT = Amaltheenton-Formation	Lias δ	Pliensbachium
juNM = Numismalmergel-Formation	Lias γ	

Von diesen nehmen hier die Schichten der Amaltheenton-Formation (Lias δ) den weitaus überwiegenden Teil des betrachteten Geländes ein:

Amaltheenton-Formation

Die oberflächennahen Verwitterungsböden gehen meist ohne scharfe Grenzen in die unterlagernden Schichten über. Dabei handelt es sich um dunkelgrauen und blaugrauen, dünnschichtigen Tonstein und Tonmergelstein. In Oberflächennähe sind diese Schichten verwittert und aufgewittert; sie bestehen dann aus kleinstückig zerlegtem, dünnplattigem, mürbem bis sehr mürbem Tonstein, der sich leicht lösen lässt. Zur Tiefe gehen sie ohne scharfe Grenze in mäßig harten bis harten, plattig bis bankig geschichteten Tonstein über. Die Dicke der Amaltheenton-Formation beträgt hier etwa 20 m.

Innerhalb der Tonsteinfole sind einzelne härtere Bänke aus knolligem Mergelstein und Kalkstein eingelagert, die in Oberflächennähe durch die Verwitterung steinig und blockig zerlegt sind.

In der ehemaligen Tongrube (Ziegeleigrube), die sich im Bebauungsplangebiet Justinus-Kerner-Straße befindet, wurde dieser Ton und Tonstein der Amaltheenton-Formation zur Ziegelherstellung abgebaut.

Die Schichten des Mittleren Unterjura, die unterhalb und oberhalb der Amaltheenton-Formation liegen, sind im betrachteten Entwicklungsgebiet nur randlich vertreten:

Numismalismergel-Formation (Lias γ)

Schichten dieser Formation stehen nur im südlichen Teil des Bebauungsplangebietes Schieferterrassen direkt unterhalb des Hanglehms, der Verwitterungsböden und der Talablagerungen der Echaz an. Sie bestehen aus grauem, geschichtetem Mergelstein mit einzelnen eingelagerten, härteren Kalksteinbänken. Auch diese Schichten sind in Oberflächennähe zu mürbem bis sehr mürbem, kleinstückig zerlegtem Tonstein und Tonmergelstein verwittert, zur Tiefe gehen sie in mäßig harten bis harten, geklüfteten und geschichteten Tonmergelstein über.

Im gesamten Gelände bilden diese Schichten den tieferen Untergrund unter den Schichten der Amaltheenton-Formation (vgl. die Schnitte in Anlage 2). Sie liegen aber meist so tief, dass sie bei der Erschließung und Bebauung des Geländes nicht berührt werden. Unterhalb der Numismalismergel-Formation folgen die tieferen Schichtglieder des Unterjura und darunter die Abfolge des Keupers.

Posidonienschiefer-Formation (Lias ϵ)

Die Schichten dieser Formation liegen oberhalb der Amaltheenton-Formation. Sie sind in den nordwestlichen und nördlichen Randbereichen der Bebauungsplangebiete Justinus-Kerner-Straße, Sickenhäuser Straße/Gellertstraße und Sickenhäuser Straße/Irtenbach jeweils im Bereich der Hangschulter zu erwarten (blaugraue Farbsignatur in Anlage 1.3). Hierbei handelt es sich um dünnschichtigen bis blättrigen, schwarzgrauen Tonmergelstein, der durch relativ hohen Bitumen- und Pyritgehalt charakterisiert ist und eingelagerte schwarzgraue, harte Kalksteinbänke enthält (sog. Stinkkalkbänke). Diese Gesteine liegen meist bereits in geringer Tiefe als schwach verwitterter, mäßig harter bis harter, dünnblättrig geschichteter Mergelstein vor.

Die Schichten der Posidonienschiefer-Formation neigen bei Austrocknung (infolge Dränierung und Wärmeabstrahlung unter Gebäuden) zu Baugrundhebungen. Dabei werden zwischen den Schichtblättern des dünnschichtigen Mergelsteines Gipskristalle neu gebildet, die das Schichtgefüge durch ihren Wachstumsdruck sprengen und zu einer Volumenvergrößerung (Hebung)

des Schichtpaketes führen. Auf diese Weise sind in Reutlingen auf den Schichten der Posidonienschiefer-Formation bereits häufig Gebäudeschäden entstanden (zum Schadensmechanismus und zu Präventionsmaßnahmen vgl. [12]).

Nach der Darstellung in der Geologischen Karte [8] und [9] wird das Gelände von zwei tektonischen Störungen durchzogen (vgl. Anlage 1.3). Diese Störungen verlaufen in Nordwest-Südost-Richtung, an ihnen ist die Schichtfolge jeweils um ein paar Meter gegeneinander versetzt. Es handelt sich hierbei um Ausläufer des sog. Achalm-Grabens. Infolge der tektonischen Beanspruchung ist es möglich, dass der Untergrund im Bereich dieser Störungen stärker verwittert ist als in den übrigen Bereichen.

4 Grundwasserverhältnisse

Bei der Baugrunderkundung im Bebauungsplan Schieferterrassen [3] wurde lediglich in der talseitigen Schürfgrube Nr. 9 im Bereich der Talablagerungen der Echaz Grundwasser angetroffen. Die Aufschlüsse in der Nachbarschaft des betrachteten Geländes [10] und [11] erschlossen jeweils auf unterschiedlichen Niveaus zwischen ca. 1 m und ca. 5 m unter Gelände Wasserzutritte. Man kann hiernach davon ausgehen, dass auf dem Hanggelände des Schieferbuckels in Oberflächennähe kein großflächig zusammenhängender Grundwasserkörper entwickelt ist. Es ist hier vielmehr mit lokaler, schichtgebundener Wasserführung zu rechnen, die an durchlässige und geklüftete Bereiche innerhalb der Tonsteinabfolge gebunden ist (Schichtwasserführung auf geklüfteten Kalkstein- und Mergelsteinbänken). Die Intensität der Wasserführung kann dabei lokal und jahreszeitlich stark schwanken. Die Tiefe, unterhalb der mit stärkerer Schicht- und Sickerwasserführung im Untergrund zu rechnen ist, dürfte hier etwa bei 3 m bis 5 m unter Gelände liegen (vgl. die schematische Darstellung in den Anlagen 3.1 und 3.2: „Mutmaßlicher Verlauf des Grundwasserspiegels“).

Am südwestlichen Rand des Geländes im Bereich der Talablagerungen des Irtenbaches und der Echaz ist in den kiesigen und bindigen Talablagerungen im natürlichen Zustand in der Regel ein zusammenhängender Grundwasserkörper entwickelt. Dabei kann der Grundwasserspiegel in geringer Tiefe unter Gelände verlaufen (1 m bis 2 m unter Gelände). Im vorliegenden Fall muss man aber davon ausgehen, dass die natürlichen Verhältnisse hier infolge Straßenbau und Entwässerungsmaßnahmen stark gestört sind.

Das oberflächennahe Grund- und Sickerwasser in den Schichten der Amaltheenton-Formation ist erfahrungsgemäß nicht betonangreifend. Das Schichtwasser in der Posidonienschiefer-Formation (Lias ε) kann aufgrund des Pyritgehaltes dieser Schichten erhöhte Sulfatgehalte aufweisen (Expositionsklassen XA 1 und XA 2 nach DIN 4030).

Die Durchlässigkeit der Hanglehmböden und der unterlagernden Schichten des Mittleren Unterjura ist nur sehr gering (geschätzt $k \leq 10^{-7}$ m/s).

5 Belastungen des Untergrundes, Kampfmittel, Geotop, flache Geothermie

Im Bebauungsplangebiet Sickenhäuser Straße/Gellertstraße ist das Flurstück 7991 im Bodenschutz- und Altlastenkataster der Stadt Reutlingen als Altlastenverdachtsfläche geführt („B-Fall mit Entsorgungsrelevanz“). Im Bebauungsplangebiet Justinus-Kerner-Straße ist für das Flurstück 8220/1 aufgrund einer lokalen Verfüllung mit Erdaushub ebenfalls eine Verdachtsfläche vermerkt („A-Fall“; vgl. [7], Stellungnahmen der Stadt Reutlingen). Insbesondere auf Flächen mit früherer gewerblicher Nutzung sind möglich Einträge von Untergrundbelastungen nicht auszuschließen. Diese Flächen sind deshalb im Zuge der weiteren Erkundung von einem Altlastengutachter zu überprüfen (vgl. auch Abschnitt 7).

Die Gesteine und Verwitterungsböden des Unteren Jura können geogen bedingte Schwermetallkonzentrationen besitzen, die über die Zuordnungswerte Z 0 der Verwaltungsvorschrift Boden² hinausgehen. Nach [3] wurde im Bebauungsplangebiet Schieferterrassen in den Schichten der Amaltheenton-Formation ein Nickelgehalt von ca. 120 mg/kg festgestellt, so dass diese Schichten in die Zuordnungsklasse Z 1.1 einzustufen sind. Es empfiehlt sich deshalb, im Zuge der weiteren Erkundungen auch die eventuell vorhandenen Schwermetallbelastungen des natürlichen Untergrundes erkunden zu lassen (Altlastengutachter).

In den Stellungnahmen der Stadt Reutlingen [7] wird verschiedentlich auf Bombardierungen im Zweiten Weltkrieg hingewiesen. Im Zuge der weiteren Erkundung ist deshalb die Kampfmittelfreiheit des Geländes zu überprüfen. Hierzu empfiehlt es sich, zunächst eine Luftbildauswertung vornehmen zu lassen (durch den Kampfmittelbeseitigungsdienst Baden-Württemberg oder ein zertifiziertes privates Büro). Über eventuell vorhandene, alte Luftschutzstollen aus dem Zweiten Weltkrieg liegen keine Informationen vor.

Im Bebauungsplangebiet Justinus-Kerner-Straße befindet sich die alte Abbauböschung der ehemaligen Tongrube. Sie ist als schutzwürdiges Geotop (Nr. 15520) in das Geotop-Kataster des LGRB aufgenommen (vgl. [7]). Dies ist bei der Überplanung des Gebietes zu berücksichtigen. Je nach der geplanten Nutzung auf dem Gelände muss die Steilböschung gegen Erosion und gegen das Abbrechen von Kluftkörpern oder Bodenschollen gesichert werden.

² VwV Boden: Verwaltungsvorschrift des Umweltministeriums Baden-Württemberg für die Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial vom 14. März 2007 – Az.: 25-8980.08M20 Land/3 –

Nach einer Anfrage beim Informationssystem Oberflächennahe Geothermie (ISONG) des LGRB BW ist im betrachteten Gebiet eine Erdwärmenutzung mittels Erdwärmesonden bis zum Erreichen von Schichten mit Sulfatgesteinen möglich. Sulfathaltige Gesteine sind hier in Tiefen von ca. 180 m unter Gelände zu erwarten (sog. Bunte Mergel des Mittleren Keuper = km3 = Steigerwald-, Hassberge- und Mainhardt-Formation). Falls die Ausführung von Erdwärmesonden erwogen wird, sollte deshalb eine Tiefe der Sonden von ca. 170 m nicht überschritten werden. Bei größeren Sondenanlagen wird die Ausführung entsprechender Pilotbohrungen und -sonden empfohlen, um die Bauausführung und die thermische Auslegung des Sondenfeldes sicher planen zu können. Für Erdwärmesonden ist in jedem Fall eine wasserrechtliche Erlaubnis des Landratsamtes Reutlingen erforderlich.

6 Folgerungen für die Erschließung und Bebauung des Geländes

6.1 Erschließungsmaßnahmen

Straßenbau

Hier gelten aus geotechnischer Sicht besonders die ZTV E-StB 09³ und die RStO 12⁴, auf die im Einzelnen verwiesen wird.

Das Entwicklungsgebiet Schieferbuckel liegt nach der Karte der Frosteinwirkungszonen zur RStO 12 in der Frosteinwirkungszone 1. Die natürlichen Böden des Untergrundes sind hier überwiegend in die Frostempfindlichkeitsklasse F 3 (sehr frostempfindlich) nach ZTV E-StB 09, Tabelle 1, einzustufen.

Aufgrund der Hanglage werden die Erschließungsstraßen voraussichtlich vielfach im Einschnitt (bergseitige Bereiche der Straßen) bzw. auf Auffüllungen verlaufen (talseitige Bereiche). Der Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$, der für die Ausführung eines Regelaufbaues entsprechend RStO 12 auf dem Planum erreicht werden soll, lässt auf den natürlichen Hanglehm- und Verwitterungsböden voraussichtlich nicht nachweisen. Wo das Planum in diesen Böden verläuft, ist deshalb voraussichtlich eine Verbesserung bzw. Stabilisierung des Planums erforderlich. Dabei ist eine Verbesserung mit hydraulischem Bindemittel bei den hier vorliegenden bindigen Böden voraussichtlich die wirtschaftlichste Lösung. Mögliche Beeinträchtigungen der

³ ZTV E-StB 09: Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau, Ausgabe 2009, herausgegeben von der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Köln

⁴ RStO 12: Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen, Ausgabe 2012, herausgegeben von der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Köln

Nachbarschaft durch Verwehung des Bindemittels sind zu beachten (Verwendung von geschlossenen Fräsen und evtl. von granuliertem Bindemittel). Als Alternative kommt eine mechanische Bodenverbesserung in Frage (Verstärkung der Tragschicht, Bodenaustausch, Einwalzen von Grobschotter).

Wenn bei Straßen oder Straßenabschnitten in Dammlage auch der Unterbau aus bindigem Boden aufgebaut wird, ist bei Einbau von örtlich anfallendem Aushubmaterial voraussichtlich ebenfalls eine Stabilisierung des Bodens mit hydraulischem Bindemittel erforderlich. Das Material ist anschließend lagenweise entsprechend den Vorgaben der ZTV E-StB 09 zu verdichten. Entsprechende Eigen- und Fremdüberwachungen zum Nachweis der Verdichtungsqualität sind vorzusehen.

Nur in solchen Bereichen, wo die Straßen im Einschnitt verlaufen und wo das Aushubplanum auf verwitterten oder gering verwitterten Schichten des tieferen Untergrundes (Tonstein, Mergelstein) verläuft, besitzt das Erdplanum voraussichtlich eine ausreichende Tragfähigkeit von $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$, so dass hier der planmäßige Straßenaufbau ohne weitere Maßnahmen angelegt werden kann. Auf einen sachgemäßen Schutz des Planums gegen Witterungseinflüsse, Auflockerung und Durchnässung ist in jedem Fall großer Wert zu legen (vgl. ZTV E-StB 09, Abschnitt 4.4).

Aufgrund der geringen Durchlässigkeit des natürlichen Untergrundes empfiehlt es sich, den Straßenaufbau jeweils mittels Dränagen sachgemäß zu entwässern. Auf dem Planum wird der Straßenaufbau entsprechend den Vorgaben der RStO 12 hergestellt. Dabei ist aufgrund der Frostempfindlichkeit des Untergrundes eine Mindestdicke des frostsicheren Aufbaues von 0,6 m vorzusehen.

Die allgemeinen Vorgaben zum Straßenbau sind auch im Gutachten [3], dort Abschnitt 6, beschrieben. Sie können grundsätzlich auf das gesamte Entwicklungsgebiet Schieferbuckel übertragen werden. Wo im Zusammenhang mit dem Straßenbau permanente Einschnitts- und Auffüllböschungen angelegt werden sollen, sollen diese nicht steiler als mit einer Neigung von 1:1,5 ausgeführt werden. Bei dieser Neigung sind Böschungen bis zur Höhe von ca. 3 m bis 5 m in der Regel standsicher; sie können noch ohne größere Schwierigkeiten begrünt und gepflegt werden. Lokale Abspülungen oder Abrutschungen, insbesondere einer Oberbodenandeckung, können allerdings nicht völlig ausgeschlossen werden; sie sind jeweils fallweise zu sichern.

Bei steileren Geländesprüngen sind jeweils entsprechende Stützkonstruktionen vorzusehen (Stützmauern, Gabionenwände, Blocksatzmauern, jeweils mit den erforderlichen Standsicherheitsnachweisen).

Aushub und Verfüllung von Leitungsgräben

Bei der Anlage von Leitungsgräben sind die Vorgaben der DIN 4124 zu beachten. Wo Gräben mit freien Böschungen angelegt werden sollen, empfiehlt es sich, in den hier zu erwartenden Böden zunächst eine einheitliche Neigung von $\beta \leq 60^\circ$ vorzusehen. In künstlichen Auffüllungen, Böden mit weicher Konsistenz oder in rolligen Böden muss die Neigung auf $\beta \leq 45^\circ$ abgeflacht werden. Bei Böschungshöhen von mehr als 5 m ist ein rechnerischer Standsicherheitsnachweis erforderlich. Nur in solchen Bereichen, wo mäßig verwitterter Tonstein- oder Mergelsteinfels angetroffen wird, sind eventuell steilere Böschungsneigungen möglich.

Wo Gräben mit senkrechten Wänden angelegt werden sollen oder wo Sickerwasser oder Schichtwasser angetroffen wird, sind die Gräben mit einem Verbau zu sichern. Eine Sicherung mittels einfacher Kanaldielen oder gerammter Spundbohlen ist hier nicht möglich, weil der verwitterte Tonstein unterhalb der Hanglehm- und Verwitterungsböden nicht rammbaar ist. Hier ist deshalb in erster Linie an einen wandernden Großtafelverbau zu denken. Dabei werden die Verbauelemente beim Aushub des Grabens kontinuierlich mit abgesenkt. Vom Einsatz einfacher Verbaukörbe, die erst nach dem Grabenaushub eingestellt werden, wird abgeraten.

Die bindigen Hanglehm- und Verwitterungsböden sowie die stark verwitterten, kleinstückig zerlegten Tonsteinschichten des Untergrundes lassen sich beim Aushub der Gräben voraussichtlich ohne größere Schwierigkeiten lösen. Wo bei größeren Grabentiefen mäßig oder gering verwitterter Fels angetroffen wird, muss dieser voraussichtlich mittels Meißeleinsatz gelockert werden. Auch der Einsatz von Fräsen kann zweckmäßig sein. Dabei ist zu beachten, dass sich in den mäßig und gering verwitterten Tonsteinschichten voraussichtlich kein maßhaltiger Aushub ergibt, weil sich der Fels vorzugsweise an Klüften und Schichtfugen lösen lässt. Der entsprechende Mehraushub ist unvermeidlich und muss bei der Ausbildung des Rohauflagers bzw. bei der Grabenverfüllung ausgeglichen werden.

Wo in den Gräben Schicht- und Sickerwasser angetroffen wird, ist es mittels entsprechender Abzugsgräben, Dränagen und Pumpensümpfe ebenso wie das anfallende Oberflächenwasser sachgemäß zu fassen und abzuleiten (offene Wasserhaltung). Vor der Ableitung des Wassers in die Vorflut sind gegebenenfalls ausreichend dimensionierte Absetzbecken vorzuschalten, in denen sich Trübstoffe absetzen können. Bei der Ableitung des Wassers in die Vorflut sind die entsprechenden Einleiterrichtlinien zu beachten.

Für die Auflagerung der Leitungen und die Verfüllung der Leitungsgräben gelten die Vorgaben der DIN EN 1610 und des Arbeitsblattes ATV-DVWK-A 139⁵. Auch im Hinblick auf die erforderliche Grabenbreite und die Verfüllung im Bereich der Leitungszone wird auf diese Richtlinien verwiesen.

⁵ ATV-DVWK-A 139: Arbeitsblatt Einbau und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen.- Hrsg: ATV-DVWK
Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V., Hennef 2009

In solchen Bereichen, wo die Grabensohle in steinig-stückigen Böden oder auf Fels verläuft, empfiehlt es sich, die untere Bettungsschicht mit einer Dicke von mindestens 15 cm auszuführen, um Punktlagerungen der Leitung zu vermeiden.

In solchen Bereichen, wo in den Leitungsgräben Schicht- oder Sickerwasserzutritte angetroffen werden, soll eine dauerhaft dränierende Wirkung des Leitungsgrabens vermieden werden. Es empfiehlt sich deshalb, hier in regelmäßigen Abständen (Vorschlag: ≤ 50 m) Sperrriegel aus Beton oder bindigem Boden anzuordnen, mit denen die Rohrbettung, die Leitungszone und die Hauptverfüllung unterbrochen werden. Die Oberkante der Sperrriegel soll etwa auf dem Niveau der höchsten Wasserzutritte liegen. Die Sperrriegel sollen dicht an die Leitung anschließen und an den Grabenwänden und der Grabensohle in den natürlichen Untergrund einbinden. Auf diese Weise wird ein unerwünschter Abfluss von Sickerwasser entlang des Leitungsgrabens vermieden.

Unter befestigten Flächen (Straßen, Wege, Zufahrten u. dgl.) sind beim Einbau der Grabenverfüllung auch die Vorgaben der ZTV E-StB 09 hinsichtlich Verfüllmaterial und Verdichtungsgrad zu beachten. Zur Erzielung einer praktisch setzungsfreien Grabenverfüllung sind körnige, weitgestufte Gemische, vorzugsweise Tragschichtmaterial nach TL SoB-StB 04⁶ am besten geeignet. Das Material ist lagenweise einzubauen und mit geeignetem Gerät sachgemäß zu verdichten; der erzielte Verdichtungsgrad ist mittels Eigen- und Fremdüberwachungen nachzuweisen.

Ein Wiedereinbau des Aushubmaterials ist ohne besondere Maßnahmen nur in solchen Bereichen möglich, wo spätere Setzungen der Grabenverfüllung in Kauf genommen und gegebenenfalls ausgeglichen werden können (unter Grünflächen). Das Material muss dazu sorgfältig witterungsgeschützt zwischengelagert werden, um eine Durchfeuchtung zu verhindern. Auch in diesem Fall muss das Material so gut wie möglich verdichtet werden, um die langfristigen Setzungen der Grabenverfüllung so gering wie möglich zu halten.

Wenn das Aushubmaterial auch unter befestigten Flächen wieder eingebaut werden soll, ist dieses voraussichtlich nur bei bindigem Bodenmaterial und bei kleinstückig anfallendem Tonstein und Tonmergelstein möglich. Das Material muss dazu sorgfältig aussortiert und witterungsgeschützt zwischengelagert werden. Vor dem Wiedereinbau muss es auf einer separaten Bearbeitungsfläche mit hydraulischem Bindemittel verbessert werden, damit es anschließend im Graben bei lagenweisem Einbau optimal verdichtet werden kann. Dabei ist großer Wert auf eine optimale Bindemittelzugabe zu legen (Ermittlung der Zugabemenge mittels Testreihen oder Testfeldern), eine sachgemäße Verdichtung und Verdichtungskontrolle ist sicherzustellen.

⁶ TL SoB-StB 04: Technische Lieferbedingungen für Baustoffgemische und Böden zur Herstellung von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau, Ausgabe 2004, Fassung 2007, herausgegeben von der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Köln

Für alle Erd- und Verdichtungsarbeiten gelten die genannten ZTV E-StB 09.

6.2 Bebauung

Nach unserer Kenntnis ist auf dem Entwicklungsgelände Wohnbebauung geplant (Geschoss-Wohnungsbau mit Tiefgaragen, Einfamilienhäuser, Reihenhäuser u. dgl.). Planerische Konzepte liegen bisher nur für die Bebauungsplangebiete Schieferterrassen und Sickenhäuser Straße/Gellertstraße vor (vgl. [3] und [4]). Wir gehen davon aus, dass die Gebäude in der Regel einfach unterkellert werden. Aufgrund der Hanglage wird sich dabei meist ein bergseitiger Einschnitt der Gebäude um ein bis zwei Geschosse ergeben. Auf der Talseite werden die Gebäude jeweils voraussichtlich nicht tiefer als ein Geschoss unter das vorhandene Geländeniveau einbinden.

Der Hanglehm, Hangschutt und die Verwitterungsböden bilden einen kompressiblen Untergrund. Neben den Setzungen (Konsolidierung der Böden unter der Last der Fundamente) ist hier in den plastischen Tonböden auch die Gefahr von Schrumpf- und Quellvorgängen zu beachten (vgl. die Hinweise des LGRB in den Stellungnahmen [7]). Wo Flachgründungen in den bindigen Deckschichten (Hanglehm, Hangschutt, Verwitterungsböden) ausgeführt werden, empfiehlt es sich deshalb, die Gründungssohlen mindestens 1,6 m unter dem fertigen Außen Gelände anzuordnen und auf die Pflanzung großwüchsiger und stark wassersaugender Gehölze in der Nähe der Gebäude zu verzichten.

Die verwitterten, mäßig oder gering verwitterten Tonstein- und Mergelsteinschichten des Unteren Jura bilden dagegen einen relativ gut tragfähigen, mäßig kompressiblen Untergrund, der für die Gründung von Wohngebäuden gut geeignet ist. In vielen Fällen wird dieser felsartig feste Untergrund bei Ausführung unterkellelter Gebäude bereits im bergseitigen Bereich planmäßig erreicht werden. In solchen Fällen empfiehlt es sich, die Gründung des Neubaus auch an der Talseite mittels entsprechender Fundamentunterfüllungen aus unbewehrtem Beton auf den felsartigen Untergrund hinabzuführen, um eine einheitliche, setzungsarme Gründung zu erzielen. Aus geotechnischer Sicht ist es grundsätzlich ratsam, die Untergeschosse einheitlich in Stahlbeton auszubilden und auf isolierte Einzelfundamente nach Möglichkeit zu verzichten.

Am Süd- und Südwestrand des Entwicklungsgeländes ist mit größerer Mächtigkeit der Talablagerungen des Irtenbaches und der Echaz zu rechnen. Hier muss bei Ausführung von Flachgründungen das Setzungsverhalten der Böden beachtet werden. Eventuell muss die Gründung in gering kompressiblen, kiesigen Talablagerungen ausgeführt werden. Insbesondere bei Gebäuden mit hohen und unterschiedlichen Lasten kommt auch die Ausführung von Tiefgründungen (Pfahlgründungen) in Frage.

Das Gründungskonzept im Einzelnen muss jeweils auf der Grundlage einer projektbezogenen detaillierten Erkundung festgelegt werden.

Eine Besonderheit in Bezug auf Gründung und Bauausführung stellen die Schichten der Posidonienschiefer-Formation (Lias ε) dar, die jeweils am nordwestlichen Randbereich der Bauungsplangebiete Justinus-Kerner-Straße, Sickenhäuser Straße/Gellertstraße und Sickenhäuser Straße/Irtenbach zu erwarten sind. Hier müssen die Gebäude so konzipiert werden, dass mögliche Baugrundhebungen sicher verhindert werden. In solchen Bereichen, wo diese Schichten unterhalb der geplanten Bauwerkssohlen nur noch in geringer Restmächtigkeit vorliegen, ist es möglich, diese Schichten auszuräumen und durch nicht hebungsgefährdetes Material zu ersetzen (Bodenaustausch). Die Gründung kann dann entweder auf dem Bodenaustausch oder auf den Schichten der Amaltheenton-Formation unterhalb des Bodenaustausches erfolgen. Als weitere Lösung bietet sich bei größerer Dicke der Posidonienschiefer-Formation unterhalb der Bauwerkssohle die Ausführung einer sog. Bewässerungslösung an. Dabei wird gezielt Wasser (Dachflächenwasser) in den hebungsgefährdeten Baugrund unterhalb der Bauwerkssohle eingeleitet, um auf diese Weise die Entstehung von Verdunstungsvorgängen, die Neubildung von Gipskristallen und dadurch die Baugrundhebung zu verhindern (vgl. hierzu auch [12]).

Nach DIN 4149:2005-04 „Bauten in deutschen Erdbebengebieten“ liegt Reutlingen in der Erdbebenzone 3. Die Untergrundklasse ist R. Für die meisten Gründungen (bei Verlauf der Gründungssohle im felsartigen Tonstein oder in geringem Abstand darüber) ist die Baugrundklasse B anzusetzen. Nur in solchen Fällen, wo unterhalb der Gründungssohle bindige Böden oder Talablagerungen in größerer Dicke vorhanden sind, kann auch die Baugrundklasse C maßgebend werden.

Für die Anlage freier Baugrubenböschungen gelten die oben (Abschnitt 6.1) gegebenen Hinweise gleichermaßen. Die Vorgaben der DIN 4124 sind zu beachten. An den Böschungskronen ist ein lastfreier Schutzstreifen vorzusehen. Bergseits der Baugruben soll kein Aushubmaterial gelagert werden.

Bei tiefen Baugruben und begrenzten Platzverhältnissen kann die Anordnung eines Verbaues zweckmäßig sein. In diesem Fall ist in erster Linie an einen Trägerbohlverbau mit temporärer Rückverankerung (sog. Berliner Verbau) oder an eine temporäre Bodenvernagelung zu denken.

Beim Aushub der Baugruben werden voraussichtlich überwiegend bindige Böden anfallen (Hanglehm, Hangschutt, Verwitterungsböden). Nur in den bergseitigen Bereichen bzw. bei tieferen Baugruben ist mit Felsaushub zu rechnen (verwitterter und mäßig verwitterter Tonstein und Mergelstein, Kalksteinbänke). Aufgrund ihrer Schichtung und Klüftung sowie ihres Verwitterungsgrades lassen sich diese Schichten bei flächenhaftem Aushub in den Baugruben in der

Regel ohne größere Schwierigkeiten lösen. Erst bei großen Baugrubentiefen ist mit schwer lösbarem Fels zu rechnen, der gegebenenfalls mit Meißeleinsatz gelöst werden muss.

Der Anfall von Grundwasser (Schichtwasser, Sickerwasser) ist in den Baugruben für einfach unterkellerte Gebäude voraussichtlich nicht zu erwarten. Bei Baugruben, die tiefer einschneiden, können Wasserzutritte nicht ausgeschlossen werden. In solchen Fällen ist eine Wasserhaltung während der Bauzeit erforderlich. Die Maßnahmen im Zusammenhang mit dem Grundwasser (Wasserhaltung, Maßnahmen am Gebäude wie Grundwasserumlaufigkeit, Wannenausbildung, Bemessungswasserspiegel) sind in diesem Fall mit dem Landratsamt Reutlingen abzustimmen (wasserrechtliches Erlaubnisverfahren bei der Unteren Wasserbehörde).

Bei solchen Bauvorhaben, wo Altlastenverdacht besteht oder wo geogene Belastungen festgestellt wurden, wird der Baugrubenaushub in der Regel von einem Altlastengutachter begleitet (Haufwerksbeprobung und Analytik), um das Aushubmaterial zu deklarieren und die geeigneten Entsorgungswege festzulegen.

Zur Verfüllung der Arbeitsräume gelten die gleichen Hinweise wie für die Verfüllung von Leitungsgräben (vgl. oben). Bei der Gestaltung des Außengeländes sollen großflächige und hohe bzw. tiefreichende Auffüllungen oder Einschnitte nach Möglichkeit vermieden werden, um das Hanggleichgewicht nicht zu beeinträchtigen. Für die Gestaltung dauerhafter Böschungen oder Höhengsprünge gelten die oben gegebenen Hinweise (Abschnitt 6.1).

Es wird empfohlen, für die Gründung, Baugrubengestaltung und Bauausführung der geplanten Bebauung jeweils eine konkrete, einzelfallbezogene Baugrunderkundung und geotechnische Beratung durchführen zu lassen.

6.3 Schutz der Gebäude gegen Durchfeuchtung aus dem Untergrund, Ableitung von Oberflächen- und Dränwasser

Aufgrund der geringen Durchlässigkeit des Untergrundes (vgl. Abschnitt 4) fließt das Niederschlagswasser hier überwiegend oberflächlich ab. Zwar liegt das Entwicklungsgebiet nach der Hochwassergefahrenkarte der LUBW außerhalb von Überflutungsgebieten. Bei Starkniederschlägen ist jedoch ein starker, schwallartiger Abfluss auf den Hangflächen nicht auszuschließen (vgl. auch die Hinweise des Tiefbauamtes Reutlingen [7]).

Aufgrund der geringen Durchlässigkeit des Untergrundes ist hier auch eine Versickerung von Oberflächenwasser nicht möglich (vgl. auch [3]). Die Durchlässigkeit der Böden ist zu gering, um nennenswerte Wassermengen aufnehmen zu können. Aufgrund der Hanglage und der

geschichteten Ausbildung der Tonstein- und Mergelsteinabfolge im Untergrund besteht außerdem die Gefahr, dass einsickerndes Wasser schichtparallel zur Talseite abfließt und dort benachbarte Baulichkeiten beeinträchtigt. Außerdem muss die Stabilität des Hanggeländes beachtet werden, die bei gezielter Einsickerung von Wasser beeinträchtigt werden kann (Auslösung von Kriech- und Rutschbewegungen insbesondere der bindigen Deckschichten).

Das anfallende Oberflächenwasser muss deshalb geordnet zur Vorflut abgeleitet werden. Dazu gehört auch das Sickerwasser von erdüberdeckten Tiefgaragendecken. Es soll nicht in die angrenzenden Arbeitsräume gelangen. Entsprechend den Hinweisen des Tiefbauamtes Reutlingen [7] sind bei der Entwässerung des Geländes geeignete Rückhalteeinrichtungen zur Abflusssdämpfung vorzusehen.

Im Hinblick auf den Schutz der Gebäude gegen Durchfeuchtung entspricht die hier vorliegende Situation dem Fall b nach Abschnitt 3.6 und Bild 1. der DIN 4095. Insofern wäre hier die Anordnung eines Dränsystems entsprechend DIN 4095 in Verbindung mit einer Abdichtung gegen nichtstauendes Sickerwasser entsprechend DIN 18195-4 eine technisch angemessene Lösung zum Schutz der Gebäude gegen Durchfeuchtung aus dem Untergrund. Von Seiten der Stadt Reutlingen wird aber ein Anschluss von Dränagen an die Mischwasserkanalisation nicht zugelassen (vgl. [7], Stellungnahmen des Tiefbauamtes). Die konsequente Lösung ist, die Untergeschosse jeweils als druckwasserdichte, auftriebssichere Wannenbaukörper auszubilden, um auf diese Weise auf die Ausführung von Dränmaßnahmen verzichten zu können. Dabei kann nicht ausgeschlossen werden, dass Sickerwasser, das sich nach Starkniederschlägen in den Arbeitsräumen aufstaut, im talseitigen Bereich der Gebäude lokal an der Geländeoberfläche austritt. Derartige, episodische Wasseraustritte müssen gegebenenfalls sachgemäß gefasst und abgeleitet werden.

Wir regen an, zu prüfen, ob sich hier eine Entwässerung im Trennsystem ausführen lässt. Bei Ausbildung einer separaten Frischwasserkanalisation könnte das anfallende Niederschlagswasser unter Zwischenschaltung entsprechender Retentionseinrichtungen direkt zur Echaz abgeleitet werden. Auch die Anordnung von Außendränagen für die Gebäude mit Anschluss an die Frischwasserkanalisation wäre möglich.

Baukörper oder Bauteile, die unter den Grundwasserspiegel bzw. in den Bereich regelmäßiger Schicht- und Sickerwasserführung einbinden, müssen in jedem Fall als druckwasserdichte und auftriebssichere Wannenbauteile ausgebildet werden, weil eine ständige Ableitung von Grundwasser nicht zulässig ist. Der jeweilige Bemessungswasserspiegel ist dabei auf der Grundlage einer objektbezogenen Erkundung und in Abstimmung mit der Wasserrechtsbehörde festzulegen.

6.4 Mögliche Auswirkungen auf die Nachbarschaft

Großflächige Beeinträchtigungen der bestehenden Baulichkeiten in der Nachbarschaft des Entwicklungsgebietes Schieferbuckel sind hier nicht zu befürchten:

- Erschütterungen können beim Meißeleinsatz zum Aushub harter Felsschichten in tieferen Baugruben und bei Verdichtungsarbeiten auftreten. Sie sind jeweils lokal auf die unmittelbare Umgebung der einzelnen Baustelle beschränkt. Schädliche Auswirkungen auf benachbarte Baulichkeiten sind dabei nicht zu befürchten bzw. werden gegebenenfalls durch geeignete Maßnahmen vermieden (erschütterungsarmes Lösen von Fels; Einsatz leichter Verdichtungsgeräte mit geringer Schwingungsemission). Bei der geplanten Wohnbebauung sind Schwingungsemissionen, die über die jeweilige Bauzeit hinausgehen, ausgeschlossen.
- Einfach unterkellerte Gebäude reichen in der Regel nicht bis in grundwasserführende Schichten hinab. Bei tiefreichenden Baukörpern wird jeweils im Einzelfall geprüft, ob sie in Bereiche mit Grundwasserführung hinabreichen. Gegebenenfalls findet während der Bauzeit eine zeitlich und räumlich begrenzte Grundwasserabsenkung statt (Wasserhaltung). Im Endzustand werden die tiefreichenden Bauteile als wasserdichte Wannen ausgebildet, so dass keine dauerhafte Absenkung des Grundwasserspiegels oder Ableitung von Grundwasser erfolgt. Deshalb sind auch keine Auswirkungen infolge einer möglichen Grundwasserabsenkung zu befürchten.
- Besondere Lärmemissionen während der Erschließung und Bebauung des Geländes, die über die übliche Lärmentwicklung von Baustellen hinausgehen, sind nicht zu erwarten.
- Bei der Nutzung flacher Geothermie (Erdwärmesonden), die nicht unter die Basis der Stubensandsteinschichten (km4; ca. 170 m unter Gelände) hinabreicht, sind bei sachgemäßer Ausführung der Sonden keine Beeinträchtigungen in der Umgebung zu befürchten. Insbesondere enthält die Schichtfolge bis zu der genannten Tiefe keine anhydritführenden Sulfatgesteine, in denen sich Hebungsprozesse einstellen könnten.

Im Einzelfall können, insbesondere bei Baumaßnahmen in enger Nachbarschaft zur jeweiligen Grundstücksgrenze, Beeinträchtigungen des jeweils unmittelbar benachbarten Grundstücks möglich sein. Hierzu gehören Erschütterungen bei Aushub- und Verdichtungsarbeiten sowie Auswirkungen von tiefreichenden Einschnittsböschungen oder Auffüllungen, die Einfluss auf das Nachbargrundstück haben können. Ob derartige Beeinträchtigungen auftreten können, muss jeweils im Einzelfall auf der Grundlage einer detaillierten Erkundung geprüft werden.

Gegebenenfalls sind geeignete Maßnahmen vorzusehen, um Beeinträchtigungen des Nachbargrundstücks sicher zu verhindern (einschließlich vorheriger Beweissicherung am Nachbarhaus).

7 Hinweise zum weiteren Vorgehen

Die hier vorgelegten allgemeinen Beschreibungen und Hinweis sollen als Grundlage für erste planerische Überlegungen und städtebauliche Konzepte dienen. Sie können konkrete Erkundungen und geotechnische Beratungen im Einzelfall nicht ersetzen. Hier sind insbesondere folgende Punkte zu beachten:

- Es empfiehlt sich, für das gesamte Entwicklungsgebiet eine Luftbildauswertung im Hinblick auf Kampfmittel durchführen zu lassen (Bombenblindgänger aus dem Zweiten Weltkrieg). Dies ist nicht nur für die Erkundung des Geländes sondern auch bei der geplanten Erschließung und Bebauung von Belang.
- Nach Vorliegen einer konkreten Planung ist für die einzelnen Bauvorhaben jeweils eine objektbezogene Baugrunderkundung entsprechend DIN EN 1997-2 und DIN 4020 durchzuführen. Dafür kommen vor allem Kernbohrungen (ggf. mit Ausbau als Grundwassermessstellen) und Schürfgruben, daneben eventuell Sondierungen in Frage. Die Anordnung und Tiefe der jeweiligen Baugrundaufschlüsse muss dabei entsprechend der konkreten Planung gewählt werden.
- Auch für die Erschließungsmaßnahmen (Straßenbau, Leitungsgräben, Rückhaltebecken und dgl.) ist eine geotechnische Erkundung und Beratung zu empfehlen.
- Im Zuge der jeweiligen Baugrunderkundung soll die Situation auch von einem Altlastengutachter beurteilt werden (anthropogene und geogene Belastungen). Je nach dem Ergebnis dieser Erkundungen kann es im Einzelfall erforderlich werden, den Baugrubenaushub vom Altlastengutachter im Hinblick auf die Deklaration und Entsorgung des anfallenden Materials begleiten zu lassen.
- Für Baugrundaufschlüsse, die unter den Grundwasserspiegel hinabreichen (Kernbohrungen, Grundwassermessstellen) und für die Ausführung von Erdwärmesonden ist zuvor beim Landratsamt (Untere Wasserbehörde) eine wasserrechtliche Erlaubnis einzuholen.

- Falls bei der Ausführung von Baumaßnahmen die Möglichkeit besteht, dass trotz sachgemäßer Bauausführung schädliche Auswirkungen auf Nachbargebäude eintreten, ist vor Baubeginn eine Beweissicherung an den möglicherweise betroffenen Gebäuden und Baulichkeiten durchzuführen (von einem unabhängigen Sachverständigen für Schäden an Gebäuden).

8 Schlussbemerkungen

Die Untergrundverhältnisse im geplanten Entwicklungsgebiet Schieferbuckel wurden auf der Grundlage vorhandener Aufschlüsse auf dem Gelände und in seiner Nachbarschaft sowie aufgrund der allgemeinen Kenntnisse über die geologische Situation beschrieben und beurteilt. Voraussichtlich kann in den meisten Fällen für die geplante Wohnbebauung eine Flachgründung auf Streifen- und Einzelfundamente ausgeführt werden, bei der die Gründungssohlen in felsartigen, verwitterten oder mäßig verwitterten Tonsteinschichten des Unteren Jura verlaufen.

Die hier gegebenen Hinweise sind allgemeiner und vorläufiger Art. Sie können eine konkrete, detaillierte und einzelfallbezogene Baugrunderkundung und geotechnische Beratung nicht ersetzen. Nach Vorliegen konkreter Planungen sind deshalb für die jeweils geplanten Bauvorhaben gesonderte Erkundungen und Beratungen erforderlich.

Für derartige Erkundungen und Beratungen sowie für die Beantwortung weiterer geotechnischer Fragen stehen wir gerne zur Verfügung.

Leinfelden-Echterdingen, 24. Mai 2016


Dipl.-Geol. Dr. K. Kleinert




Prof. Dr.-Ing. J. Giere



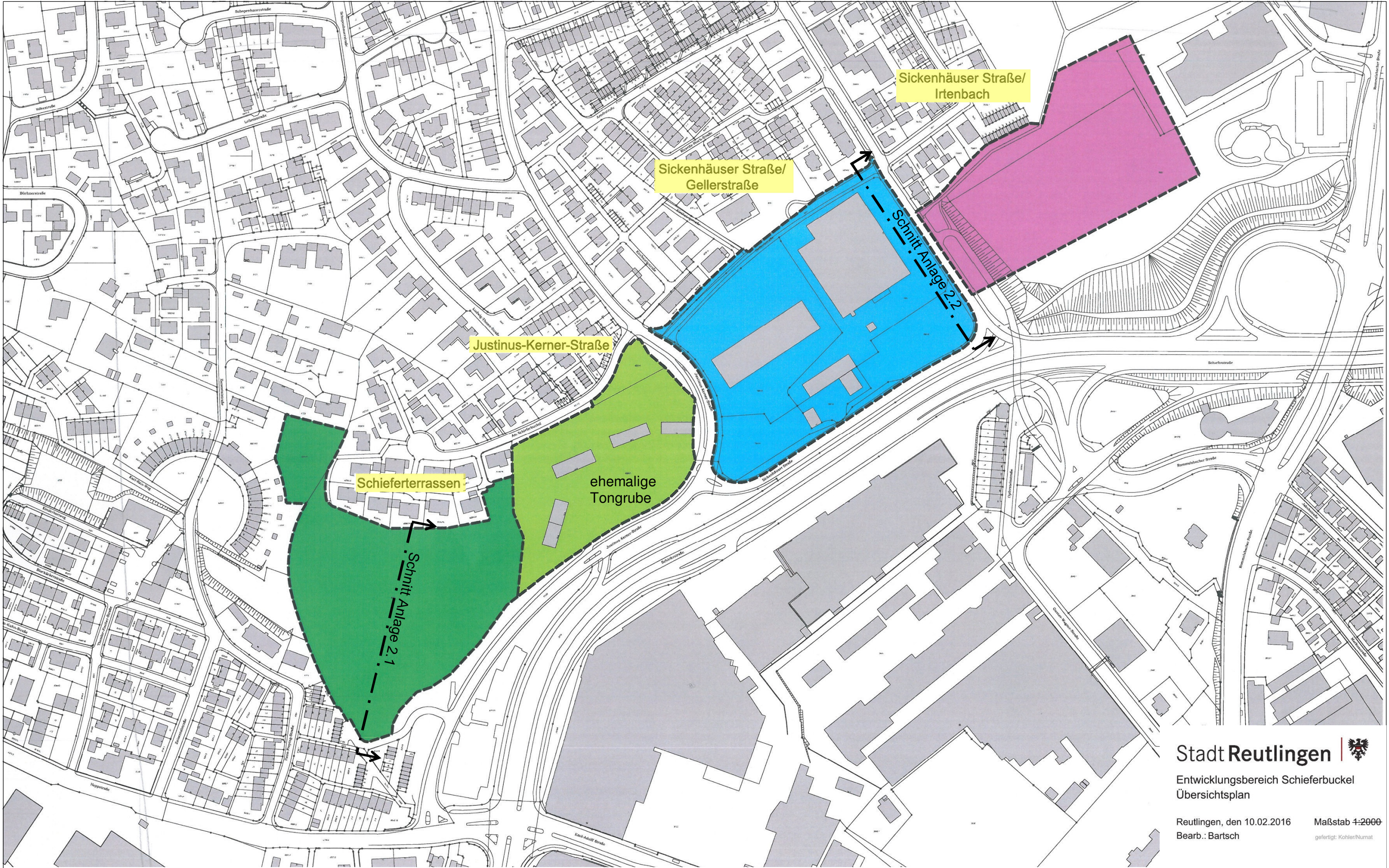
Top. Karte 1:25000 Baden-Württemberg (2012), Maßstab 1:10000
 © Landesvermessungsamt Baden-Württemberg, Bundesamt für Kartographie und Geodäsie 2007



VEES | PARTNER
 Prof. Dr.-Ing. E. Veas und Partner
 Baugrundinstitut GmbH
 Friedrich-List-Straße 42
 70771 Leinfelden-Echterdingen

REUTLINGEN
 Schieferbuckel

Anlage	1.1
Az	16066
Datum	24.05.2016
Maßstab	1:10000
Bearbeiter	KK



VEES | PARTNER
Prof. Dr.-Ing. E. Vees und Partner
Baugrundinstitut GmbH
Friedrich-List-Straße 42
70771 Leinfelden-Echterdingen

REUTLINGEN
Schieferbuckel

Anlage	1.2
Az	16066
Datum	24.05.2016
Maßstab	1:2500
Bearbeiter	KK



Maßstab

1 : 10000

Ebenen

- GK50: Erz und Mineralgänge
- GK50: Geologische Einheiten (Linien)
- GK50: Tektonik (Linien)
- GK50: Überlagerungen
- GK50: Geologische Einheiten (Flächen)
- Topographie (Rasterdaten des LGL)



Baden-Württemberg
REGIERUNGSPRÄSIDIUM FREIBURG

© Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau, Ausdruck vom: 23. May. 16

Auszug aus der geologischen Karte von Baden-Württemberg, M. 1:50000

Legende:

-  Umriss des Areals Schieferbuckel
-  geologische Schemaschnitte, vgl. Anlagen 2. und 2.2

geologische Signaturen (im Areal Schieferbuckel):

-  ehemalige Tongrube (Ziegelei)
-  tektonische Störung

geologische Schichtglieder:

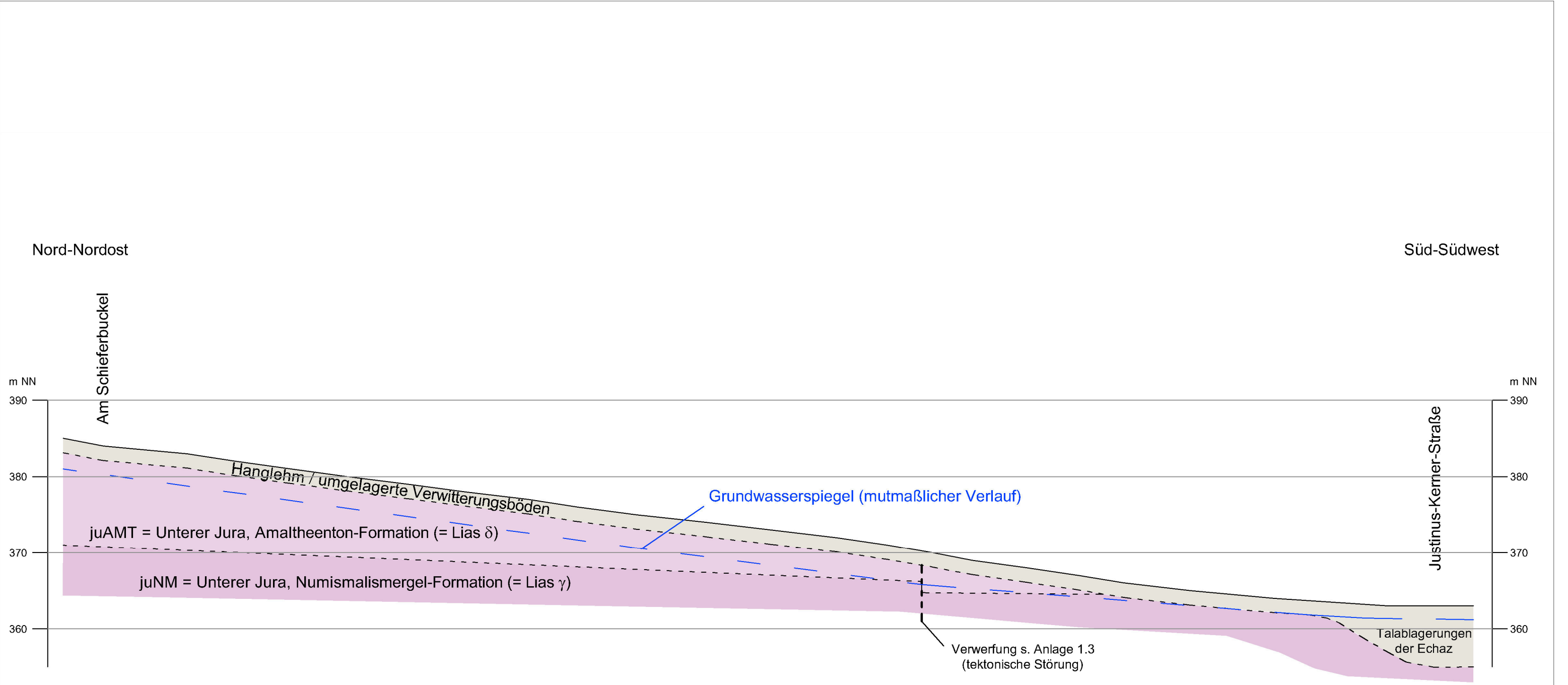
-  Anthropogene Ablagerungen (Aufschüttung, Auffüllung) (qhy)
-  Holozäne Abschwemmmassen (qhz)
-  Auenlehm (Lf)
-  Talauenschotter (Tag)
-  Älterer Terrassenschotter (TSg)
-  Jurensismergel-Formation (juJ)
-  Posidonienschiefer-Formation (juPO)
-  Amaltheenton-Formation (juAMT)
-  Numismalismergel-Formation (juNM)
-  Obtususton-Formation (juOT)



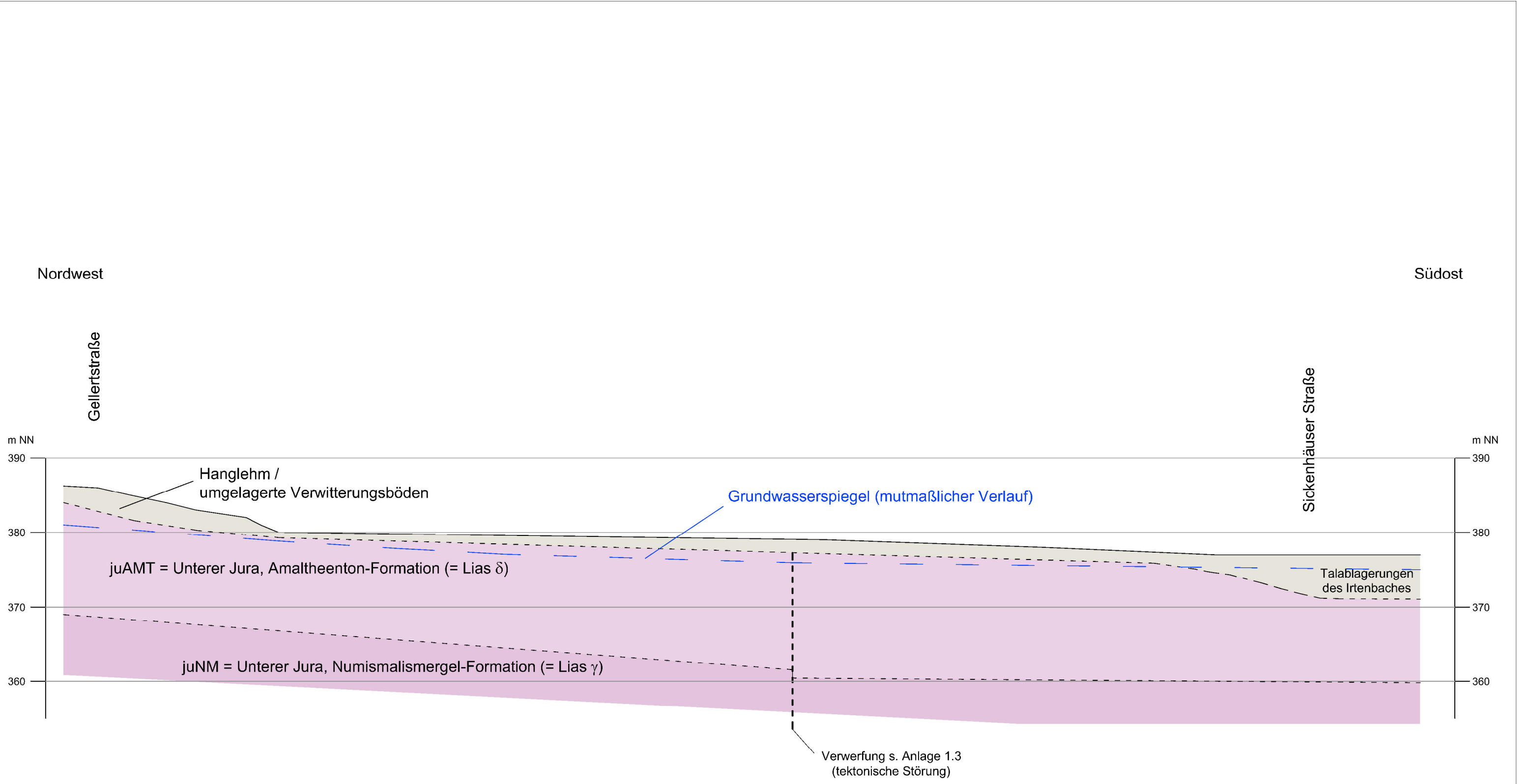
VEES | PARTNER
Prof. Dr.-Ing. E. Vees und Partner
Baugrundinstitut GmbH
Friedrich-List-Straße 42
70771 Leinfelden-Echterdingen

REUTLINGEN
Schieferbuckel

Anlage	1.3
Az	16066
Datum	24.05.2016
Maßstab	1:10000
Bearbeiter	KK



Schematischer Geländeschnitt mit geologischem Schichtaufbau (Lage des Schnittes vgl. Anlage 1.2)		
VEES PARTNER Prof. Dr.-Ing. E. Vees und Partner Baugrundinstitut GmbH Friedrich-List-Straße 42 70771 Leinfelden - Echterdingen	REUTLINGEN Schieferbuckel	Anlage 2.1
		Az 16066
		Datum 24.05.2015
		Maßstab 1:500
		Bearbeiter KK



Schematischer Geländeschnitt mit geologischem Schichtaufbau (Lage des Schnittes vgl. Anlage 1.2)		
VEES PARTNER Prof. Dr.-Ing. E. Vees und Partner Baugrundinstitut GmbH Friedrich-List-Straße 42 70771 Leinfelden - Echterdingen	REUTLINGEN Schieferbuckel	Anlage 2.2
		Az 16066
		Datum 24.05.2015
		Maßstab 1:500
		Bearbeiter KK

Auflistung der verwendeten Unterlagen und Literatur

- [1] Übersichtsplan Entwicklungsbereich Schieferbuckel, M. 1:2000, Stadt Reutlingen, Datum 10.02.2016
- [2] Luftbild Schieferbuckel, M. 1:1000, Stadt Reutlingen, Datum 20.01.2016
- [3] Ingenieurgeologisches Gutachten für die geplante Erschließung des Baugebietes „Am Schieferbuckel“ an der Justinus-Kerner-Straße in Reutlingen; Büro für Angewandte Geowissenschaften, Tübingen, Datum 17.03.2015 (23 Text-, 11 Anlagenseiten)
- [4] Städtebaulicher Entwurf „Blue Village“ Sickenhäuser Straße Reutlingen; gefertigt von der GfB Gesellschaft für Betreuung privater Bauherren, Backnang-Reutlingen, Datum 12.10.2015 (9 Textseiten, 10 Seiten mit Plänen, Ansichten, Fotos)
- [5] Höhenbestandspläne des Geländes, M. 1:500; Stadt Reutlingen; 3 Blätter, Datum 03.07.2013, 22. und 23.02.2016
- [6] Planauszug: Flächen aus Schieferbuckel – Altlasten; Stadt Reutlingen, ohne Datum
- [7] Stellungnahmen von Trägern öffentlicher Belange

Zum Bebauungsplangebiet	Stellungnahme	
	der Stadt Reutlingen, Amt für Tiefbau, Grünflächen und Umwelt	des LGRB – Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau BW
Schieferterrassen	16.12.2015 (2 Seiten)	16.12.2015 (3 Seiten)
Justinus-Kerner-Straße	16.12.2015 (2 Seiten)	16.12.2015 (3 Seiten)
Sickenhäuser Straße / Gellertstraße	09.02.2016 (2 Seiten)	03.02.2016 (3 Seiten)
Sickenhäuser Straße / Irtenbach	16.03.2016 (3 Seiten)	29.02.2016 (3 Seiten)

- [8] Geologische Karte von Baden-Württemberg, M. 1:25 000, Blatt 7421 Metzingen und Blatt 7521 Reutlingen, herausgegeben vom Geologischen Landesamt Baden-Württemberg 1966 und 1988

- [9] Geologische Karte von Baden-Württemberg, M. 1:50 000, digitale Ausgabe, LGRB Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau Baden-Württemberg (<http://lgrb-bw.de/informationssysteme/geoanwendungen>)
- [10] Schichtprofile diverser Baugrundaufschlüsse aus dem Untersuchungsgebiet und seiner Nachbarschaft; aus dem Aufschlussarchiv des LGRB BW
- [11] Ergebnisse verschiedener Baugrunderkundungen unseres Büros in der Nachbarschaft des Untersuchungsgebietes:

Bauvorhaben	Datum	Az
Eissporthalle Reutlingen	14.08.1979	79 158
Peter Rosegger Schule	12.03.1993	92 132
Haus Sonnenstraße 44	10.11.1999	98 156
Möbelmarkt Rommelsbacher Straße/ Föhrstraße	25.09.1990 21.03.1995	90 050 95 019
Kindergarten Gellertstraße	09.02.1996	95 160

- [12] ausgewählte deutsche Literatur zur Baugrundhebung in pyrithaltigem Tonmergelstein

- TIETZE, R. (1981): Ingenieurgeologische, mineralogische und geochemische Untersuchungen zum Problem der Baugrundhebungen im Lias epsilon (Posidonienschiefer) Baden-Württembergs. - Jahreshefte des geologischen Landesamtes Baden-Württemberg, 22, S. 109 - 185, Freiburg
- VEES, E. (1987): Baugrundhebungen in bitumenhaltigem Tonmergelstein - Ursachen und konstruktive Lösungen. - Geotechnik 10, S. 123 - 131, Essen
- LINK, G. (1988): Sulfidverwitterung und Sulfatneubildung als Ursache für Bodenhebungen und Bauschäden. - Jahreshefte des geologischen Landesamtes Baden-Württemberg, 30, S. 301 - 313, Freiburg
- KLEINERT, K. und
VEES, E. (2004): Hebungsschäden im Posidonienschiefer - Ursachen, Sanierung, Vermeidung. - Tagungsband „Geotechnical Innovations“ (Neue Entwicklungen in der Geotechnik), 2004, ISBN 3-7739-5991-5, S. 475 - 488