GEOTECHNIK Stuttgart GmbH • Hoffeldstr. 15 • 70597 Stuttgart

Südwest-Immobilien GmbH
c/o Toka Real Estate GmbH & Co.KG
Herr Freund
Tonwerkstraße 8

79400 Kandern

GEOTECHNIK
Stuttgart GmbH

Hoffeldstraße 15
70597 Stuttgart
Tel.: 0711-7586556-0
Fax: 0711-7586556-66
info@geotechnik-stuttgart.de
www.geotechnik-stuttgart.de

ma 29.06.2012

Bebauung Ziegeleigelände Mühlacker, Westteil
Baugrunduntersuchungen und Geotechnischer Bericht

Projekt-Nr.: 12019

Inhaltsverzeichnis

		Seite
1.	Veranlassung und durchgeführte Untersuchungen	3
2.	Lage und Morphologie des Untersuchungsgebiets	4
3.	Geologischer Überblick	5
3.1	Haufwerke zur Ziegeleiproduktion	6
3.2	Auffüllungen (A) und Oberboden	7
3.3	Quartär (Q)	8
3.4	Gipskeuper (km 1)	8
3.5.	Schichtlagerung	9
4.	Hydrogeologie	9
5.	Laborversuchsergebnisse	10
6.	Einteilung in Bodengruppen und Bodenklassen	11
7.	Bodenkennwerte	12
8.	Gründung	12
8.1	Bemessungsansätze	13
8.2	Auflager von Bodenplatten	15
8.3	Stabilisierung mit Bindemittel	16
9.	Wassereinwirkung auf die Gebäude	17
10.	Baugrubensicherung	18
11.	Verfüllung von Arbeitsräumen und Erddruckansätze	18
12.	Weitere Hinweise zur Planung und Bauausführung	19
13.	Erschließung	20
14.	Erdbebensicherheit	21
15.	Abschließende Bemerkungen	21

Untersuchung
Gutachten
Beratung
Baugrund
Gründung
Ingenieurgeologie
Wasserrechtliche Erlaubnisverfahren
Hydrogeologie
Erdwärme
Altlasten
Gebäudesubstanz
Raumluft
Rückbau
Ausschreibung
Fachbauleitung
Altlastenspezifische Beratung im Grundstücksverkehr

Bankverbindung
BW-Bank Stuttgart
Kto 248 98 01
BLZ 600 501 01

Sitz
Stuttgart
Amtsgericht Stuttgart
HRB 721245

Geschäftsführer
Alf Gaiser
Jürgen Mandel
Gerhard Meyer-König
Klaus Weiß

Anlagen

1.1	Übersichtslageplan
1.2	Lageplan Schürfgruben
2.1 - 2.21	Schichtprofile
3.1 - 3.6	Querprofile
3.7	Längsprofil
4.1 – 4.2	Legende
5	Streichkurvenkarte OK Gipskeuper
6	Tabelle Wassergehaltsbestimmungen

1. Veranlassung und durchgeführte Untersuchungen

Das in Mühlacker in der Ziegeleistraße 12 ansässige Dachziegelwerk soll einer anderweitigen Nutzung zugeführt werden. Für den nicht bebauten westlichen Teilabschnitt des Geländes wurde unser Büro mit Datum vom 19.03.2012 von der Südwest-Immobilien GmbH c/o Toka Real Estate GmbH & Co.KG mit der Untergrunderkundung und Erstellung eines Gründungsgutachtens beauftragt.

Für die Bearbeitung standen uns folgende Unterlagen zur Verfügung:

[1]: Lageplan zur Bestandsaufnahme mit Höhenlinien im M = 1: 500 vom 13.04.2012

[2]: Bestandsplan mit Höhenlinien und Schürfgrubenpunkten im M = 1: 500 sowie Koordinatenliste der Schürfgruben vom 30.05.2012; [1] und [2] gefertigt von Gerst Ingenieure, Mühlacker

[3]: Übersichtsplan Mühlacker Ziegelwerke GmbH, Stand Dezember 1996, gefertigt am 21.011.1997 sowie Lageplan mit Entwicklung Baggerwand im südöstlichen Ziegeleigelände, verkleinerter Auszug vom 24.09.1994, gefertigt vom Ing.-büro Scheible, Maulbronn

[4]: Übersichtslageplan mit Umgebung ohne Maßstab und ohne Datum

[5]: Lageplanauszüge (5 Blätter) mit Ziegeleigrubenverlauf im M = 1: 2.500 ohne Datum

[6]: Geologisches Gutachten über das Ziegelrohstoffvorkommen im Gewann Bannholz vom 12.09.1951

[7]: Geologisches Gutachten über den vorhandenen Vorrat an Ziegelrohstoff im Bereich des Ziegelwerkes Mühlacker vom 20.09.1952, Auszüge; [6] und [7] gefertigt von Freising von der Geologischen Abteilung des Württembergischen Statistischen Landesamts

[8]: Bodenuntersuchung Lehmvorkommen Grube Mühlacker, Bohrprofile von der Bohrpfahl Kom. Ges., Esslingen im Dezember 1959

[9]: Charakterisierung der Rohstoffe der Ziegelwerke Mühlacker AG. und Prüfung der Eignung einer Ersatzkomponente mit einfachen Betriebsmethoden im März 1962, gefertigt von M. Wist, Clausthal

[10]: Orientierende Untersuchung von Altlastenverdachtsflächen, Aufnahme von Gebäudeverunreinigungen, Aufnahme primärer Gebäudeschadstoffe sowie orientierende Baugrunderkundung vom 19.07.2011, erstellt von HPC AG, Fuldatal

Weiterhin wurde die geologische Karte 7019 von Vaihingen an der Enz im Maßstab 1: 25.000 mit Erläuterungen für die Bearbeitung des Gutachtens mit herangezogen.

Die Erkundung des Untergrundes erfolgte am 21. und 22.05.2011 mit insgesamt 20 Schürfgruben (SG 1-SG 20) und einer Aufnahme eines Geländeanschnittes (SG 21). Die Baggerarbeiten wurden von der Fa. Gayer aus Vaihingen/Enz-Roßwag, ausgeführt. Die Schürfe wurden jeweils unmittelbar

nach geologischer sowie bodenmechanischer Aufnahme wieder verfüllt.

Die Schürfgruben wurden nach vorheriger Geländeaufnahme durch das Ing.-büro Gerst von uns vor Ort festgelegt und nach Abschluss der Arbeiten bis auf die SG 21 vermessungstechnisch erfasst. In dem vorliegenden Bestandsplan mit Höhenlinien wurde die südliche Böschung nur bis zu einem Zaun aufgenommen. Der weitere Verlauf der Böschung bis zur befestigten Lagerfläche wurde von uns in Anlage 1.2 in den bestehenden Plan einskizziert.

Die detaillierten Schürfgrubenprofile sind in den Anlagen 2.1 bis 2.21 aufgeführt. In den 5-fach überhöht dargestellten Profilschnitten (Anlagen 3.1-3.6) wurden die Einzelprofile gekürzt, vereinfacht und in Querprofilen zusammengestellt. Ein stark vereinfachter Längsschnitt in Nord-Süd-Richtung ist in der Anlage 3.7 abgebildet. Sämtliche Profilschnitte dienen zur besseren räumlichen Orientierung sind aber nicht dazu gedacht Schichtmächtigkeiten daraus abzugreifen. Hierzu müsste eine weitaus größere Aufschlussdichte vorhanden sein.

Aus den Schürfgruben wurden 59 gestörte und 6 ungestörte Bodenproben entnommen. An insgesamt 55 Proben wurde der natürliche Wassergehalt, an den sechs ungestörten Proben das Raumgewicht bestimmt.

Eine eingehende Untersuchung der bestehenden Haufwerke, die als Rohmaterial für die Ziegelproduktion angelegt worden waren, war nicht Bestandteil unseres Auftrages. Teilweise wurden die Haufwerke aber mit dem Bagger angeschnitten, um einen Eindruck vom Ziegelrohstoff zu erhalten, In den Profilschnitten werden diese Mieten als „Haufwerk Rohstoffmaterial“ bezeichnet und der zu erwartende Rohstoff (Löß, Gipskeuper ..) eingetragen.

2. Lage und Morphologie des Untersuchungsgebiets

Das Untersuchungsgebiet umfasst den bislang nicht überbauten, brach liegenden und teilweise mit Haufwerken versehenen westlichen Grundstücksabschnitt des ehemaligen Dachziegelwerkes Mühlacker, das im nordwestlich gelegenen Ortsteil von Mühlacker nördlich der Eisenbahnlinie gelegen ist.

Der nördliche Teilabschnitt des untersuchten Areals befindet sich westlich des noch bestehenden „Neuen Mauerziegelwerkes“ mit den daran anschließenden befestigten Lagerplatzflächen. Der südliche Untersuchungsabschnitt grenzt auf seiner Ostseite an die älteren Produktionsstätten des Ziegelwerkes und an einen Flüssiggasbehälter an. Die südliche Begrenzung wird wiederum durch eine befestigte Lagerfläche und ein Lagergebäude gebildet. Während nach Süden und Osten mehrere Meter mächtige Böschungen das geplante Baugebiet abgrenzen, befinden sich im westlichen Anschluss des durch einen Zaun begrenzten Grundstücks ebene Grünflächen, die bis an den mit Wohngebäuden bebauten Maulbronner Weg heranreichen. Auf der Nordseite wird das Untersuchungsgebiet durch rekultivierte Flächen, die auch außerhalb der Einzäunung vorhanden sind, begrenzt.

Das untersuchte, ca. 430 m lange und zwischen 100 und 180 m breite brach liegende Areal weist, bedingt durch die zahlreichen und unterschiedlich großen Haufwerke und Geländeeinschnitte, eine sehr unruhige Morphologie mit erheblichen Geländesprüngen auf. Bei den Haufwerken handelt es sich größtenteils um Rohstoffmaterial zur Ziegeleiherstellung bestehend aus ortsfremden Lössen, Lößlehmen oder Gipskeupermergeln bzw. teilweise auch aus vor Ort abgeschobenem Mutterboden. Es handelt sich insgesamt um mehrere 10.000 m³ Boden. Weitere überwiegend kleinere Haufwerke

im nordöstlichen Teilabschnitt stellen „wilde“, nicht genehmigte und nicht zur Ziegeleiproduktion geeignete Ablagerungen unterschiedlichster Herkunft und Zusammensetzung dar.

Für eine übersichtliche Darstellung wurden die Profilschnitte 5-fach überhöht und die vorhandene Geländelinie übernommen, wodurch das unruhige Gelände, bedingt durch die Haufwerke, gut zu erkennen ist. Einen sehr guten und genauen Überblick über die Geländesituation bietet der unter [1] und [2] aufgeführte Lageplan mit den Bestandshöhen. Das Gelände weist sowohl nach Osten als auch nach Süden einen erheblichen Höhensprung bis zur jeweiligen befestigten Fläche auf. Der Geländeversatz beträgt im äußersten Südwesten von ca. 260 m ü NN auf ca. 242,5 m ü NN bis zu 17,5 m, im äußersten Südosten liegt die Differenz bei ca. 14 m. Entlang der Ostseite des untersuchten Gebiets nehmen die Böschungshöhen dann von Süden nach Norden stetig ab, bis das Gelände eben ausläuft.

Die Zugänglichkeit des Geländes ist teilweise durch einen auf der Ostseite, oberhalb der Hangschulter verlaufenden, befestigten Weg gegeben. Das Gelände liegt derzeit brach und zeigt in der Fläche bislang überwiegend niedrigen Pflanzenwuchs sowie in den Außenbereichen auch Strauch- und Baumwuchs. Da das Gelände derzeit weder landwirtschaftlich noch in irgendeiner anderen Form genutzt wird, dient es in zunehmendem Maße als Rückzugsgebiet für Pflanzen und Tiere.

3. Geologischer Überblick

Das Ziegeleigelände wurde in einem Bereich angelegt, in dem großflächig Lösse, Lößlehme und Mergel des Gipskeupers zur Verfügung standen. Diese wurden in großem Maßstab abgebaut und die entstandenen Gruben teilweise wieder verfüllt. In dem hier untersuchten Westteil des Ziegeleigeländes sind nachfolgend aufgeführte Schichten vorhanden:

- Haufwerke mit Rohstoffmaterial zur Ziegeleiproduktion
- Künstliche Auffüllungen
- Quartäre Ablagerungen: Löß, Lößlehmmaterial
  Fließlehm, Fließerde
  Verwitterungslehm (untergeordnet)
- Gipskeuper vermutlich Grundgipsschichten
- Lettenkeuper (nicht erreicht)

Einen Überblick über die in den Schürfen vorgefundenen Schichtgrenzen gibt die nachfolgende Tabelle:

Schürfgrube	Ansatz	UK Auffüllungen	OK Gipskeuper	Endtiefe
	m ü NN	m u GOK	mu GOK / m ü NN	m u GOK
SG 1	249,23	2,1	3,8 / 245,4	4,1
SG 2	250,33	0,4	3,0 / 247,3	3,8
SG 3	250,72	1,1	3,6 / 247,1	4,3
SG 4	252,72	0,3	3,6 / 249,1	4,4
SG 5	255,63	0	3,6 / 252,0	4,3
SG 6	255,84	0	3,9 / 251,9	4,3
SG 7	253,71	4,6	4,6 / 249,1	4,7
SG 8	253,03	3,5	3,5 / 249,5	4,2
SG 9	259,11	0	4,4 / 254,7	4,5
SG 10	258,03	0	4,5 / 253,5	5,0
SG 11	253,42	0,15	1,3 / 252,1	2,8
SG 12	255,67	3,8	3,8 / 251,9	4,4
SG 13	260,38	> 5,0	> 5,0 / <255,4	5,0
SG 14	260,42	1,7	5,3 / 255,1	5,4
SG 15	257,51	4,6	4,6 / 252,9	5,0
SG 16	260,25	> 5,2	> 5,2 / <255,0	5,2
SG 17	257,18	4,6	4,6 / 252,6	5,3
SG 18	260,11	2,5	>5,1 / <255,0	5,1
SG 19	259,25	> 2,3	> 2,3 / <257,0	2,3
SG 20	250,59	1,7	1,7 / 248,9	2,0
SG 21 (Anschnitt)	ca. 251,4	0	2,1 / 249,7	5,9

3.1 Haufwerke zur Ziegeleiproduktion

Die bestehenden, über ein gedachtes ebenes Gelände aufgeschütteten Haufwerke wurden nicht näher untersucht, da sie mit dem anstehenden Bodenaufbau nichts zu tun haben. Die Haufwerke müssen jedoch, da vor Ort keine Ziegelproduktion mehr stattfindet, als Bestandteil des Grundstücks angesehen werden und sind, wenn sich kein Abnehmer für dieses Rohstoffmaterial findet, in die Betrachtungen einer möglichen Bebauung einzubeziehen.

In den bereits sichtbaren und teilweise neu angelegten Anschnitten war überwiegend Löß in steifer und halbfester Konsistenz sowie verwitterter Mergelstein vorzufinden. Möglicherweise liegen noch Unterlagen zur Herkunft, Beschaffenheit und Massen der Haufwerke vor. Für die weitere Planung ist eine Massenermittlung der vorhandenen Haufwerke notwendig.

Nicht alle vorhandenen, über das bestehende Gelände aufragenden Haufwerke sind allerdings uneingeschränkt verwendbar. Die bereits o.g. „wilden Haufwerke“ sind teilweise mit Bauschutt und Störstoffen versehen.

3.2 Auffüllungen (A) und Oberboden

Die ehemaligen Abbauflächen wurden bis zur jetzigen Geländehöhe, das nicht unbedingt der ehemaligen Geländeoberkante entsprechen muss, aufgefüllt. Die Verfüllungen erfolgten durch Raupenfahrzeuge und Befahrung durch LKW. Eine qualifizierte Verdichtung mittels Walzen fand nicht statt. Nicht immer, aber zumindest teilweise wurde zur besseren Befahrbarkeit der freigelegten Grubensohle eine geringmächtige Decke aus Ziegelschutt eingebracht und in den anstehenden Untergrund eingedrückt.

Die Auffüllungen wiesen in den Schürfgruben große Mächtigkeitsunterschiede auf. In den, im mittleren Abschnitt gelegenen benachbarten Schürfgruben SG 5, 6, 9 und 10 waren keine Auffüllungen zu erkennen. Bestenfalls war hier teilweise der vorhandene Mutterboden etwas abgeschoben worden. Von diesen Schürfgruben ausgehend, ist eine Zunahme der Auffüllungsmächtigkeiten in geringem Maße nach Norden und Nordwesten zu beobachten. Im nordöstlichen Abschnitt sind aufgrund der hier verlaufenden ehemaligen Abbaukanten (Tief- und Hochbaggersohle) in Abhängigkeit von den Geländehöhen Auffüllungsmächtigkeiten zwischen 4,6 m (SG 7) und 1,7 m (SG 20) zu beobachten.

Die größten Mächtigkeiten treten, beginnend zwischen den Schürfgruben SG 10 und SG 19 im südlichen Untersuchungsbereich auf. Die Basis der Auffüllungen wurde in den Schürfen SG 13 und SG 16 bei Baggerendtiefen von 5,0 m bzw. 5,2 m noch nicht erreicht. In den südöstlichen Schürfgruben reichten die Auffüllungen bis 4,6 m unter Flur und bedecken hier direkt den anstehenden Gipskeuper.

Die in den Schürfgruben vorgefundenen Auffüllungen sind insgesamt sehr heterogen ausgebildet. Es treten einerseits mehrere Meter mächtige Lösse (SG 8) auf, die kaum vom natürlich anstehenden Löß zu unterscheiden sind, aber aufgrund der stattgefundenen Umlagerung und geringen Verdichtungsleistung eine deutlich reduzierteTragfähigkeit aufweisen. Andererseits sind Auffüllungen wie in der SG 16 vorhanden, die sehr inhomogen sind und bei denen unterschiedlichste Erd- und Baustoffe abgelagert wurden. Solche Schürfgruben mit mächtigen, wenig verdichteten Auffüllungen zeichnen sich durch eine geringe Standsicherheit aus. Die Auffüllungen stammen zumindest teilweise aus Baugrubenaushubmaterial das Mergel, Löß, Lößlehm, Auelehm, Ton, Fließerde und Verwitterungslehm enthält und in die Ziegelschutt, Kies, Holz- und Wurzelreste sowie Kalksteinbrocken eingelagert sind. Eher untergeordnet sind organische Anteile vorzufinden, auch Störstoffe wie Glas, Eisenteile etc. wurden nur in sehr geringem Maße in den Schürfgruben wie z.B. der SG 14 beobachtet.

Die Lagerungsdichte ist mit wenigen Ausnahmen wie z.B. in der SG 1 oder im Bereich von mit Ziegelschutt verfüllten Fahrspuren (SG 2), als locker gelagert anzusehen. Die Konsistenzen bewegen sich überwiegend im steifen und weniger im weichen oder halbfesten Zustandsbereich.

Trotz der Anzahl von 20 Schürfgruben wurden die in den meisten Ziegeleigeländen vorhandenen Fehlchargen und oftmals mächtigen Ziegelschuttlager hier nicht gefunden. Man muss jedoch davon ausgehen, dass auch in dem vorliegenden Gelände solche massiv mit Ziegelmaterial verfüllten Bereiche auftreten.

Oberboden

Der ursprünglich vorhandene Mutter- oder Oberboden war, aufgrund der eingebrachten künstlichen Auffüllungen nur in den wenigsten Schürfgruben noch festzustellen. Die zu beobachtende Grasnarbe verdient den Begriff Oberboden nur eingeschränkt. In den nicht aufgefüllten Abschnitten war nur in der SG 6 eine vollständige Oberbodenschicht zu beobachten, in den anderen Schürfen war der Oberboden entweder teilweise oder bereits vollständig abgeschoben.

3.3 Quartär (Q)

Die quartären Schichten bestehen aus Lössen, Lößlehmen, Fließlehmen und Fließerden sowie Verwitterungslehmen im Übergang zum anstehenden Gipskeuper.

Aufgrund des im Ziegeleigelände stattgefundenen Rohstoffabbaues schwankt die quartäre Restmächtigkeit zwischen 0 in den südlich (SG 12, 15, 17 sowie vermutlich SG 13 und 16) und nordöstlich (SG 7, 8 und 20, innerhalb Abbaukante Hochbaggerwand) gelegenen Schürfgruben und 4,4 - 4,5 m in den Schürfen SG 9 und SG 10.

Entsprechend den Schürfgruben SG 7, 8 und 20 erfolgte im Bereich der Hochbaggerwand ein vollständiger Abbau der quartären Deckschichten. Somit ergibt sich, ausgehend von den Schürfen SG 9 und SG 10 ein Quartärvorkommen in nördlicher Richtung, das im östlichen Abschnitt an der besagten Abbaukante endet.

In den unbeeinflussten Quartärbereichen sind überwiegend die hellbraunen bis gelbbraunen Lösse sowie die etwas dunkler gefärbten und weitgehend entkalkten Lößlehme anzutreffen. Die Konsistenzen bewegen sich meist im steifen, seltener und eher oberflächennah im halbfesten und in geringem Maße im weichen und weich-steifen Zustandsbereich.

Die meist braunen oder rotbraunen Fließlehme sind wie die Lösse und Lößlehme den bindigen Bodenarten zuzurechnen und weisen einen Hauptanteil an Lößlehm auf. Darin eingelagert sind oft noch tonige Partien aus Keuperschichten. Die gegenüber den Fließlehmen etwas grobkörnigeren und zugleich bunteren Fließerden sind ebenfalls den bindigen Bodenarten zuzuordnen, zeigen aber bereits einen größeren Anteil an Keupermergeln und/oder sandigen und kalkigen Anteilen aus den höher gelegenen Keupersandsteinen. Die Konsistenzen sind tendentiell etwas besser als bei den Lössen und liegen im steifen und halbfesten Zustandsbereich.

Bei den Verwitterungslehmen handelt es sich strenggenommen bereits um Gipskeuperschichten, die aber so stark verwittert sind und teilweise auf kürzeste Distanz umgelagert wurden, dass eine vollständige Verlehmung stattgefunden hat. Diese Schicht kann auch als Übergangshorizont zum Gipskeuper bezeichnet werden, ist aber im Bereich des Baugebiets nur in der SG 1 in einer Schichtstärke von 30 cm benannt und daher von untergeordneter Bedeutung.

3.4 Gipskeuper (km 1)

Bei der Herstellung der Schürfgruben wurde in der Regel versucht den anstehenden Gipskeuper, als potentiell gut tragfähigen Horizont zu erreichen. Auf eine tiefere Einbindung in den Gipskeuper wurde aber verzichtet, um einen späteren Baugrund nicht unnötig zu stören. So handelt es sich bei dem in den Schürfen aufgeschlossenen oberflächennahen Gipskeuper meist um einen stark bis

vollständig verwitterten obersten Horizont, der in den ersten Dezimetern oftmals eine steife oder steif-halbfeste und halbfeste Konsistenz aufweist. Schon nach wenigen Dezimetern sind dann meist halbfeste und feste Mergelschichten vorhanden, in die teilweise auch härtere Steinmergelbänke eingelagert sind. In den Abschnitten wo die Auffüllungen den anstehenden Gipskeuper bedecken, wurde vermutlich auch Gipskeupermaterial abgebaut, da hier bereits festere und weniger verwitterte Gipskeuperschichten auftreten. In der SG 12 wurde unter den Auffüllungen fest-harter und teilweise gipshaltiger Mergelstein angetroffen.

Die Grenzfläche ist teilweise, wie in der SG 14 zu beobachten, als unruhig zu bezeichnen. Dies liegt vermutlich an einer ungleichmäßigen Auslaugung sulfathaltiger Gesteinsschichten im Basisbereich des Gipskeupers.

Anhand der geologischen Karte mit anstehendem Lettenkeuper im Bereich der nahegelegenen Bahnanlagen in Mühlacker, ist eine stratigraphische Einstufung zu den Grundgipsschichten an der Basis des Gipskeupers wahrscheinlich. Diese Einstufung lässt sich auch mit den in den Schürfgruben gemachten Beobachtungen hinsichtlich Farbgebung, Gipsführung und Steinmergelbänkchen in Einklang bringen.

Die Gipsführung muss hinsichtlich einer möglichen Geothermienutzung beachtet werden, da im Falle noch vorhandener sulfatgesteinshaltiger Schichten Bohrungen zu Geothermiezwecken von Behördenseite nicht mehr gestattet werden.

3.5. Schichtlagerung

Hinweise auf eine tektonische Beeinflussung sind im weiteren Umfeld des Bauvorhabens weder aus der geologischen Karte noch anhand der Profile abzuleiten. Mit einer sogenannten Gipstektonik, die auf unterschiedliche Auslaugung sulfatgesteinshaltiger Schichten zurückzuführen ist, muss im Bereich der Ziegelei aber gerechnet werden. Diese zeigt sich z.B. durch das Auftreten von flachen Senken, durch Verschleppung von Gipskeuperschichten und durch das Auftreten von Versturzbrekzien.

Die OK Gipskeuper ist in der Streichkurvenkarte der Anlage 5 skizziert dargestellt. Da der Gipskeuper teilweise, vor allem im Südwestteil nicht erreicht wurde und aufgrund der Größe des Grundstücks die einzelnen Untersuchungspunkte noch weit auseinanderliegen, war nur eine ungefähre Skizzierung des Gipskeuperausstrichs möglich und sinnvoll. In dieser Skizze lässt sich insgesamt ein Einfallen der Gipskeuperoberfläche von 255 m ü NN im Süden in nördlicher Richtung bis auf 245,4 m ü NN in der SG 1 feststellen.

4. Hydrogeologie

Die Schürfgruben wurden aus Sicherheitsgründen unmittelbar nach der Herstellung wieder verschlossen sodass längerfristige Beobachtungen nicht möglich waren.

Wasserzutritte wurden nur in wenigen Schürfgruben beobachtet, die überwiegende Anzahl der Gruben und das Aushubmaterial waren trocken. Naßstellen wurden in den Auffüllungen der SG 7 in 3,1 m Tiefe, in der SG 16 zwischen 3,1-3,7 m, in der SG 17 an der Auffüllungsbasis in 4,6 m unter Flur sowie ein undeutlicher Sickerwasserzutritt in der SG 12 in 3,6 m Tiefe beobachtet.

Eine ausgesprochen weiche Matrix der Auffüllungen, die ebenfalls auf Sickerwasser hindeutet, wurde bis in ca. 1,7 m Tiefe in der SG 14 festgestellt.

Nur in der in einem Böschungsanschnitt hergestellten Schürfgrube SG 20 war 1,6 m unter Ansatzhöhe, bzw. ca. 0,8 m unter der hier anschließenden befestigten Fläche, aus einer Schroppenlage an der Auffüllungsbasis ein starker Wasserandrang zu verzeichnen. Dieser Wasserzutritt ist im Zusammenhang mit einer vermutlich vorhandenen Flächendränage unter der befestigten Lagerfläche zu sehen.

Weder in den quartären Schichten noch in den darunter angetroffenen Gipskeuperschichten konnten weitere Wasserzutritte beobachtet werden. Somit kann ein durchgängiger Schichtwasser- oder Grundwasserhorizont im untersuchten Baugebiet ausgeschlossen werden.

Der oberste flächige Grundwasserhorizont ist im Basisbereich des Gipskeupers und hier vermutlich an der Grenze zum Lettenkeuper zu erwarten. Der eigentlich schon zum Lettenkeuper gehörende Bereich des sogenannten „Grenzdolomits“ stellt häufig die Entwässerung des Gipskeupers über den darunter anstehenden geringer durchlässigen „Grünen Mergeln“ dar.

Nähere Angaben zu Ausbau und Schichtenprofil des auf dem südöstlichen Ziegeleigelände befindlichen Betriebsbrunnens liegen uns nicht vor. Der mittlere Ruhewasserstand des Brunnens wird im Gutachten HPC [10] mit 8 m unter Flur angegeben.

Für eine normale Hangbebauung mit einfacher Unterkellerung ist bei einem von den vorhandenen Haufwerken bereinigten Gelände nicht mit Grundwassereinfluss zu rechnen. In Auffüllungsbereichen die eine lockere Lagerung aufweisen, sind nach Niederschlagsereignissen auftretende sogenannte Wasserlinsen oder Wassersäcke nicht auszuschließen. Weiterhin muss auch in den bindigen quartären Böden und im stark bis vollständig verwitterten Gipskeuper mit gelegentlichem Schicht- oder Sickerwasser gerechnet werden.

5. Laborversuchsergebnisse

Im Zuge der Herstellung der Schürfgruben wurden insgesamt 65 Bodenproben, davon 6 ungestörte Zylinderproben entnommen. An 55 Bodenproben wurde der natürliche Wassergehalt, an 6 Proben das Raumgewicht bestimmt. Weitere bodenmechanische Untersuchungen wurden nicht vorgenommen, diese können zu einem späteren Zeitpunkt bauwerksbezogen durchgeführt werden.

Aufgrund der großen Anzahl der natürlichen Wassergehalte, die in der Anlage 6 nach Schichten geordnet sind, ergibt sich ein guter Überblick über die zu erwartenden Verhältnisse bei den im Baugebiet anzutreffenden Böden. Eine große Schwankungsbreite ergibt sich naturgemäß in den aus unterschiedlichen Böden zusammengesetzten Auffüllungen, diese wird hier allerdings noch übertroffen durch die natürlichen Wassergehalte der Gipskeuperproben, die hier zwischen 11,2 % und 29,0 % variieren. An diesen Gipskeuperproben lässt sich schön die unterschiedliche Verwitterungsintensität ablesen. Bei den Löß und Lößlehmproben zeigen jeweils die Lößlehme die höheren Wassergehalte.

Die Raumgewichtsbestimmungen sind nachfolgend aufgelistet:

Aufschluss	Tiefe in	Feuchtraum-gewicht	Trockenraum-gewicht	Natürlicher Wassergehalt	Geologie
	m u GOK	(kN/m³)	(kN/m³)	(%)	
SG 4	1,8-1,9	19,6	15,9	23,3	Lößlehm
SG 5	1,5-1,6	19,0	15,4	22,7	Löß
SG 5	3,4-3,5	19,4	15,7	22,9	Fließerde
SG 9	1,9-2,0	18,3	14,5	25,9	Löß
SG 11	2,1-2,2	20,0	17,4	15,0	Gipskeuper
SG 16	1,1-1,2	20,6	17,6	17,1	Auffüllung (Gipskeupermat.)

Bemerkenswert sind bei den Raumgewichtsbestimmungen einerseits die geringe Dichte des Lösses in der SG 9, die auf eine geringe Konsistenz im weich - steifen Bereich zurückzuführen ist sowie die Auffüllungsprobe mit einer höheren Dichte als die natürliche Gipskeuperprobe.

6. Einteilung in Bodengruppen und Bodenklassen

Die angetroffenen Bodenarten sind folgenden Bodengruppen und Bodenklassen zuzuordnen:

Geologische Schicht	**Bodengruppe DIN 18196**	**Bodenklasse DIN 18300**	**Frostempfindlichkeits-klasse ZTVE-StB 09**
Oberboden	OH	1	F 2
Auffüllungen	TM, TL, TA, GŪ, SŪ, GU	3, 4, 5, (6*)	F 3, F 2
Löß, Lößlehm	TM, TL	4	F 3
Fließerde, Fließlehm	TM, TL, SŪ	4, 5	F 3
Verwitterungslehm	TM, TA	4, 5	F 3
Gipskeuper stark bis vollständig verwittert	TM, TL, SŪ	4, 5, 6**	F 3
Gipskeuper mäßig verwittert	GŪ, SŪ, GU	4, 5, 6**	F 3, F 2

*:in Schürfgruben nicht aufgetreten, aber bei steinigen Auffüllungen nicht auszuschließen
**:Entsprechend Korngröße Bodenklassen 4 und 5, nach Definition DIN 18300 Bodenklasse 6 (Felsarten, die einen mineralisch gebundenen Zusammenhalt haben, jedoch stark verwittert sind)

7. Bodenkennwerte

Für erdstatische Berechnungen können folgende Bodenkennwerte angesetzt werden:

Bodenart	Raumgewicht feucht	Reibungswinkel	Kohäsion	Steifemodul *
	γ (kN/m³)	φ‘ (°)	c‘(kN/m²)	E_S (MN/m²)
Auffüllungen überwiegend bindig	19,5	22,5	2,5	2
Auffüllungen gemischt-grobkörnig	20,0	27,5	0	4
Löß, Lößlehm mind. steif	19,5	25	7,5	10
Löß, Lößlehm weich-steif	19,0	22,5	5	7,5
Fließerde, Fließlehm	19,5	25	10	12
Verwitterungslehm	20,0	25	7,5	10
Gipskeuper stark bis vollständig verwittert	20,0	25	12,5	25
Gipskeuper mäßig verwittert	21,0	27,5	25	50

*: bei Wiederbelastung kann der 1,5- fache Wert des Steifemoduls angesetzt werden

8. Gründung

Für das untersuchte Gelände liegt derzeit noch kein Bebauungsplan vor. Geht man bei einer Gründungsbetrachtung vom jetzigen Geländeniveau aus und ignoriert die vorhandenen Rohstoffhaufwerke, die mehrere Meter über das ehemalige Geländeniveau hinausragen, so erhält man insgesamt ein von Westen nach Osten einfallendes Gelände, das in einer steil nach Osten und Süden abfallenden Böschung endet. Im Nordteil des Untersuchungsgebiets fällt das Gelände nordwärts in Richtung rekultiviertes Areal ein.

Im **Nordwestteil** des Untersuchungsgebiets, das mit den Schürfgruben SG 2, 3 und 4 umrissen wird, steht der unter einer geringmächtigen, nicht zur Lastabtragung geeigneten Auffüllungsschicht, der als ausreichend gut tragfähig einzustufende Löß, Lößlehm bzw. Fließlehm an. Bei einer frostfreien Gründung werden selbst ohne Unterkellerung die quartären Schichten planmäßig erreicht. Bei Ausbildung eines vollständig in den Boden einbindenden Untergeschosses ist auch der Gipskeuper als Gründungsalternative nicht mehr weit entfernt.

Die hier angetroffenen quartären, überwiegend steifen Lösse und Lößlehme sind in weiten Teilen Baden-Württembergs als Deckschicht vorhanden und werden zur Gründung herangezogen. Die Überprüfung der Tragfähigkeit dieser Böden mittels Rammsondierungen (vgl.[10], Anhang 7) wird bei Ansatz üblicher Tabellen- oder Umrechnungswerte der unzweifelhaft vorhandenen Tragfähigkeit dieser bindigen Böden nicht gerecht. Eine herkömmliche Flachgründung über Einzel- und Streifenfundamente oder eine Plattengründung ist hier möglich.

Weiter nach Süden, an diesen Nordwestteil anschließend, wurden keine Auffüllungen mehr, sondern unmittelbar die für eine Lastabtragung geeigneten quartären Böden angetroffen. Dieser gründungs-technisch unproblematische Abschnitt (**„Mittelteil“**) umfasst die Schürfe SG 5, 6, 9, 10 und 11 und kann ebenfalls mit Flachgründungen gegründet werden.

Mit einer vermutlich scharfen Grenze, die in Ost-West-Richtung zwischen SG 10 und SG 19 zu suchen ist, beginnt im südlichen Anschluss bis zur steil nach Süden zur Lagerfläche an der Ziegeleistraße abfallenden Böschung, ein Geländeabschnitt in dem mehrere Meter mächtige inhomogene und locker gelagerte Auffüllungen die früher vorhandene Quartärdecke ersetzen. Dieser **südliche Abschnitt** wird umrissen durch die Schürfgruben SG 19, 12, 13, 17, 15 und 16. Die Basis der Auffüllungen wurde hier gleich in mehreren Schürfgruben (SG 13, 16) trotz Tiefen von 5 m nicht erreicht. Diese Auffüllungen, die noch nicht konsolidiert sind und aufgrund der ungenügenden Verdichtungsleistung beim Verfüllen sehr setzungsempfindlich sind, sind nicht zur Lastabtragung geeignet. Somit muss hier eine Tiefgründung bis auf den natürlich anstehenden Boden erfolgen, der hier aus dem anstehenden Gipskeuper besteht. Es kommen hierfür z.B. Rüttelstopfsäulen oder auch herkömmliche Pfahlgründungen in Betracht, für eine Plombengründung mit Magerbeton mittels Rundgreiferbagger oder herkömmlichen Greiferbagger sind die erforderlichen Tiefen bei Gebäuden ohne UG bereits unwirtschaftlich.

Die Auffüllungsmächtigkeiten nehmen von dem durch Auffüllungen geprägten Südteil nach Westen in den Schürfgruben SG 18 und 14 (**Südwestteil**) bis zur Grundstücksgrenze zur Maulbronner Straße hin ab. Auch hier sind die Auffüllungen nicht zur Lastabtragung geeignet, sie können aber aufgrund der geringeren Mächtigkeit mittels Fundamentverteifungen aus Unterbeton durchstoßen werden. Allerdings ist hier aber noch quartärer Löß vorhanden, auf dem die zulässigen Bodenpressungen geringer sind als auf dem tiefer anstehenden Gipskeuper (siehe unten).

Der **Ostteil** des Untersuchungsgebiets wird durch die Schürfgruben SG 1, 7, 20, 8 und weiter in Richtung SG 11 repräsentiert. Die Grenze zwischen Ostteil und den vorher genannten Bereichen „Nordwestteil und Mittelteil“ wird zumindest in Teilen durch die ehemalige Abbaukante gebildet. Die vorhandenen mächtigen Auffüllungen der Schürfe SG 7 und SG 8 machen auch hier eine Tiefgründung notwendig. In der nördlich gelegenen SG 1 ist aufgrund der geringeren Auffülltiefe auch eine Plombengründung bei nicht unterkellerten Gebäuden sinnvoll. Bei einer einfachen Unterkellerung vom jetzigen Niveau aus, ist hier bereits eine Flachgründung in den quartären Schichten gegeben.

8.1 Bemessungsansätze

Flachgründung im Quartär

Bei einer Flachgründung in den vorhandenen quartären Lössen, Lößlehmen, Fließlehmen oder Fließerden kann, entsprechend der bisherigen Normung als erste Orientierung bei einer überwiegend steifen Konsistenz dieser Böden eine max. zul. Bodenpressung von $\sigma = 220$ kN/m² für Einzelfundamente und von $\sigma = 180$ kN/m² für Streifenfundamente angesetzt werden.

Für überschlägige Setzungsberechnungen nach DIN 4019 wurde das Schichtprofil mit den etwas ungünstigeren Konsistenzen der Schürfgrube SG 9 und den entsprechenden Bodenkennwerten aus Kapitel 7 herangezogen. Eine Vorbelastung wurde nicht angesetzt.

Lastfläche	Sohlpressung (kN/m²)	Last	Grenztiefe (m)	Setzung (cm)
Streifenfundament b = 0,6 m	180	108 kN/m	3,6	1,9
Streifenfundament b = 1,0 m	180	180 kN/m	4,5	2,7
Streifenfundament b = 1,4 m	180	252 kN/m	5,2	3,3
Einzelfundament 1 x 1 m	220	220 kN	2,9	1,7
Einzelfundament 1,5 x 1,5 m	220	495 kN	3,8	2,5

Die errechneten Setzungen müssen bei der geplanten Konstruktion berücksichtigt werden, insbesondere an Übergängen zwischen höher belasteten und geringer belasteten Flächen wie nicht überbauten Tiefgaragen oder Anbauten. Ggf. sind setzungsausgleichende Plattengründungen sinnvoll. Zur Gewährleistung der Grundbruchsicherheit sollen Streifenfundamente bei einer Bodenpressung von 180 kN/m² eine Mindestbreite von 0,6 m und eine Mindesteinbindetiefe von 0,7 m aufweisen.

Sollten in der Baugrubensohle weich-steife Lösse anstehen, ist eine Fundamentverbreiterung vorzusehen, die einer Bodenpressung von 140 kN/m² entspricht.

Gründung im Gipskeuper

Eine Gründung im anstehenden Gipskeuper kann als Flachgründung erfolgen, wenn die Fundamente bei einer vorgesehenen Unterkellerung bereits im Gipskeuper liegen (z.B. SG 2) oder dieser nur noch wenige Dezimeter entfernt ist und mit wenig Aufwand mit Unterbeton erreichbar ist (z.B. SG 3). In den Bereichen, in denen der Gipskeuper unter einer mächtigen, nicht tragfähigen Auffüllungsdecke verborgen liegt, kann prinzipiell eine Tiefgründung mittels Plomben erfolgen, angesichts von geringen Gebäudelasten ist dies jedoch meist unwirtschaftlich.

Bei einer Flachgründung im natürlich anstehenden, vollständig verwitterten bis stark verwitterten Gipskeuper kann mit max. zul. Bodenpressungen von 250 kN/m² (steif)-350 kN/m² (mind. halbfest-fest) gerechnet werden.

Für Plomben aus Unterbeton, die mindestens ca. 0,5 m in den anstehenden, vollständig bis stark verwitterten und mindestens halbfesten Gipskeuper einbinden, bzw. flächig auf den mäßig verwitterten Gipskeuper aufsetzen sollten, kann eine max. zul. Bodenpressung von 350 kN/m² angesetzt werden. Das Fundamenteigengewicht kann hierbei vernachlässigt werden. Eine Tiefe von rund 3 – 4 m, bis zu der solche Verfahren i.d.R. noch wirtschaftlich sind, wird im Südteil des Baufeldes je nach Höheneinstellung der geplanten Bebauung überschritten. Bei Vertiefungen in lockeren Auffüllungen erreicht die Herstellung von Plomben mit einem üblichen Greiferbagger ihre Grenzen insbesondere was die Vertikalität der Ausschachtung betrifft. Für größere Tiefen ist die Verwendung eines Rundgreiferbaggers, der in Anbetracht der nicht standfesten Auffüllungen ggf. eine Stahlschutzverrohrung einsetzen kann, anzuraten.

Alternative Gründungsverfahren

Alternative Gründungsverfahren werden in den Bereichen mit tiefgreifenden Auffüllungen notwendig. Eine wie oben genannte Plombengründung ist eine Möglichkeit.

Filigranere und damit bei größeren Tiefen kostengünstigere Gründungselemente stellen vermörtelte Schotterstopfsäulen oder Betonrüttelsäulen dar. Ihnen wird in der Regel eine Einzellast von 400 – 450 kN zugewiesen, üblicherweise soll ein Achsabstand von mindestens 1,3 m, besser 1,5 m eingehalten werden. Die Säulenlängen entsprechen etwa den Tiefen einer Plombengründung, die Säulen werden auf dem stark verwitterten Gipskeuper aufsetzen bzw. nur wenig eindringen. Die Herstellung sollte unbedingt mit einem leistungsstarken torpedoartigen sog. Schleusenrüttler erfolgen, sodass auch vorhandene Hindernisse in den Auffüllungen bewältigt werden können und eine durchgehende Stützung des Säulenquerschnittes während der gesamten Herstellungsphase gegeben ist. Ein Vorteil des Verfahrens ist, dass Schwachstellen im Untergrund festgestellt, bei der Säulenherstellung erkannt und sozusagen automatisch über den Schotterverbrauch und Mehrlängen bewältigt werden.

Unvermörtelte Schotterstopfsäulen werden üblicherweise im Raster angeordnet. Sie sind vor allem in Verbindung mit einer Gründung über eine lastverteilende Bodenplatte geeignet. Unter der Bodenplatte ist eine lastverteilende Ausgleichsschicht von mindestens 30 cm über den Schotterstopfsäulen vorzusehen.

Für **Bohrpfähle** mit mindestens 2,5 m Einbindung ab dem stark verwitterten Gipskeuper können folgende Erfahrungswerte angegeben werden:

zulässige Mantelreibung im Gipskeuper: $\tau_m =$ 60 kN/m²
zulässiger Spitzendruck $\sigma_s =$ 1000 kN/m²

Da in weiten Bereichen ausreichend Abstand zu einer Nachbarbebauung vorliegt, kommen auch Rammpfähle (Ortbeton oder Fertigteil) grundsätzlich in Frage. Welches System wirtschaftlich ist, hängt stark von der geplanten Bebauung (Lasten und Laststellung) ab.

8.2 Auflager von Bodenplatten

Das Auflager von Bodenplatten kann, unter Zwischenschaltung einer ca. 20 cm mächtigen kapillarbrechenden Schicht, sowohl in den anstehenden überwiegend steifen quartären Schichten, als auch im anstehenden Gipskeuper erfolgen. Es ist zu beachten, dass diese Böden durchweg stark witterungsempfindlich sind und Witterungseinflüssen (Niederschlag, Frost etc.) in Verbindung mit Baustellenverkehr nicht ausgesetzt werden sollten.

In den Bereichen mit geringmächtigen Auffüllungen (<1 m) sollten diese sofern es sinnvoll möglich ist, nachverdichtet werden und ein höheres Polster von ca. 30 cm vorgesehen werden. Bei Aufüllungen, die nicht sinnvoll bzw. bei tiefen Auffüllungen nicht ohne erheblichen Aufwand (Tiefenverdichtung) nachverdichtet werden können, sind die Bodenplatten freitragend auszubilden. Die Gründung erfolgt aber als Tiefgründung in den natürlich anstehenden quartären Schichten oder im Gipskeuper.

8.3 Stabilisierung mit Bindemittel

Bodenverbesserungsmaßnahmen sind insoweit sinnvoll, wenn dadurch auf anderweitig benötigtes, nicht vor Ort zur Verfügung stehendes Straßenbaumaterial verzichtet werden kann. Dies kann bei der Errichtung von Fahrstraßen oder vorübergehend benötigten Baustraßen der Fall sein.

Eine Bodenverbesserung von anstehenden quartären Böden für ein besseres Bodenplattenauflager oder eine Setzungsminimierung ist aufgrund der großen Einfluss- oder Grenztiefe unter konzentrierten Gebäudelasten nicht sinnvoll. Ebenso ist eine nur oberflächennahe Bodenstabilisierung von Auffüllungen auf denen Gebäude errichtet werden sollen nicht zielführend. Um gründungstechnisch Einsparungen zu erreichen, müssten die durchweg locker verfüllten Auffüllungen flächig abgetragen, verbessert und unter Einhaltung der einschlägigen Richtlinien wieder eingebaut werden.

Finden die vorhandenen Haufwerke keine Verwendung und müssen vor Ort eingebaut werden, so sind nach einer Gegenüberstellung der anfallenden Abfuhrkosten zu den Aufbereitungskosten der Haufwerke, Bodenverbesserungsmaßnahmen vorzusehen. Ein Einbau der Rohstoffhaufwerke aus Löß und Lößlehm führt selbst bei optimaler Verdichtung zu zusätzlichen lastunabhängigen Setzungen. Sollen diese Böden unter lastabtragenden Gebäudeteilen verwendet werden, sind Bodenverbesserungsmaßnahmen beim Einbau vorzusehen. Entscheidend ist es, die unvermeidlichen Eigensetzungen der Auffüllung durch einwandfreie Verdichtung gering zuhalten. Diese Eigensetzungen klingen mit der Zeit ab, es ist daher hilfreich, wenn zwischen Einbau von Auffüllungen und Herstellung der Bodenplatten ein möglichst langer Zeitraum verbleibt. Die reine Tragfähigkeit, d.h. die Zusammendrückung unter Auflast, des gekalkten Bodens ist für die Auflagerung von Bodenplatten ausreichend, sie ist höher als z.B. bei natürlich anstehenden Lößlehmen. Ein teilweise großer Nachteil stabilisierter Böden ist die mit zunehmender Liegezeit einhergehende Festigkeit, die in vielen Fällen dazu geführt hat, dass spätere Grabarbeiten zur Fundamentherstellung oder zum Aushub von Leitungsgräben nur mit erhöhtem Aufwand (Bodenklasse 6, 7 , Meißelarbeit) noch ausführbar waren.

Für stabilisierte Lehmböden soll in Anlehnung an die ZTVE ein Verdichtungsgrad von mindestens 98 % D_{Pr} , bei Verwendung zu Gründungszwecken 100 % D_{Pr} vorgesehen werden. Die Prüfung kann ersatzweise mit Plattendruckversuchen erfolgen, dabei werden folgende Forderungen gestellt:

$E_{v2} \geq 45$ MN/m² und $E_{v2} / E_{v1} \leq 2{,}6$

Um Sackungen infolge einer späteren Aufnahme von Bodenfeuchtigkeit oder Sickerwasser zu minimieren, ist zusätzlich zum o.g. Verdichtungsgrad ein Luftporengehalt von $n_a < 8$ % unbedingt einzuhalten.

Um das für eine diesbezügliche Planung notwendige Massengerüst zu erhalten, sollte anhand der vorliegenden Geländeaufnahmen und möglicherweise noch vorhandenen Unterlagen über die Haufwerke eine Massenaufstellung angefertigt werden. Es ist sowohl kostspielig Zehntausende von Kubikmetern wegzufahren, als auch dieses Material vor Ort definiert einzubauen. Beim Einbau muss zudem noch beachtet werden, dass ein Einbau über vorhandene Auffüllungsbereiche hinweg zwangsläufig zu höheren Kosten für eine Tiefergründung nach sich zieht.

9. Wassereinwirkung auf die Gebäude

Ein eindeutiger Wasserzutritt war bei der Herstellung der Schürfgruben nur in der randlich gelegenen SG 20 in einer Tiefe unterhalb der Lagerplatzfläche sichtbar und damit für die Untersuchungsfläche unerheblich.

Wasseranzeichen, die auf gelegentlich auftretendes Sicker- und Schichtwasser hindeuten, waren nur untergeordnet und meist nur in den Auffüllungen vorzufinden.

Bei wenig in den Hang oder das Gelände einbindenden Gebäuden werden Abdichtungsmaßnahmen zum Schutz des Gebäudes vor Bodenfeuchte und nicht stauendem Sickerwasser nach DIN 18195- 4 notwendig. Dieses Vorgehen setzt eine auf Dauer funktionsfähige Dränage nach DIN 4095 voraus, die ein Aufstauen von Sickerwasser verhindert. Andernfalls wird bei den vorhandenen dichten quartären Böden und auch in den überwiegend bindigen Auffüllungen eine Abdichtung nach DIN 18195-6 gegen aufstauendes Sickerwasser notwendig.

Bei normalen Unterkellerungen bis zu einer Tiefe von ca. 3 m ist im hangseitigen Bereich ebenfalls eine Dränagelösung in Rücksprache mit den Ämtern denkbar. Zur Trockenhaltung von Untergeschossen empfehlen wir die Anordnung einer kapillarbrechenden Schicht unter Bodenplatten und die Ausbildung von Wand- und Ringdränagen.

Damit sich kein Aufstau unter nicht unterkellerten Bodenplatten durch kapillar aufsteigende Bodenfeuchte bilden kann, sollte jeweils eine 20 cm mächtige, rückstaufrei entwässerte, kapillarbrechende Schicht eingebracht werden. Diese kann aus einem Filterschotter, der bessere Trageigenschaften als Filterkies aufweist, bestehen. Diese Filterschicht ist nach unten mit einem Filtervlies und nach oben mit einer Folie abzudecken.

Die kapillarbrechende Filterschicht ist bei Streifenfundamenten über Fundamentdurchbrüche und Dränleitungen an eine nach Möglichkeit außenliegende, tiefer zu verlegende Ringdränage, die aus Filterkies hergestellt werden sollte, anzuschließen. Es ist darauf zu achten, dass alle fundamentumschlossenen Bodenfelder eine Entwässerungsmöglichkeit (Einbau von Dränleitungen) zur Ringdränage erhalten. An den Eckpunkten der Ringleitung sind Spül- und Kontrollschächte (DN 300) vorzusehen. Weitere Einzelheiten zur Ausbildung von Dränagen können DIN 4095 entnommen werden. Die Ableitung des Dränwassers hat rückstaufrei zu erfolgen.

In der Norm für Bauwerksabdichtungen wird seit dem Jahr 2000 der Lastfall, das „aufstauende Sickerwasser" angegeben. Man hat hierbei einen etwas höheren Abdichtungsaufwand, würde aber nach Angabe der Norm für Gebäude, die nicht mehr als 3 m in das Gelände einbinden, keine Dränage mehr benötigen. Vor einer pauschalen Umsetzung dieser Angabe ist aus unserer Sicht aber abzuraten. Die Norm behandelt lediglich Abdichtungen, übernimmt aber keine Verantwortung für eine eventuelle statische Überbeanspruchung des Gebäudes durch einen Wasserdruck, der sich bei einem kurzfristigen Wasseraufstau im Arbeitsraum als sogenannter „Badewanneneffekt" nach einem Starkregen einstellen kann. Ein Wasseraufstau unter der Bauwerkssohle, der eine Bodenplatte auf Biegung überbeanspruchen kann, lässt sich nur durch eine Dränage zuverlässig verhindern.

10. Baugrubensicherung

Im Bereich des untersuchten Areals sind in Anlehnung an DIN 4124 im freien Gelände folgende Baugrubenböschungen möglich:

- Auffüllungen 45° - 50 °
- Löß, Lößlehm, steif 60°
- Löß, Lößlehme weich-steif 50°
- Fließerden, Fließlehme, Verwitterungslehm 60°
- Gipskeuper 60° - 65 °

Zu beachten ist die geringe Standsicherheit der bei der Erkundung in den locker gelagerten Auffüllungen hergestellten Schürfgruben. Deshalb muss man auch bei späteren senkrechten Abgrabungen (für das Einbringen von Verbauelementen) mit kurzfristig auftretenden Nachbrüchen rechnen.

Böschungsschultern sind auf einer Breite von 2 m von Verkehrs,- und Stapellasten freizuhalten. Auf DIN 4124 und die dort angegebenen Mindestarbeitsraumbreiten wird hingewiesen. Besonderes Augenmerk ist bei der Aufstellung von Kränen zu achten. Sie müssen genügend Abstand zu vorhandenen oder geplanten Böschungen haben. Die Böschungen und Böschungsschultern müssen lastfrei bleiben.

Da Böschungen keine verformungsarme Sicherung darstellen, können Setzungen, Horizontalbewegungen und Risse an dahinter liegenden baulichen Einrichtungen (z.B. Leitungen) nicht ausgeschlossen werden. Die Böschungen sollen daher auf jeden Fall außerhalb der Lastausstrahlung benachbarter Gebäude liegen, die näherungsweise unter einem gedachten Winkel von 30° gegen die Horizontale ab Außenkante Fundament angenommen werden kann. Böschungen sind unmittelbar nach erfolgtem Aushub zum Schutz vor Ausschwemmungen infolge Tagwasser, vor Austrocknung und vor Nachfall durch Folien abzudecken.

Die vorhandenen, entlang der Lagerplätze verlaufenden Böschungen sind bei einer Umnutzung des Geländes mit zu erstellender Bebauung, Straßen und Versorgungsleitungen auf ihre Standsicherheit zu überprüfen. Je nach Höheneinstellung der kommenden Planung können Sicherungsmaßnahmen an vorhandenen Böschungen oder Abflachungen notwendig werden. Weitere Angaben sind erst sinnvoll, wenn ein Planungskonzept vorliegt.

11. Verfüllung von Arbeitsräumen und Erddruckansätze

In Bereichen, in denen der Erddruckansatz auf die Außenwände und das Setzungsverhalten der Arbeitsraumverfüllung nicht maßgebend werden, kann grundsätzlich geeigneter, d.h. mindestens steifer bindiger Erdaushub zur Verfüllung der Arbeitsräume zum Einsatz kommen. Nachsetzungen und damit auch Verformungen z.B. an Wegen müssen dabei jedoch in Kauf genommen werden. Der Einbau und die Verdichtung sollen lagenweise vorgenommen werden. Es ist ein Verdichtungsgrad von mind. $D_{Pr} \geq 97$ % anzustreben. Weiche oder zu nasse Böden sind nicht als Arbeitsraumverdichtung geeignet.

Um Nachsetzungen bei Arbeitsraumverdichtungen möglichst zu vermeiden, empfiehlt sich die Verwendung von grobkörnigen Mineralstoffen, z.B. Böden der Verdichtbarkeitsklasse V1. Hierzu gehören grobkörnige Mineralgemische und schwach bindige Böden mit einem Feinkornanteil unter

15 %. Die Bodenarten sind in der ZTVA-StB definiert (zusätzliche technische Vertragsbedingungen für Aufgrabungen in Verkehrsflächen).

Sinnvoll ist in der Regel der Einsatz eines sog. Siebschuttmaterials, das die o.g. Anforderungen nach einer Sichtprüfung einhält, ohne dass dazu aufwendige Eignungsprüfungen durchgeführt werden müssen. Der Einbau erfolgt auch hier lagenweise, als Verdichtungsvorgabe ist ein Proctorwert $D_{Pr} \geq 100$ % zu fordern. Um Qualitätsschwankungen z.B. eines Siebschuttmaterials sicher auszuschließen, kann die Verfüllung auch mit einem güteüberwachten Schottertragschichtmaterial, wie es in der Straßenbaurichtlinie ZTV T-StB 95 beschrieben ist, vorgenommen werden.

Der Erddruckansatz auf die fertigen Gebäude hängt von der Arbeitsraumbreite, der Qualität des Verfüllmaterials und dem eingesetzten Verdichtungsgerät ab. Bei schmalen, steil geböschten Arbeitsräumen wird neben dem Erddruck der Arbeitsraumverfüllung auch der Erddruck aus dem dahinter anstehenden Boden maßgebend. Bei detaillierter Betrachtung können verschiedene günstige Einflüsse (z.B. Silowirkung in schmalen Arbeitsräumen) und ungünstige Einflüsse (z.B. höherer Verdichtungserddruck in schmalen Arbeitsräumen und bei unverschieblichen Kellerwänden) berücksichtigt werden. Für eine Vorabschätzung werden folgende Ansätze empfohlen:

Der Erddruckbeiwert für eine Arbeitsraumverfüllung mit geeignetem Siebschutt- oder Schottertragschichtmaterial kann mit Kmh= 0,32 angesetzt werden. Dieser Wert erfasst einen erhöhten aktiven Erddruck für einen grobkörnigen Boden mit einem Reibungswinkel von ca. $\varphi' = 37{,}5°$. Die Wichte einer solchen grobkörnigen, optimal verdichteten Arbeitsraumverfüllung kann mit $\gamma = 21{,}5$ kN/m³ angenommen werden.

Der Verdichtungserddruck soll mit dem Einsatz von leichtem Gerät und dünnen Schüttlagen gering gehalten werden. Wir schlagen vor, einen gegen die Vorgaben der DIN 4085 leicht abgeminderten Wert von 20 kN/m² vorzusehen. Als Mindesterddruck wird dieser Wert nur dort berücksichtigt, wo er nicht bereits durch den Erddruck aus Bodeneigengewicht oder Auflasten erreicht und überschritten wird.

12. Weitere Hinweise zur Planung und Bauausführung

Frostschutz

Bei einer Bauzeit im Winter wird auf die Ausführung von Frostschutzmaßnahmen entsprechend VOB DIN 1961, § 4 Abs. 5 verwiesen. Besonders muss auf den Frostschutz in Randbereichen von Bodenplatten geachtet werden. Frosthebungen können z.B. durch das Eindringen und Hochfrieren von Wasser in den Sohlfilter hervorgerufen werden. Als Frostschutzmaßnahmen können eine besonders sorgfältige Entwässerung der Filterschichten und der Baugruben in Verbindung mit dem Einsatz von Frostschutzmatten dienen. Die Baugrubensohlen sollten mit einem ausreichenden Gefälle, hinführend zu einem Sickergraben und einem Pumpensumpf ausgebildet werden, so dass anfallendes Tag- und Sickerwasser einwandfrei abgeführt werden kann.

Eine frostsichere Ausbildung der Fundamente muss gewährleistet sein. Um dem teilweise tiefreichenden Bodenschrumpfen vorzubeugen, empfehlen wir eine Einbindung von 1,0 m unter endgültigem Gelände.

Baugruben

Die in den Baugruben auftretenden Schichten sind durchweg äußerst empfindlich gegen Witterungseinflüsse und weichen auch schon durch Befahren bei gleichzeitigem Zutreten von geringsten Niederschlagsmengen lokal sehr stark auf. Es wird in Abhängigkeit von der Witterung empfohlen, den Aushub über Kopf zu tätigen, um die Baugrubensohlen nicht unnötig zu zerstören.

Bei der Fundamentherstellung muss unbedingt darauf geachtet werden, dass sofort nach Aushub des Fundamentes eine Sauberkeitsschicht eingebracht wird.

13. Erschließung

Kanal- und Leitungsgräben

Bei den durchgeführten Schürfgruben wurden sehr unterschiedliche Erfahrungen mit der Standsicherheit gemacht. Für die Herstellung notwendiger Gräben werden die im Kapitel 10 angegebenen Böschungswinkel maßgebend. In den mächtigen und wenig verdichteten Auffüllungen werden Verbauelemente oder entsprechend flache Böschungen benötigt.

Bei Schichtwasserzutritten, Geländeneigungen über 1:10 oder Böschungshöhen > 5 m sind rechnerische Standsicherheitsnachweise zu führen. Grundsätzlich sind alle Böschungen auf lockere Stellen zu überprüfen und bei längeren Standzeiten durch Folien gegen Niederschlagswasser zu schützen.

Wir empfehlen, in den in Hangfallrichtung angelegten Gräben in regelmäßigen Abständen (ca. alle 25 m) sogenannte (Grund-)wassersperren anzuordnen, um eine Dränierung des Hanges zu vermeiden. Die Sperren können als Lehmschlag oder als Betonriegel in den Leitungsgräben ausgeführt werden.

Die Wiederverfüllung sollte bei einer setzungsfreien Grabenverfüllung entweder mit einem gut verdichtbaren grobkörnigen Mineralgemisch mit einem Feingehalt kleiner 15 % oder bis zu einer vorgegebenen Tiefe mit stabilisiertem Bodenmaterial ausgeführt werden. Die Verdichtung sollte jeweils in Lagen von 30 cm erfolgen und eine Proctordichte von mind. 100 % bei grobkörnigem Material und von mind. 98 % bei verbessertem Bodenmaterial erreichen.

Verkehrsanlagen

Für Verkehrsanlagen empfehlen wir eine frostsichere Bemessung entsprechend den Regelwerken der ZTVE-StB 09 und der RStO 01. Die im Baugebiet in einer maßgeblichen Tiefe vorgefundenen Böden sind sämtlich der Frostempfindlichkeitsklasse F 3 zuzurechnen.

Entsprechend der Frostzonenkarte Bild 6 RStO 01 lässt sich Mühlacker bereits der Frosteinwirkungszone III, allerdings in ihrem Randbereich, zuordnen. Aufgrund der Ortslage, den günstigen Wasserverhältnissen, der Frostempfindlichkeit der angetroffenen Böden und der Frostzone ist für Straßen der Bauklassen III-IV eine Dicke des frostsicheren Straßenbaues von 75 cm vorzusehen. Nach Abstimmung zur Nutzung und Bauklasse können hier zusätzliche Angaben auch ggf. Abminderungen erfolgen.

Als Voraussetzung für den frostsicheren Straßenaufbau sollte auf dem Planum ein E_{v2}-Wert von 45

MN/m² erzielt werden. Voraussichtlich werden in den vorliegenden quartären Böden jedoch lediglich E_{v2}-Werte in der Größenordnung zwischen 15 und 20 MN/m² erreicht, sodass Bodenverbesserungsmaßnahmen in Form eines Bodenaustausches oder einer Stabilisierung (Kalk oder Mischbinder) notwendig werden. In Auffüllungsbereichen ist aufgrund noch ungünstigerer Bedingungen mit entsprechendem Mehraufwand zu rechnen.

14. Erdbebensicherheit

Mühlacker liegt gemäß der Karte der Erdbebenzonen (2005) nach DIN 4149 in der Erdbebenzone 0 und der Untergrundklasse R. Die DIN 4149, Bauen in Deutschen Erdbebengebieten, muss daher nicht angewendet werden.

.

15. Abschließende Bemerkungen

Die in diesem Gutachten beschriebenen Untergrundverhältnisse beruhen auf punktuellen Aufschlüssen, die einen Überblick über die Untergrundsituation im geplanten Baugebiet erlauben und als Entscheidungshilfe für die Entwicklung des Areals dienen. Abweichungen von den hier beschriebenen Verhältnissen sind in den nicht untersuchten und teilweise weit voneinander entfernten Abschnitten möglich. Auch plötzliche Änderungen im Untergrundaufbau v.a. hinsichtlich von Auffüllungsmächtigkeiten und Zusammensetzungen der Auffüllungen sind aufgrund der Vornutzung des Geländes mit verschiedenen Abbau- und Verfüllstadien nicht auszuschließen. Die durchgeführte Erkundung sollte nach Vorliegen eines Bebauungsplans gezielt verdichtet werden.

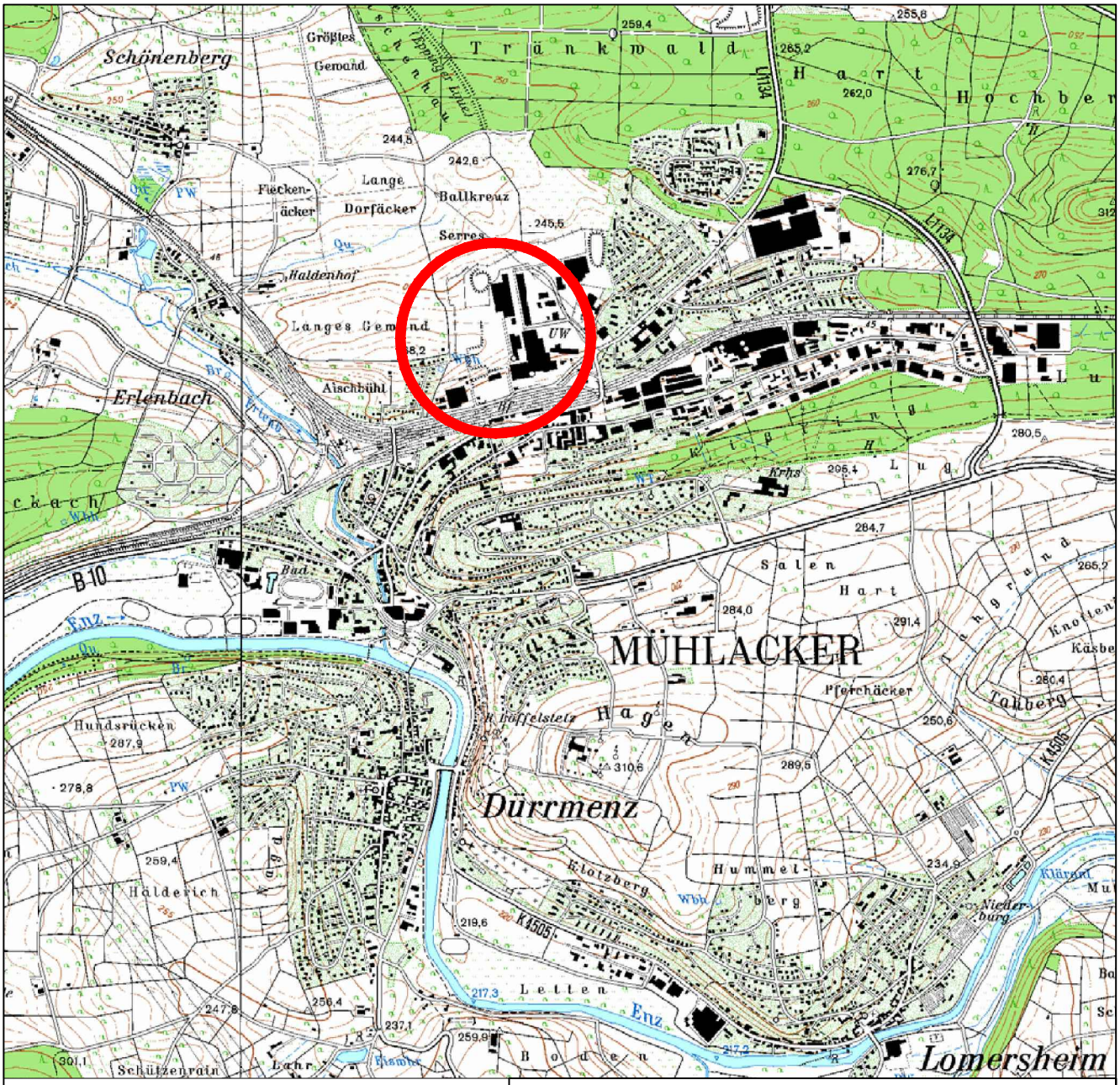
Das zu entwickelnde Konzept muss die Rohstoffhaufwerke mit einbeziehen. Am einfachsten wäre es, die vorhandenen Mieten einer geeigneten externen Verwertung, z.B. als Dammbaumaterial zuzuführen.

Problematisch sehen wir vor allem eine Überschüttung von tiefgründigen Altauffüllungen mit umgelagertem Material aus den Haufwerken. Die neue zusätzliche Auflast löst langanhaltende flächige Setzungen aus. Selbst wenn Bauwerke eine Tiefgründung erhalten, sind die umgebenden Verkehrsflächen und Leitungen langfristig betroffen.

Eine altlastentechnische Beurteilung des anfallenden Aushubmaterials ist nicht Bestandteil des vorliegenden Gutachtens. Die im nördlichen Untersuchungsareal im Bereich der SG 1 vorhandenen kleinen „wilden Haufwerke", die vermutlich aus Abbrch und Baumaßnahmen stammen, sind nach Augenschein schwer verwertbar und vermutlich zu entsorgen. Ein weiterer Antransport solcher Haufwerke unbekannter Herkunft sollte vermieden werden.

Jürgen Mandel
Diplom-Geologe

Gerhard Meyer-König
Dipl.-Ing.



Legende:

Untersuchungsgebiet

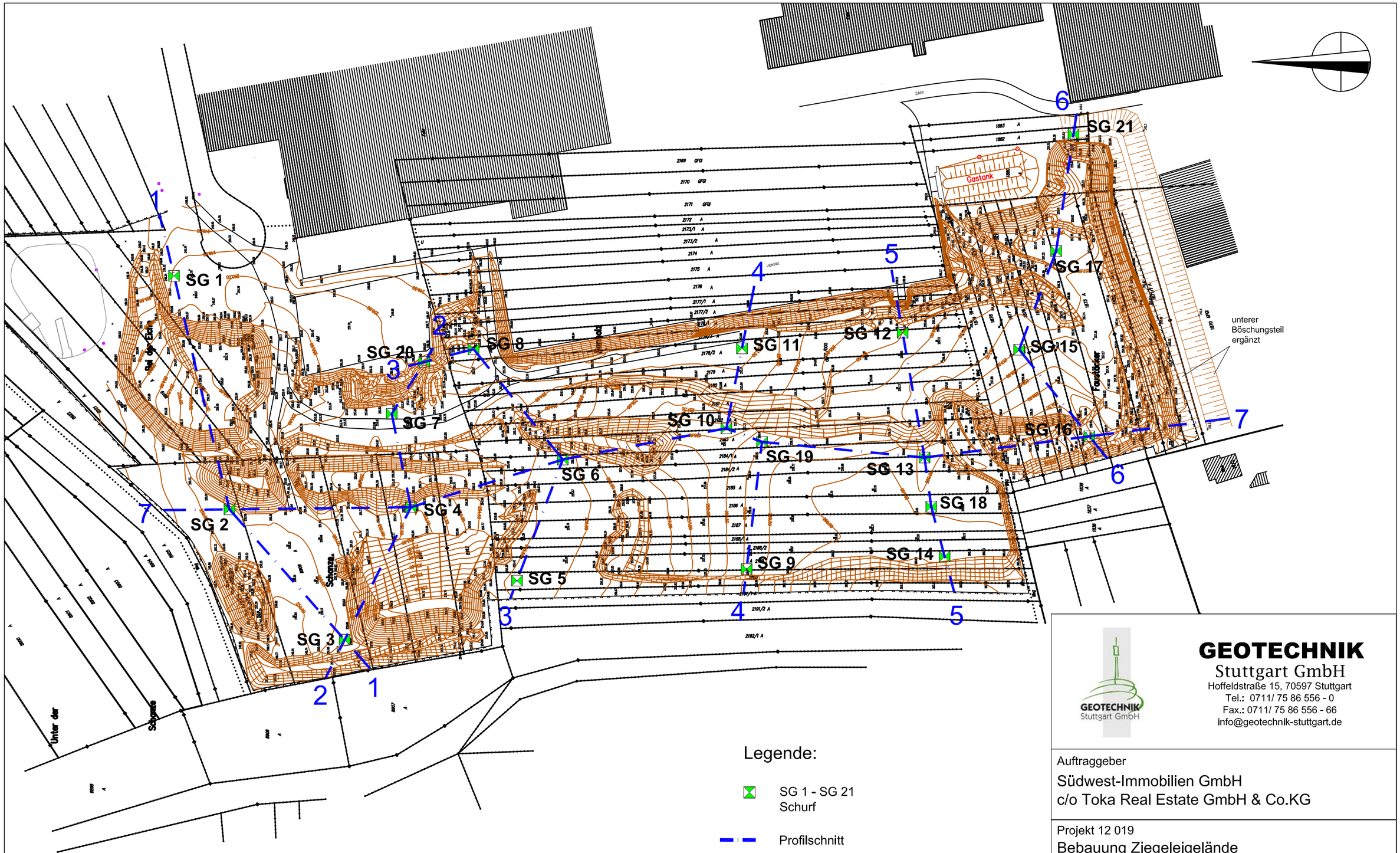
0 250 500 750 1000 1250 m

GEOTECHNIK
Stuttgart GmbH
Hoffeldstraße 15, 70597 Stuttgart
Tel.: 0711/ 75 86 556 - 0
Fax.: 0711/ 75 86 556 - 66
info@geotechnik-stuttgart.de

Auftraggeber
Südwest-Immobilien GmbH
c/o Toka Real Estate GmbH & Co.KG

Projekt 12 019
Bebauung Ziegeleigelände
Mühlacker, Westteil
Übersichtslageplan

Bearbeiter: J. Mandel	Datum: 29.06.2012
Gezeichnet: P. Dobusch	Maßstab: 1:25.000 (A4)
Zeichnungs.Nr.: 12 019 L3	Anlage 1.1



Legende:

SG 1 - SG 21
Schurf

Profilschnitt

Kartengrundlage: Ingenieurbüro Gerst

0 20 40 60 80 100 m

GEOTECHNIK
Stuttgart GmbH
Hoffeldstraße 15, 70597 Stuttgart
Tel.: 0711/ 75 86 556 - 0
Fax.: 0711/ 75 86 556 - 66
info@geotechnik-stuttgart.de

Auftraggeber
Südwest-Immobilien GmbH
c/o Toka Real Estate GmbH & Co.KG

Projekt 12 019
Bebauung Ziegeleigelände
Mühlacker, Westteil
Lage der Schürfe

Bearbeiter: J. Mandel	Datum: 29.06.2012
Gezeichnet: P. Dobusch	Maßstab: 1:1.500 (A3)
Zeichnungs.Nr.: 12 019 L1	Anlage 1.2

GEOTECHNIK Stuttgart GmbH
Hoffeldstraße 15
70597 Stuttgart
Tel. 0711/75 86 556-0
Tel. 0711/75 86 556-66

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

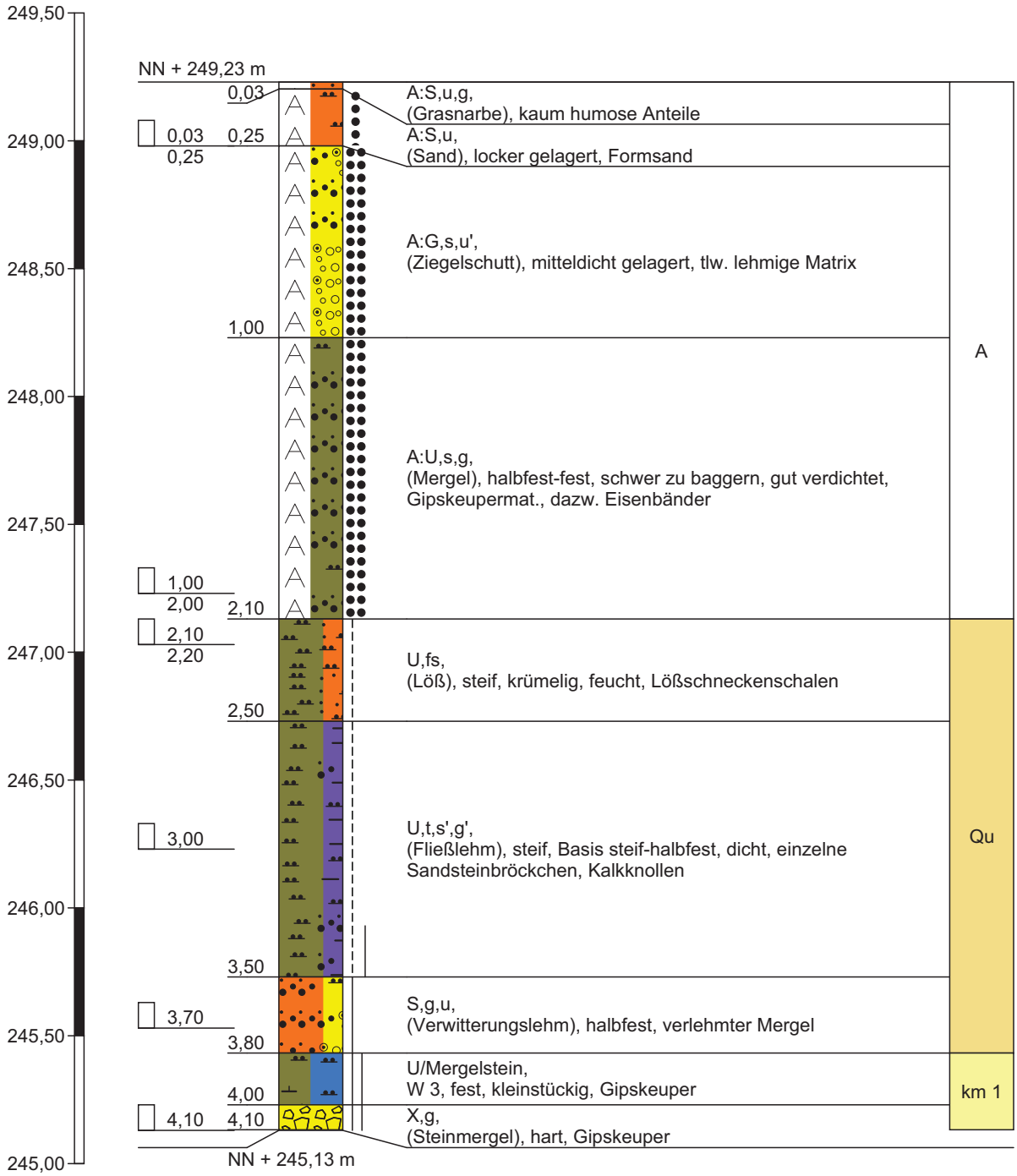
Anlage: 2.1

Projekt: Mühlacker, Bebauung Ziegeleigelände

Auftraggeber: Südwest Immobilien GmbH

Bearb.: Mandel | Datum: 29.06.2012

SG 1



kein GW angetroffen
SG vorübergehend standfest

GEOTECHNIK Stuttgart GmbH
Hoffeldstraße 15
70597 Stuttgart
Tel. 0711/75 86 556-0
Tel. 0711/75 86 556-66

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

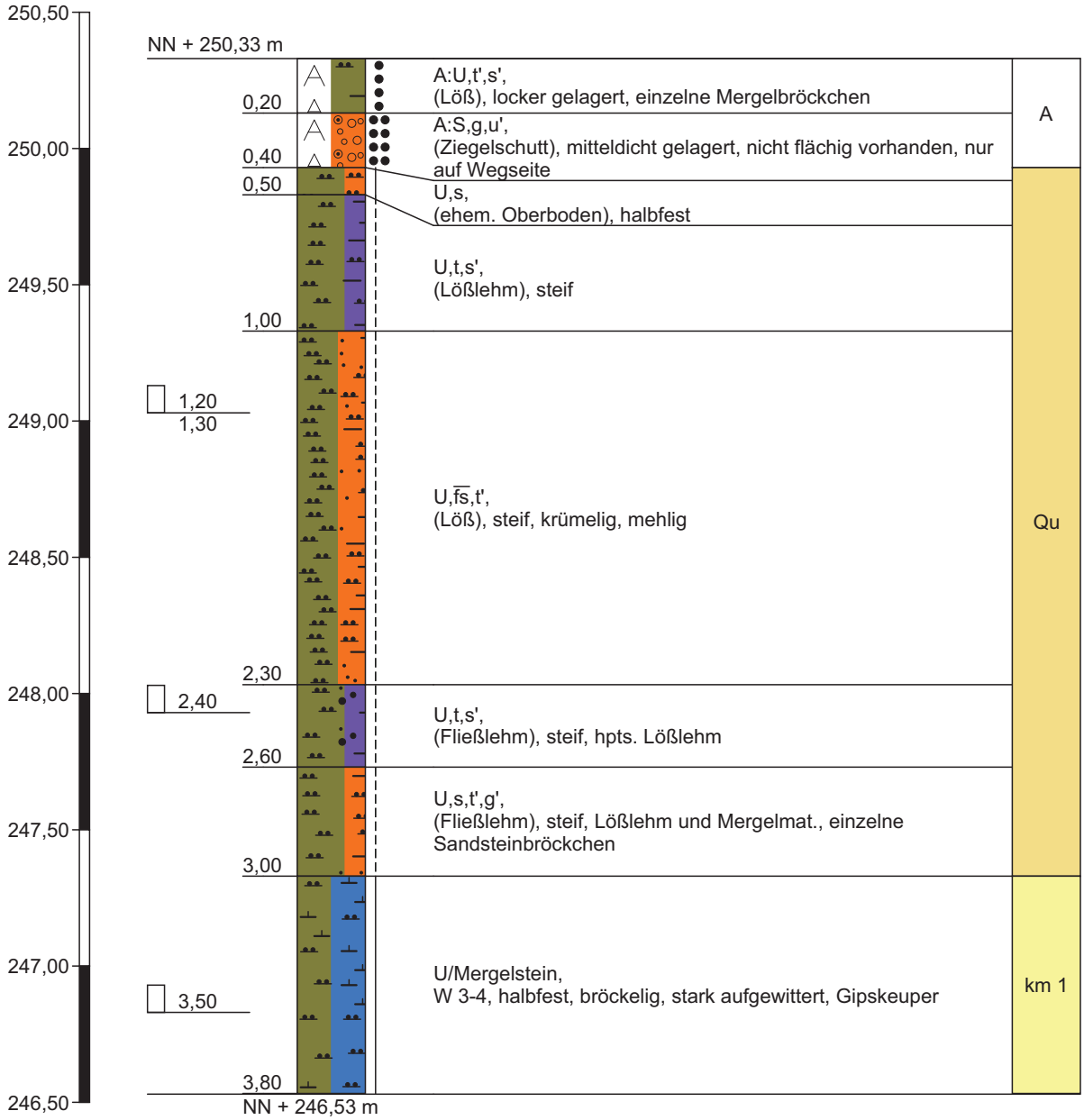
Anlage: 2.2

Projekt: Mühlacker, Bebauung Ziegeleigelände

Auftraggeber: Südwest Immobilien GmbH

Bearb.: Mandel | Datum: 29.06.2012

SG 2



kein GW angetroffen
SG vorübergehend standfest

GEOTECHNIK Stuttgart GmbH
Hoffeldstraße 15
70597 Stuttgart
Tel. 0711/75 86 556-0
Tel. 0711/75 86 556-66

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

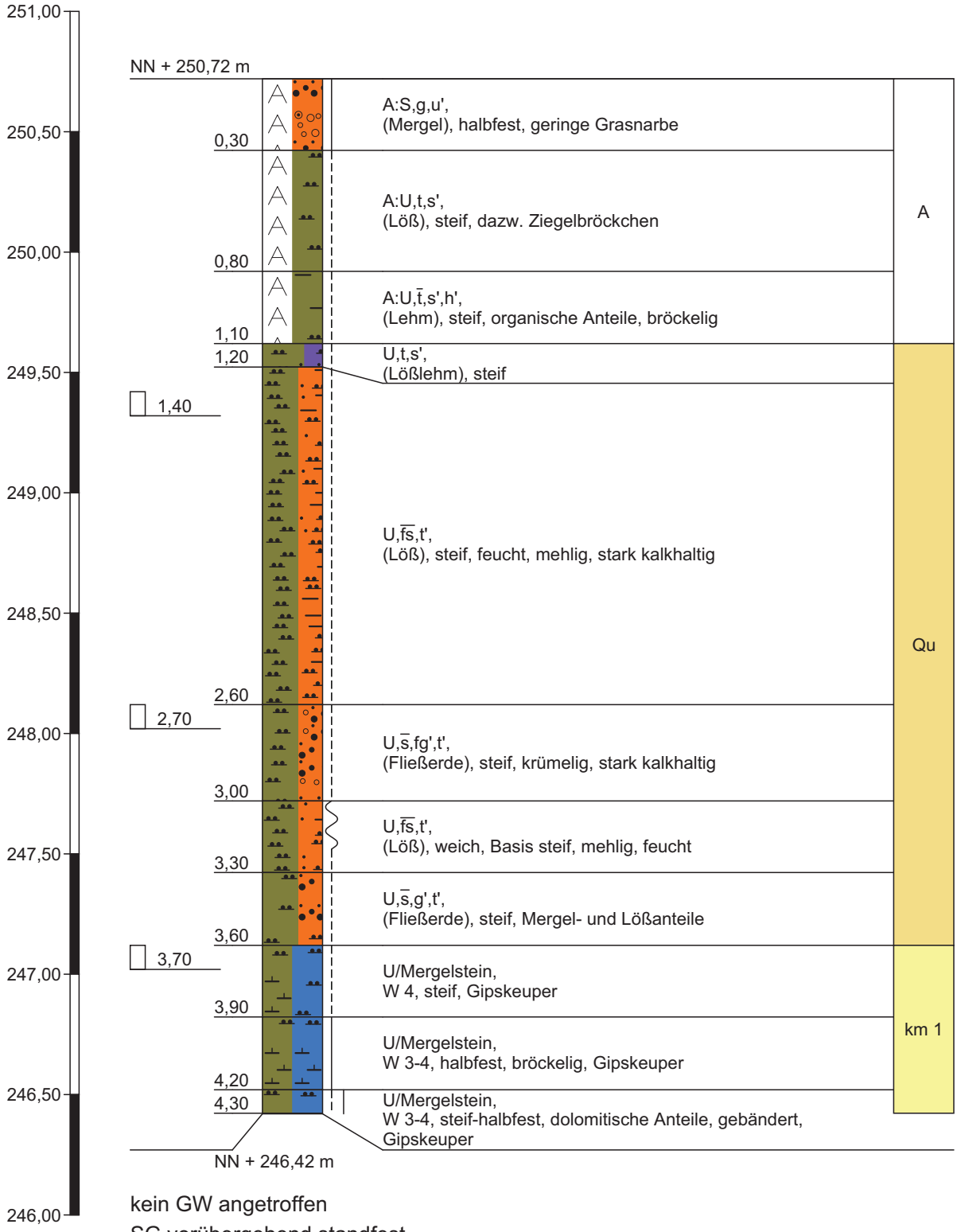
Anlage: 2.3

Projekt: Mühlacker, Bebauung Ziegeleigelände

Auftraggeber: Südwest Immobilien GmbH

Bearb.: Mandel | Datum: 29.06.2012

SG 3



kein GW angetroffen

SG vorübergehend standfest

GEOTECHNIK Stuttgart GmbH
Hoffeldstraße 15
70597 Stuttgart
Tel. 0711/75 86 556-0
Tel. 0711/75 86 556-66

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

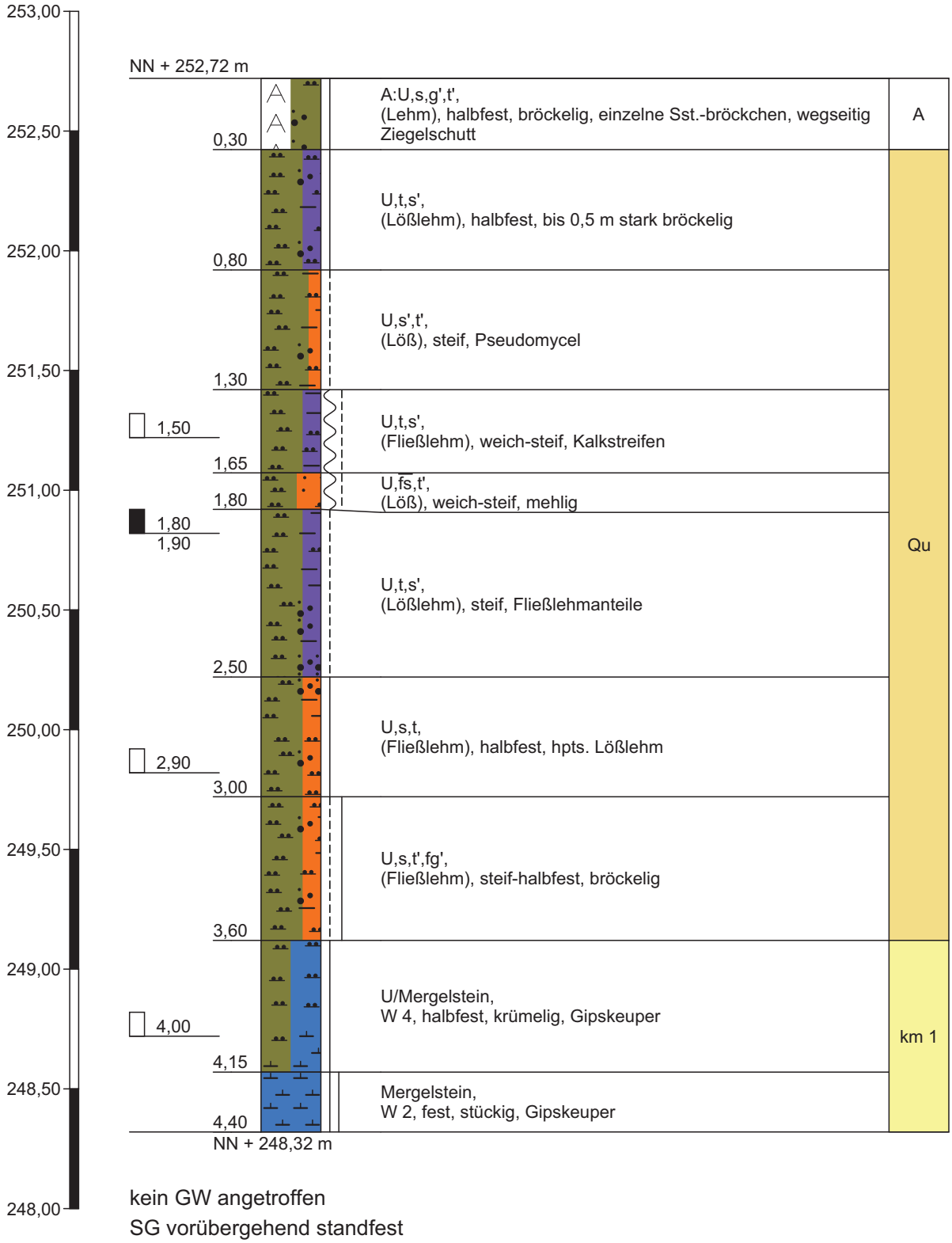
Anlage: 2.4

Projekt: Mühlacker, Bebauung Ziegeleigelände

Auftraggeber: Südwest Immobilien GmbH

Bearb.: Mandel | Datum: 29.06.2012

SG 4



kein GW angetroffen

SG vorübergehend standfest

GEOTECHNIK Stuttgart GmbH
Hoffeldstraße 15
70597 Stuttgart
Tel. 0711/75 86 556-0
Tel. 0711/75 86 556-66

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

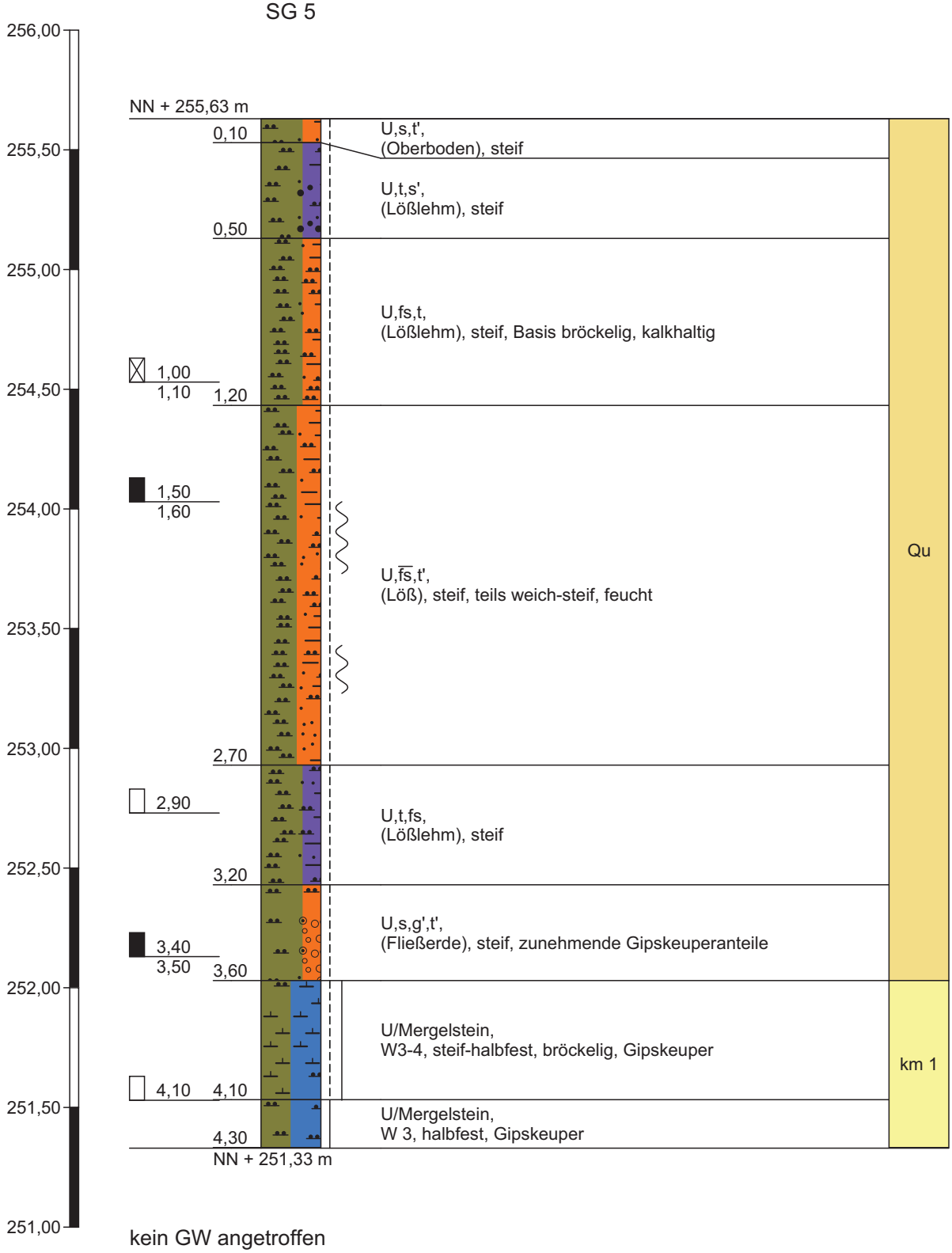
Anlage: 2.5

Projekt: Mühlacker, Bebauung Ziegeleigelände

Auftraggeber: Südwest Immobilien GmbH

Bearb.: Mandel | Datum: 29.06.2012

SG 5



kein GW angetroffen

SG vorübergehend standfest

GEOTECHNIK Stuttgart GmbH
Hoffeldstraße 15
70597 Stuttgart
Tel. 0711/75 86 556-0
Tel. 0711/75 86 556-66

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

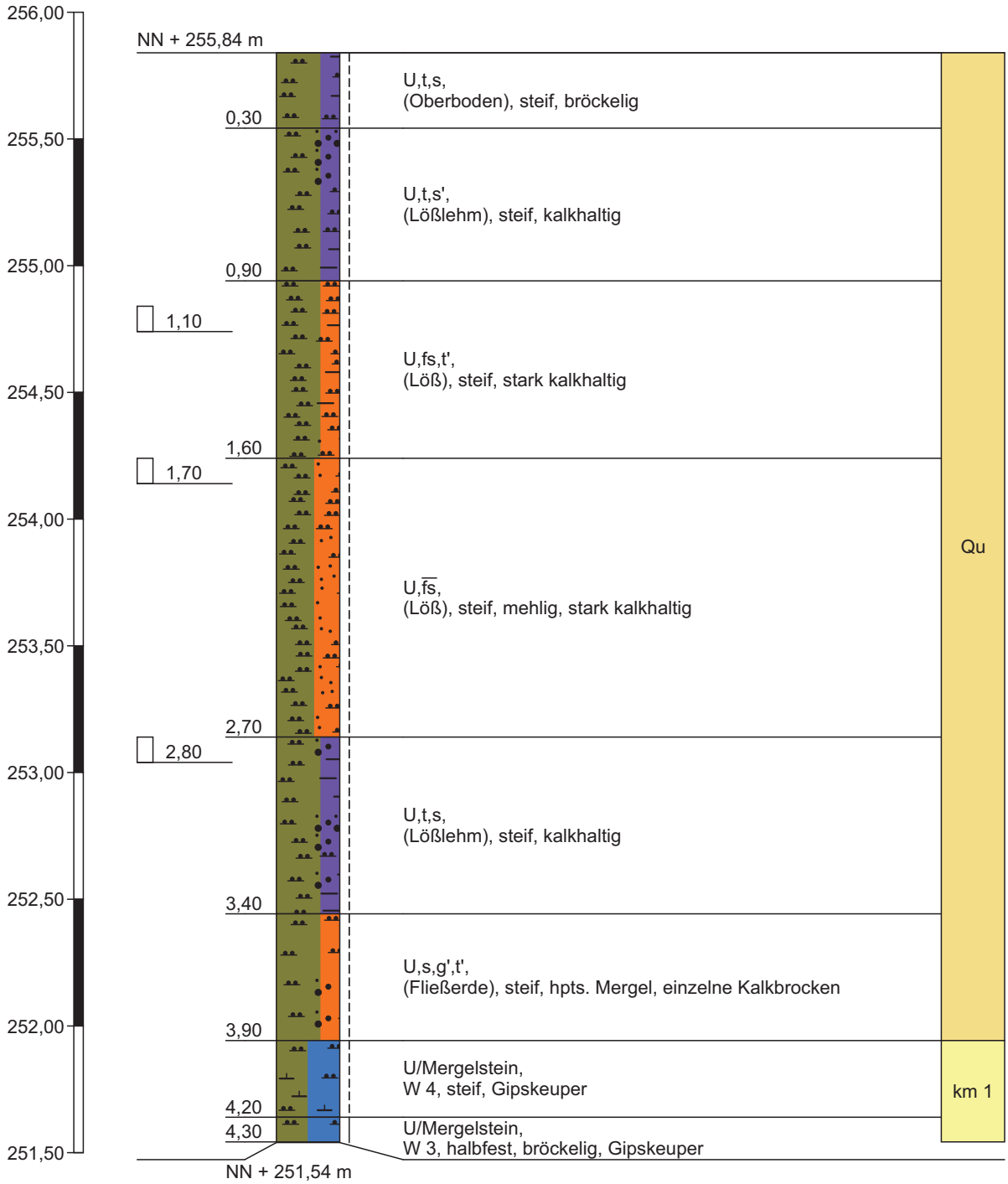
Anlage: 2.6

Projekt: Mühlacker, Bebauung Ziegeleigelände

Auftraggeber: Südwest Immobilien GmbH

Bearb.: Mandel | Datum: 29.06.2012

SG 6



kein GW angetroffen

SG vorübergehend standfest

GEOTECHNIK Stuttgart GmbH
Hoffeldstraße 15
70597 Stuttgart
Tel. 0711/75 86 556-0
Tel. 0711/75 86 556-66

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

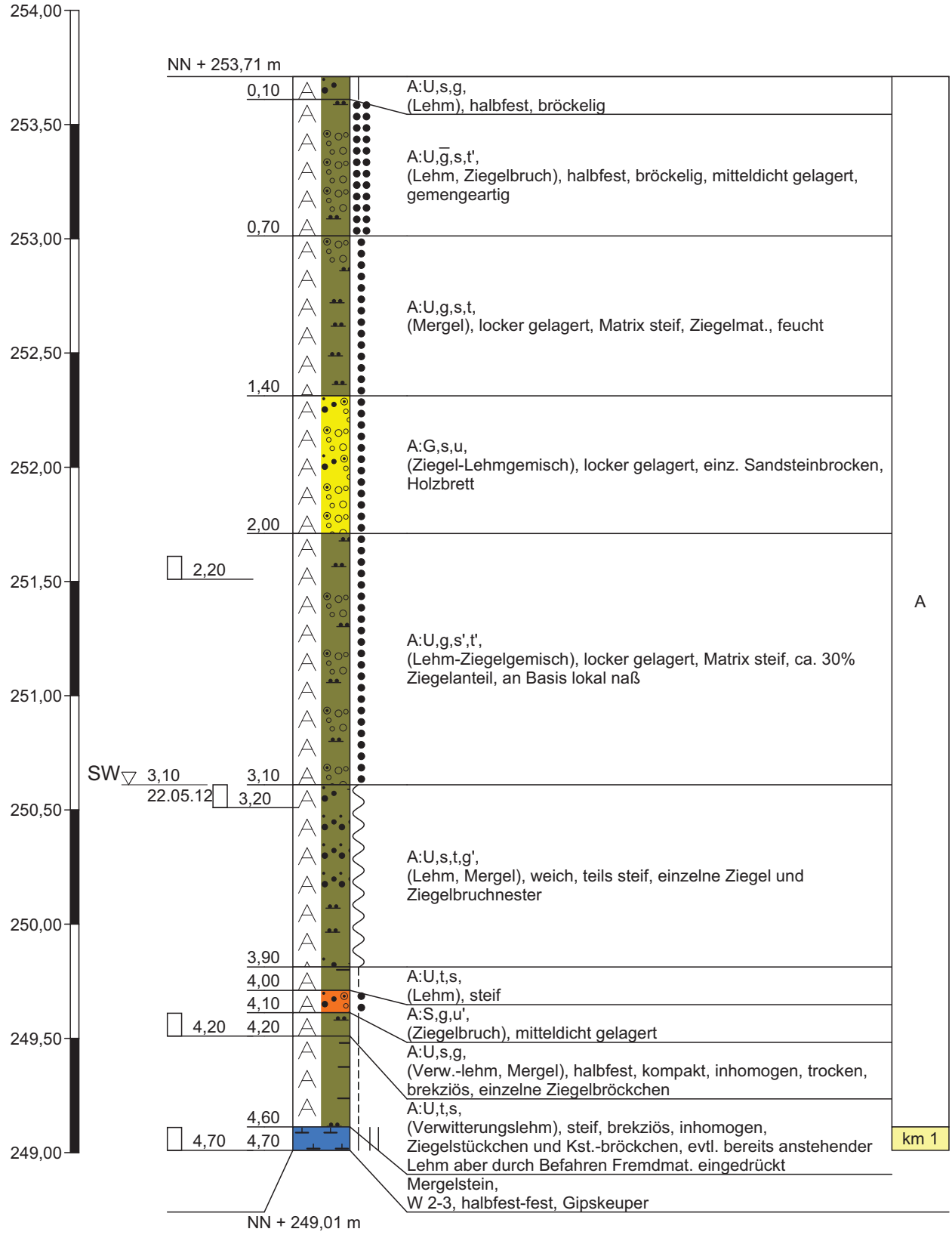
Anlage: 2.7

Projekt: Mühlacker, Bebauung Ziegeleigelände

Auftraggeber: Südwest Immobilien GmbH

Bearb.: Mandel | Datum: 29.06.2012

SG 7



GEOTECHNIK Stuttgart GmbH
Hoffeldstraße 15
70597 Stuttgart
Tel. 0711/75 86 556-0
Tel. 0711/75 86 556-66

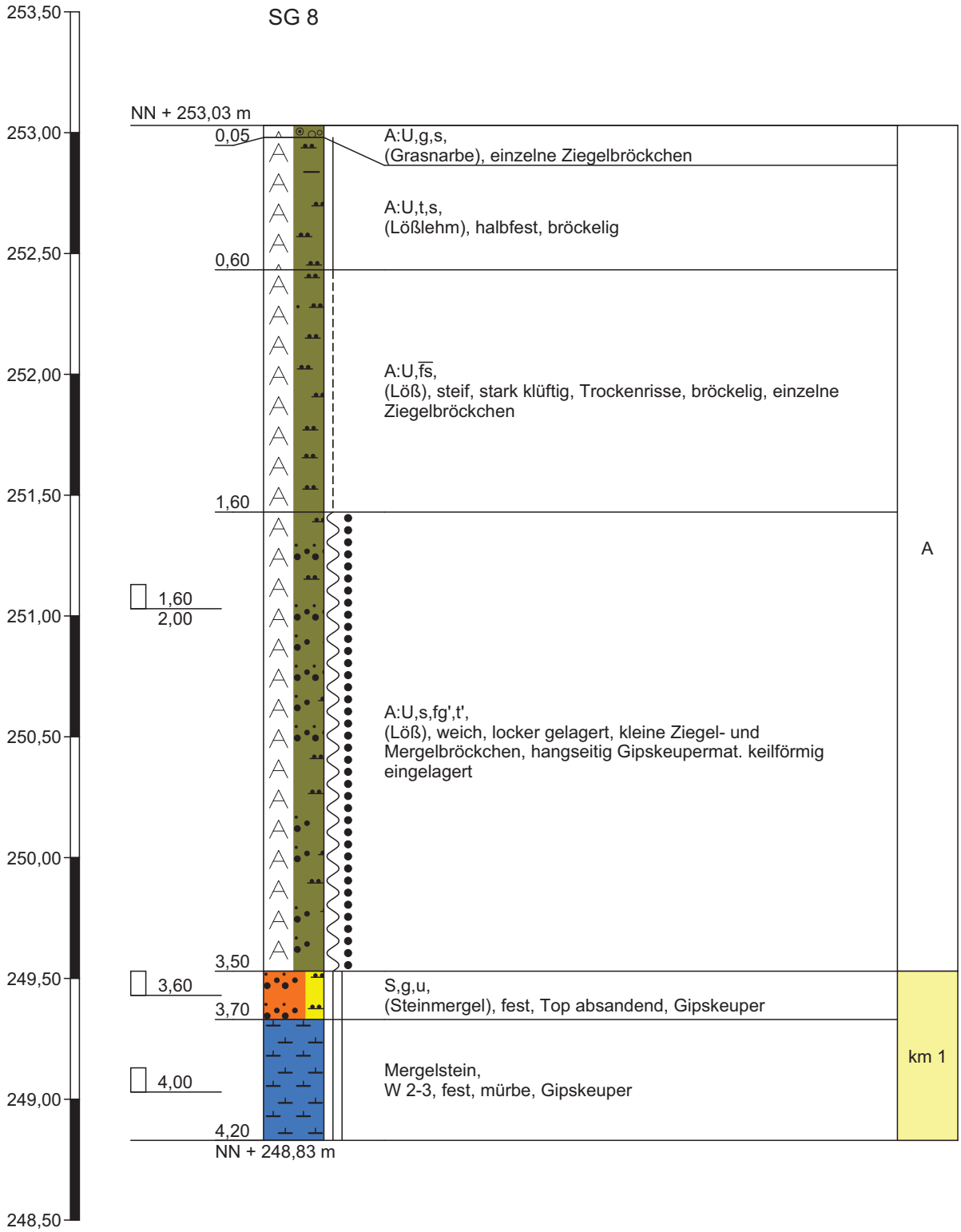
Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

Anlage: 2.8

Projekt: Mühlacker, Bebauung Ziegeleigelände

Auftraggeber: Südwest Immobilien GmbH

Bearb.: Mandel | Datum: 29.06.2012



kein GW angetroffen

SG nicht standsicher, bricht nach

GEOTECHNIK Stuttgart GmbH
Hoffeldstraße 15
70597 Stuttgart
Tel. 0711/75 86 556-0
Tel. 0711/75 86 556-66

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

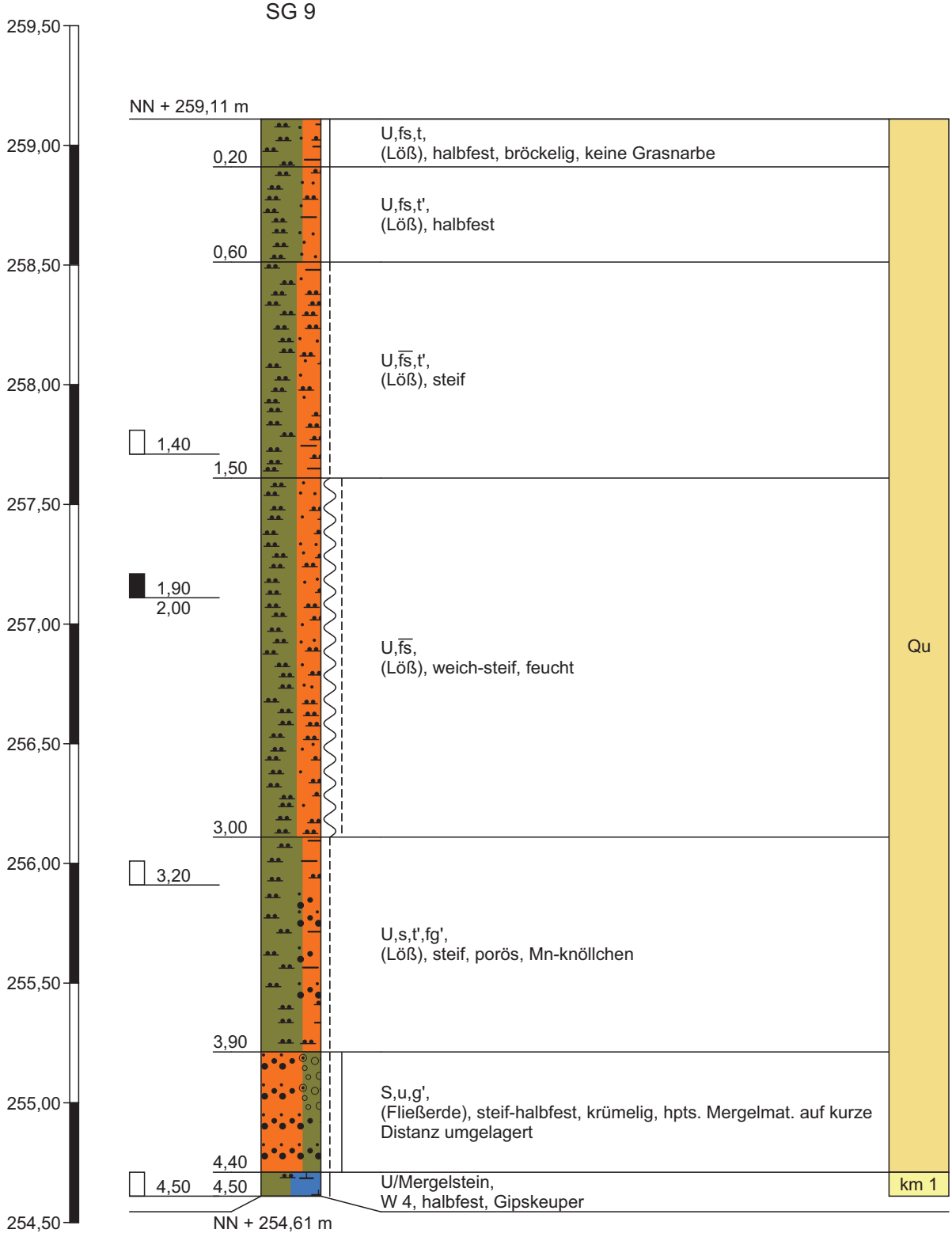
Anlage: 2.9

Projekt: Mühlacker, Bebauung Ziegeleigelände

Auftraggeber: Südwest Immobilien GmbH

Bearb.: Mandel | Datum: 29.06.2012

SG 9



kein GW angetroffen

SG vorübergehend standfest

GEOTECHNIK Stuttgart GmbH
Hoffeldstraße 15
70597 Stuttgart
Tel. 0711/75 86 556-0
Tel. 0711/75 86 556-66

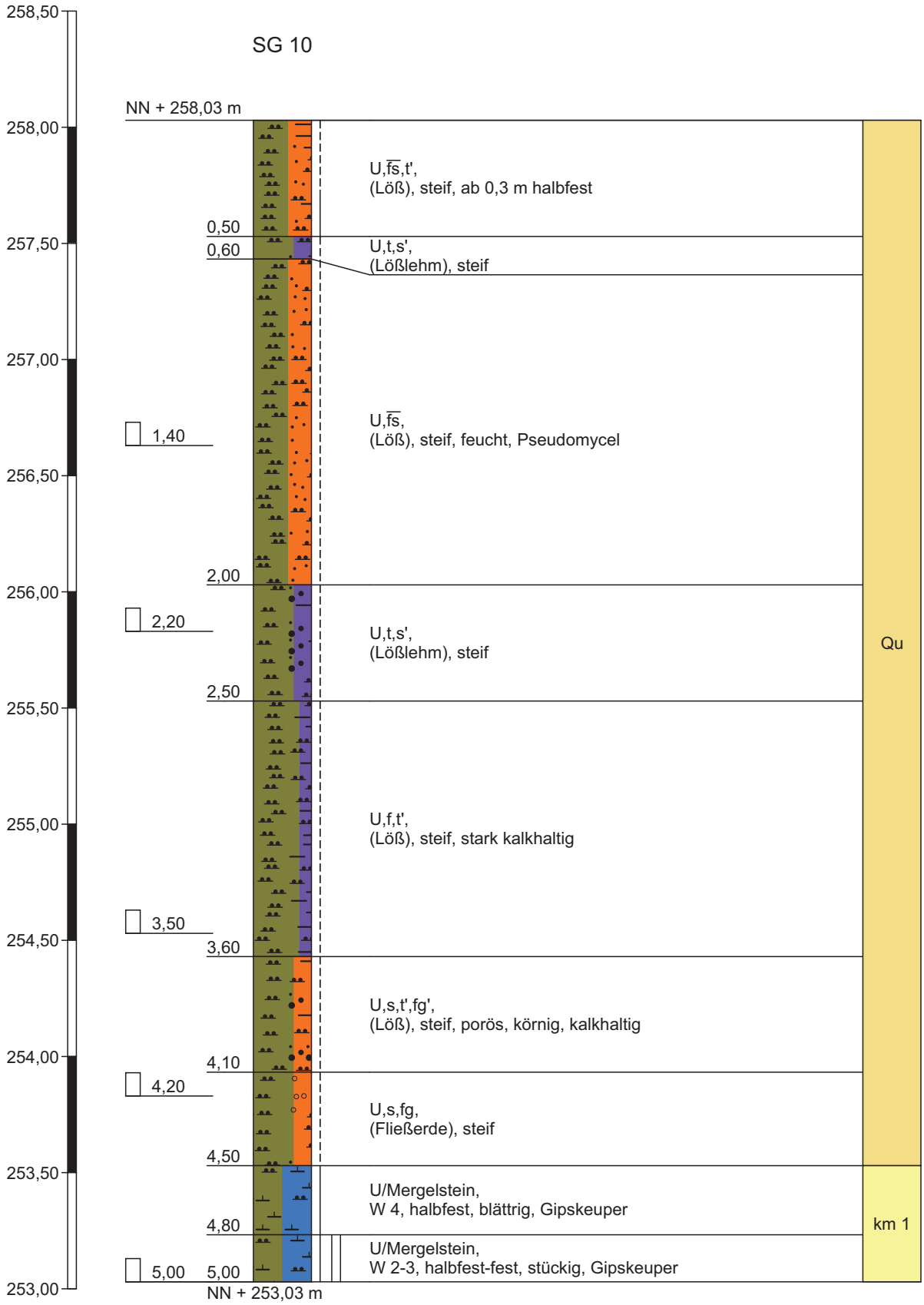
Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

Anlage: 2.10

Projekt: Mühlacker, Bebauung Ziegeleigelände

Auftraggeber: Südwest Immobilien GmbH

Bearb.: Mandel | Datum: 29.06.2012



kein GW angetroffen

SG vorübergehend standfest

GEOTECHNIK Stuttgart GmbH
Hoffeldstraße 15
70597 Stuttgart
Tel. 0711/75 86 556-0
Tel. 0711/75 86 556-66

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

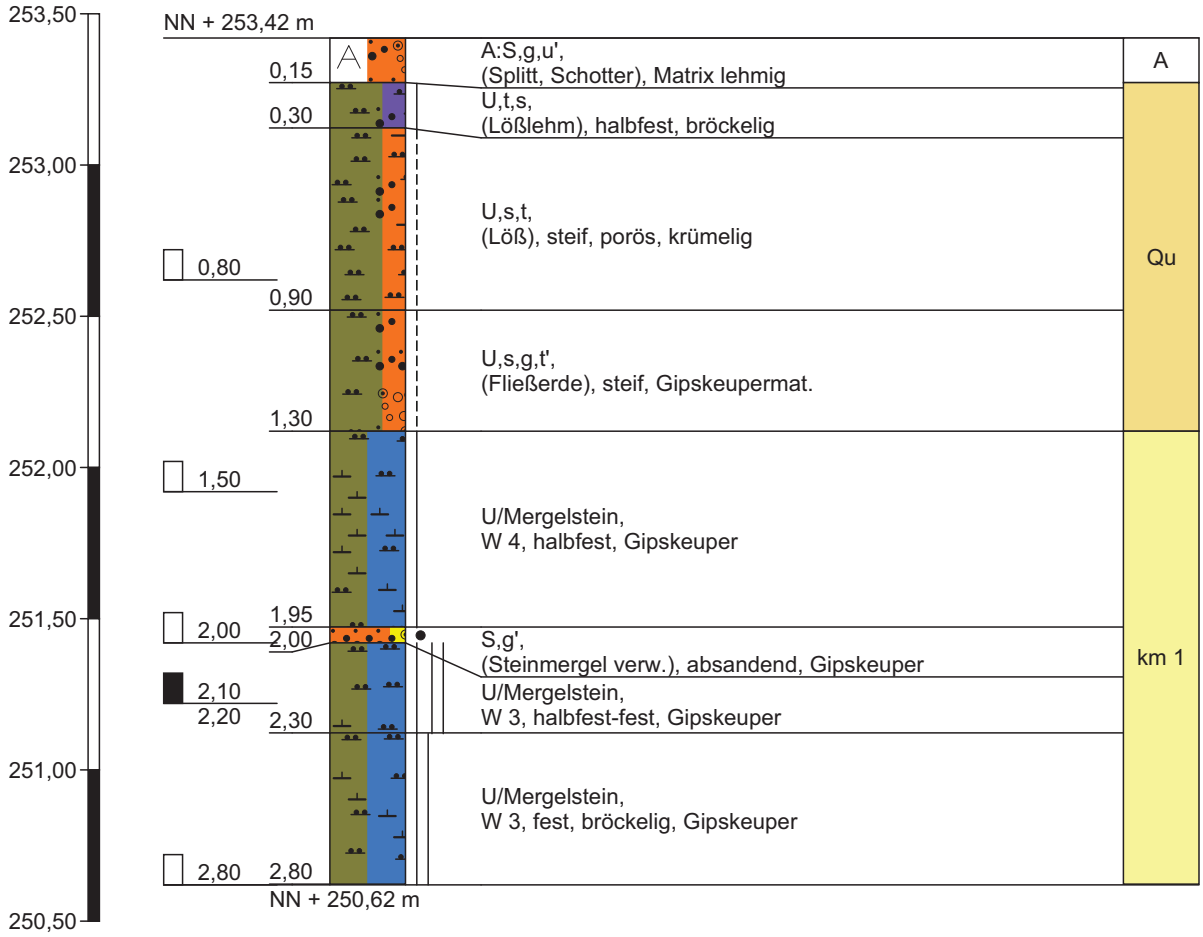
Anlage: 2.11

Projekt: Mühlacker, Bebauung Ziegeleigelände

Auftraggeber: Südwest Immobilien GmbH

Bearb.: Mandel | Datum: 29.06.2012

SG 11



kein GW angetroffen

SG vorübergehend standfest

GEOTECHNIK Stuttgart GmbH
Hoffeldstraße 15
70597 Stuttgart
Tel. 0711/75 86 556-0
Tel. 0711/75 86 556-66

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

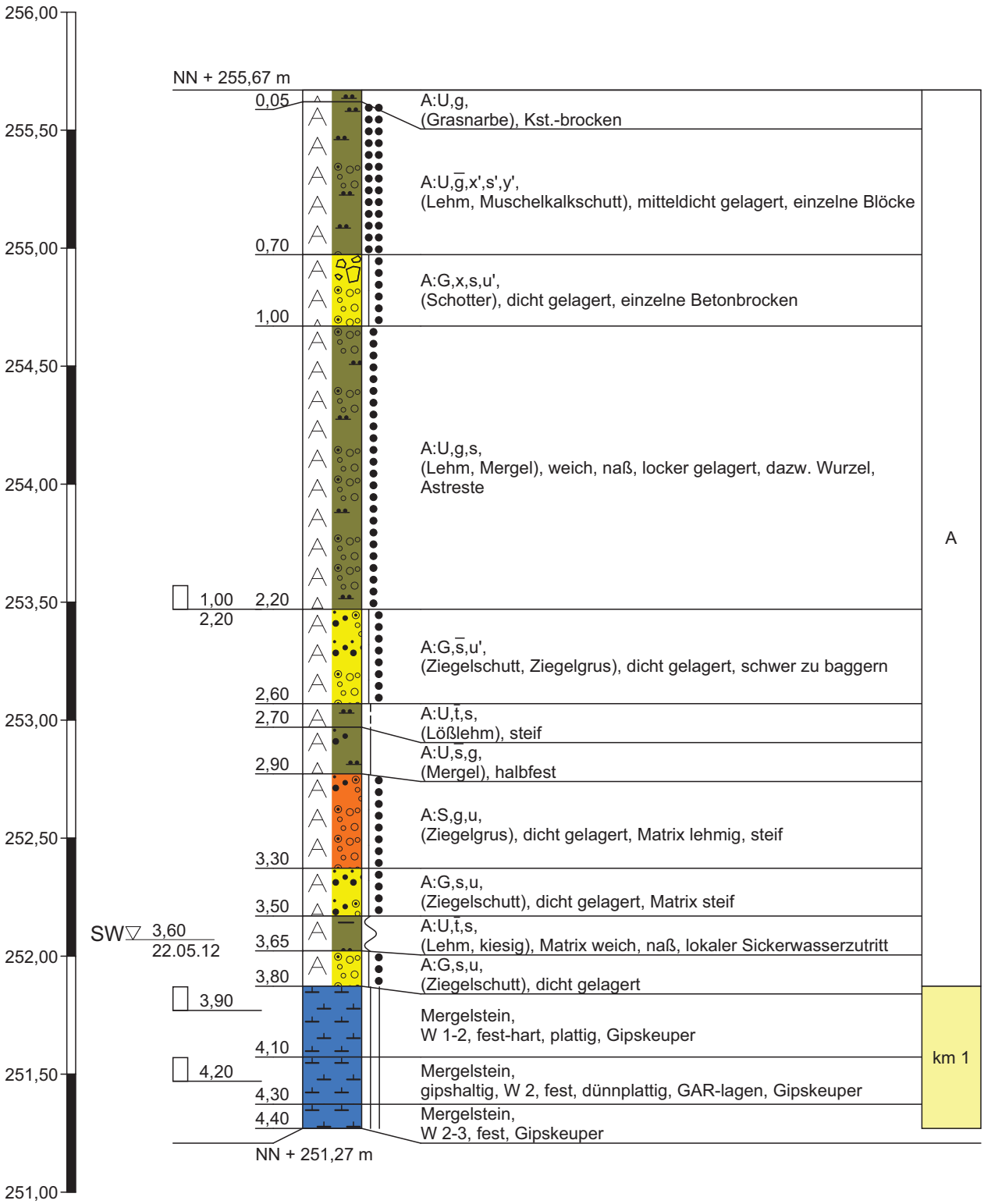
Anlage: 2.12

Projekt: Mühlacker, Bebauung Ziegeleigelände

Auftraggeber: Südwest Immobilien GmbH

Bearb.: Mandel | Datum: 29.06.2012

SG 12



SG nicht standfest, bricht nach

GEOTECHNIK Stuttgart GmbH
Hoffeldstraße 15
70597 Stuttgart
Tel. 0711/75 86 556-0
Tel. 0711/75 86 556-66

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

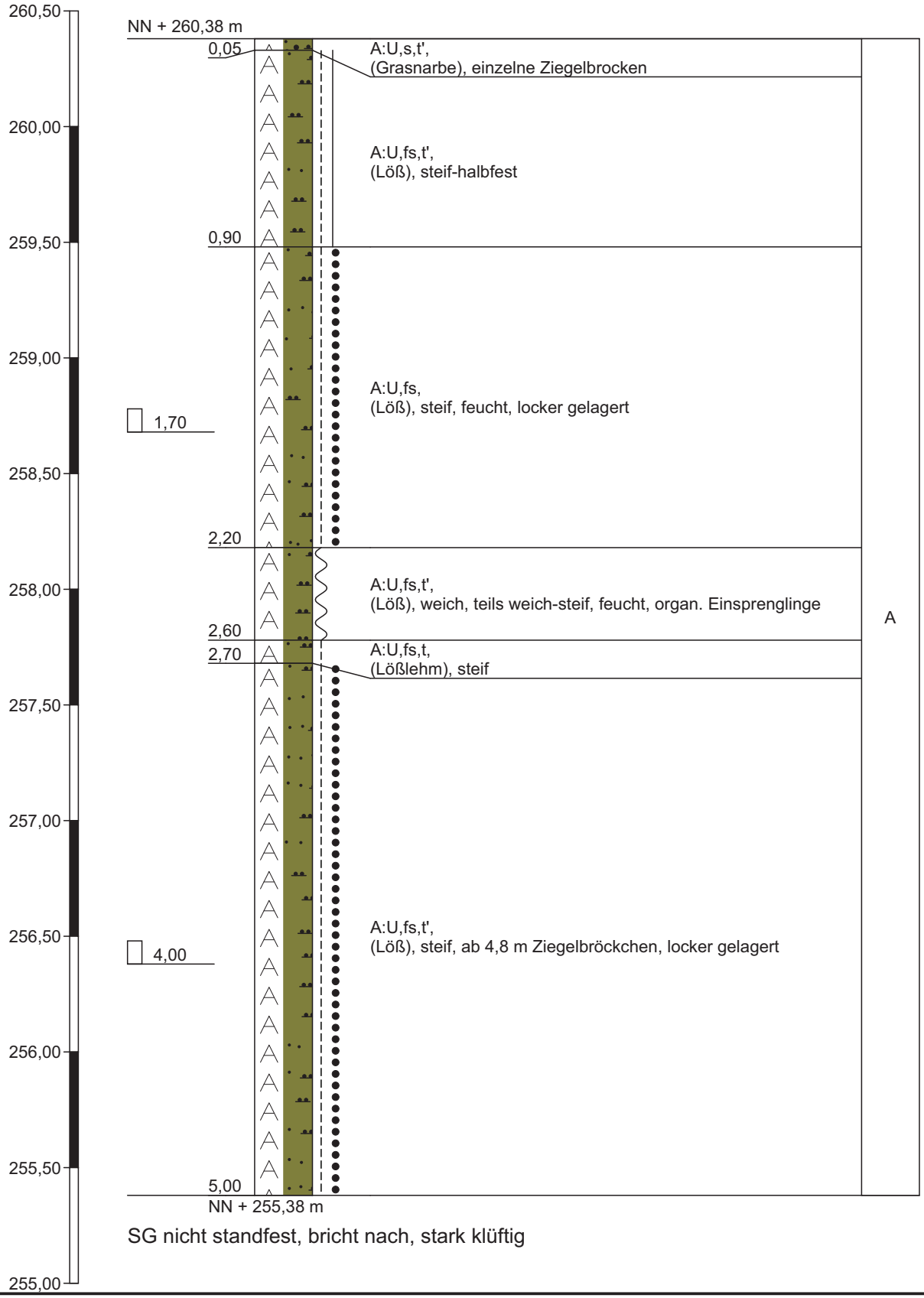
Anlage: 2.13

Projekt: Mühlacker, Bebauung Ziegeleigelände

Auftraggeber: Südwest Immobilien GmbH

Bearb.: Mandel | Datum: 29.06.2012

SG 13



SG nicht standfest, bricht nach, stark klüftig

GEOTECHNIK Stuttgart GmbH
Hoffeldstraße 15
70597 Stuttgart
Tel. 0711/75 86 556-0
Tel. 0711/75 86 556-66

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

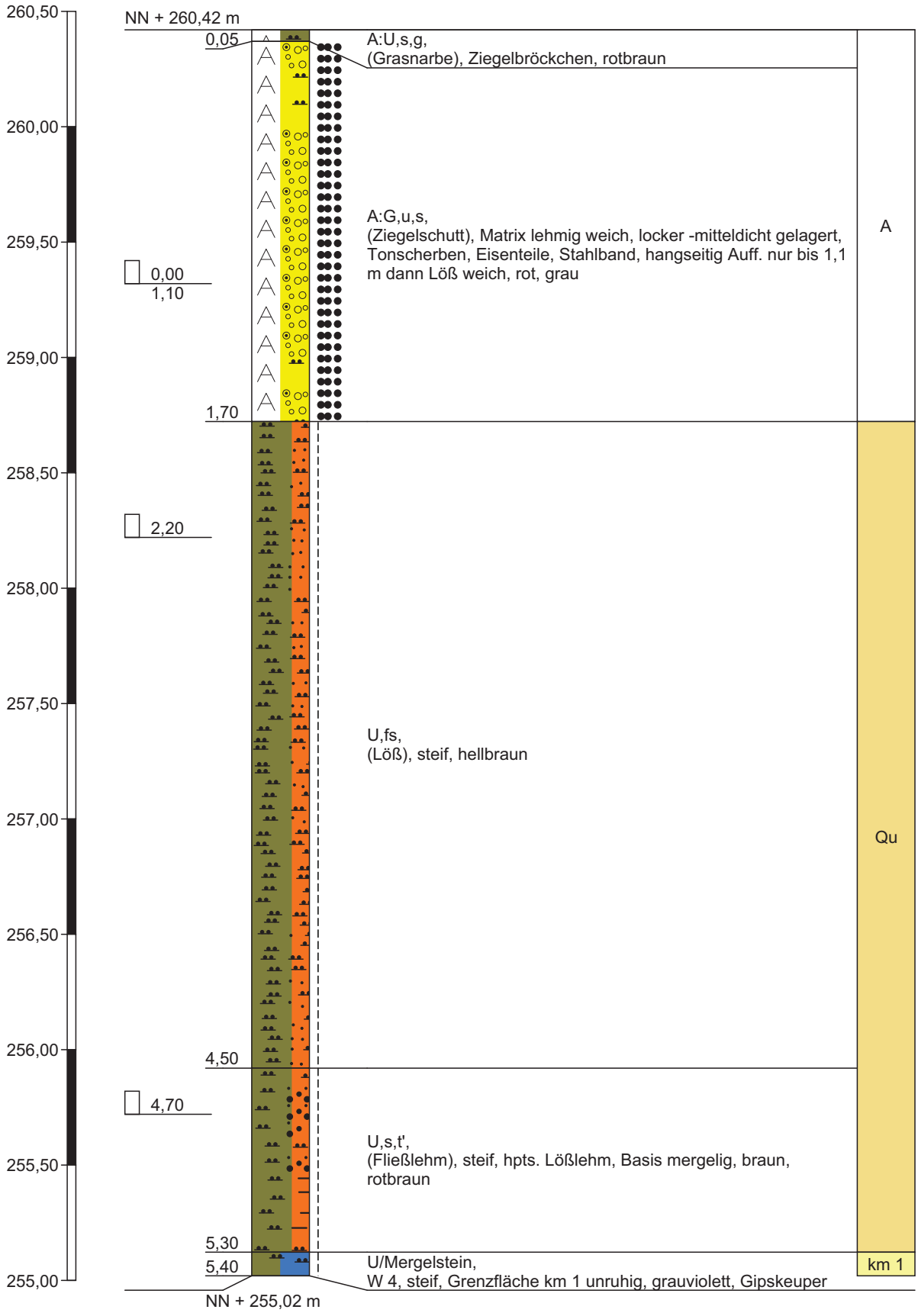
Anlage: 2.14

Projekt: Mühlacker, Bebauung Ziegeleigelände

Auftraggeber: Südwest Immobilien GmbH

Bearb.: Mandel | Datum: 29.06.2012

SG 14



GEOTECHNIK Stuttgart GmbH
Hoffeldstraße 15
70597 Stuttgart
Tel. 0711/75 86 556-0
Tel. 0711/75 86 556-66

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

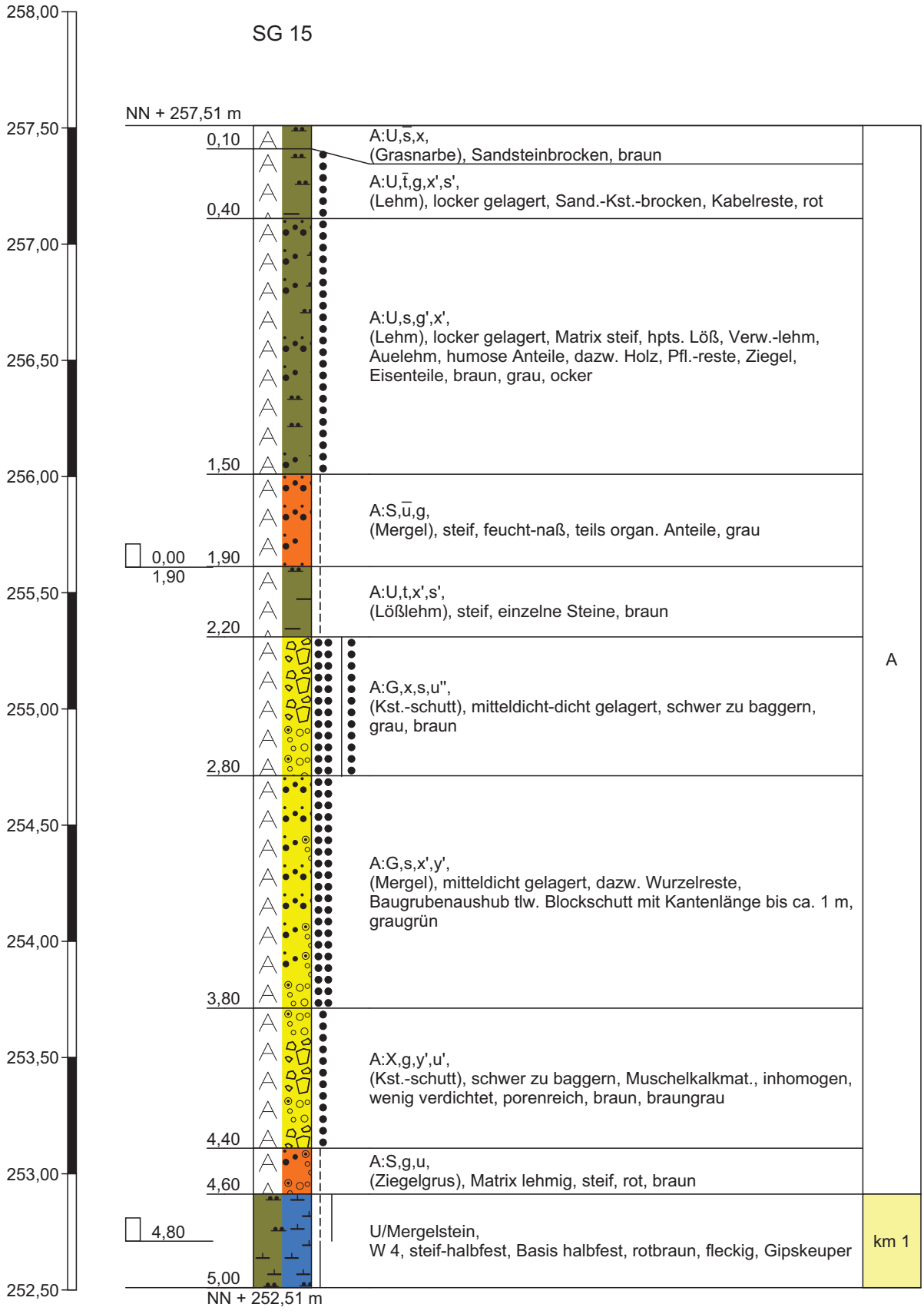
Anlage: 2.15

Projekt: Mühlacker, Bebauung Ziegeleigelände

Auftraggeber: Südwest Immobilien GmbH

Bearb.: Mandel | Datum: 29.06.2012

SG 15



SG nicht standfest

kein GW angetroffen

GEOTECHNIK Stuttgart GmbH
Hoffeldstraße 15
70597 Stuttgart
Tel. 0711/75 86 556-0
Tel. 0711/75 86 556-66

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

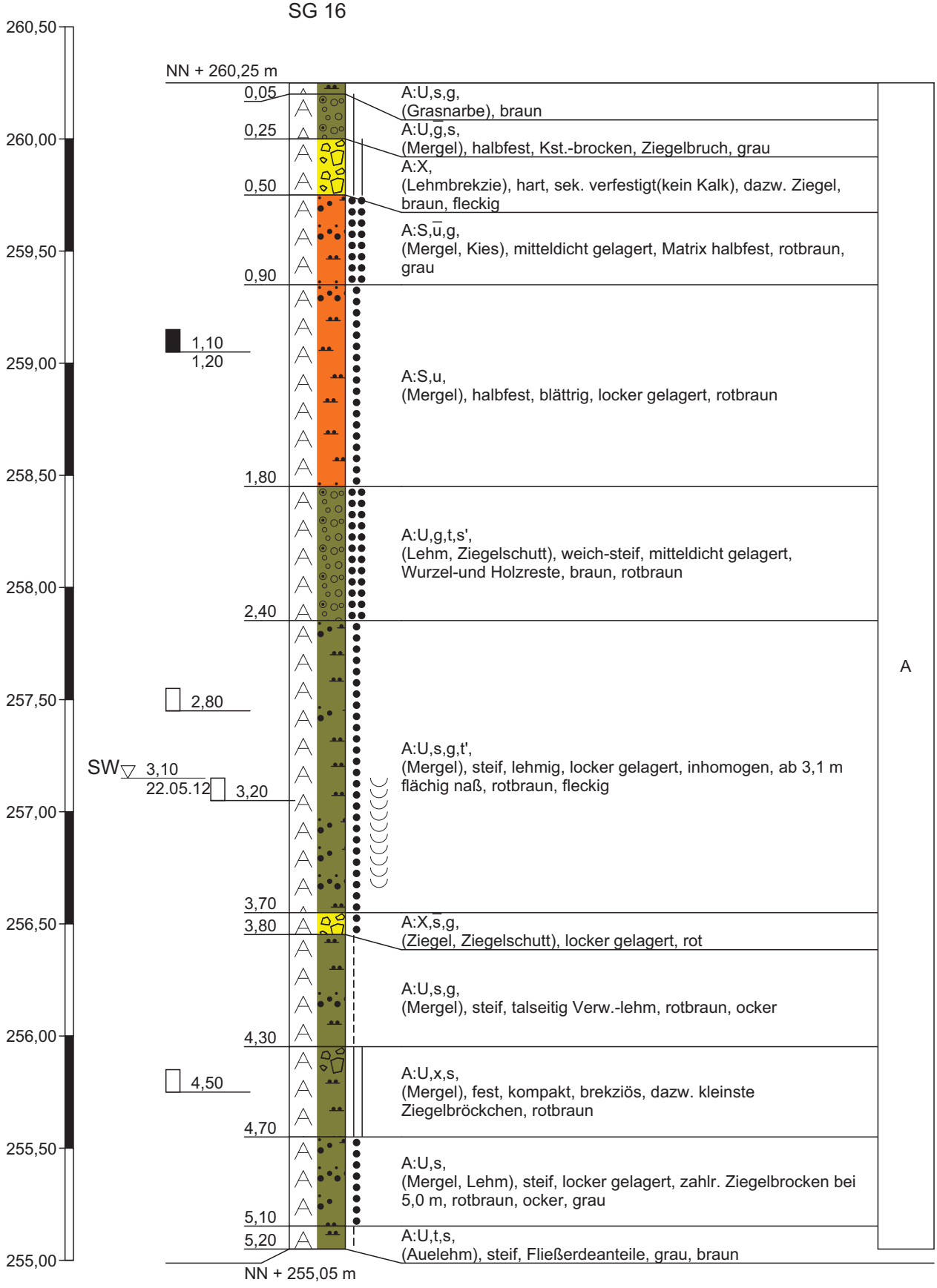
Anlage: 2.16

Projekt: Mühlacker, Bebauung Ziegeleigelände

Auftraggeber: Südwest Immobilien GmbH

Bearb.: Mandel | Datum: 29.06.2012

SG 16



SG nicht standfest

GEOTECHNIK Stuttgart GmbH
Hoffeldstraße 15
70597 Stuttgart
Tel. 0711/75 86 556-0
Tel. 0711/75 86 556-66

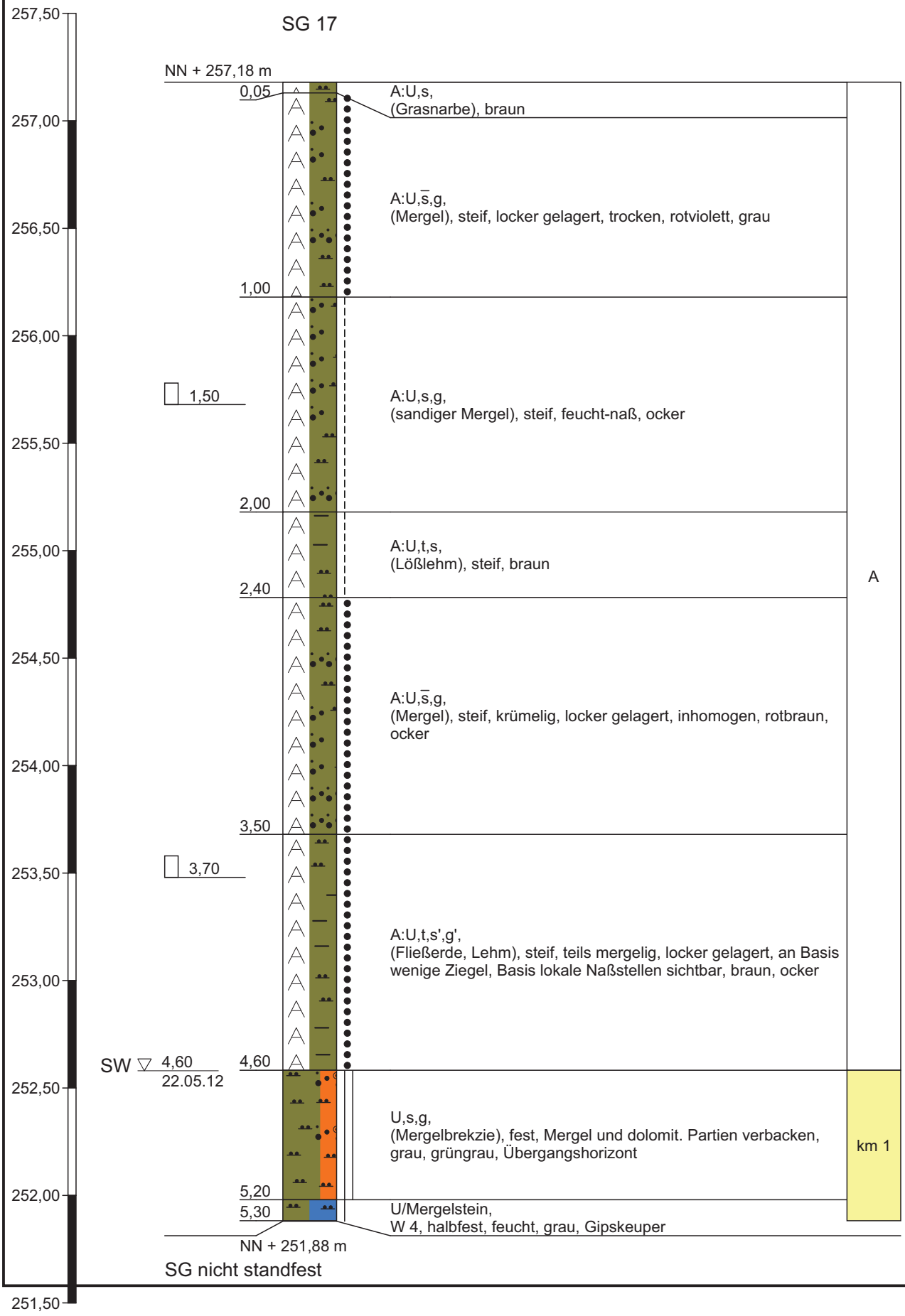
Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

Anlage: 2.17

Projekt: Mühlacker, Bebauung Ziegeleigelände

Auftraggeber: Südwest Immobilien GmbH

Bearb.: Mandel | Datum: 29.06.2012



GEOTECHNIK Stuttgart GmbH
Hoffeldstraße 15
70597 Stuttgart
Tel. 0711/75 86 556-0
Tel. 0711/75 86 556-66

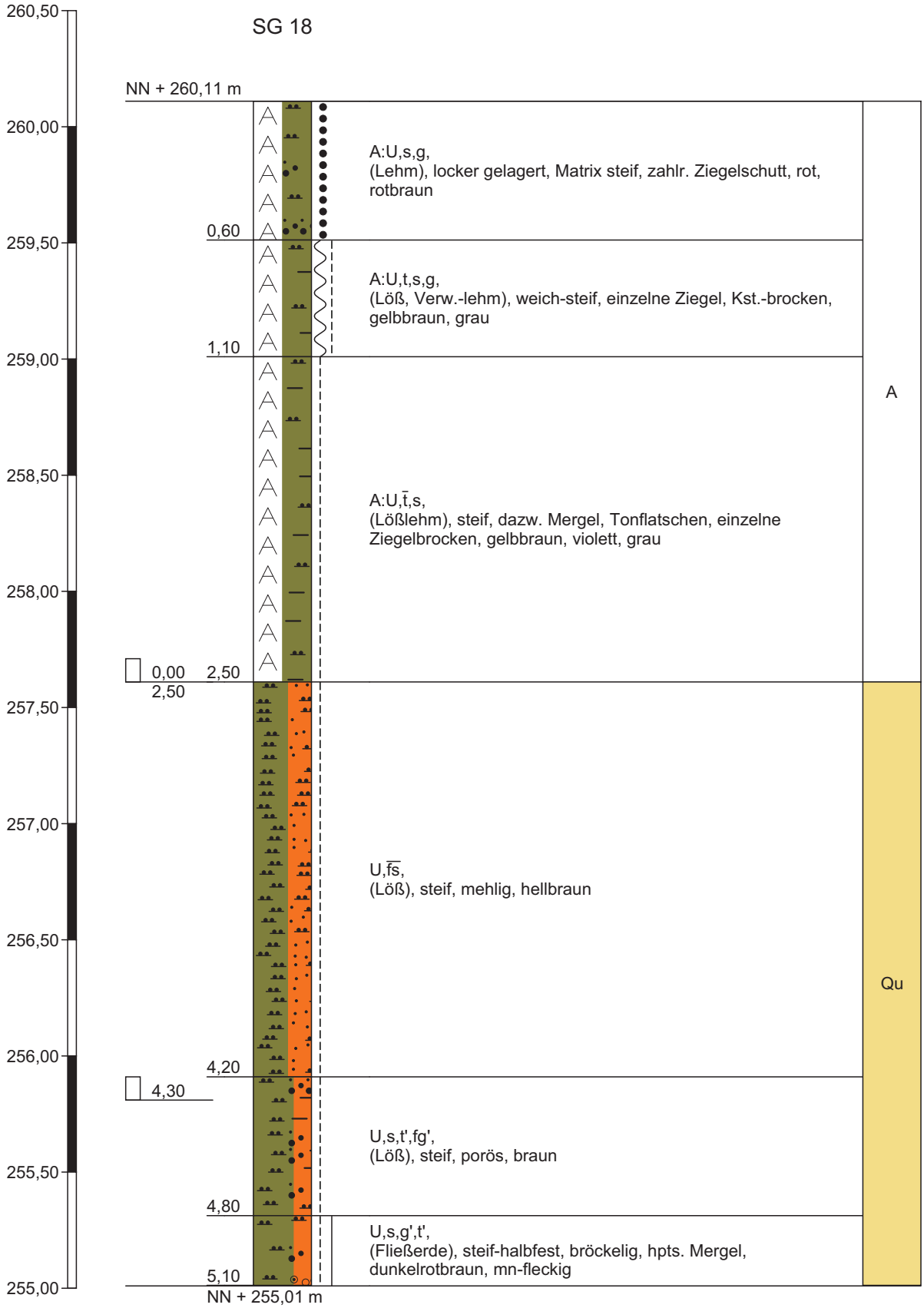
Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

Anlage: 2.18

Projekt: Mühlacker, Bebauung Ziegeleigelände

Auftraggeber: Südwest Immobilien GmbH

Bearb.: Mandel | Datum: 29.06.2012

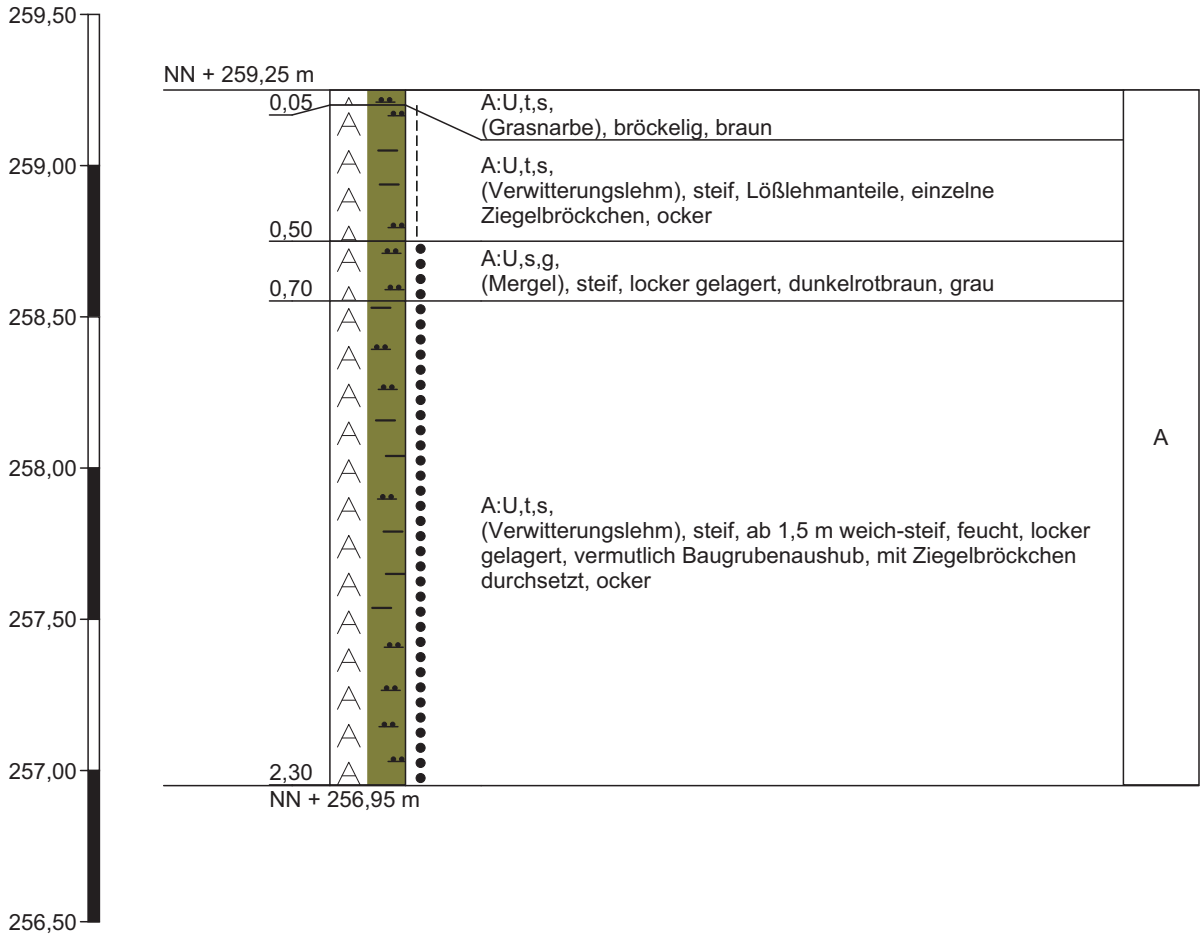


GEOTECHNIK Stuttgart GmbH
Hoffeldstraße 15
70597 Stuttgart
Tel. 0711/75 86 556-0
Tel. 0711/75 86 556-66

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

Anlage: 2.19	
Projekt: Mühlacker, Bebauung Ziegeleigelände	
Auftraggeber: Südwest Immobilien GmbH	
Bearb.: Mandel	Datum: 29.06.2012

SG 19



kein GW angetroffen
SG vorübergehend standfest

GEOTECHNIK Stuttgart GmbH
Hoffeldstraße 15
70597 Stuttgart
Tel. 0711/75 86 556-0
Tel. 0711/75 86 556-66

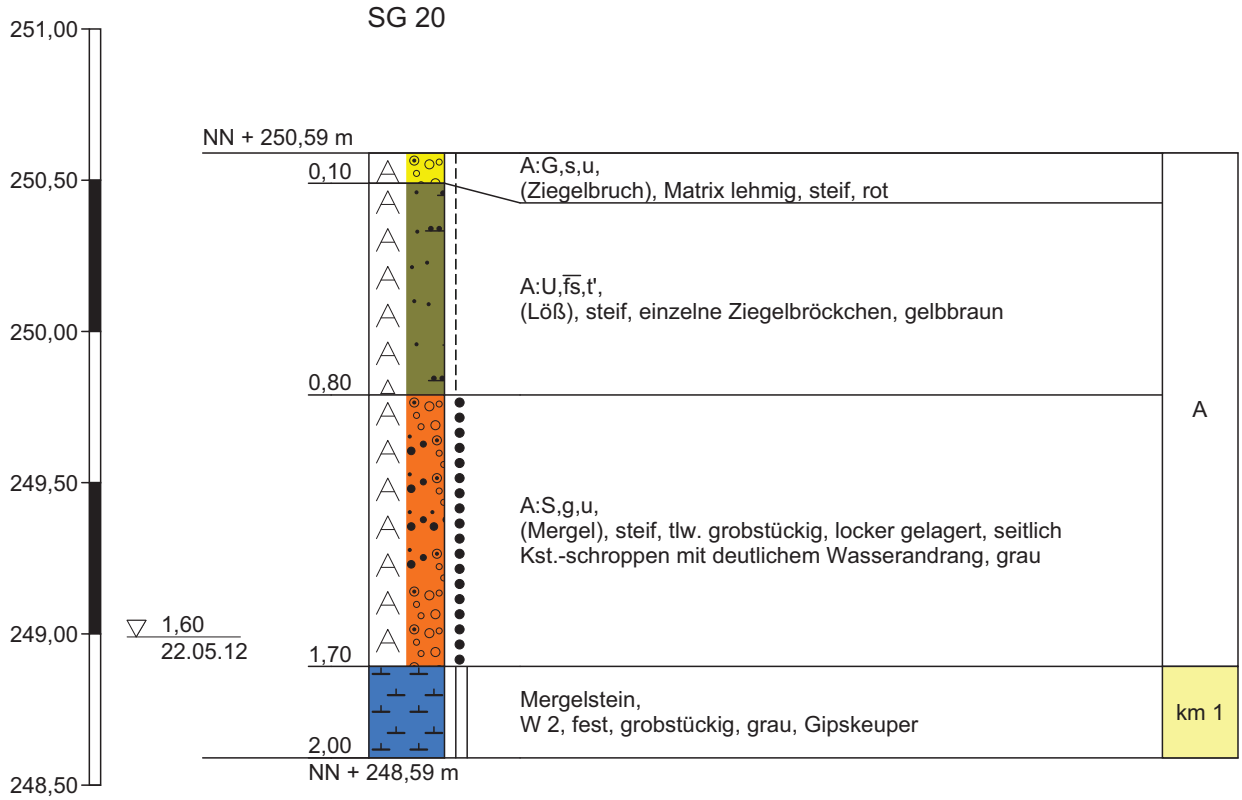
Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

Anlage: 2.20

Projekt: Mühlacker, Bebauung Ziegeleigelände

Auftraggeber: Südwest Immobilien GmbH

Bearb.: Mandel | Datum: 29.06.2012



GEOTECHNIK Stuttgart GmbH
Hoffeldstraße 15
70597 Stuttgart
Tel. 0711/75 86 556-0
Tel. 0711/75 86 556-66

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

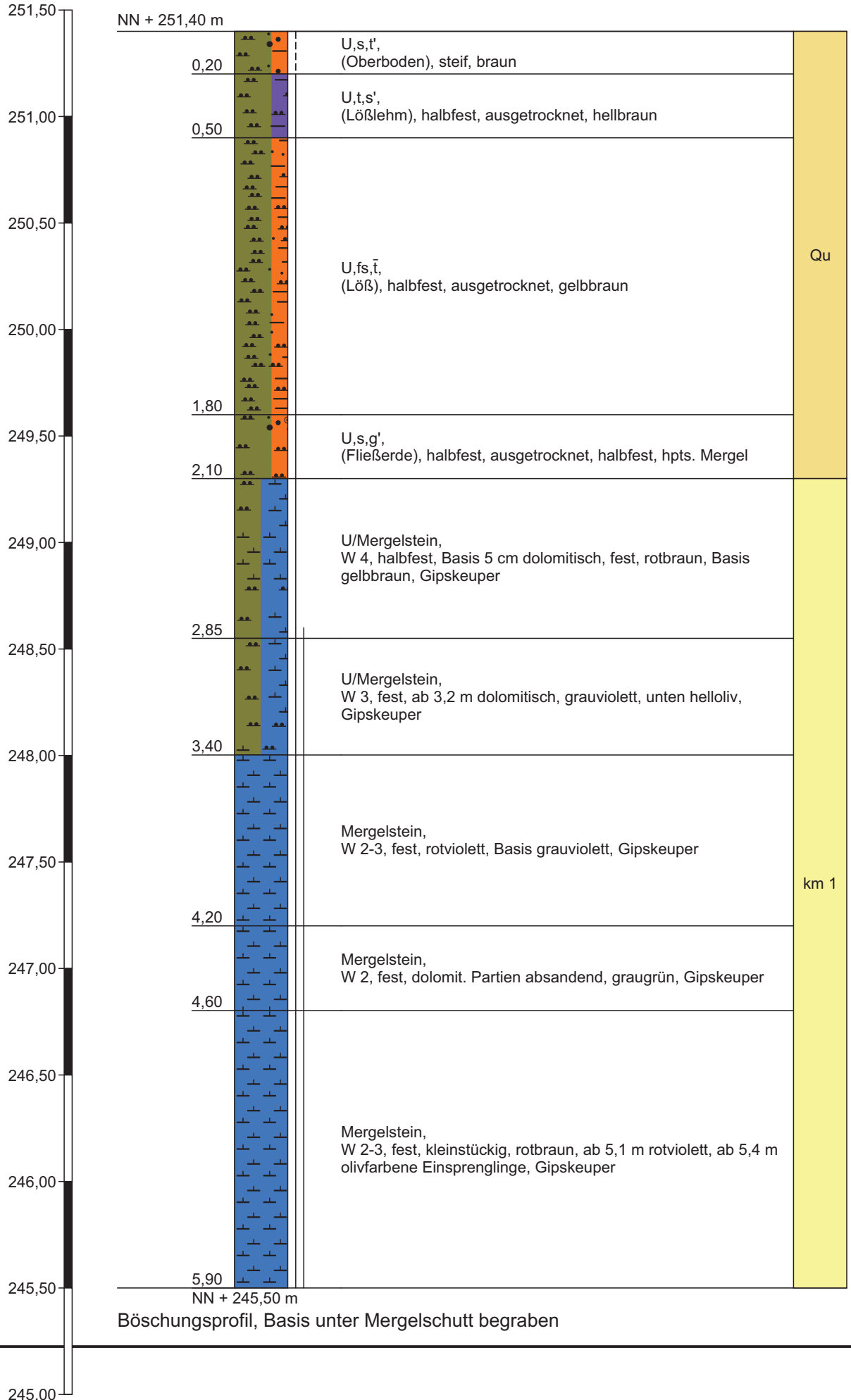
Anlage: 2.21

Projekt: Mühlacker, Bebauung Ziegeleigelände

Auftraggeber: Südwest Immobilien GmbH

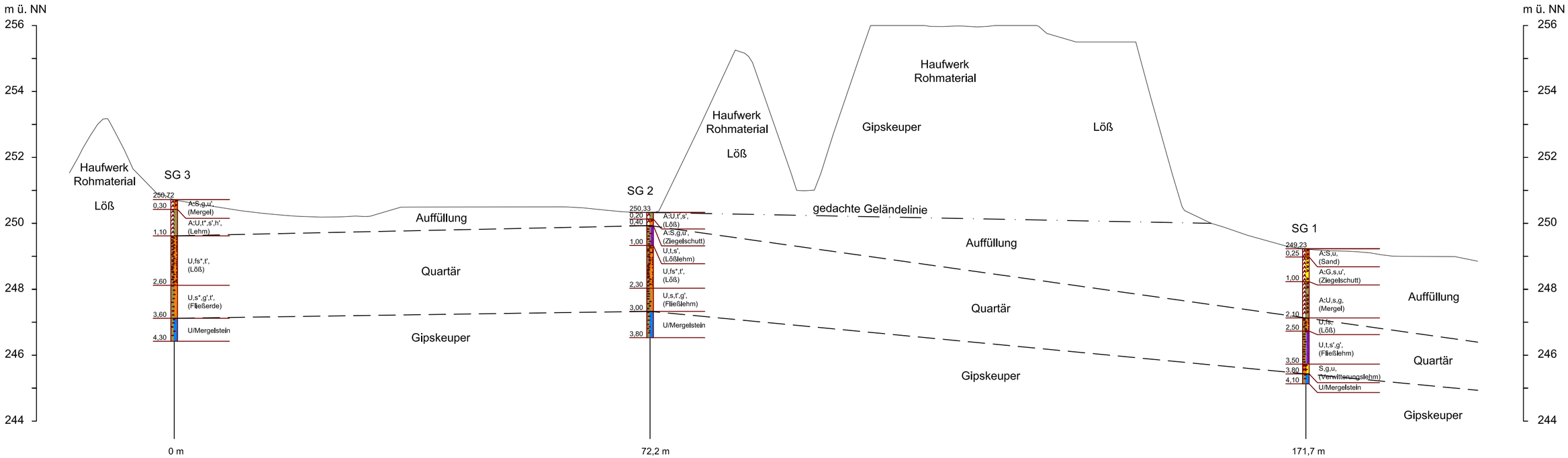
Bearb.: Mandel | Datum: 29.06.2012

SG 21



Böschungsprofil, Basis unter Mergelschutt begraben

Profilschnitt 1



Geologische Schichtfolge gekürzt und vereinfacht, Schichten interpoliert

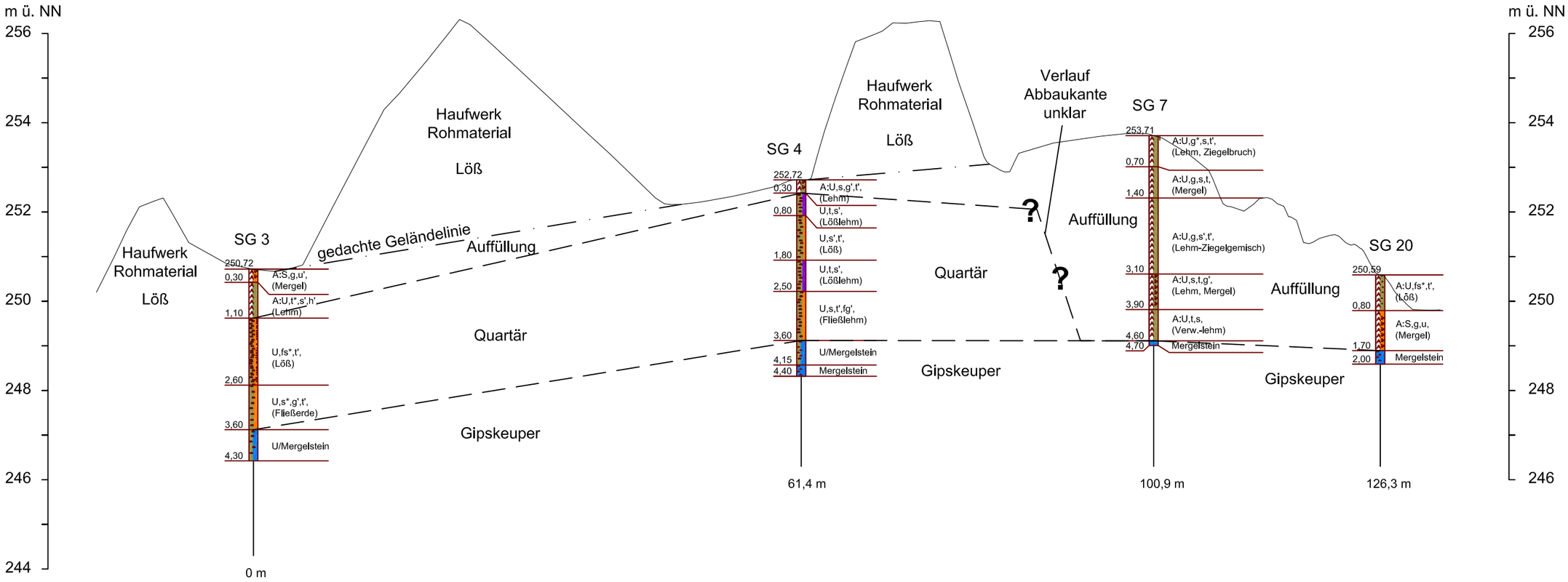
GEOTECHNIK
Stuttgart GmbH
Hoffeldstraße 15, 70597 Stuttgart
Tel.: 0711/ 75 86 556 - 0
Fax.: 0711/ 75 86 556 - 66
info@geotechnik-stuttgart.de

Projekt 12 019
Bebauung Ziegeleigelände
Mühlacker, Westteil
Profilschnitt 1

Auftraggeber
Südwest-Immobilien GmbH
c/o Toka Real Estate GmbH & Co.KG

Bearbeiter: J. Mandel	Datum: 29.06.2012
Gezeichnet: P. Dobusch	Maßstab: 1:500/1:100
Zeichnungs.Nr.: 11 019 L2	Anlage 3.1

Profilschnitt 2



Geologische Schichtfolge gekürzt und vereinfacht, Schichten interpoliert

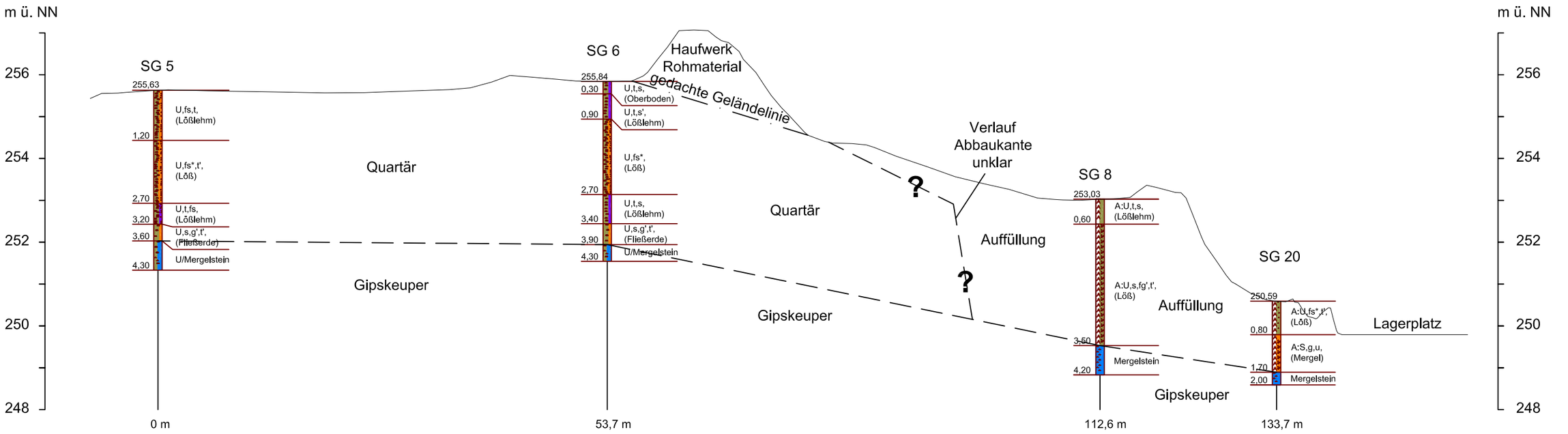
GEOTECHNIK
Stuttgart GmbH
Hoffeldstraße 15, 70597 Stuttgart
Tel.: 0711/ 75 86 556 - 0
Fax.: 0711/ 75 86 556 - 66
info@geotechnik-stuttgart.de

Projekt 12 019
Bebauung Ziegeleigelände
Mühlacker, Westteil
Profilschnitt 2

Auftraggeber
Südwest-Immobilien GmbH
c/o Toka Real Estate GmbH & Co.KG

Bearbeiter: J. Mandel	Datum: 29.06.2012
Gezeichnet: P. Dobusch	Maßstab: 1:500/1:100 (A3)
Zeichnungs.Nr.: 11 019 L2	Anlage 3.2

Profilschnitt 3



Geologische Schichtfolge gekürzt und vereinfacht, Schichten interpoliert

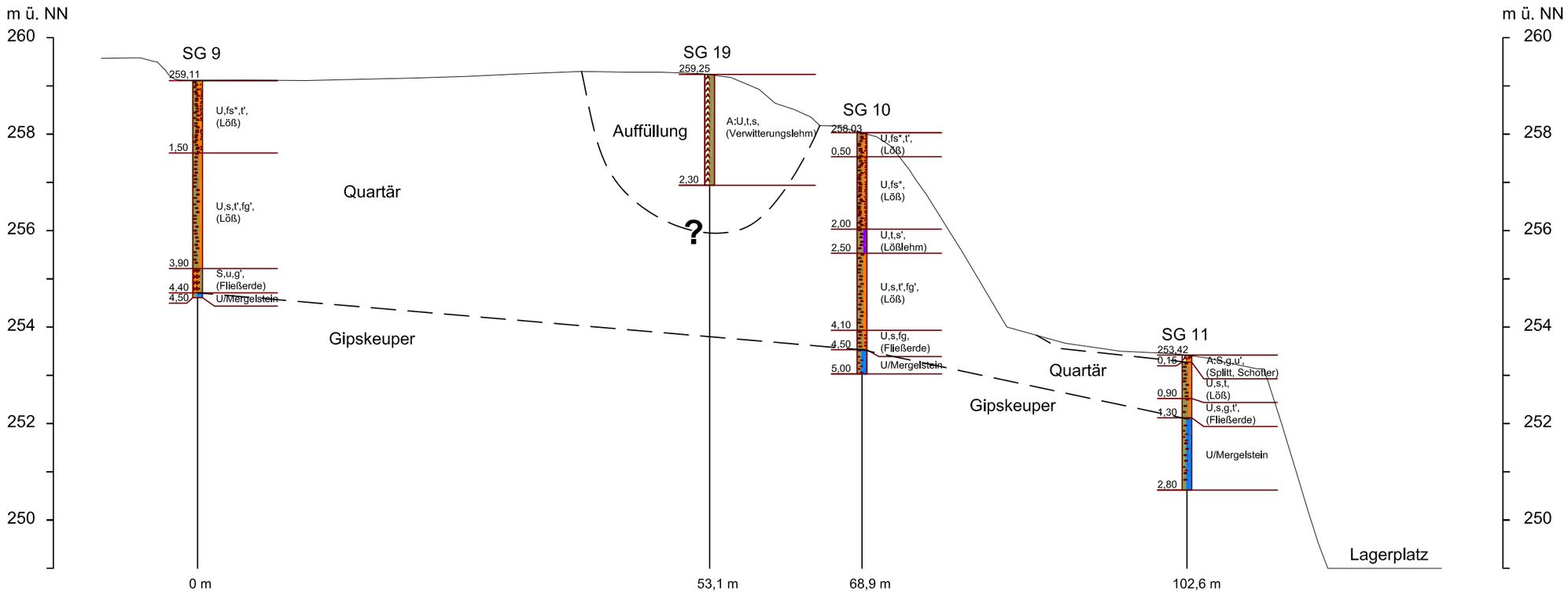
GEOTECHNIK
Stuttgart GmbH
Hoffeldstraße 15, 70597 Stuttgart
Tel.: 0711/ 75 86 556 - 0
Fax.: 0711/ 75 86 556 - 66
info@geotechnik-stuttgart.de

Projekt 12 019
Bebauung Ziegeleigelände
Mühlacker, Westteil
Profilschnitt 3

Auftraggeber
Südwest-Immobilien GmbH
c/o Toka Real Estate GmbH & Co.KG

Bearbeiter: J. Mandel	Datum: 29.06.2012
Gezeichnet: P. Dobusch	Maßstab: 1:500/1:100 (A3)
Zeichnungs.Nr.: 11 019 L2	Anlage 3.3

Profilschnitt 4



Geologische Schichtfolge gekürzt und vereinfacht, Schichten interpoliert

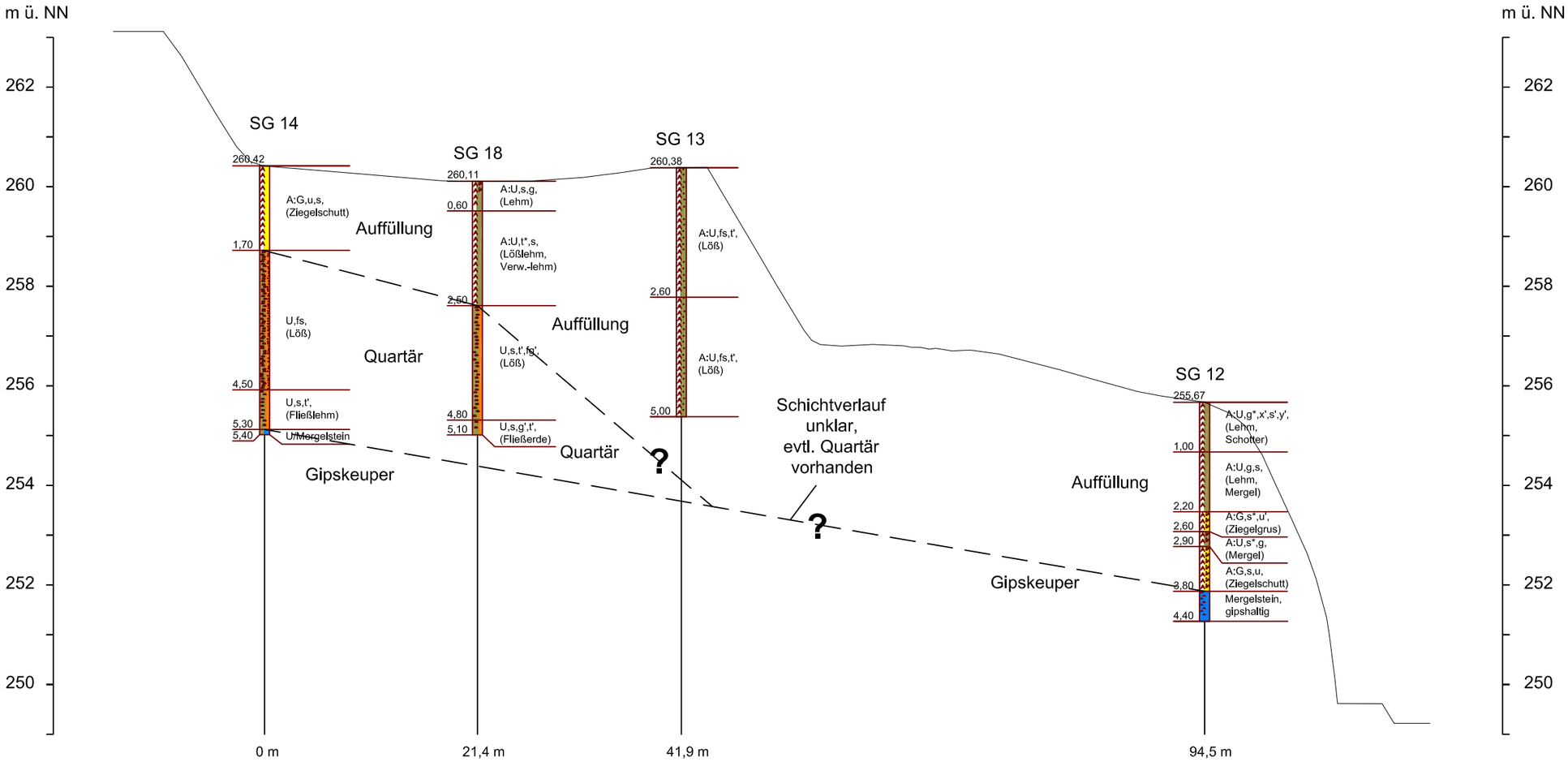
GEOTECHNIK
Stuttgart GmbH
Hoffeldstraße 15, 70597 Stuttgart
Tel.: 0711/ 75 86 556 - 0
Fax.: 0711/ 75 86 556 - 66
info@geotechnik-stuttgart.de

Projekt 12 019
Bebauung Ziegeleigelände
Mühlacker, Westteil
Profilschnitt 4

Auftraggeber
Südwest-Immobilien GmbH
c/o Toka Real Estate GmbH & Co.KG

Bearbeiter: J. Mandel	Datum: 29.06.2012
Gezeichnet: P. Dobusch	Maßstab: 1:500/1:100 (A3)
Zeichnungs.Nr.: 11 019 L2	Anlage 3.4

Profilschnitt 5



Geologische Schichtfolge gekürzt und vereinfacht, Schichten interpoliert

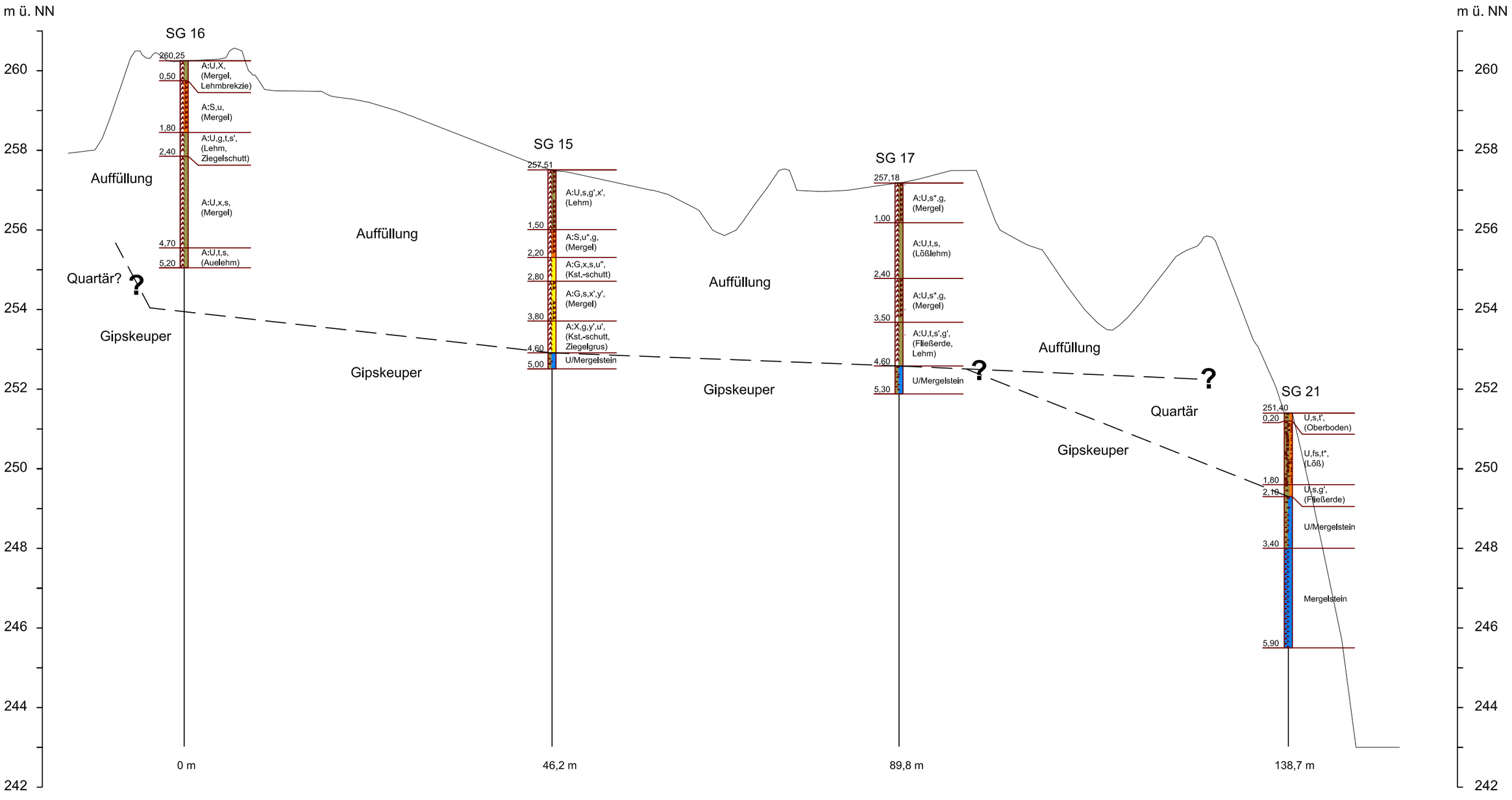
GEOTECHNIK
Stuttgart GmbH
Hoffeldstraße 15, 70597 Stuttgart
Tel.: 0711/ 75 86 556 - 0
Fax.: 0711/ 75 86 556 - 66
Info@geotechnik-stuttgart.de

Projekt 12 019
Bebauung Ziegeleigelände
Mühlacker, Westteil
Profilschnitt 5

Auftraggeber
Südwest-Immobilien GmbH
c/o Toka Real Estate GmbH & Co.KG

Bearbeiter: J. Mandel	Datum: 29.06.2012
Gezeichnet: P. Dobusch	Maßstab: 1:500/1:100 (A3)
Zeichnungs.Nr.: 11 019 L2	Anlage 3.5

Profilschnitt 6



Geologische Schichtfolge gekürzt und vereinfacht, Schichten interpoliert

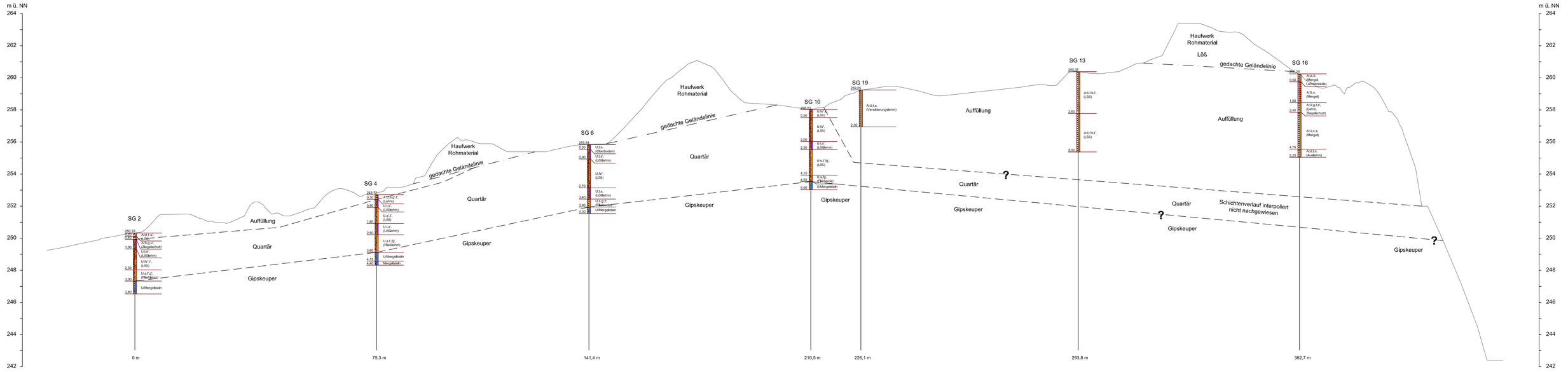
GEOTECHNIK
Stuttgart GmbH
Hoffeldstraße 15, 70597 Stuttgart
Tel.: 0711/ 75 86 556 - 0
Fax.: 0711/ 75 86 556 - 66
info@geotechnik-stuttgart.de

Projekt 12 019
Bebauung Ziegeleigelände
Mühlacker, Westteil
Profilschnitt 6

Auftraggeber
Südwest-Immobilien GmbH
c/o Toka Real Estate GmbH & Co.KG

Bearbeiter: J. Mandel	Datum: 29.06.2012
Gezeichnet: P. Dobusch	Maßstab: 1:500/1:100 (A3)
Zeichnungs.Nr.: 11 019 L2	Anlage 3.6

Profilschnitt 7



Geologische Schichtfolge gekürzt und vereinfacht, Schichten interpoliert

GEOTECHNIK Stuttgart GmbH Hohlgrundstraße 15, 70597 Stuttgart Tel.: 0711 75 86 556 +7 Fax: 0711 75 86 556 +56 info@geotechnik-stuttgart.de	Projekt 12 019 Bebauung Ziegeleigelände Mühlacker, Westteil Profilschnitt 7	
Auftraggeber Südwest-Immobilien GmbH c/o Toka Real Estate GmbH & Co.KG	Bearbeiter: J. Mandel	Datum: 29.06.2012
	Gezeichnet: P. Dobusch	Maßstab: 1:500/1:100
	Zeichnungs.Nr.: 11 019 L2	Anlage 3.7

GEOTECHNIK Stuttgart GmbH
Hoffeldstraße 15
70597 Stuttgart
Tel. 0711/75 86 556-0
Tel. 0711/75 86 556-66

Legende und Zeichenerklärung nach DIN 4023

Anlage: 4.1

Projekt: Mühlacker, Bebauung Ziegeleigelände

Auftraggeber: Südwest Immobilien GmbH

Bearb.: Mandel | Datum: 29.06.2012

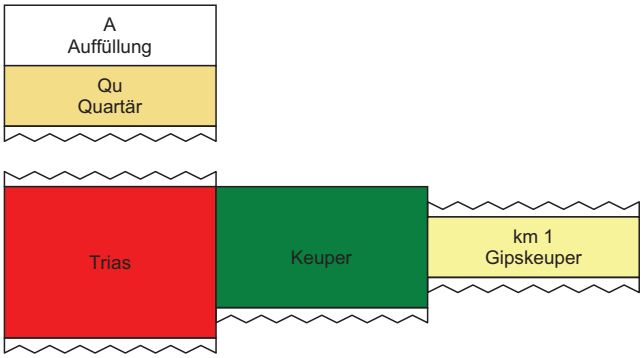
Boden- und Felsarten

- Auffüllung, A
- Steine, X, steinig, x
- Kies, G, kiesig, g
- Sand, S, sandig, s
- Schluff, U, schluffig, u
- Blöcke, Y, mit Blöcken, y
- Feinkies, fG, feinkiesig, fg
- Feinsand, fS, feinsandig, fs
- Mergelstein, Mst
- Ton, T, tonig, t

Korngrößenbereich
f - fein
m - mittel
g - grob

Nebenanteile
' - schwach (<15%)
_ - stark (30-40%)

Stratigraphie



Sonstige Zeichen

naß, Vernässungszone oberhalb des Grundwassers

Lagerungsdichte

locker | mitteldicht | dicht | sehr dicht

Konsistenz

breiig | weich | steif | halbfest | fest

Proben

A1 1,00 Probe Nr 1, entnommen mit einem Verfahren der Entnahmekategorie A aus 1,00 m Tiefe

B1 1,00 Probe Nr 1, entnommen mit einem Verfahren der Entnahmekategorie B aus 1,00 m Tiefe

C1 1,00 Probe Nr 1, entnommen mit einem Verfahren der Entnahmekategorie C aus 1,00 m Tiefe

W1 1,00 Wasserprobe Nr 1 aus 1,00 m Tiefe

GEOTECHNIK Stuttgart GmbH
Hoffeldstraße 15
70597 Stuttgart
Tel. 0711/75 86 556-0
Tel. 0711/75 86 556-66

Legende und Zeichenerklärung nach DIN 4023

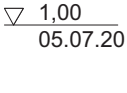
Anlage: 4.2

Projekt: Mühlacker, Bebauung Ziegeleigelände

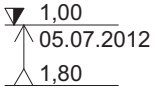
Auftraggeber: Südwest Immobilien GmbH

Bearb.: Mandel | Datum: 29.06.2012

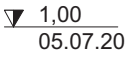
Grundwasser



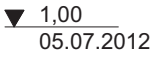
Grundwasser am 05.07.2012 in 1,00 m unter Gelände angebohrt



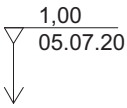
Grundwasser in 1,80 m unter Gelände angebohrt, Anstieg des Wassers auf 1,00 m unter Gelände am 05.07.2012



Grundwasser nach Beendigung der Bohrarbeiten am 05.07.2012



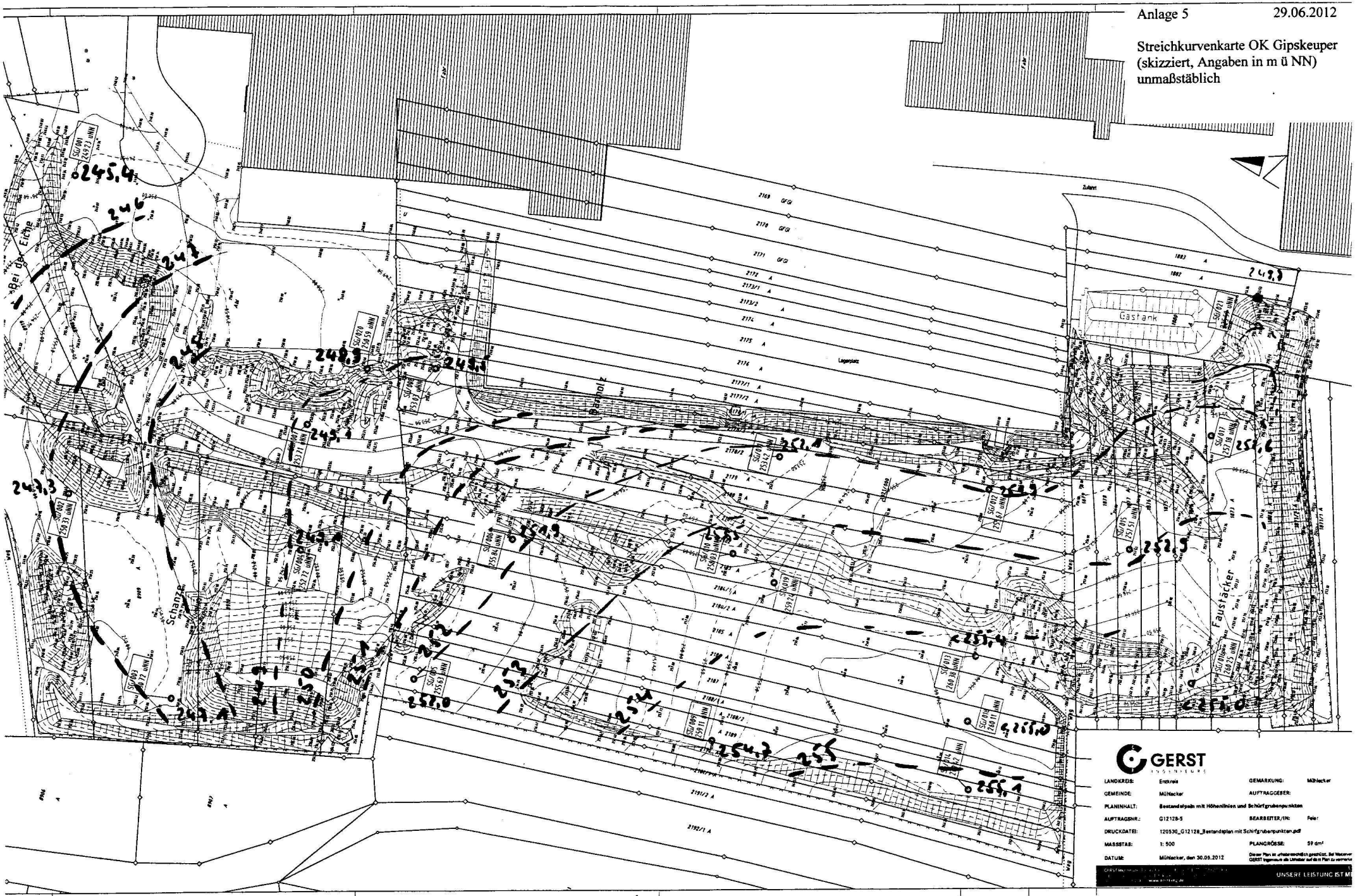
Ruhewasserstand in einem ausgebauten Bohrloch



Wasser versickert in 1,00 m unter Gelände

Anlage 5 29.06.2012

Streichkurvenkarte OK Gipskeuper
(skizziert, Angaben in m ü NN)
unmaßstäblich



Schürfgrube	Bodenprobe	Natürliche Wassergehalte					
	M u GOK	Auffüllung	Löß/Lößlehm	Fließerde/Fließlehm	Verw.-lehm	Gipskeuper	Bemerkungen
SG 1	2,1-2,2		22,0				
	3,0			20,1			
	3,7				13,9		
SG 2	1,2-1,3		19,0				
	3,5					12,3	
SG 3	1,4		22,0				
	2,7			19,8			
	3,7					29,0	Vollständig verw.
SG 4	1,5			20,1			
	1,8-1,9		23,3				
	2,9			20,4			
	4					25,2	Vollständig verw.
SG 5	1,0-1,1		20,2				
	1,5-1,6		22,7				
	2,9		23,8				
	3,4-3,5			22,9			
	4,1					24,2	
SG 6	1,1		19,9				
	1,7		20,7				
	2,8		26,7				Lößlehm
SG 7	2,2	18,8					
	3,2	17,8					
	4,2	13,9					
	4,7					13,7	
SG 8	1,6-2,0	23,8					Lehm
	1,6-2,0	18,5					Mergel
	4,0					12,5	
SG 9	1,4		23,8				
	1,9-2,0		25,9				
	3,2		22,0				
	4,5					26,9	Vollständig verw.
SG 10	1,4		24,5				
	2,2		27,6				Lößlehm
	3,5		23,2				
	4,2			25,5			
	5,0					21,5	
SG 11	0,8		22,6				
	1,5					19,6	
	2,1-2,2					15,0	
	2,8					15,4	
SG 12	1,0-2,2	18,7					
	3,9					11,2	
	4,2					17,4	Gipshaltig
SG 13	1,7	19,8					
	4,0	22,7					Lößmaterial
SG 14	2,2		25,5				
	4,7			22,4			
SG 15	4,8					27,8	Vollständig verw.
SG 16	1,1-1,2	17,1					
	2,8	16,9					
	3,2	15,7					
	4,5	17,4					
SG 17	1,5	24,8					
	3,7	26,6					
	5,0					18,0	
Anzahl	**55**	**14**	**19**	**7**	**1**	**15**	
Min		**13,9**	**19,0**	**19,8**		**11,2**	
Max		**26,6**	**27,6**	**25,5**		**29,0**	
Mittelwert		**19,5**	**23,1**	**21,6**	**13,9**	**19,3**	