



Grundwassermodell Flutpolder Eltheim und Wörthhof Hydrogeologisches Modell, Modellkonzepte

Anlage 7.1.2 goelektrische Erkundung



Arbeitsgemeinschaft Simultec – tewag

Simultec AG, Hardturmstr. 261, CH-8005 Zürich, +41 44 563 86 20, www.simultec.ch

tewag GmbH, Blumenstr. 24, D-93055 Regensburg, +49 941 208633-60, www.tewag.de

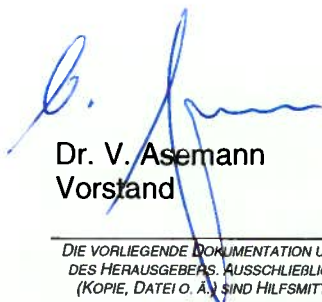
Geoelektrische Erkundung im Bereich Geisling - Pfatter

Auftraggeber: Wasserwirtschaftsamt Regensburg
Landshuter Str. 59
93053 Regensburg


Auftragnehmer: K-UTEC AG Salt Technologies
Am Petersenschacht 7
99706 Sondershausen

Bearbeiter: Dr. Markus Brüning
Dipl.-Phys. Natascha Vollmer

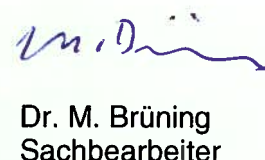
Sondershausen, den 16. März 2017



Dr. V. Asemann
Vorstand



Dipl.-Geophys. A. Gessert
Abteilungsleiterin Geophysik



Dr. M. Brüning
Sachbearbeiter

Inhaltsverzeichnis

1	Aufgabenstellung	4
2	Grundlagen	4
2.1	Verfahrensbeschreibung Geoelektrische Tomographie (2D-DCE)	4
2.2	Geologische Situation	5
3	Durchführung der Messungen	5
4	Auswertung	8
5	Ergebnisse	9
5.1	Quartär	10
5.2	Tertiär-Kreide-Abgrenzung	11
5.3	Tertiär	12
5.4	Tertiär-Kreide-Abgrenzung unter Einbeziehung der neuen Bohrungen	12
6	Zusammenfassung	13

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: a) Terrameter LS, b) Elektrodenspieß mit Verbindungskabel zum Multipolkabel, c) Profil westl. der Landstraße, Blickrichtung Norden, d) Profil westl. der Landstraße, Blickrichtung Süden; Standort Donaudeich, e) Gleicher Standort, Blickrichtung Norden, f) Profil östlich der Landstraße, Blickrichtung Süden	6
Abbildung 2: Korrelation von Elektroden und Geländehöhe	8

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Profilübersicht	7
Tabelle 2: Liste Bohrprofile (Quelle: WWA)	9
Tabelle 3: Neue Bohrungen 12/2016 (Quelle: tewag)	10
Tabelle 4: Vorkommen Tertiär	13

Anlagenverzeichnis

- Anlage 1: Lageplan
- Anlage 2a: Ergebnisse der geoelektrischen Messung, Profil 1, 4 und 7
- Anlage 2b: Ergebnisse der geoelektrischen Messung, Profil 2, 6 und 9
- Anlage 2c: Ergebnisse der geoelektrischen Messung, Profil 8, 3 und 5
- Anlage 3a: Ergebnisse der geoelektrischen Messung, Profil 1, 4 und 7, geändertes Prozessing
- Anlage 3b: Ergebnisse der geoelektrischen Messung, Profil 2, 6 und 9, geändertes Prozessing
- Anlage 3c: Ergebnisse der geoelektrischen Messung, Profil 8, 3 und 5, geändertes Prozessing
- Anlage 4a: Interpretation, Profil 1, 4 und 7
- Anlage 4b: Interpretation, Profil 2, 6 und 9
- Anlage 4c: Interpretation, Profil 8, 3 und 5
- Anlage 5: Bohrprofile
- Anlage 6: Lageplan mit Vorkommen Tertiär

Rev. 2

1 Aufgabenstellung

Das Wasserwirtschaftsamt Regensburg (WWA) beauftragte am 30.05.2016 die K-UTEC AG Salt Technologies (K-UTEC), eine geoelektrische Erkundung im Bereich Geisling - Pfatter durchzuführen. Die Firma tewag Technologie – Erdwärmeanlagen – Umweltschutz GmbH (tewag) wurde von Seiten des WWA in die Erkundung mit einbezogen und berät das WWA. Ziel der Untersuchung ist die Ermittlung der im Untergrund anstehenden Sedimente, besonders tertiäre Tone, Schluffe und Feinsande. Diese können mit einigen Metern Mächtigkeit oder auch gar nicht vorkommen. Darunter folgen immer Kreidesand- und -tonsteine. Die neuen Erkenntnisse sollen in ein Grundwassermodell einbezogen werden, welches für den Hochwasserschutz notwendig ist.

Die Erkundung soll die Strukturen bis in Tiefen von 20 m bis 30 m klären und gegebenenfalls Bohrvorschläge für Bereiche machen, in denen die vorhandenen Bohrungen keine ausreichende Interpretation der geoelektrischen Daten erlauben.

Die geplanten Profile befinden sich zwischen den Ortschaften Geisling und Pfatter etwa 20 km östlich von Regensburg südlich der Donau. Sie verlaufen westlich und östlich der die Donau querenden Landstraße St2146 und nördlich bzw. südlich des Donaudeiches. Die Gesamtlänge beträgt in etwa 3,4 km.

Die Untergrunderkundung soll mittels Multipol-Geoelektrik durchgeführt werden. Im folgenden Kapitel wird dieses Verfahren erläutert.

In dieser überarbeiteten Version sind die Ergebnisse aus vier neuen Bohrungen, welche aufgrund der Ergebnisse der Geoelektrikvermessung vorgeschlagen wurden, mit eingeflossen. Die Interpretation der Geoelektrik wird entsprechend aktualisiert.

2 Grundlagen

2.1 Verfahrensbeschreibung Geoelektrische Tomographie (2D-DCE)

Das methodische Konzept der geoelektrischen Widerstandsverfahren besteht darin, dass allgemein die gemessene horizontale bzw. vertikale Verteilung der spezifischen elektrischen Gesteinswiderstände in lithologisch-strukturelle Informationen transformiert wird. Dies gestattet eine Analyse des Schichtaufbaus bzw. die Abgrenzung geogen oder anthropogen bedingter Strukturen und Anomaliezonen. In der Regel erfolgt die Interpretation auf der Basis eines Schichtmodells (wahre spezifische Widerstände) des Untergrundes, das mit Hilfe entsprechender Inversionsalgorithmen aus den Messungen (scheinbare spezifische Widerstände) abgeleitet wird. Voraussetzung hierfür sind hinreichende Widerstandskontraste zwischen den gegeneinander abzugrenzenden Komplexen, hier Sand, Schluff, Ton, Sandstein.

Als Spezialvariante der geoelektrischen Verfahren kombiniert die Goelektrische Tomographie gewissermaßen Tiefensondierung (VES) und Kartierung herkömmlicher Konfigurationen und liefert mit Hilfe moderner 2D-Inversionssoftware einen 2-dimensionalen Tiefenschnitt des Untergrundes. Die hohe Informationsdichte gewährleistet, insbesondere bei kleinräumiger Variation der Verhältnisse, eine höhere Aussagesicherheit. Die Feldmessungen erfolgen mit Multielektroden-Spezialmesskabel und einer rechnergesteuerten Goelektrikapparatur.

2.2 Geologische Situation

Das zu untersuchende Gebiet liegt am Ufer der Donau und erstreckt sich bis zu einem Kilometer ins Landesinnere. Die Topographie ist durchgehend eben; nur im Bereich zwischen Deich und Donau (Außendeich) sind einige durch Hochwasser abgelagerte Dünen vorhanden. Bei dem Bewuchs im Außendeich handelt es sich ausschließlich um Gras, im Binnendeich werden neben Getreide auch Kartoffeln und Rüben angebaut. Das gesamte Messgebiet ist durch die ehemals hier mäandernde Donau geprägt.

Die im Untersuchungsgebiet anstehende Schichtenfolge besteht aus dem Mutterboden und darunter lagernden ca. 8 m bis 14 m mächtigen Auenlehmen, Sanden und Kiesen aus dem Quartär, gefolgt von Tertiärtonen, -schluffen, und -feinsanden mit teilweise eingeschalteten Braunkohlelagen. Gegebenenfalls sind nur wenige Meter Tertiär oder auch gar kein Tertiär ausgebildet. Im Liegenden können in einigen Bereichen kreidezeitliche (Kalk-)Sandsteine bzw. Tonsteine angetroffen werden. In den Anlagen 2a bis 2c sind die bei den Messprofilen vorhandenen Bohrprofile mit dargestellt. Bis zum Zeitpunkt der Messung wurden im Messgebiet nur Kreidesandsteine erbohrt, folglich zielte die Messung auf die Unterscheidung zwischen feinkörnigerem Tertiär zu gröberem Kreidesandstein.

3 Durchführung der Messungen

Die Messungen erfolgten in der Woche vom 04.07.2016 bis zum 07.07.2016. Vor Beginn wurden die Profile mit einer Gruppe, bestehend aus WWA, tewag, Anliegern und Landwirten, abgegangen, um Konflikte zu vermeiden. Die Lage der Profile wurde wo nötig angepasst. So sollten die Messungen vor den Wald- und Buschbereichen östlich der Straße beendet sein. In landwirtschaftlich bebauten Flächen sollten die Profile in Fahrspuren mit möglichst geringen Flurschäden anzulegen sein.



Abbildung 1: a) Terrameter LS, b) Elektrodenspieß mit Verbindungskabel zum Multipolkabel, c) Profil westl. der Landstraße, Blickrichtung Norden, d) Profil westl. der Landstraße, Blickrichtung Süden; Standort Donaudeich, e) Gleicher Standort, Blickrichtung Norden, f) Profil östlich der Landstraße, Blickrichtung Süden

Die Messungen wurden mittels Terrameter LS der Fa. ABEM durchgeführt (Abbildung 1a). Am Anfang der Messkampagne wurden unterschiedliche Konfigurationen, d. h. unterschiedliche Arten der Ansteuerung der Elektroden getestet. Als geeignetste Methode wurde eine Gradienten-Konfiguration (Grad64B) gewählt, welche eine hohe Sensitivität für vertikale und horizontale Strukturen aufweist. Sie nutzt dazu die Mehrkanaligkeit des Terrameters optimal und führt bis zu acht Einzelmessungen gleichzeitig durch. Es wurden zwei Multipolkabel a 32 Elektroden (Abbildung 1b), also 64 Elektroden für eine Auslage verwendet. Der Elektrodenabstand betrug 3 m. Daraus ergab sich eine Basislänge von 189 m. Je Verlängerung wurden weitere 32 Elektroden bzw. 96 m in Profilrichtung zugefügt bzw. hinten abgehängt und die Messapparatur Terrameter um eine Kabellänge versetzt. Dieses Roll-Along-Verfahren misst dabei nur die an der verlängerten Seite nötigen neuen Elektrodenkombinationen und spart so im Gegensatz zu aneinandergereihten Einzel-sektionen Messzeit ein.

Tabelle 1: Profilübersicht

Profil	Länge [m]	Orientierung	Messdatum
1	549	SSW → NNE	04.07.2016
2	447	SSW → NNE	05.07.2016
3	360	NNW → SSE	05.07.2016
4	189	SSW → NNE	05.07.2016
5	273	NNW → SSE	06.07.2016
6	225	SSW → NNE	06.07.2016
7	324	SSW → NNE	06.07.2016
8	861	NNW → SSE	06. + 07.07.2016
9	249	SSW → NNE	07.07.2016

Die Geländehöhen und Koordinaten entlang der Profile wurden durch einen Vermesser des WWA aufgenommen. Zusätzlich wurden die Elektrodennummern an markanten Geländepunkten, z. B. Deichkronen, festgehalten, um die spätere korrekte Korrelation sicherzustellen. Anlage 1 zeigt einen Lageplan des Messgebietes mit der Einmessung durch das WWA, den vorhandenen Bohrungen und einem Google Maps Bild als Hintergrund. Hier ist anzumerken, dass das Satellitenbild nicht ganz zu den durch projizierte Koordinaten dargestellten Profilen und Bohransatzpunkten passt. Trotz möglichst exakter Anpassung von Geländemarken, wie Wegquerungen und Waldrändern, bleibt ein kleiner Fehler von wenigen Metern bestehen.

4 Auswertung

Die Höhen entlang des Profils sind eine Voraussetzung für eine korrekte Verarbeitung der Geoelektrikdaten. In der Auswertung der Daten wird jeder Elektrode ein Höhenwert zugewiesen. Darstellungen wie in Abbildung 2 erlauben die Kontrolle der richtigen Verbindung von Elektrodennummer und Höhenwert.

Die Daten wurden per Terrameter LS Toolbox – Software exportiert. Messwerte, die extrem abweichende oder negative Widerstände oder Fehler über 8 % aufwiesen, wurden hier schon eliminiert.

Weiter wurden die Rohdaten in der Software DC2DInvRes (www.resitivity.net) dargestellt und Messwerte mit abweichenden Werten gelöscht. Die so ausgeschlossenen Messwerte stellen weniger als 5 % der gesamten Messwerte dar.

Die Inversion, die Berechnung der Tomographie und die Zuordnung der gemessenen Widerstände zu x-z-Koordinaten entlang des Profils, erfolgt in der Software BERT2 (www.resitivity.net).

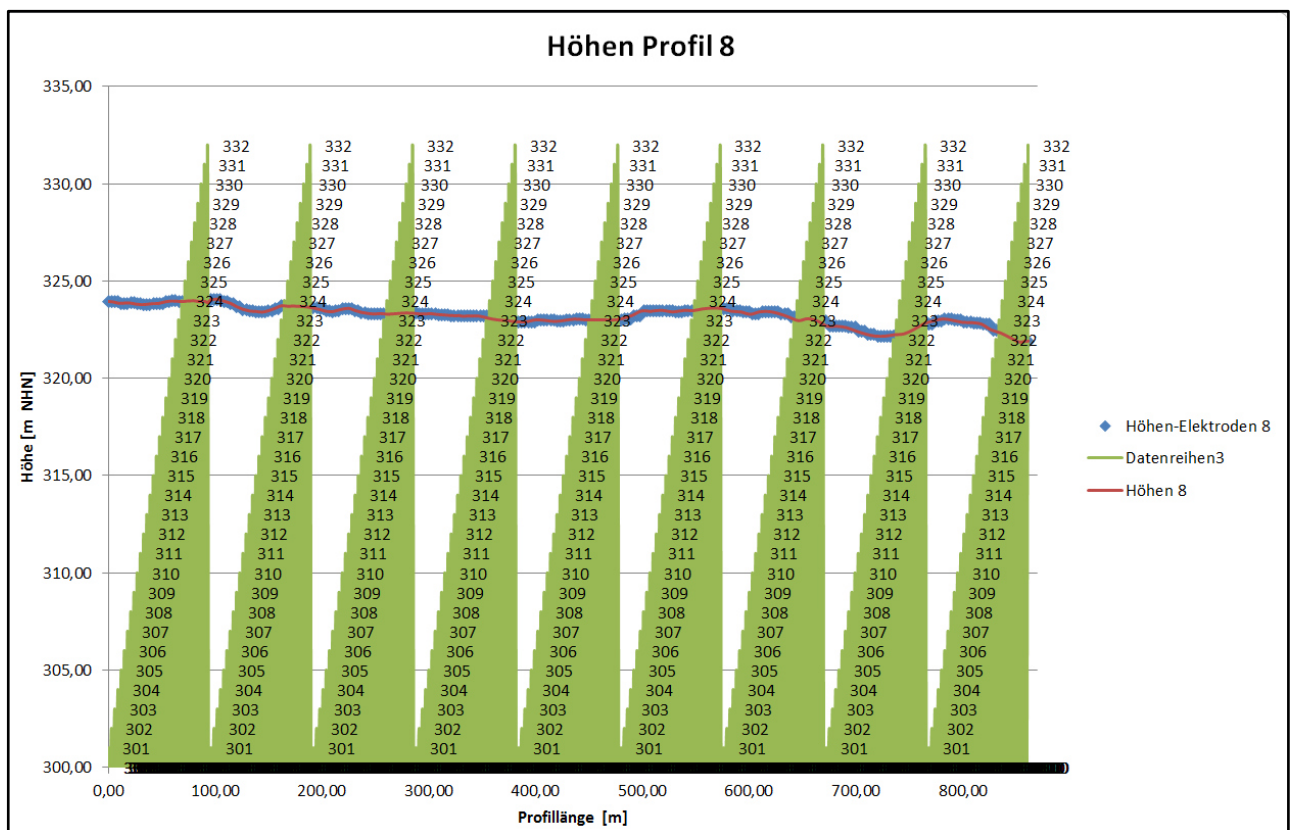


Abbildung 2: Korrelation von Elektroden und Geländehöhe

Die Anlagen 2 und 3 zeigen die so errechneten Modelle als farbcodierte Verteilung des scheinbaren Widerstandes als 2D-Schnitt entlang der Profillinie. Beiden Anlagen liegen dieselben Rohdaten zugrunde, beim Prozessieren wurden jedoch unterschiedliche Gewichtungen der Horizontalen zur Vertikalen gewählt. Die Interpretation für die Ergebnisse beruht auf beiden Prozessingvarianten. Die Topographie ist in den Abbildungen mit einbezogen und ohne Überhöhung dargestellt.

5 Ergebnisse

Im gesamten Messgebiet zeigt sich eine ähnliche Widerstandsverteilung: die oberen ca. 5 m weisen geringe spezifische Widerstände um 50 Ω m auf. Darunter folgt bei einer Tiefe von etwa 10 m ein Widerstandsmaximum mit Werten über 100 Ω m. Bis zur Unterkante der geforderten Erkundungstiefe nimmt der Widerstand wieder ab, wobei lokale Unterschiede festzustellen sind.

Anlage 4 zeigt die überarbeitet graphische Darstellung der Interpretation. Die Interpretation der geoelektrischen Profile erfolgt unter Einbeziehung der in den Tabellen 2 und 3 aufgelisteten Bohrprofile, welche vom WWA zur Verfügung gestellt wurden. Die Tabelle 2 enthält die ursprünglich, vor der Erkundung vorhandenen Bohrprofile, wohingegen Tabelle 3 die nach den Ergebnissen der Geoelektrik vorgeschlagenen neuen Bohrungen auflistet. Die Bohrungen sind, wo geoelektrikprofilnah, in die Abbildungen der Geoelektrik verkleinert mit einbezogen. Vollständig und in Originalgröße sind die Bohrergebnisse in Anlage 5 beigefügt. Auf die sich neu ergebenden Änderungen in der Interpretation wird ausführlich in Kapitel 5.4 eingegangen.

Tabelle 2: Liste Bohrprofile (Quelle: WWA)

BIS_ID	Objektname	Kurzname
7040BG000006	Pfatter, BV Donaustufe, 600 W (1973)	600 W
7040BG000007	NW Pfatter, BV Donaustufe, B.601 W (1973)	B.601 W
7040BG000008	NW Pfatter, BV Donaustufe, B.602 W (1973)	B.602 W
7040BG000009	NW Pfatter, BV Donaustufe, B.602 aw (1973)	B.602 aw
7040BG000010	NW Pfatter, BV Donaustufe, B.603 W (1973)	B.603 W
7040BG000011	NW Pfatter, BV Donaustufe, B.604 W (1973)	B.604 W
7040BG000067	NW Pfatter, BV Donaustufe, B.600 aw (1973)	B.600 aw
7040BG000068	NW Pfatter, BV Donaustufe, 600 bw	600 bw
7040BG000069	NW Pfatter, BV Donaustufe, 600 cw	600 cw
7040BG015063	Seppenhausen, Donauausbau, R 67	R 67
7040BG015315	NW Pfatter, Verlegung St 2146, RS 1	RS 1
7040BG015316	NW Pfatter, Verlegung St 2146, RS 2	RS 2
7040BG015317	W Pfatter, Verlegung St 2146, RS 3	RS 3

BIS_ID	Objektname	Kurzname
7040BG015318	W Pfatter, Verlegung St 2146, RS 4	RS 4
7040BG015327	NW Pfatter, BV Donaubrücke ST 2146, BK 5b	BK 5b
7040BG015328	NW Pfatter, BV Donaubrücke ST 2146, BK 5c	BK 5c
7040BG015329	NW Pfatter, BV Donaubrücke ST 2146, BK 6a	BK 6a
7040BG015330	NW Pfatter, BV Donaubrücke ST 2146, BK 6b	BK 6b

Tabelle 3: Neue Bohrungen 12/2016 (Quelle: tewag)

Bohrung	Vorschlag Nr.	Profil Nr.	Profilmeter	Tiefe [m uGOK]	Kreide [m uGOK]
41	2	6	95	30	11,5 bis 30,0
65	-	1	315	30	10,9 bis 30,0
66	3	3	125	30	10,9 bis 30,0
67	4	7	155	30	10,9 bis 30,0

5.1 Quartär

Bis in etwa 8 m bis 14 m Tiefe kommen laut Auftraggeberdokumenten quartäre Sedimente vor. Sie bestehen aus Mutterboden gefolgt von Feinsand, Schluff, oder Ton, wie in den Bohrprofilen abzu-lesen ist. Die Geoelektrikprofile bilden dies in mit spezifischen Widerständen um 50 Ω m ab. Lokal sind Variationen in der Mächtigkeit erkennbar, so schwankt sie meist zwischen drei und fünf Me-tern, lokal nimmt sie bis auf einen halben Meter ab. Da die Geländeoberfläche nahezu konstant bei 323 m ü. NN. liegt, resultiert die Variation aus der Oberkante der darunterliegenden Schicht. Fol-gende Besonderheiten können in den Daten der oberen Meter ausgemacht werden:

Mikrotäler oder Sedimentwellen erscheinen auf Profil 8 zwischen Profilmetern 225 und 360 als Wechsel der spezifischen Widerstände von rund 40 Ω m auf Distanzen von unter 10 Metern.

Auf Höhe der Landstraße, welche das Profil 8 überbrückt, sind die Widerstände bis in Tiefen von 15 m unter Gelände gegenüber den benachbarten Bereichen des Profils verringert. Vermutlich ist dieser Effekt durch winterlichen Streusalzeintrag hervorgerufen. Während der Messung war in dem Bereich vergleichsweise trockener Boden zu beobachten, was höhere Widerstände bewirken wür-de.

Unter diesem ersten, variablen Schichtpaket folgt das in allen Profilen ausgeprägte Widerstands-maximum mit 130 Ω m bis 315 Ω m und 10 m bis 15 m Mächtigkeit. Soweit Bohrungen zur Kalibrie-rung vorhanden sind, kann Kies zugeordnet werden. Donau nah kommen die höchsten Widerstän-de vor. Je nach Profil sind dies die der Donau am nächsten liegenden Profiltile: Profil 2 ca. 20 m, Profil 9 ca. 70 m, Profil 8 ca. 100 m. Zu erklären ist eine Erhöhung der Widerstände durch eine

Vergrößerung des Kiesel. Da für die vorhandenen Bohrungen nach Aussage der teward keine Korngrößenverteilungen vorliegen, kann dies zurzeit nicht verifiziert werden. Höhere Widerstände können ebenfalls durch trockeneren Boden durch Auslaufen des Grundwassers zum tieferliegenden Donauwasserspiegel hin verursacht sein. Das scheint nur die letzten Profilmeter auf den Profilen 2 und 9 zu betreffen, wo die oberen 3 m zu den übrigen flachen Bereichen erhöhte Widerstände aufweisen. Die beiden den Hochwasserschutzdeich querenden Profile 2 und 9 zeigen unterhalb des Deiches bzw. wasserseitig eine Lücke der erhöhten Widerstandswerte. Weitere Lücken treten auf Profil 1 (Profilmeter 250) und Profil 6 (Profilmeter 175) auf. Ob es sich dabei um eine Korngrößenänderung oder anderes handelt, ist ggf. mit Bohrungen zu klären.

Ein Bereich mit bis an die Erdoberfläche reichenden hohen spezifischen Widerständen (Profil 1 bei Profilmeter 315 und weiter nordwärts, Profil 7, Profilmeter 245 und weiter nordwärts, Anlage 3) scheint die Abbildung einer unter der Landstraße hindurchverlaufenden Kiesstruktur zu sein.

Auf Höhe der beiden Deichquerungen erscheint die hochohmige Kiesschicht unter dem Deich nicht. Der Deichkörper hingegen hat einen hohen Widerstand wie anderswo die Kiesschicht. Für eine korrekte Interpretation wäre es notwendig, über den Bau des Deiches Informationen einzuholen, ob z. B. das Deichmaterial aus dem Vorland entnommen oder von anderswo angefahren wurde.

5.2 Tertiär-Kreide-Abgrenzung

In Bohrungen wurde an einigen Stellen im Messgebiet das Tertiär angetroffen. Darauf basierend soll die Geoelektrik so kalibriert werden, dass tertiäre Schichten entlang der Profile erkannt werden können. Die Abgrenzung solcher Zonen, in denen tertiäre Sedimente vorkommen, zu jenen, in denen diese fehlen, ist nicht direkt möglich. Durch die Präsenz der quartären Kiesschicht mit hohen spezifischen Widerständen und darunterliegendem Ton oder Sandstein mit jeweils geringeren Widerständen ist keine Abgrenzung als separate Schicht in den farbcodierten Abbildungen der Anlage 2 möglich. Alternativ ist in diesem Fall der Gradient, d. h. die Abnahme der Widerstände im betreffenden Tiefenfenster von 8 m bis 18 m unter Geländeoberkante bzw. von 315 bis 305 m NN auszuwerten. Diese Tiefe wird entsprechend der Tiefenlage der maximalen Widerstände, d.h. der Kieslage angepasst. Eine Störung bildet bei dieser Form der Auswertung die Zone höherer Widerstände in Donaunähe, welche vermutlich durch gröbere Körnung des Kiesel hervorgerufen ist. Weiterhin ist ein Vorkommen von tieferen Braunkohlen problematisch und sollte per Bohrung geklärt werden (s. o.).

Wo es keine Anhaltspunkte für tertiäre Tone aus dem Gradientenverfahren gibt, wird die Basis Quartär gleich Top Kreide angenommen. Variationen der spezifischen Widerstände des Kreide-

sandsteines und des Kieses können ebenfalls den Gradienten, unabhängig vom Vorkommen des Tones, beeinflussen. Daher ist die Kalibrierung per Bohrdaten wichtig.

5.3 Tertiär

Am östlichen Ende von Profil 8 kommen zwischen Profilmeter 700 und 800 in Tiefen unter 300 m NN sehr geringe spezifische Widerstände unter $30 \Omega\text{m}$ vor. Anhand der in dem Bereich vorliegenden Bohrdaten kann auf ein bis in größere Tiefen (> 30 m unter Gelände) reichendes Vorkommen von tertiären Braunkohle- und Tonlagen geschlossen werden. Es handelt sich hier wahrscheinlich um eine Verfüllung eines ehemaligen Flussarmes. Auf anderen Profilen können ähnlich geringe Widerstände ausgemacht werden, die Widerstände sind jedoch nicht so gering wie am Ende von Profil 8. Die betreffenden Stellen lassen sich wie folgt auflisten: Profil 8, Profilmeter 90, ggf. auch Profilmeter 430 und 640; zu den beiden oben beschriebenen auf den nach Süden parallel liegenden Profilen 3, Profilmeter 120 und Profil 5 Profilmeter 50 bis 200; Profil 7, Profilmeter 50 bis 240; Profil 9, Profilmeter 50 bis 130.

5.4 Tertiär-Kreide-Abgrenzung unter Einbeziehung der neuen Bohrungen

Das Ziel der Bohrvorschläge war, die Zonen niedriger Widerstände anzubohren und dort das vermutete Tertiär nachzuweisen. Das Ergebnis der Bohrungen lieferte das Gegenteil der Vermutung: Es wurden kreidezeitliche Schluff- bzw. Tonsteine nachgewiesen. Dieses überraschende Ergebnis greift den Ausgangspunkt der gesamten Erkundung an. Ziel ist die Unterscheidung feinkörnigen Tertiärs (Tone, Schluffe, Feinsande) von grobkörnigerem Kreidesandstein. Da nach neueren Erkenntnissen die tiefere Basis unter dem fraglichen Tertiär gröbere Sandsteine oder auch feinkörniger bis hin zum Tonstein ist, wird die Unterscheidung zwischen Tertiär und Kreide durch die zu ähnlichen spezifischen Widerstände der beiden schwer möglich.

Weitere Bereiche mit geringen spezifischen Widerständen auf den Profilen 2 (320 m bis 420 m), 5 und 6 (um 190 m) könnten folglich tertiären Ursprungs sein. Eine Klärung alleinig anhand der Geoelektrik bleibt schwierig. Eine mögliche tertiäre Linse könnte die Bereiche Profil 8 (280 bis 865 m), Profil 5 (30 bis 230 m), Profil 9 (65 m bis 250 m), Profil 2 (340 m bis 420 m) und möglicherweise Profil 6 (175 m bis 220 m) umfassen.

Das Vorkommen von Tertiär auf Profil 2 (50 m bis 265 m) wird als unwahrscheinlicher angenommen, da die benachbarten Profile mit Bohrungen (3 und 6) nur Kreide aufzeigten. Das ursprünglich angenommene Vorkommen wird in diesem aktualisierten Bericht daher gestrichen.

Durch das mögliche Vorkommen von kreidezeitlichen Tonsteinen mit so geringen spezifischen Widerständen wie tertiären Ablagerungen wäre es sinnvoll, die verbleibenden Stellen mit niedrigen spezifischen Widerständen durch weitere Bohrungen zu prüfen. Zu nennen wären Profil 2 bei 320 m bis 420 m, Profil 5 und Profil 6 um 190 m.

Tabelle 3 listet das abgeleitete Vorkommen von tertiären Tonen im Messgebiet auf.

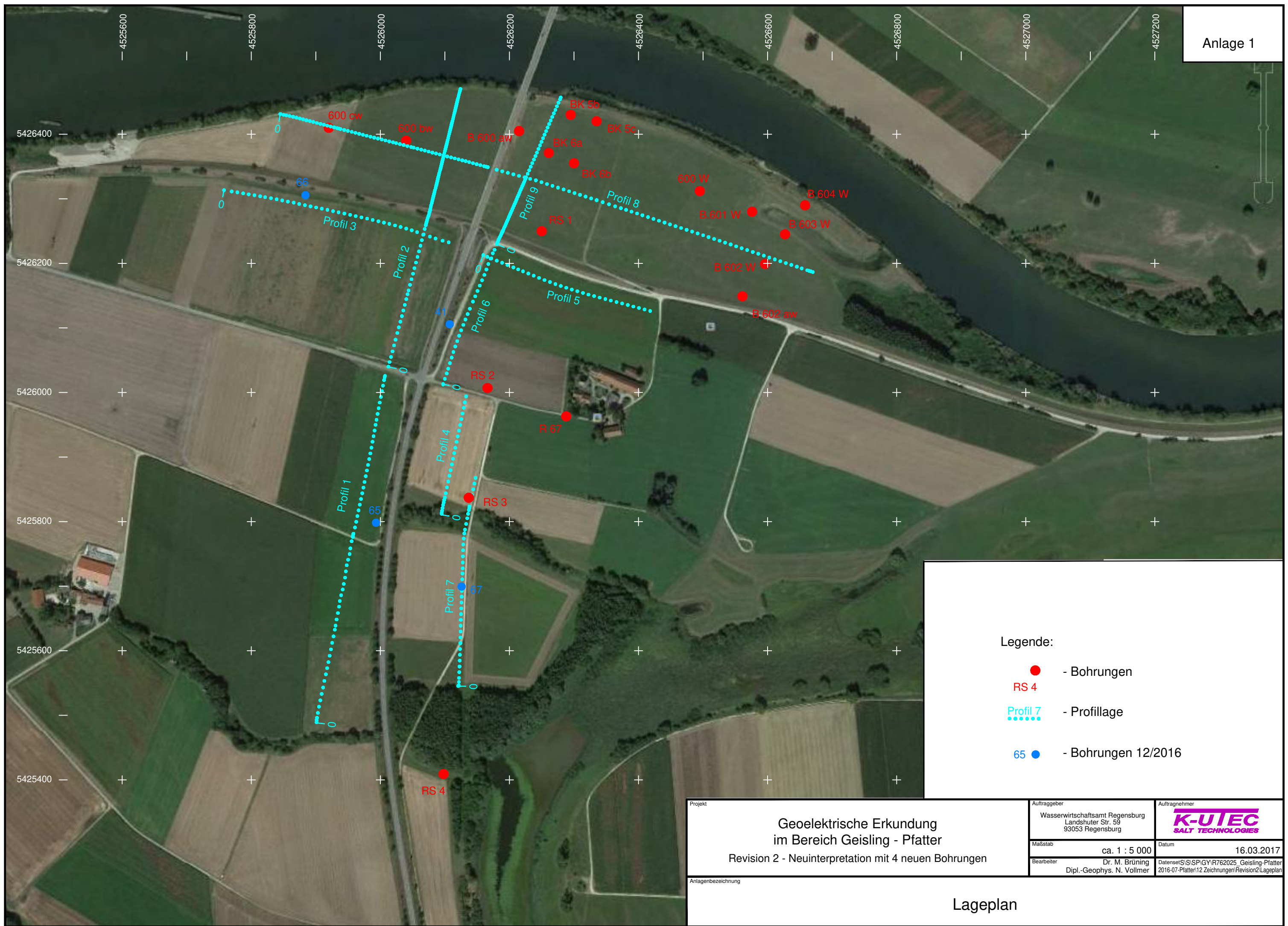
Tabelle 4: Vorkommen Tertiär

Profil	bei Profilmeter
1	-
2	(320 bis 420 ?)
3	-
4	-
5	(20 bis 235 ?)
6	(um 175 bis 220 ?)
7	-
8	160 bis 225, 280 bis 860
9	65 bis 250

Die Anlage 6 gibt eine Übersicht über die in Tabelle 4 aufgelisteten Vorkommen des Tertiärs.

6 Zusammenfassung

Quartäre Sedimente formieren die oberen etwa 10 bis 15 m des Untergrundes im Messgebiet. Sie bilden eine obere dünnere Schicht, welche sich durch niedrige spezifische Widerstände auszeichnet, gefolgt von einer mächtigeren Schicht mit hohen Widerständen. Diese Abfolge ist in allen Profilen leicht zu verfolgen. Mit der Auswertung des Gradienten zu den darunterliegenden Schichten konnten Bereiche mit tertiären Ablagerungen bestimmt werden. Durch das Abteufen neuer Bohrungen an Stellen, an denen der spezifische Widerstand auf mächtige tertiäre Ablagerungen hindeutete, wurde überraschenderweise nur kreidezeitlicher Schluff- und Tonstein angetroffen. Zum einen beschränkt sich damit das Tertiärvorkommen auf einen Bereich nördlich des Deiches und vor allem östlich der Landstraße. Zum anderen ergibt sich mit dem Auftreten des feinkörnigeren Kreidesteins eine neue Unsicherheit bezüglich der Unterscheidung Tertiär-Kreide.

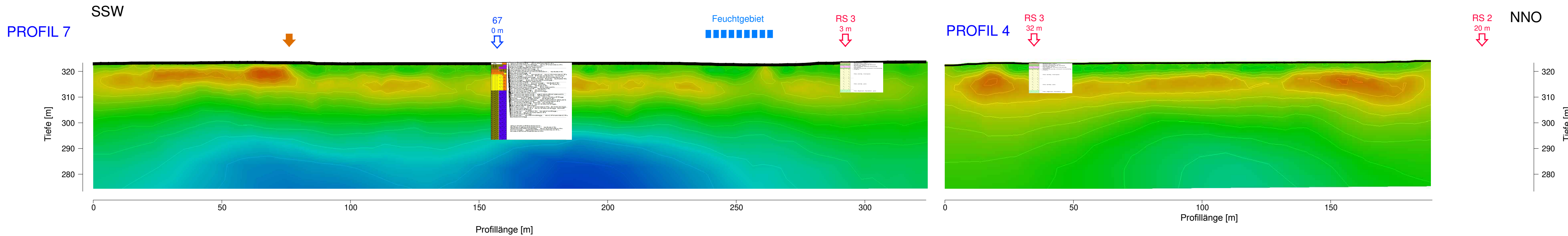
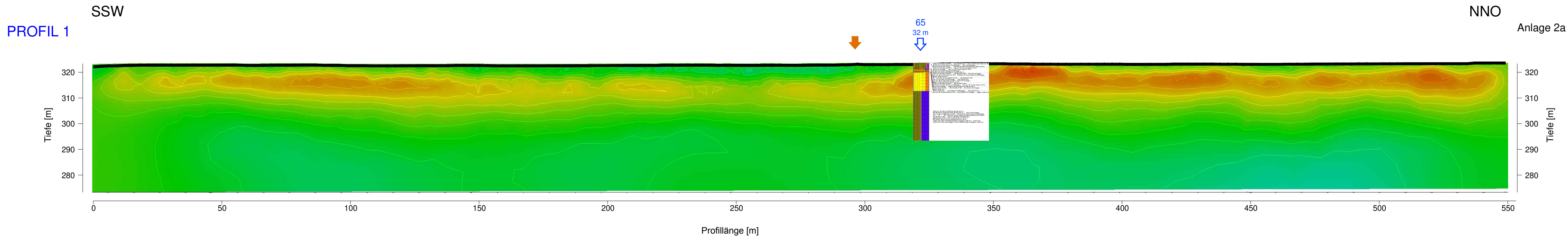


Legende:

- - Bohrungen
- RS 4
- ⋯ - Profillage
- 65 - Bohrungen 12/2016

Projekt	Geoelektrische Erkundung im Bereich Geisling - Pfatter		Auftraggeber	Auftragnehmer
	Revision 2 - Neuinterpretation mit 4 neuen Bohrungen		Wasserwirtschaftsamt Regensburg Landshuter Str. 59 93053 Regensburg	K-UTEC SALT TECHNOLOGIES
	Anlagenbezeichnung		Maßstab	Datum
			ca. 1 : 5 000	16.03.2017
			Bearbeiter	Datenset
			Dr. M. Brüning Dipl.-Geophys. N. Vollmer	S:\SP\GYR\762025_Geisling-Pfatter 2016-07-Pfalter\12 Zeichnungen\Revision2\Lageplan

Lageplan



Legende:

Bohrung

602 W Bohrungsbezeichnung
 11 m Entfernung der Bohrung zum Profil



Profil 3 Kreuzung mit Profil 3



Feldweg



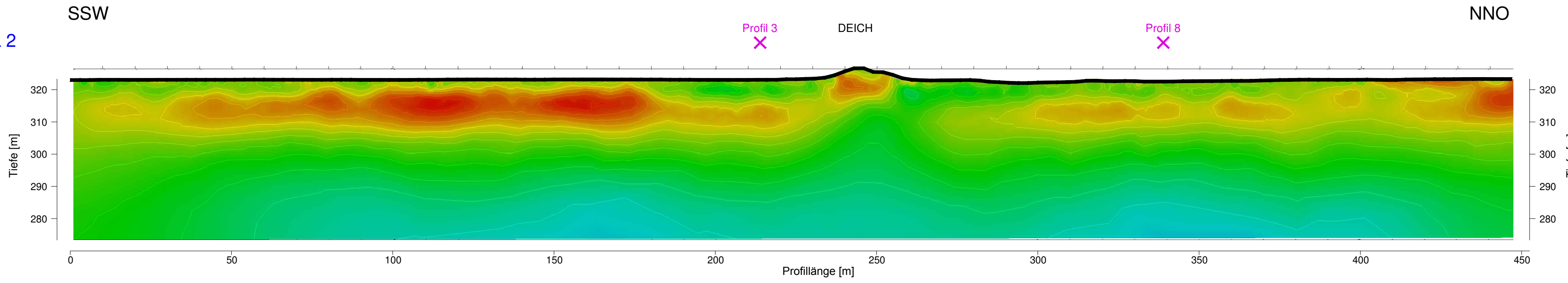
spez. Widerstand [Ω m]



10 15 24 37 56 87 133 205 316

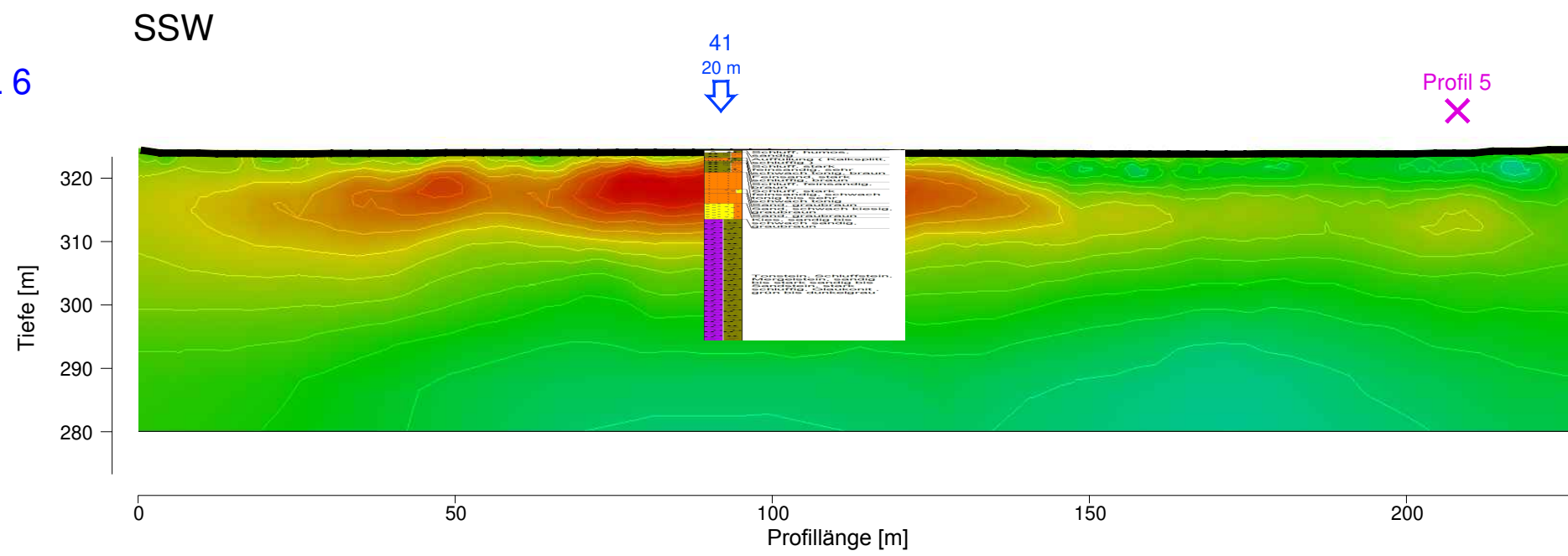
Projekt Geoelektrische Erkundung im Bereich Geisling - Pfatter Revision 2 - Neuinterpretation mit 4 neuen Bohrungen	Auftraggeber Wasserwirtschaftsamt Regensburg Landshuter Str. 53 93053 Regensburg	Auftragnehmer
	Maßstab 1 : 5 000	Datum 16.03.2017
Anlagenbezeichnung Ergebnisse der geoelektrischen Messung Profile 1, 4 und 7	Bearbeiter Dr. M. Brüning Dipl.-Geophys. N. Vollmer	Datensatz SIS/SP/GY/R762025_Geisling-Pfatter 2016-07-Platten12_Zeichnungen/Revision2/Anlage2

PROFIL 2

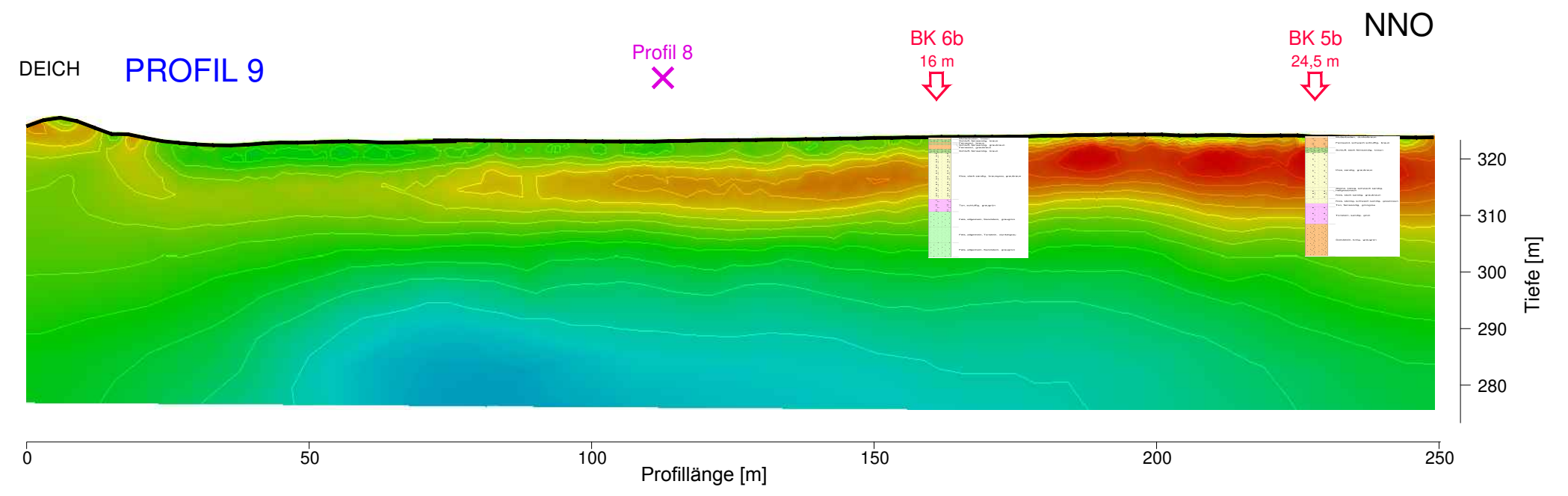


Anlage 2b

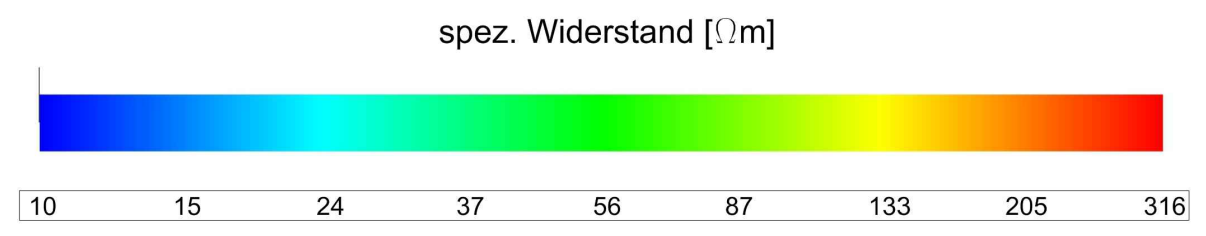
PROFIL 6



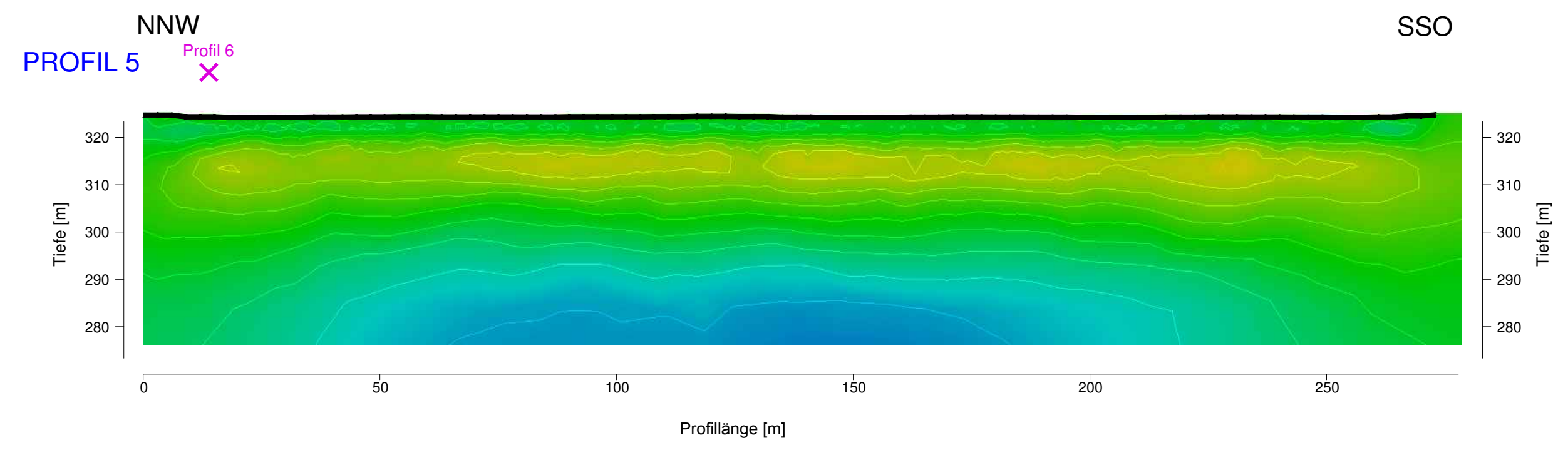
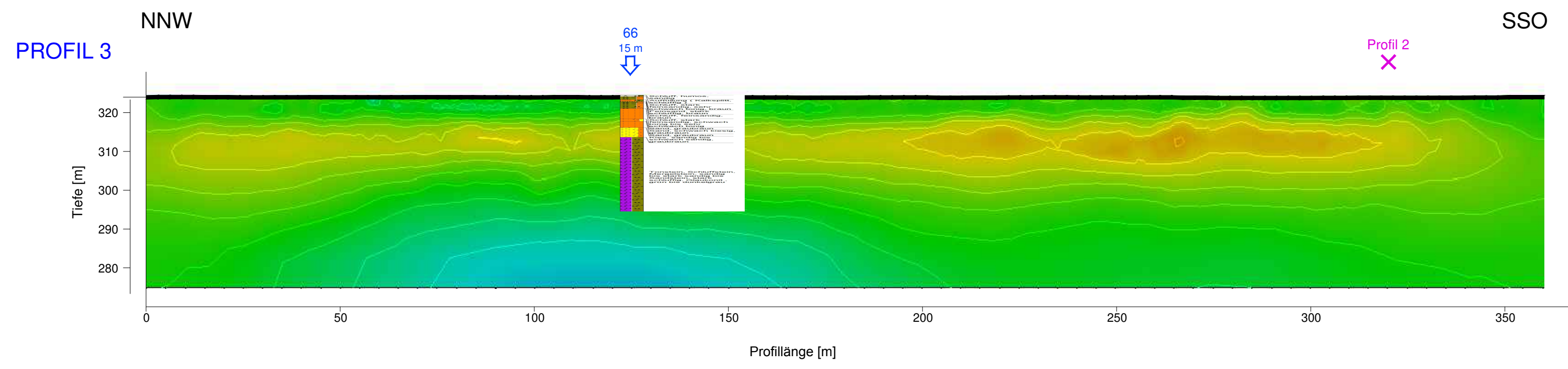
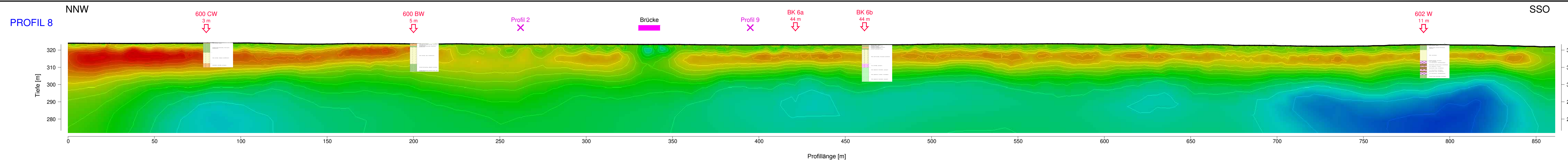
PROFIL 9



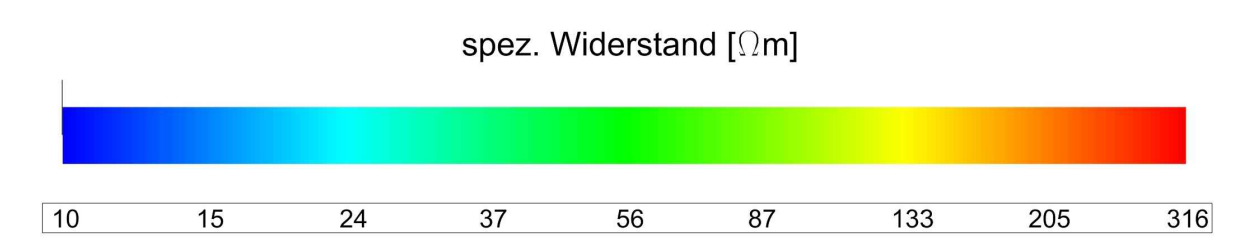
- Legende:
- Bohrung
 - 602 W Bohrungsbezeichnung
 - 11 m Entfernung der Bohrung zum Profil
 - Profil 3 Kreuzung mit Profil 3



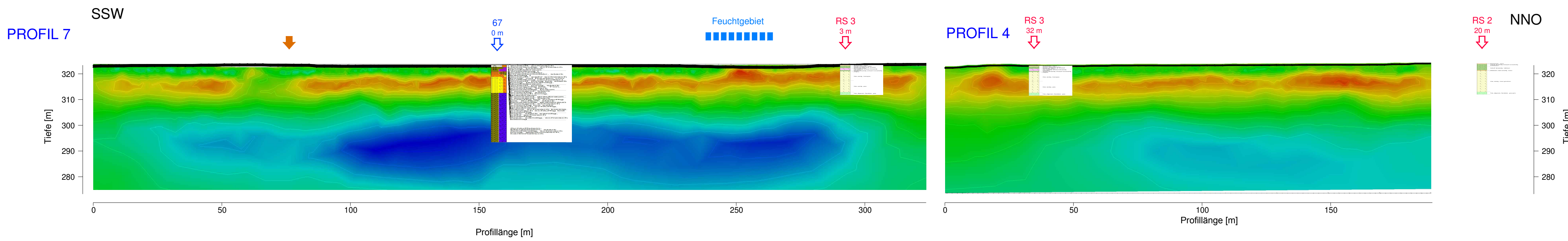
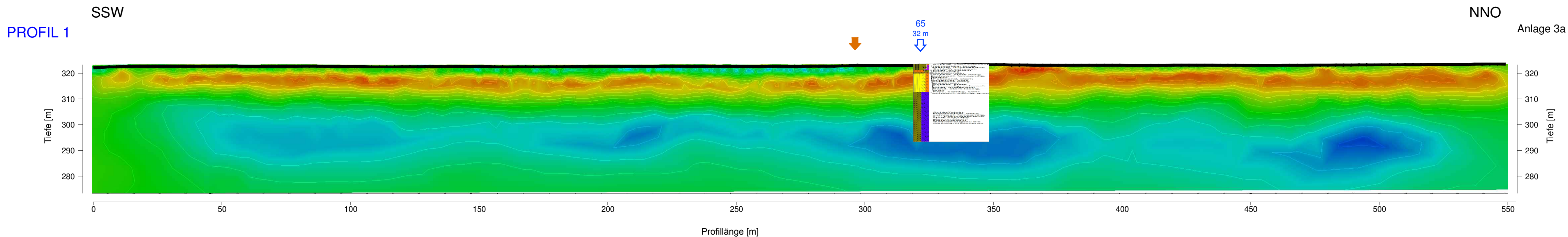
Projekt	Geoelektrische Erkundung im Bereich Geisling - Pfatter		Auftraggeber	Wasserwirtschaftsamt Regensburg Landschuter Str. 59 93053 Regensburg	Auftragnehmer	K-UTEC SALT TECHNOLOGIES
	Revision 2 - Neuinterpretation mit 4 neuen Bohrungen		Maßstab	1 : 5 000	Datum	16.03.2017
Anlagenbezeichnung	Ergebnisse der geoelektrischen Messung Profil 2, 6 und 9		Bearbeiter	Dr. M. Brüning Dipl.-Geophys. N. Vollmer	Datensatz	S:\SP\GYR762025_Geisling-Pfatter 2016-07-Platter12 Zeichnungen\Revision2\Anlage 2



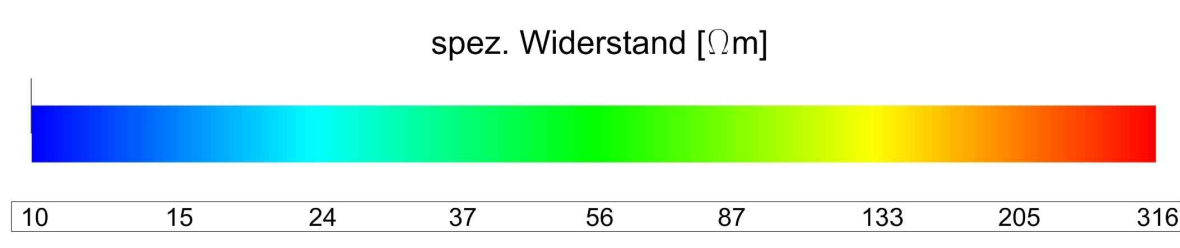
- Legende:**
- 602 W Bohrungsbezeichnung
 - 11 m Entfernung der Bohrung zum Profil
 - X Kreuzung mit Profil 3



Projekt	Geoelektrische Erkundung im Bereich Geisling - Pfatter	
	Revision 2 - Neuintepretation mit 4 neuen Bohrungen	
Auftraggeber	Wasserwirtschaftsamt Regensburg Landschuter Str. 59 93053 Regensburg	Auftragnehmer K-UTEC SALT TECHNOLOGIES
Maßstab	1 : 5 000	Datum
Ersteller	Dr. M. Brömming Dipl.-Geophys. N. Vollmer	Datenerst. S:\S\PG\1762025_Geisling-Pfatter 2016-07-Pfatter\12_Zeichnungen\Revisor2\Anlage 2
Anlagenbezeichnung	Ergebnisse der geoelektrischen Messung Profile 8, 3 und 5	

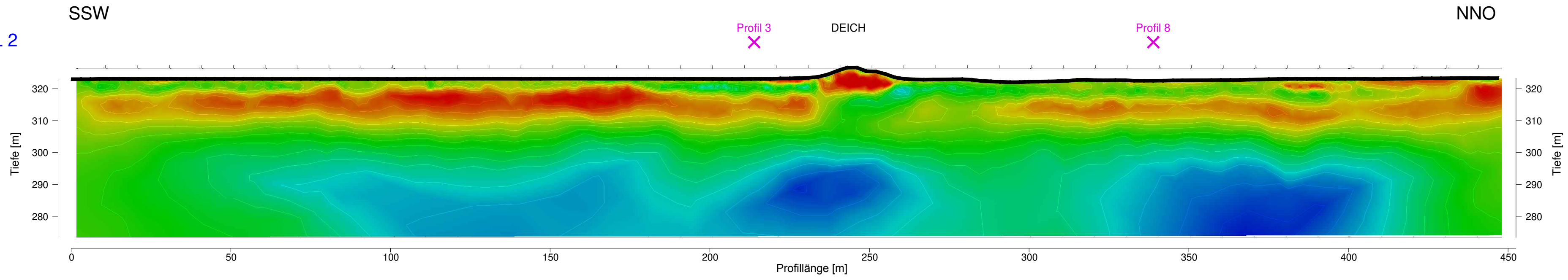


- Legende:**
- Bohrung**
 - 602 W Bohrungsbezeichnung
 - 11 m Entfernung der Bohrung zum Profil
 - Profil 3 Kreuzung mit Profil 3
 - Feldweg



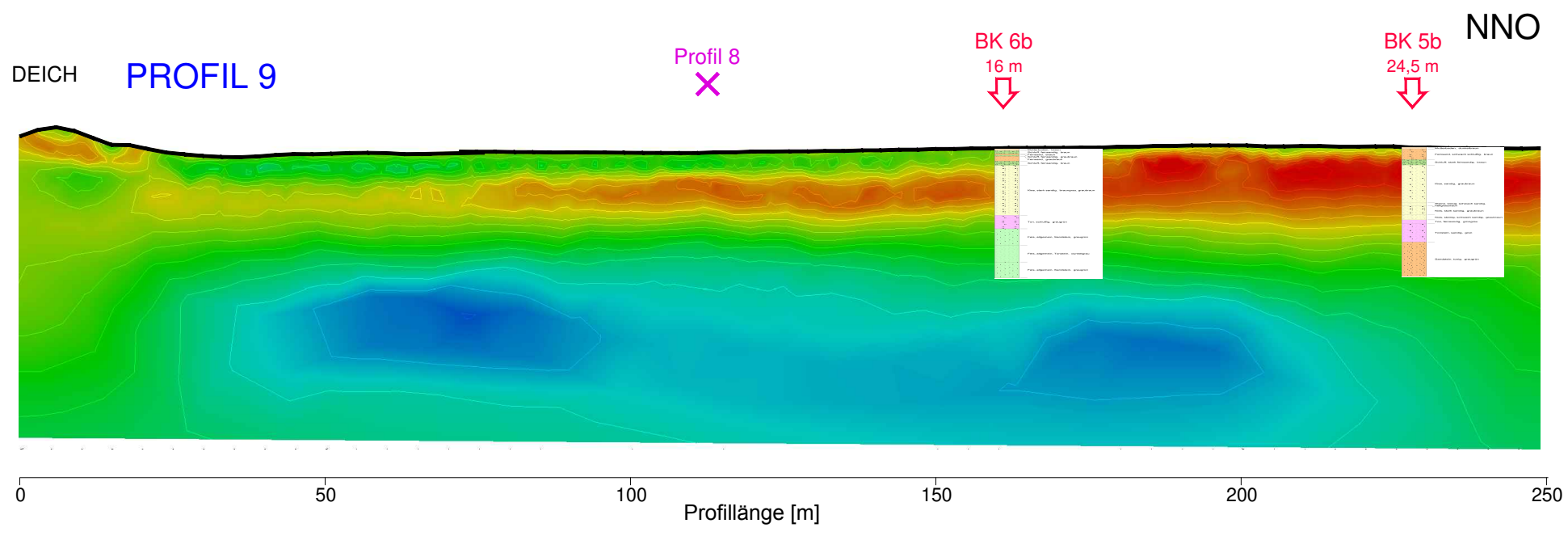
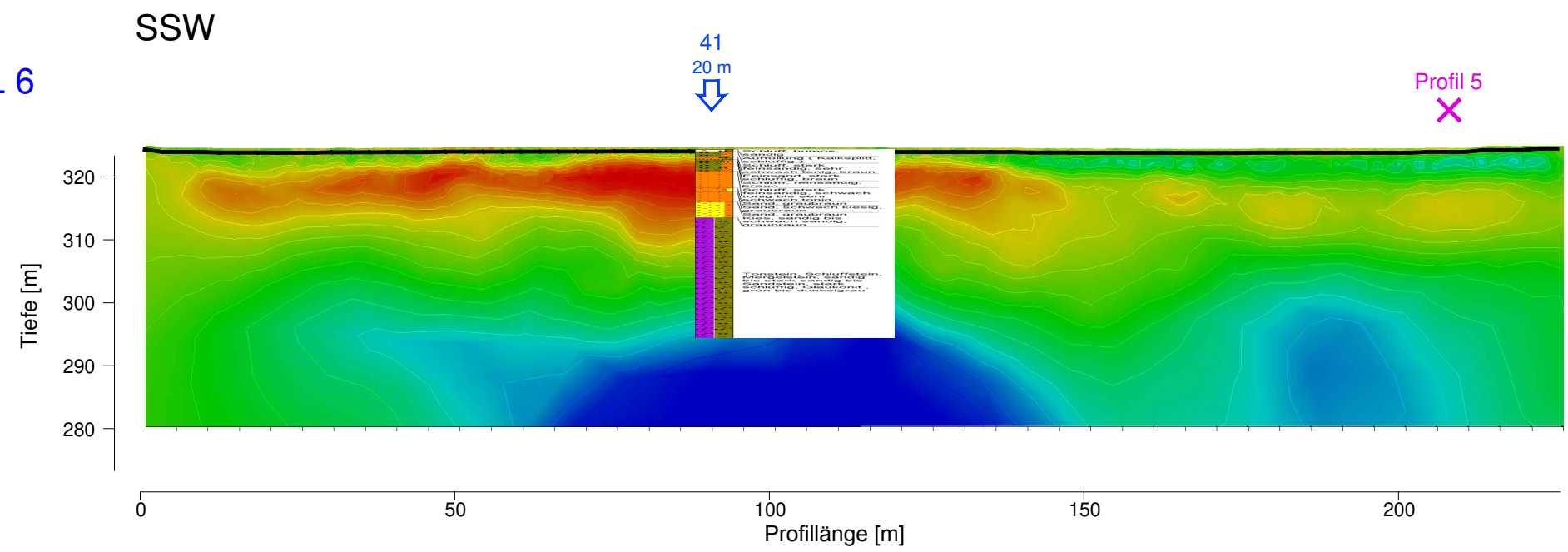
Projekt Geoelektrische Erkundung im Bereich Geisling - Pfatter Revision 2 - Neuinterpretation mit 4 neuen Bohrungen	Auftraggeber Wasserwirtschaftsamt Regensburg Landshuter Str. 53 93053 Regensburg	Auftragnehmer K-UTEC SALT TECHNOLOGIES
	Maßstab 1 : 5 000	Datum 16.03.2017
Anlagenbezeichnung Ergebnisse der geoelektrischen Messung Profile 1, 4 und 7, geändertes Processing		Bearbeiter Dr. M. Brünning Dipl.-Geophys. N. Vollmer
Datensatz SIS/SP/GY/R762025_Geisling-Pfatter 2016-07-Platten12 Zeichnungen/Revision2/Anlage 3		

PROFIL 2

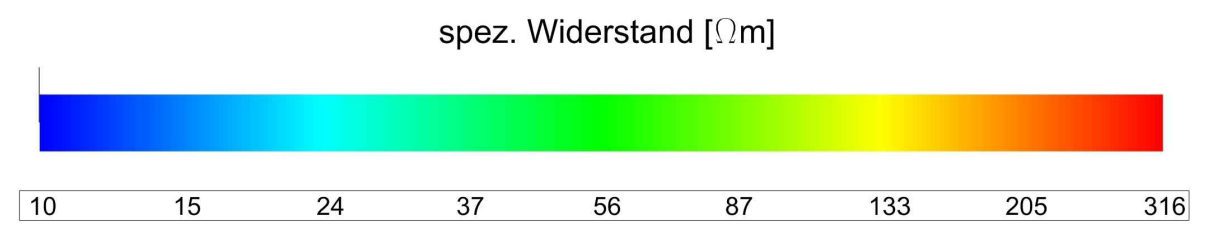


Anlage 3b

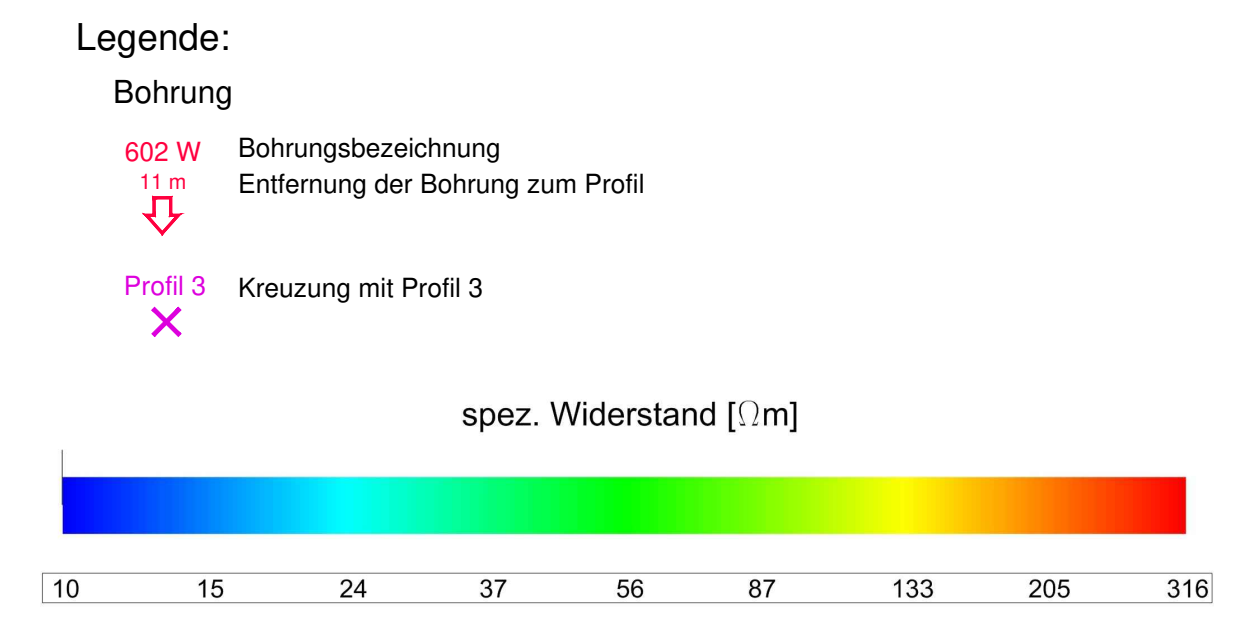
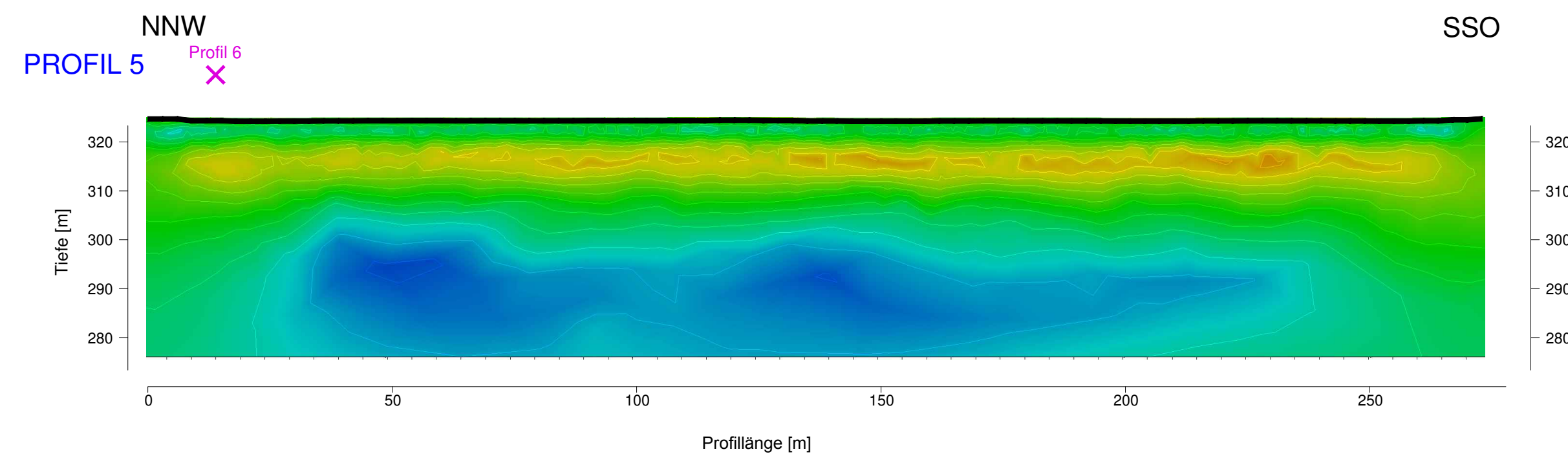
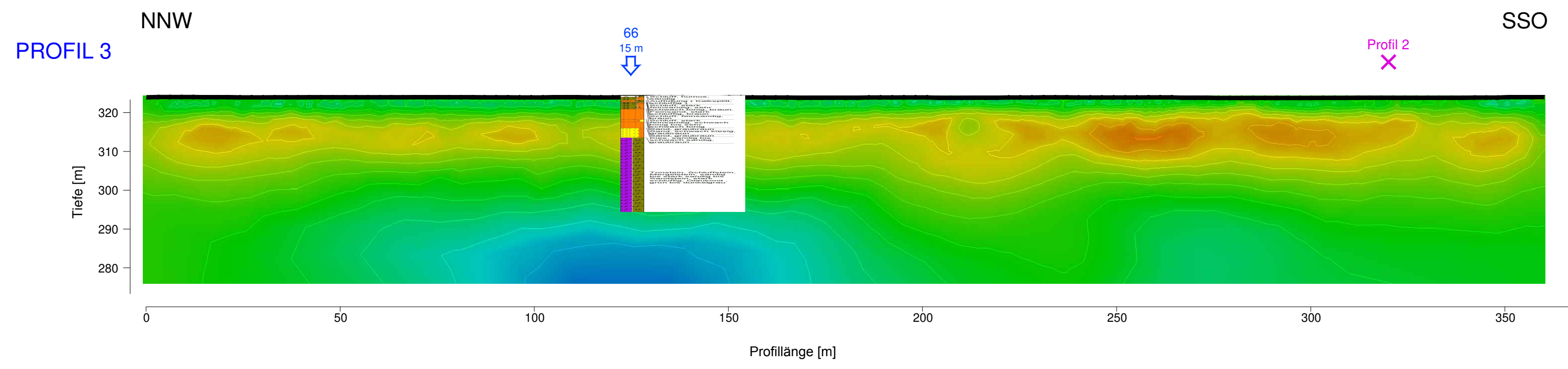
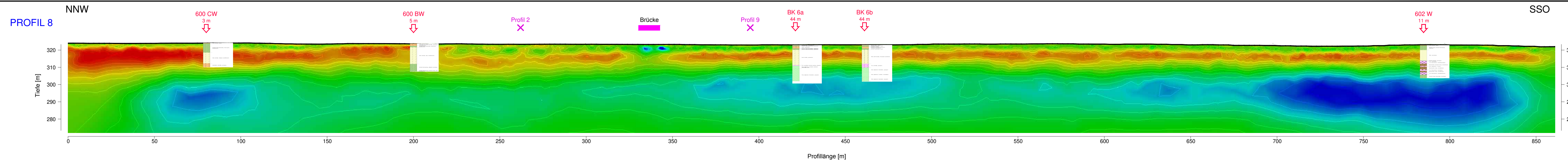
PROFIL 6



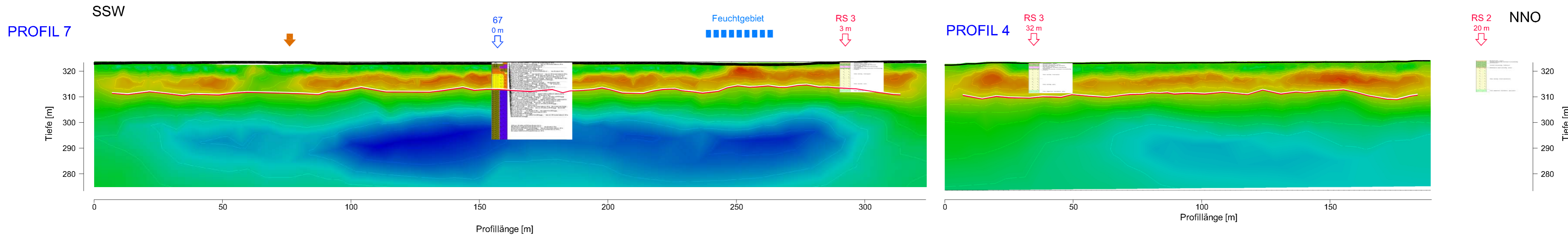
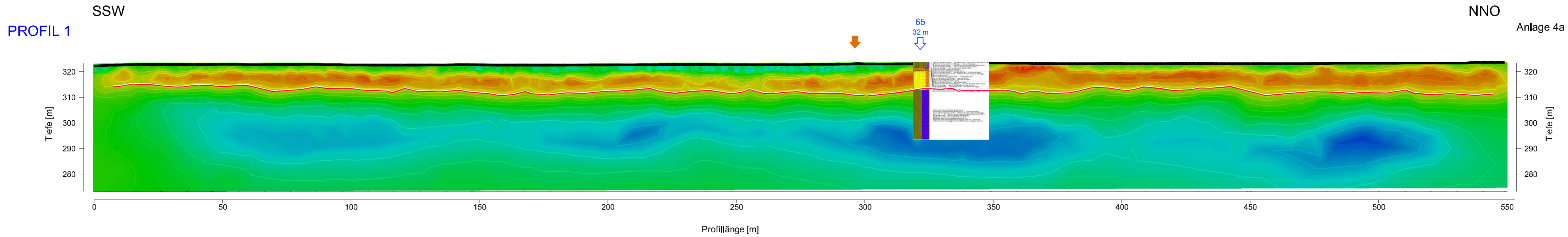
- Legende:
- Bohrung
 - 602 W Bohrungsbezeichnung
 - 11 m Entfernung der Bohrung zum Profil
 - Profil 3 Kreuzung mit Profil 3



Projekt	Geoelektrische Erkundung im Bereich Geisling - Pfatter		Auftraggeber	Wasserwirtschaftsamt Regensburg Landshuter Str. 59 93053 Regensburg	Auftragnehmer	K-UTEC SALT TECHNOLOGIES
	Revision 2 - Neuinterpretation mit 4 neuen Bohrungen		Maßstab	1 : 5 000	Datum	16.03.2017
Anlagenbezeichnung	Ergebnisse der geoelektrischen Messung Profil 2, 6 und 9, geändertes Prozessing		Bearbeiter	Dr. M. Brüning Dipl.-Geophys. N. Vollmer	Datensatz	S:\SP\GYR762025_Geisling-Pfatter 2016-07-Platter12 Zeichnungen\Revision2\Anlage 3



Projekt	Geoelektrische Erkundung im Bereich Geisling - Pfatter	
	Revision 2 - Neuinterpretation mit 4 neuen Bohrungen	
Auftraggeber	Wasserwirtschaftsamt Regensburg Landschuter Str. 59 93053 Regensburg	Auftragnehmer K-UTEC SALT TECHNOLOGIES
Maßstab	1 : 5 000	Datum
Ersteller	Dr. M. Brömming Dipl.-Geophys. N. Vollmer	Datenumm.
Anlagenbezeichnung	Ergebnisse der geoelektrischen Messung Profile 8, 3 und 5, geändertes Prozessing	



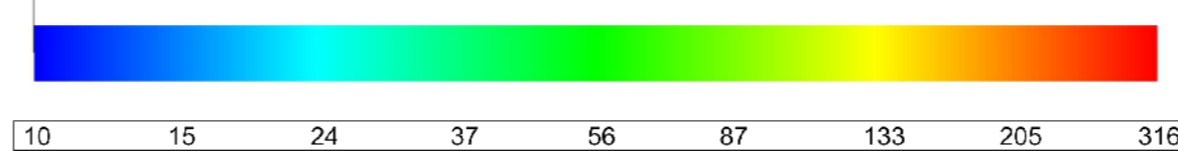
Legende:

Bohrung

- 602 W Bohrungsbezeichnung
- 11 m Entfernung der Bohrung zum Profil
- Profil 3 Kreuzung mit Profil 3
- X
- Feldweg

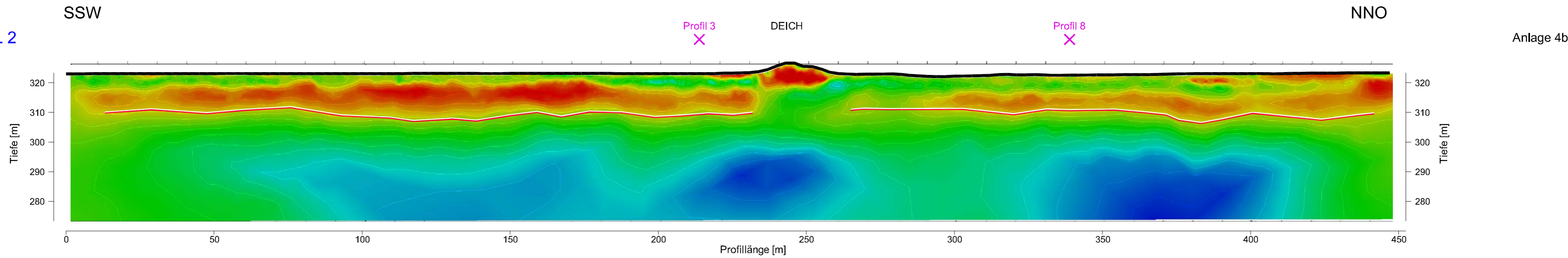
- Unterseite Kies / Basis Quartär
- Oberseite Sandstein / Top Kreide

spez. Widerstand [Ω m]



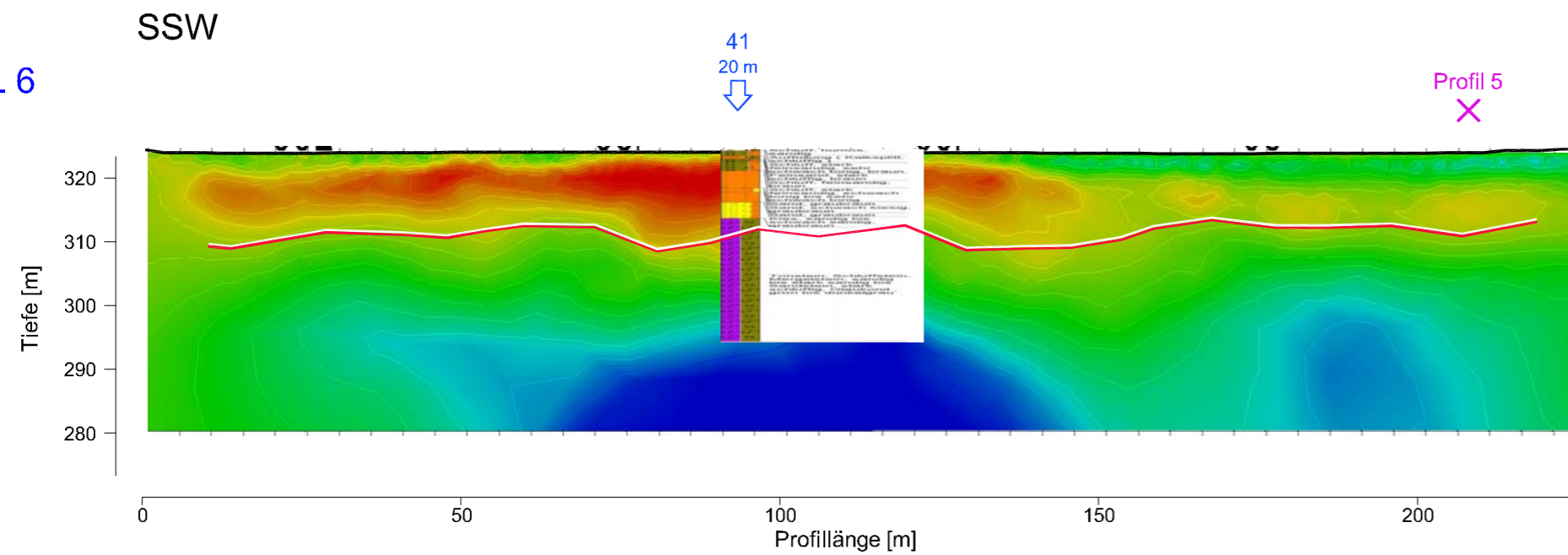
Projekt Geoelektrische Erkundung im Bereich Geisling - Pfatter Revision 2 - Neuinterpretation mit 4 neuen Bohrungen	Auftraggeber Wasserwirtschaftsamt Regensburg Landshuter Str. 59 93053 Regensburg	Auftragnehmer
	Maßstab 1 : 5 000	Datum 16.03.2017
Anlagensbezeichnung Interpretation Profile 1, 4 und 7	Bearbeiter Dr. M. Brühning Dipl.-Geophys. N. Vollmer	Datum 2016-07-Platten112 Zeichnungen/Revision2/Anlage 2

PROFIL 2

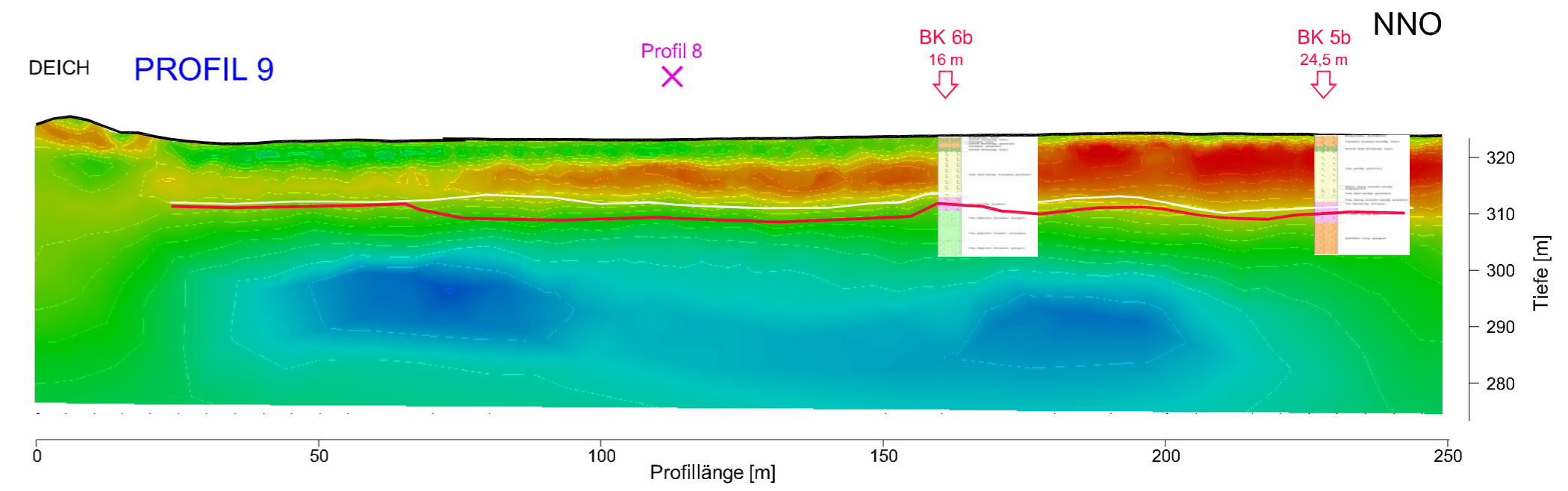


Anlage 4b

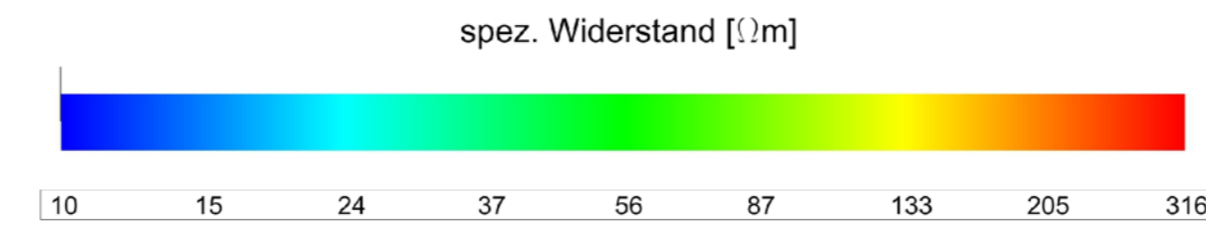
PROFIL 6



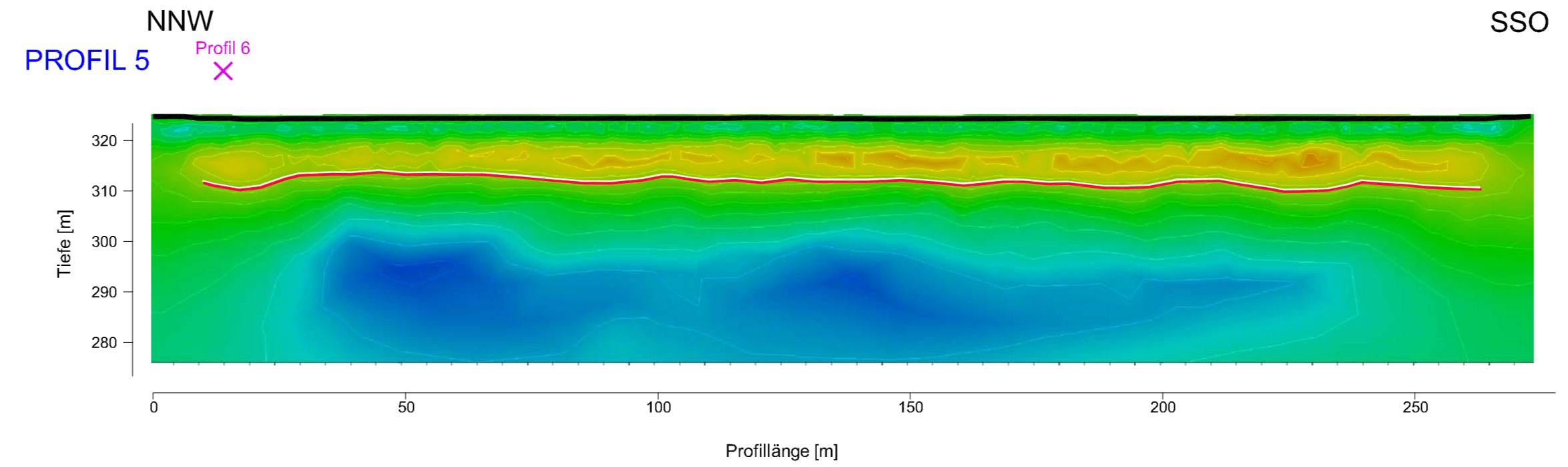
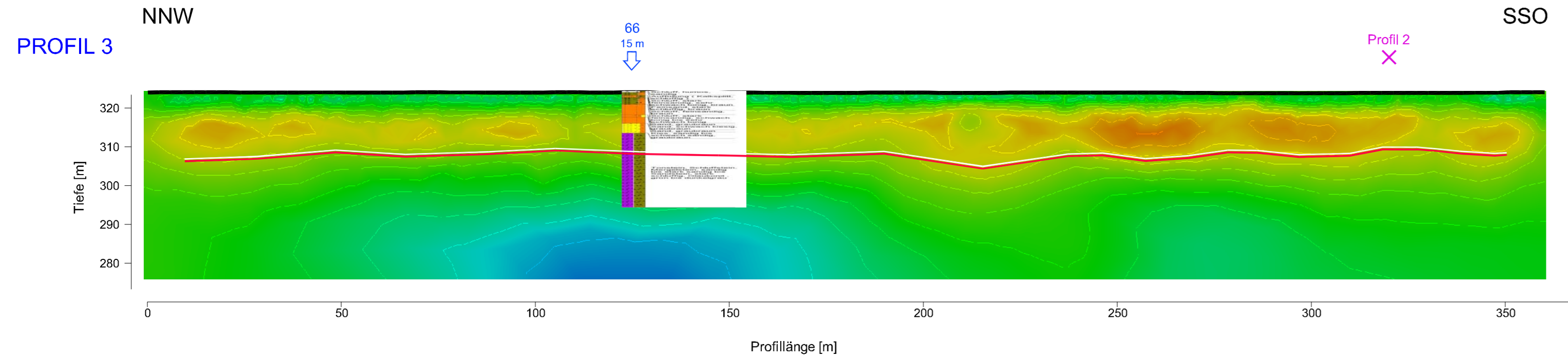
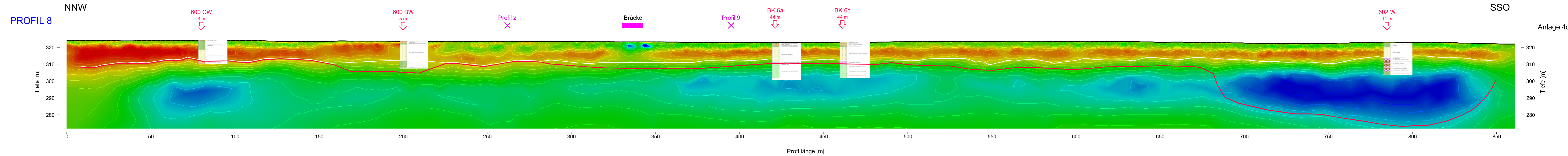
DEICH PROFIL 9



- Legende:**
- Bohrung**
 - 602 W Bohrungsbezeichnung
 - 11 m Entfernung der Bohrung zum Profil
 - Profil 3 Kreuzung mit Profil 3
 - Unterseite Kies / Basis Quartär
 - Oberseite Sandstein / Top Kreide



Projekt	Geoelektrische Erkundung im Bereich Geisling - Pfatter	
	Revision 2 - Neuinterpretation mit 4 neuen Bohrungen	
Auftraggeber	Wasserwirtschaftsamt Regensburg Landshuter Str. 59 93053 Regensburg	Auftragnehmer K-UTEC SALT TECHNOLOGIES
Maßstab	1 : 5 000	Datum 16.03.2017
Bearbeiter	Dr. M. Brüning Dipl.-Geophys. N. Vollmer	Datensatz: S:\SP\GYR\762025_Geisling-Pfatter 2016-07-Pfater\12_Zeichnungen\Revision2\Anlage 2
Anlagenbezeichnung	Interpretation Profile 2, 6 und 9	



Legende:

- Bohrung**
 - 602 W: Bohrungsbezeichnung
 - 11 m: Entfernung der Bohrung zum Profil
 - Profil 3: Kreuzung mit Profil 3
- Unterkante Kies / Basis Quartär
- Oberkante Sandstein / Top Kreide

spez. Widerstand [Ω m]

10 15 24 37 56 87 133 205 316

Projekt	Geoelektrische Erkundung im Bereich Geisling - Pfatter	
	Revision 2 - Neuinterpretation mit 4 neuen Bohrungen	
Auftraggeber	Wasserrwirtschafsaamt Regensburg Landshtuter Str. 59 93053 Regensburg	Auftragnehmer K-UTEC SALT TECHNOLOGIES
Maßstab	1 : 5 000	Datum 16.03.2017
Bearbeiter	Dr. M. Bröning Dipl.-Geophys. N. Vollmer	Datennr./SIS/SP/IGYR/20205_Geoelektr-Platt 2016-07-Platt/12_Zeichnung/Revision/Anlage 2
Anlagenbezeichnung	Interpretation Profile 8, 3 und 5	

Anlage 5

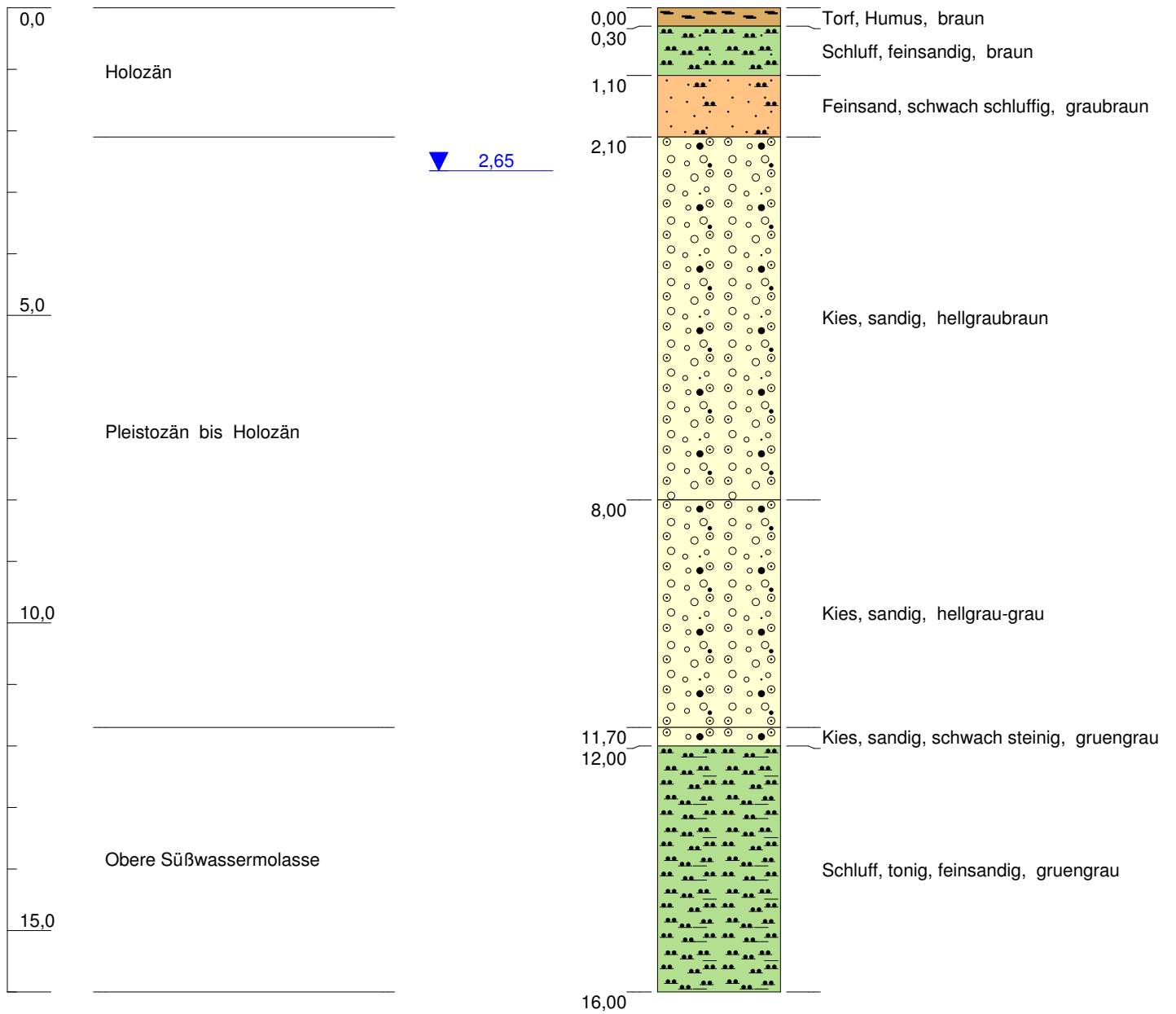
Bohrprofile

Pfatter, BV Donaustaufstufe, 600 W (1973)

Maßstab: 1:100

7040BG000006 Bohrung nicht ausgebaut

Endteufe: 16,00 m
Ansatzhöhe: 323,42 [m NN]

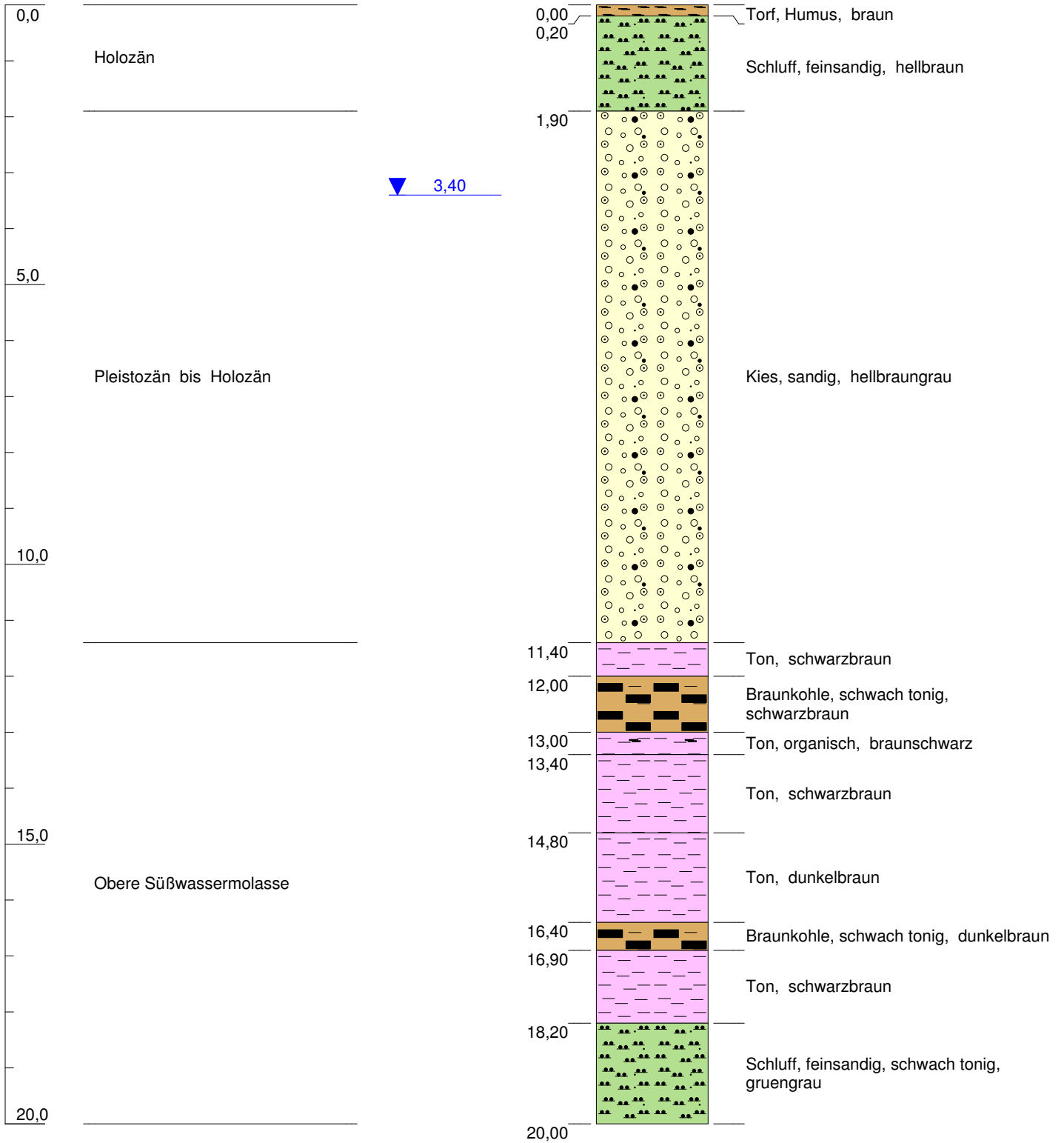


NW Pfatter, BV Donaustaufe, B.601 W (1973)

Maßstab: 1:100

7040BG000007 Bohrung nicht ausgebaut

Endteufe: 20,00 m
 Ansatzhöhe: 322,63 [m NN]

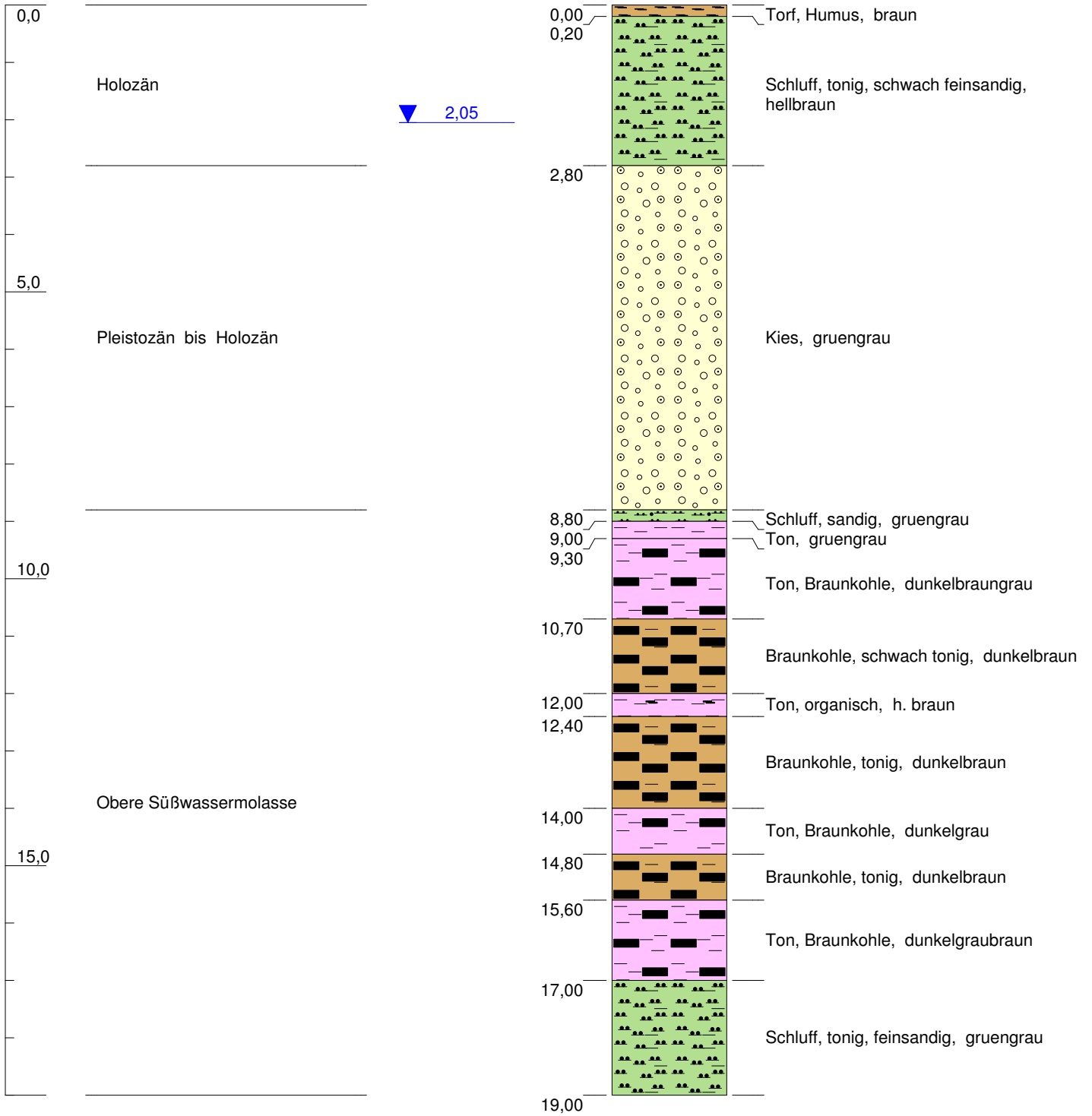


NW Pfatter, BV Donaustaufe, B 602 W (1973)

Maßstab: 1:100

7040BG000008 Bohrung nicht ausgebaut

Endteufe: 19,00 m
Ansatzhöhe: 322,52 [m NN]

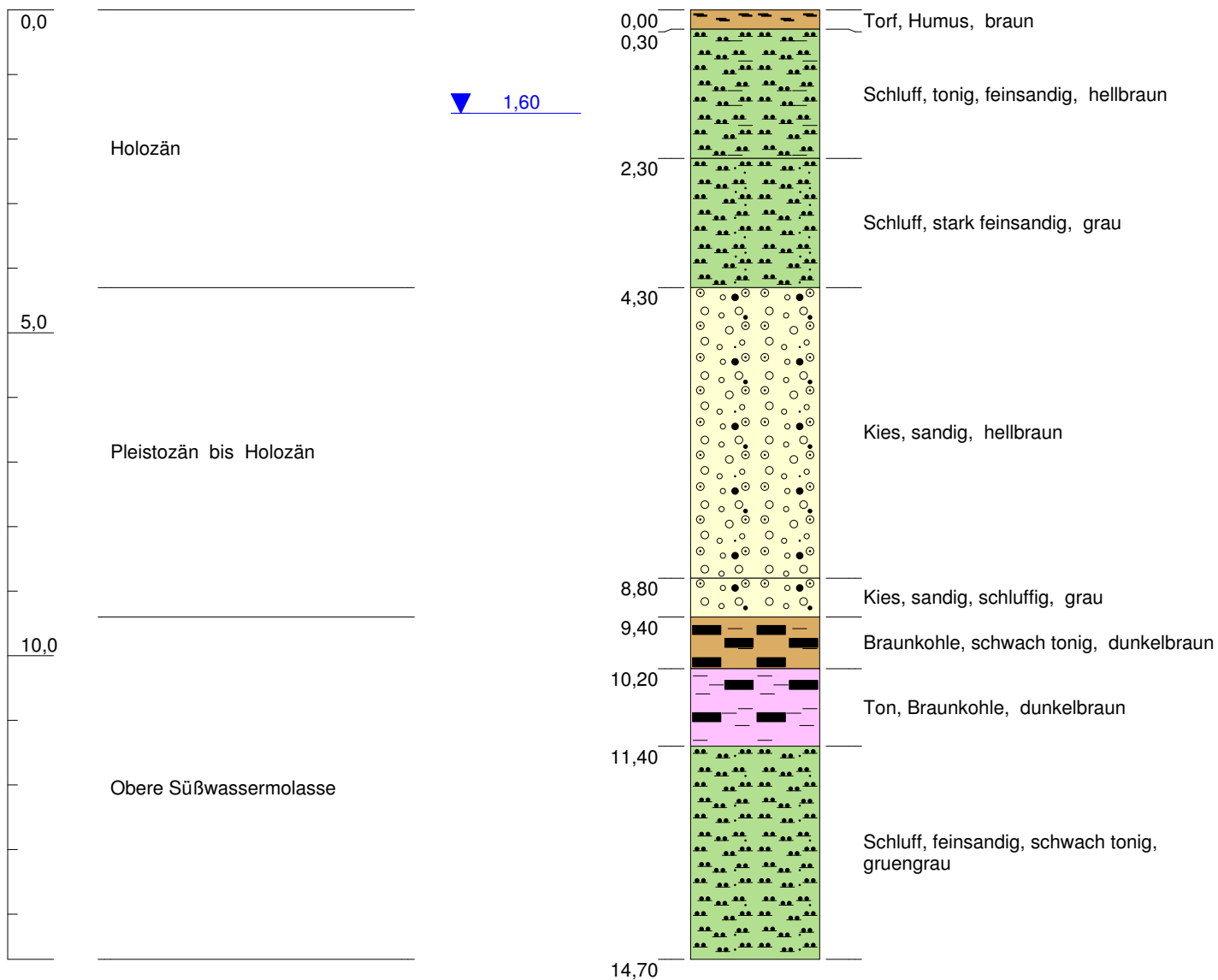


NW Pfatter, BV Donaustaustufe, B 602 aw (1973)

Maßstab: 1:100

7040BG000009 Bohrung nicht ausgebaut

Endteufe: 14,70 m
 Ansatzhöhe: 322,56 [m NN]

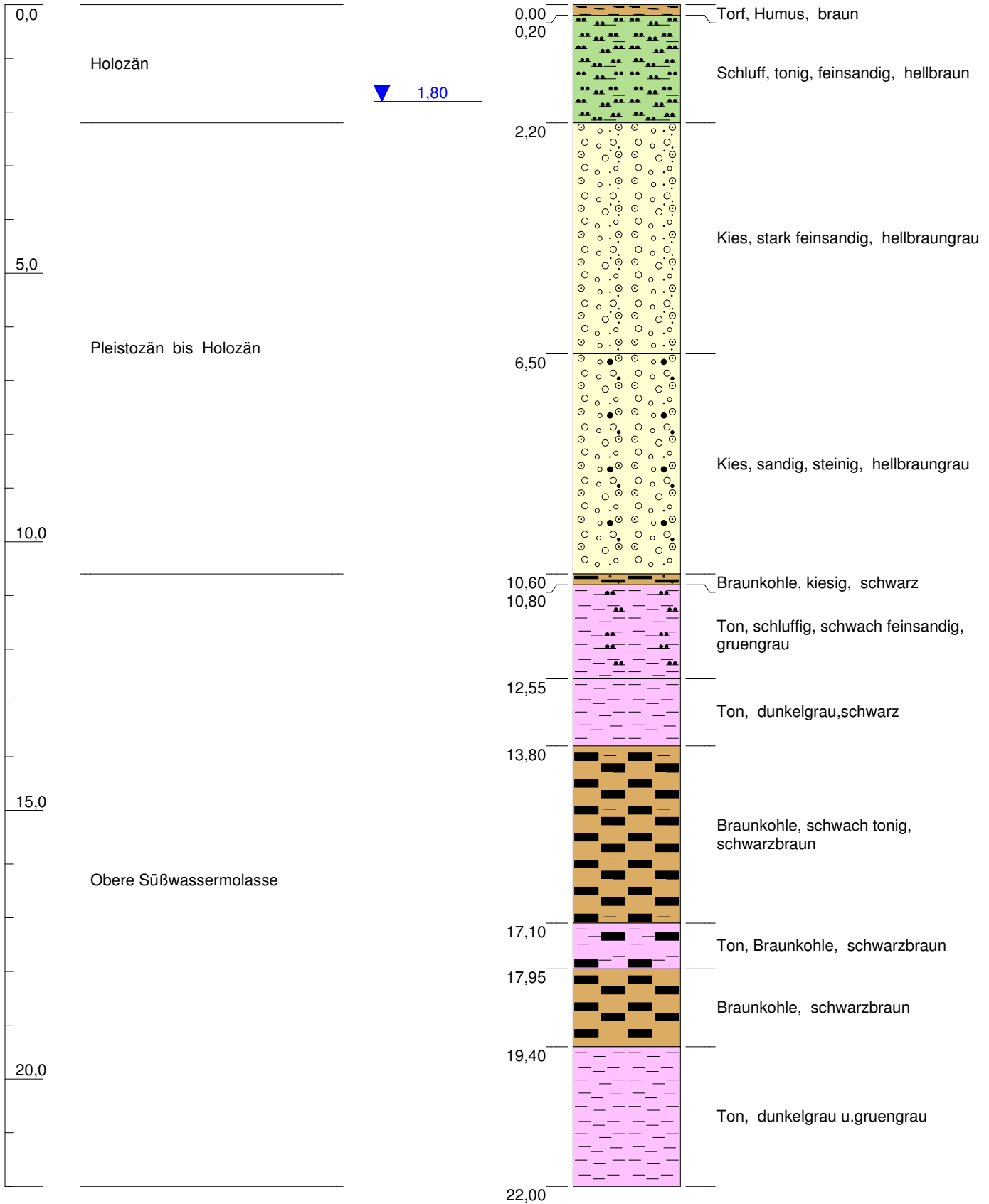


NW Pfatter, BV Donaustaufe, B 603 W (1973)

Maßstab: 1:100

7040BG000010 Bohrung nicht ausgebaut

Endteufe: 22,00 m
 Ansatzhöhe: 322,50 [m NN]

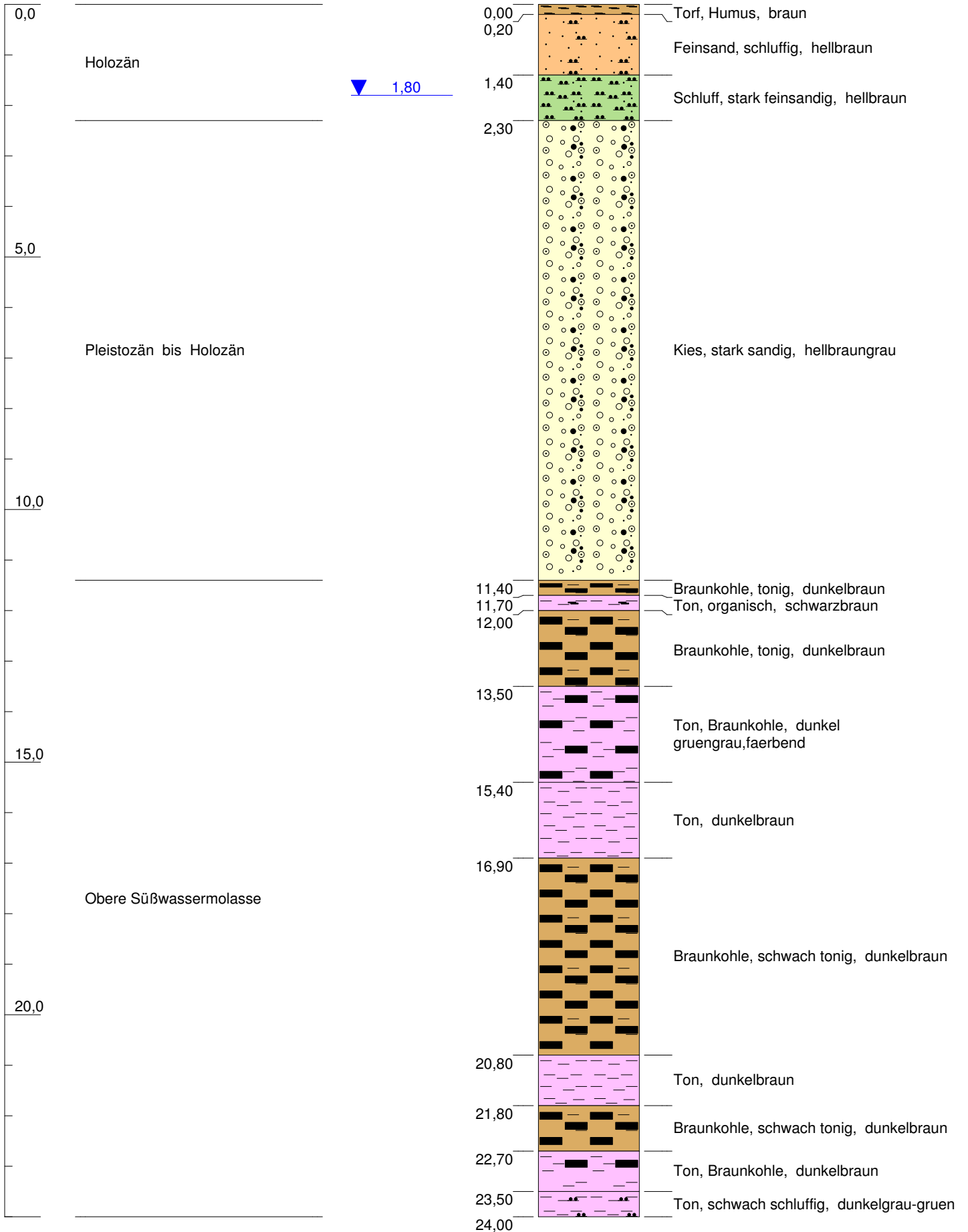


NW Pfatter, BV Donaustaufe, B 604 W (1973)

Maßstab: 1:100

7040BG000011 Bohrung nicht ausgebaut

Endteufe: 24,00 m
Ansatzhöhe: 323,27 [m NN]

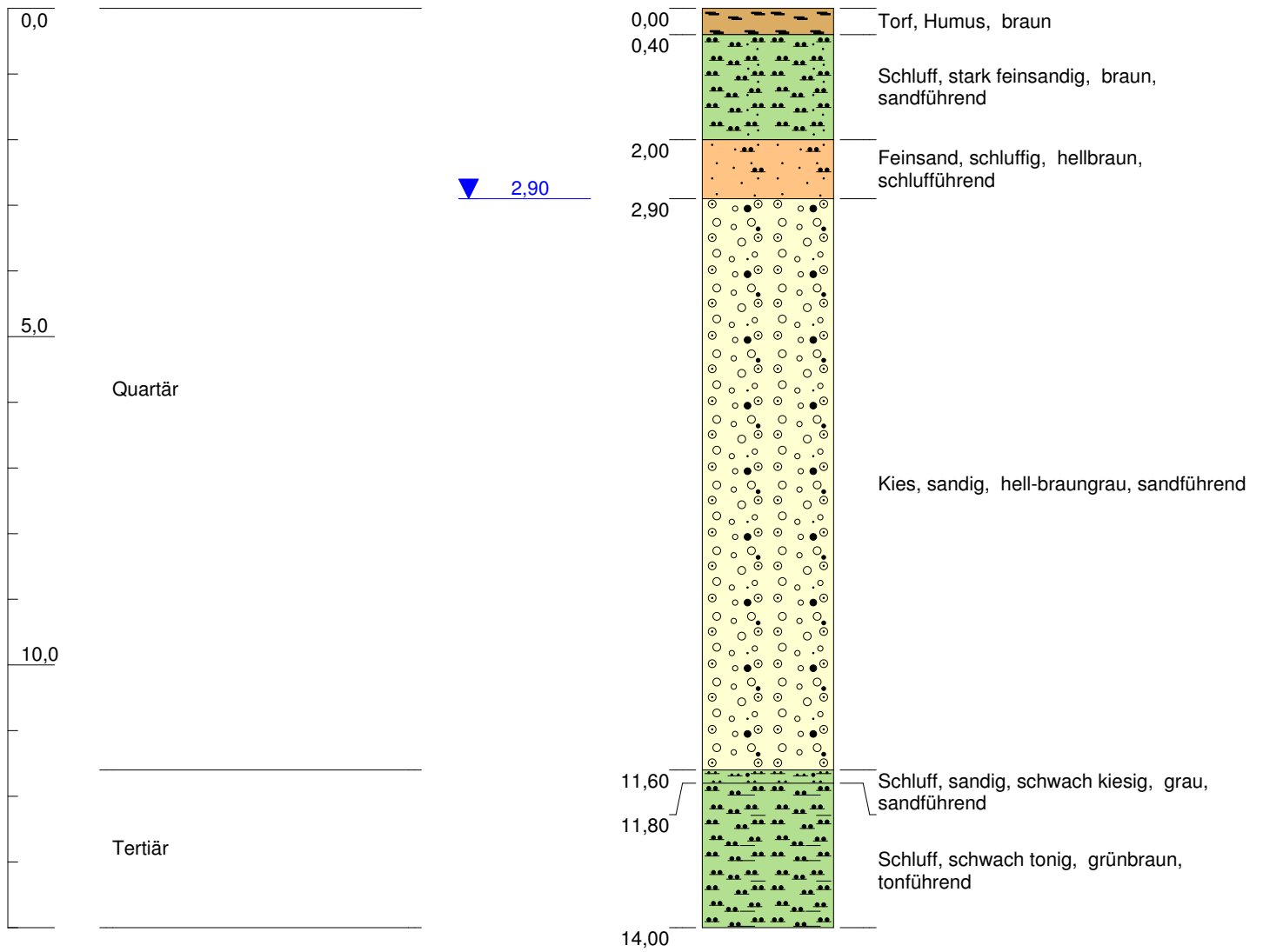


NW Pfatter, BV Donaustaufe, B 600 aw (1973)

Maßstab: 1:100

7040BG000067 Bohrung nicht ausgebaut

Endteufe: 14,00 m
Ansatzhöhe: 323,96 [m NN]

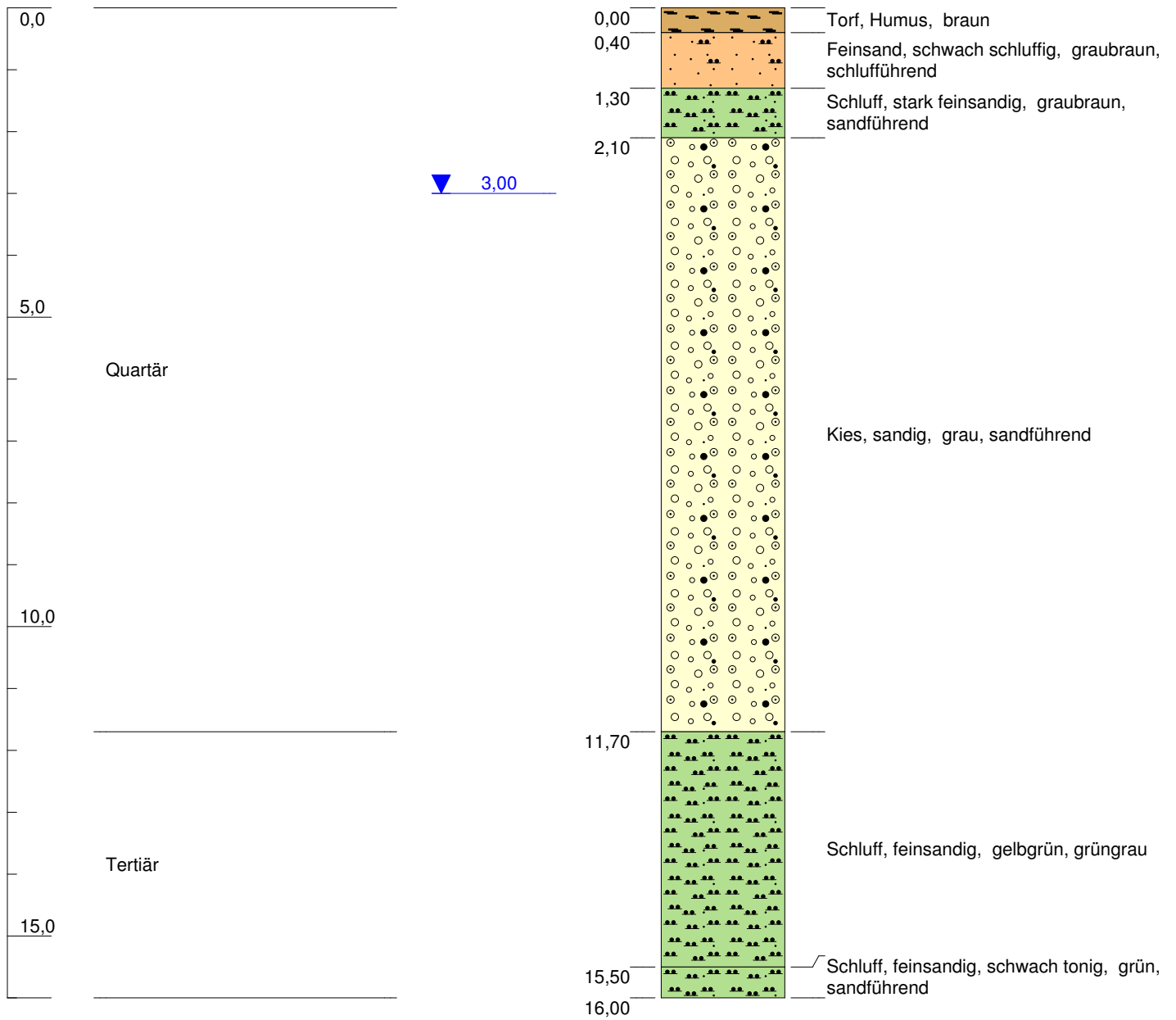


NW Pfatter, BV Donaustaufe, 600 bw

Maßstab: 1:100

7040BG000068 Bohrung nicht ausgebaut

Endteufe: 16,00 m
Ansatzhöhe: 323,57 [m NN]

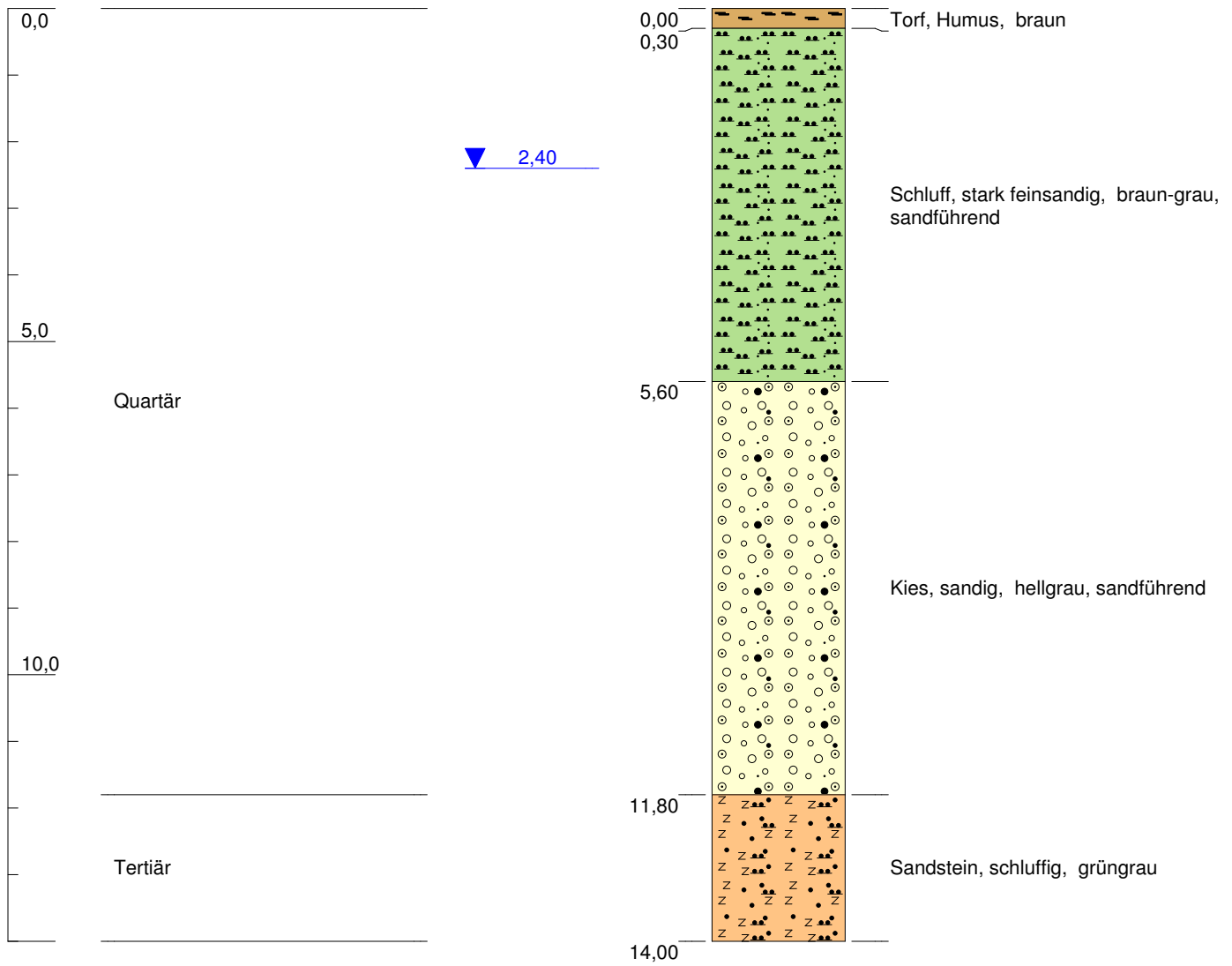


NW Pfatter, BV Donaustaustufe, 600 cw

Maßstab: 1:100

7040BG000069 Bohrung nicht ausgebaut

Endteufe: 14,00 m
Ansatzhöhe: 323,65 [m NN]

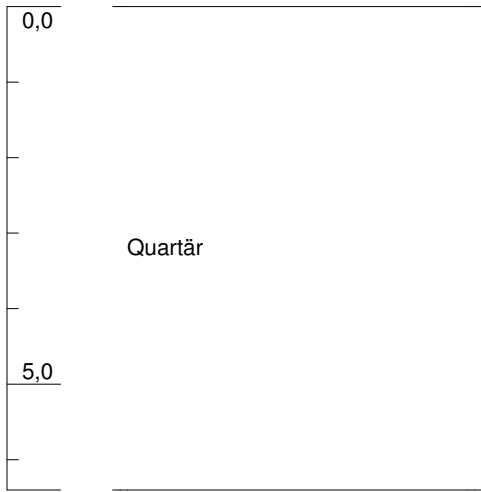


Seppenhausen, Donauausbau, R 67

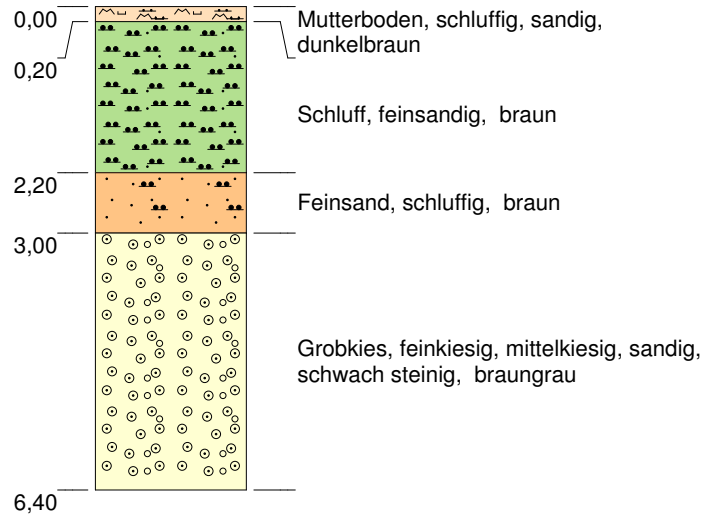
Maßstab: 1:100

7040BG015063 Grundwassermessstelle

Endteufe: 6,40 m
Ansatzhöhe: 324,11 [m NN]



▼ 4,30

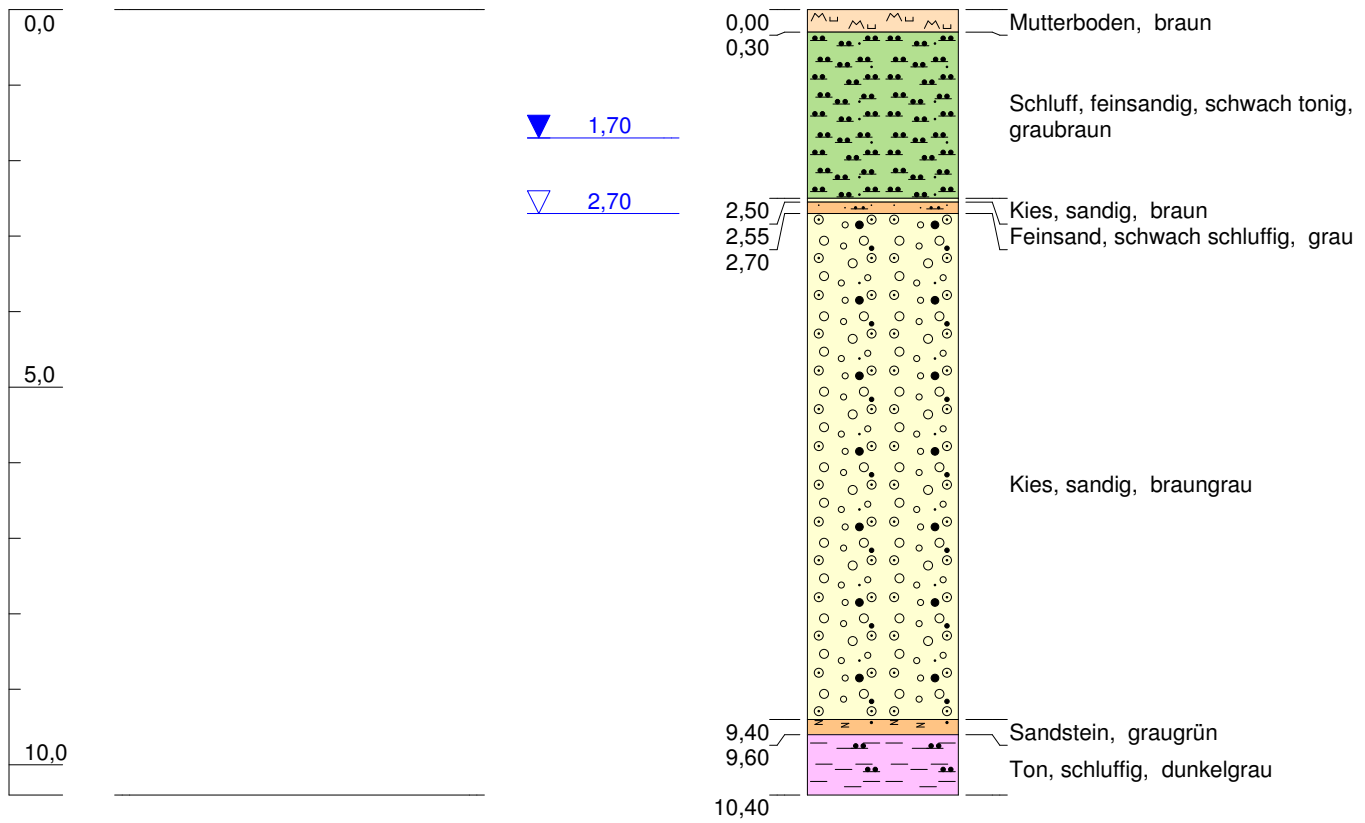


NW Pfatter, Verlegung St 2146, RS 1

Maßstab: 1:100

7040BG015315 Bohrung nicht ausgebaut

Endteufe: 10,40 m
Ansatzhöhe: 322,57 [m NN]

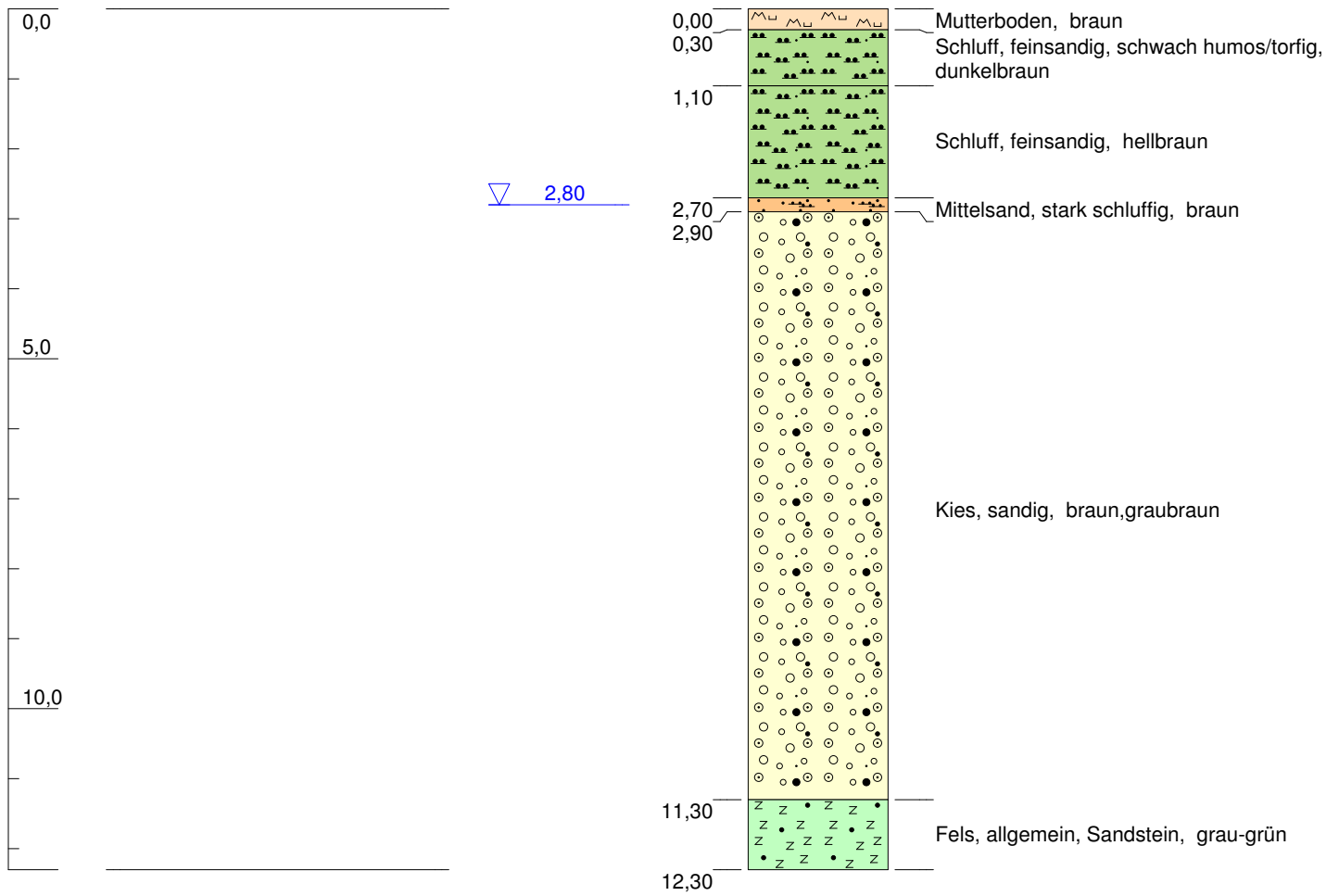


NW Pfatter, Verlegung St 2146, RS 2

Maßstab: 1:100

7040BG015316 Bohrung nicht ausgebaut

Endteufe: 12,30 m
Ansatzhöhe: 324,10 [m NN]

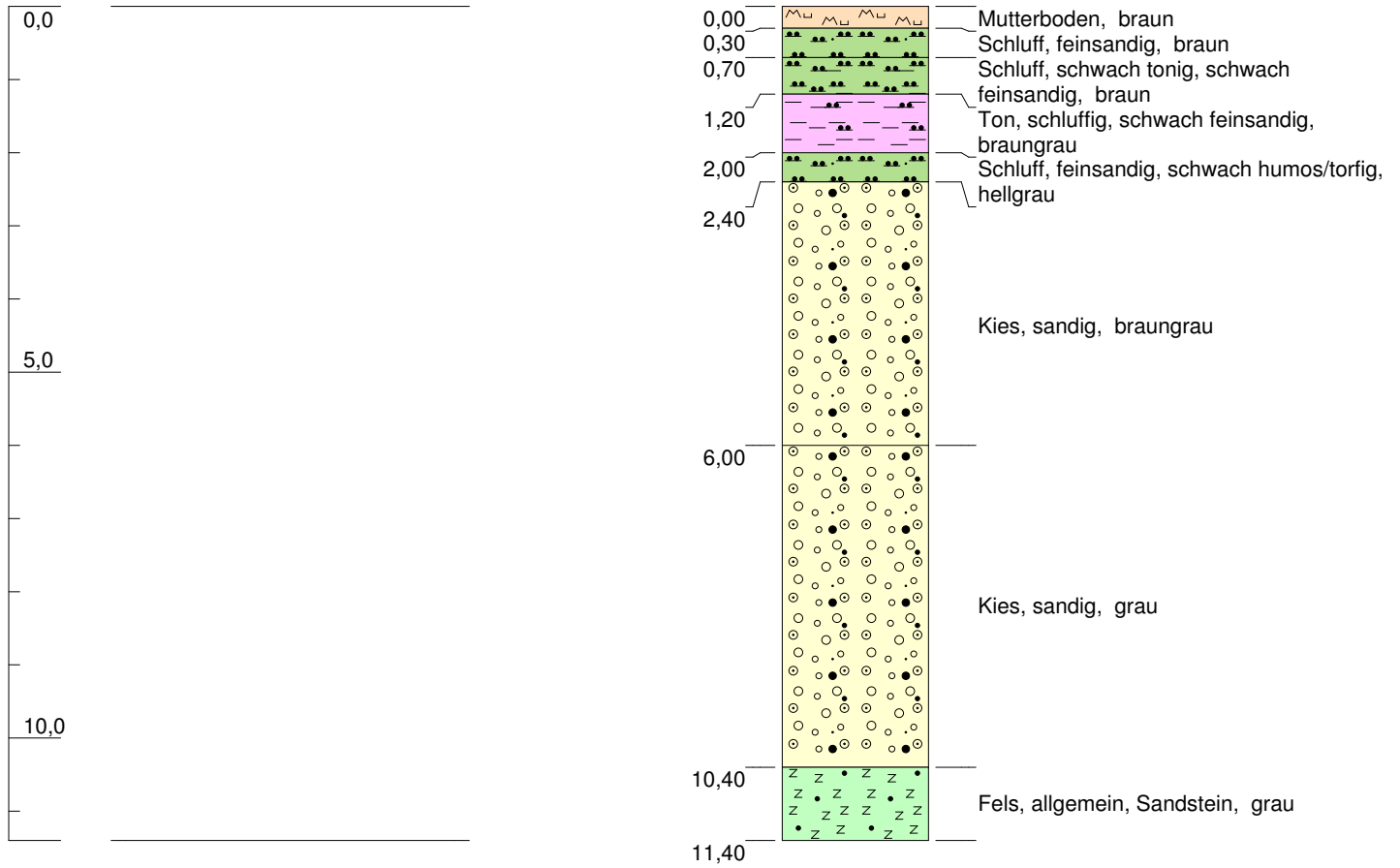


W Pfatter, Verlegung St 2146, RS 3

Maßstab: 1:100

7040BG015317 Bohrung nicht ausgebaut

Endteufe: 11,40 m
Ansatzhöhe: 323,08 [m NN]

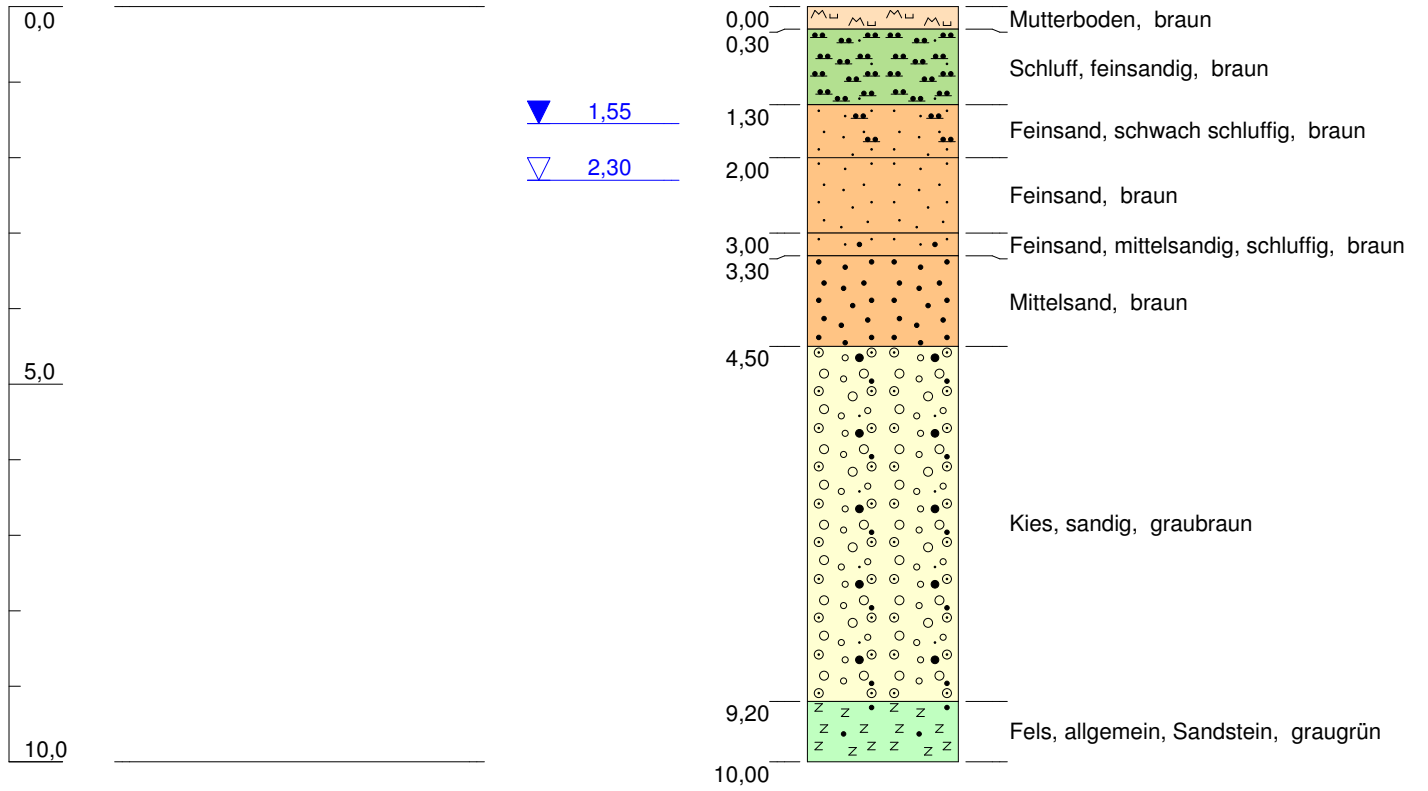


W Pfatter, Verlegung St 2146, RS 4

Maßstab: 1:100

7040BG015318 Bohrung nicht ausgebaut

Endteufe: 10,00 m
Ansatzhöhe: 322,91 [m NN]

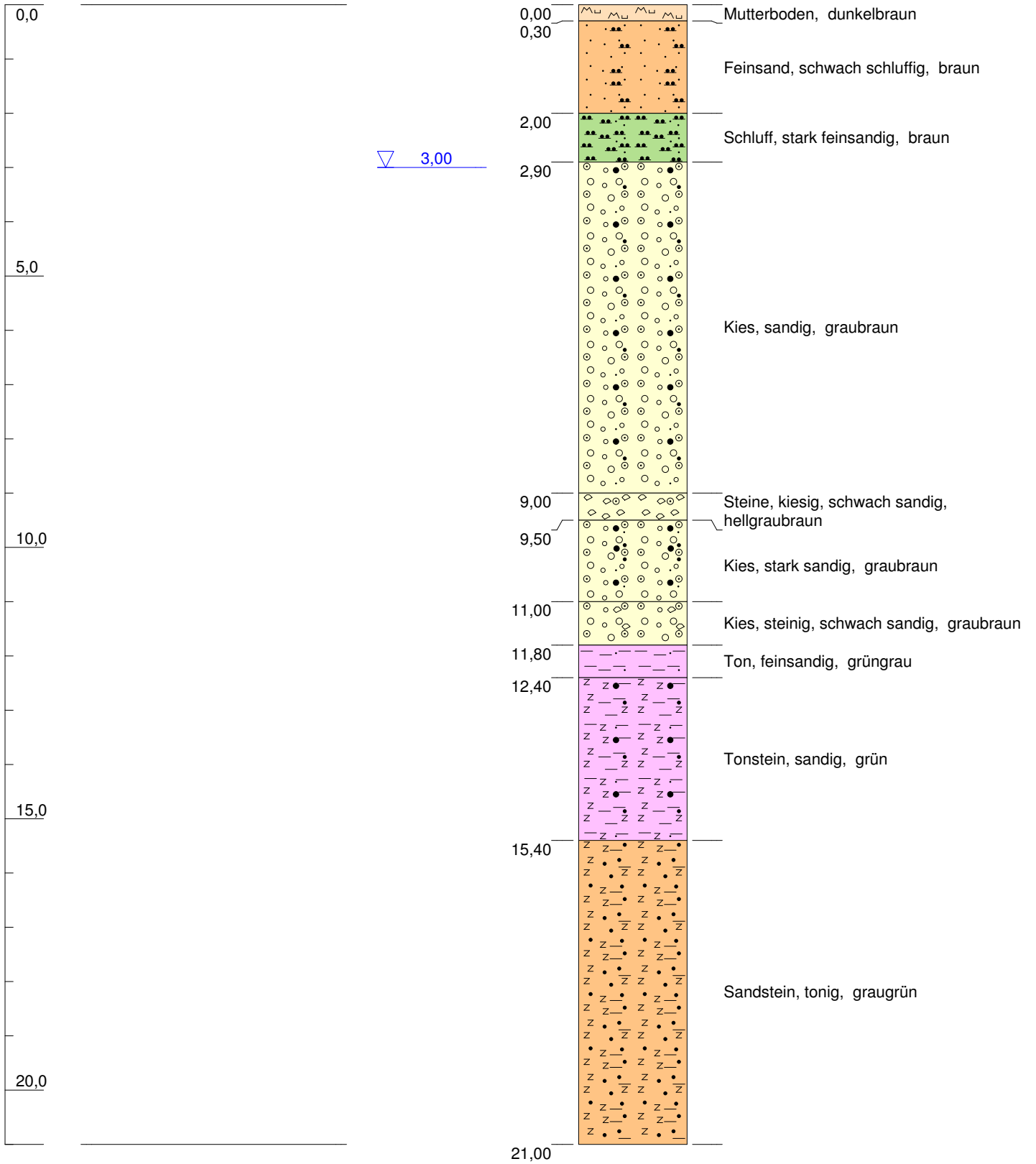


NW Pfatter, BV Donaubrücke St 2146, BK 5b

Maßstab: 1:100

7040BG015327 Bohrung nicht ausgebaut

Endteufe: 21,00 m
Ansatzhöhe: 323,50 [m NN]

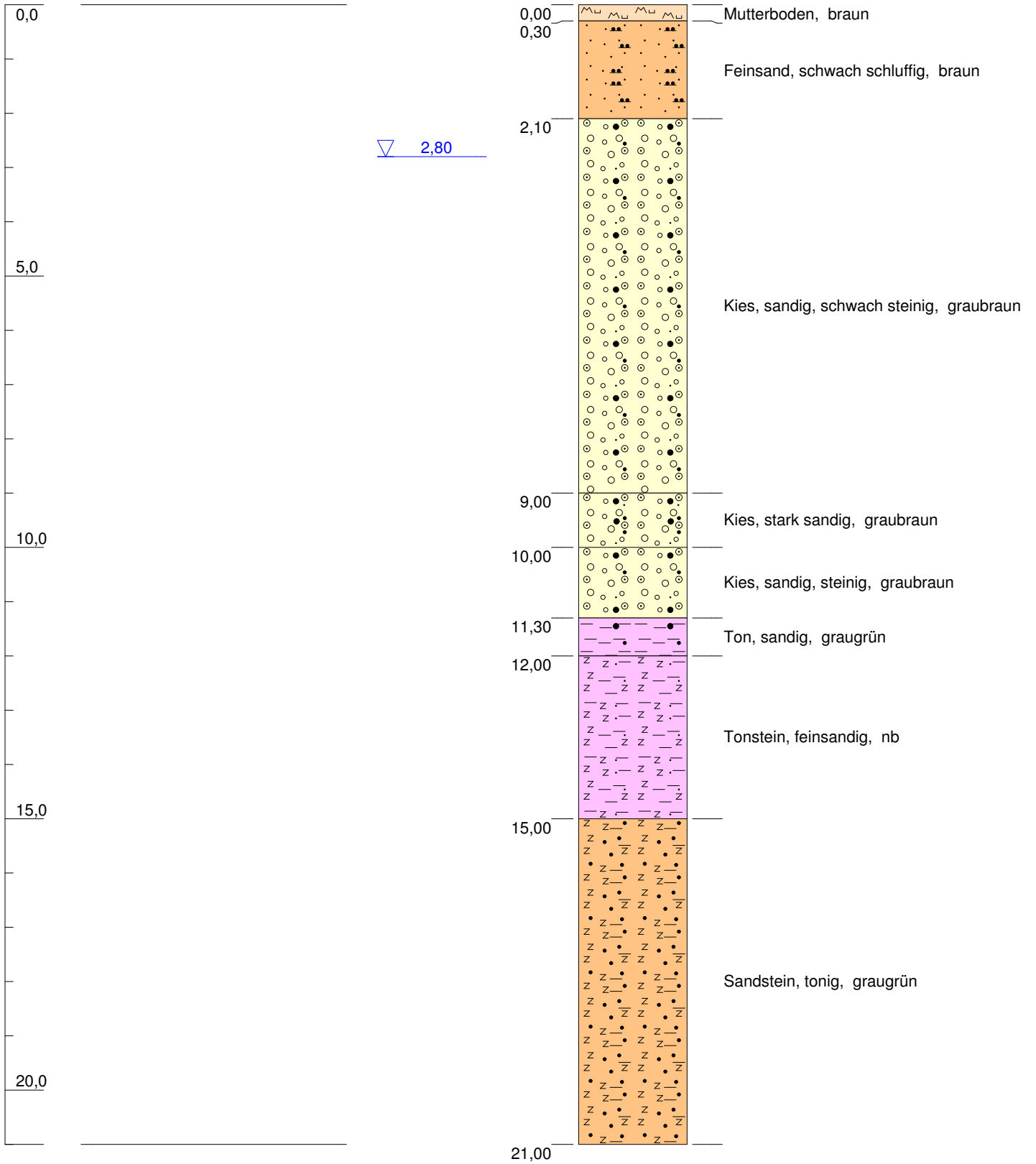


NW Pfatter, BV Donaubrücke St 2146, BK 5c

Maßstab: 1:100

7040BG015328 Bohrung nicht ausgebaut

Endteufe: 21,00 m
 Ansatzhöhe: 323,50 [m NN]

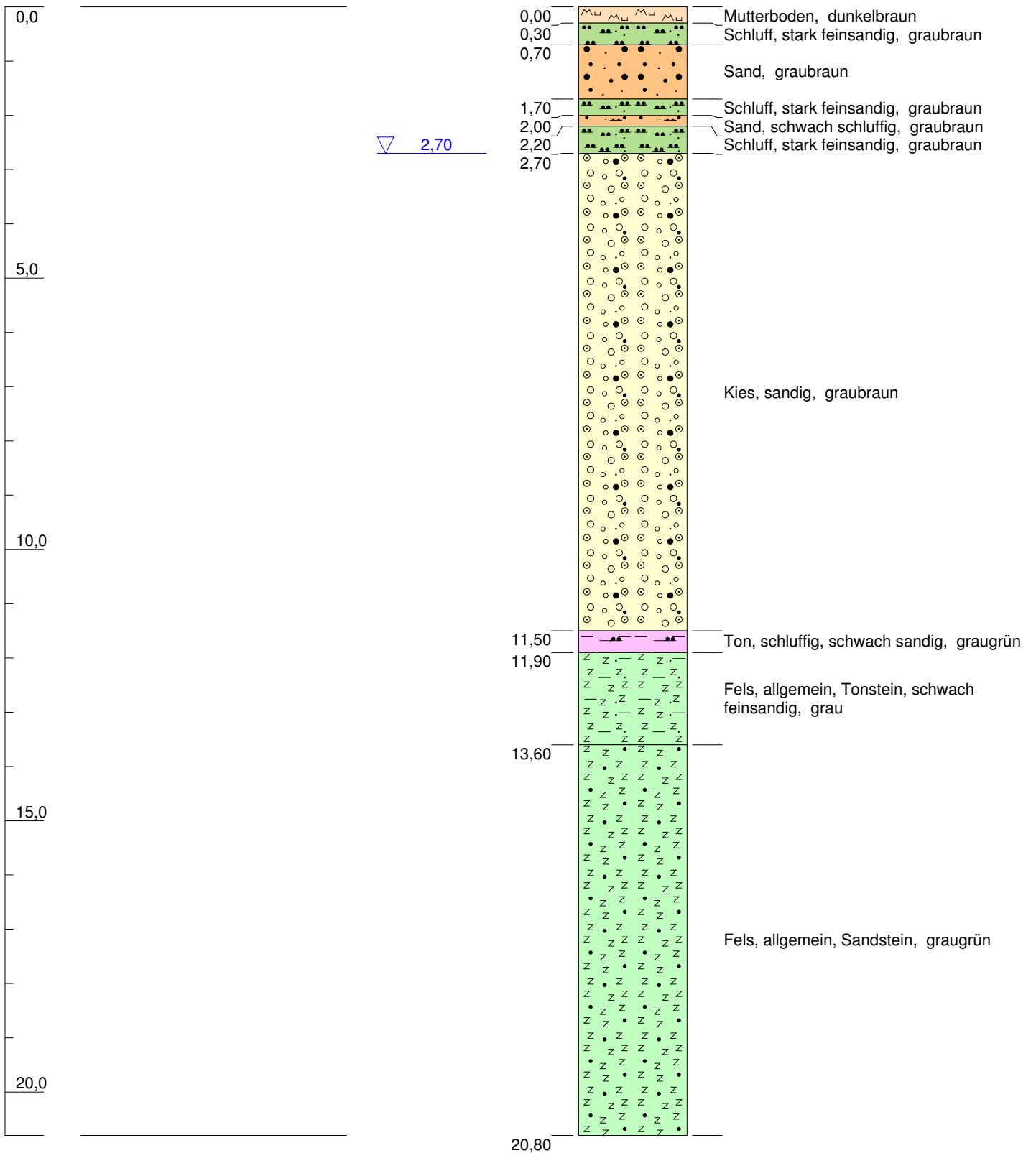


NW Pfatter, BV Donaubrücke St 2146, BK 6a

Maßstab: 1:100

7040BG015329 Bohrung nicht ausgebaut

Endteufe: 20,80 m
 Ansatzhöhe: 323,50 [m NN]

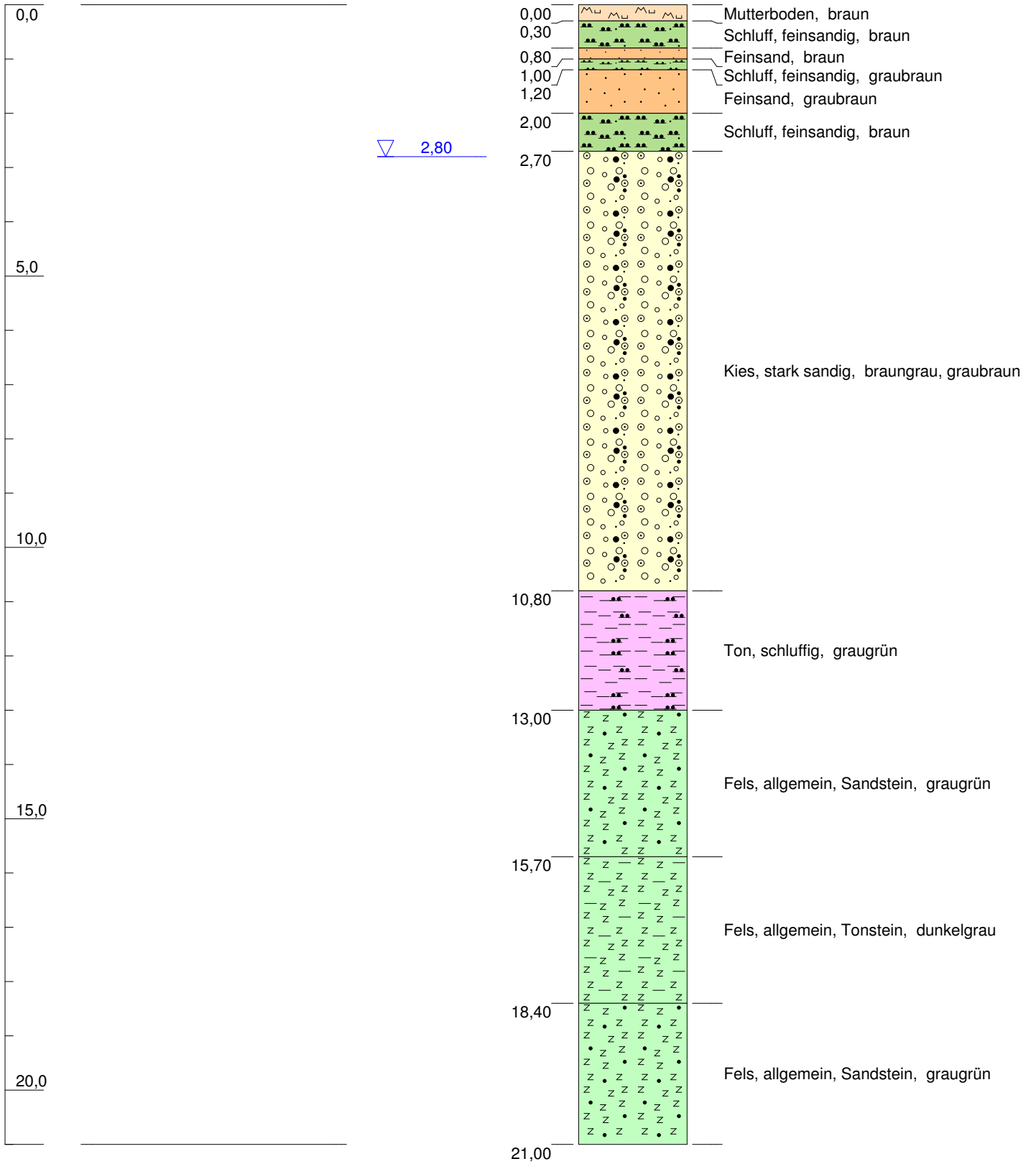


NW Pfatter, BV Donaubrücke St 2146, BK 6b

Maßstab: 1:100

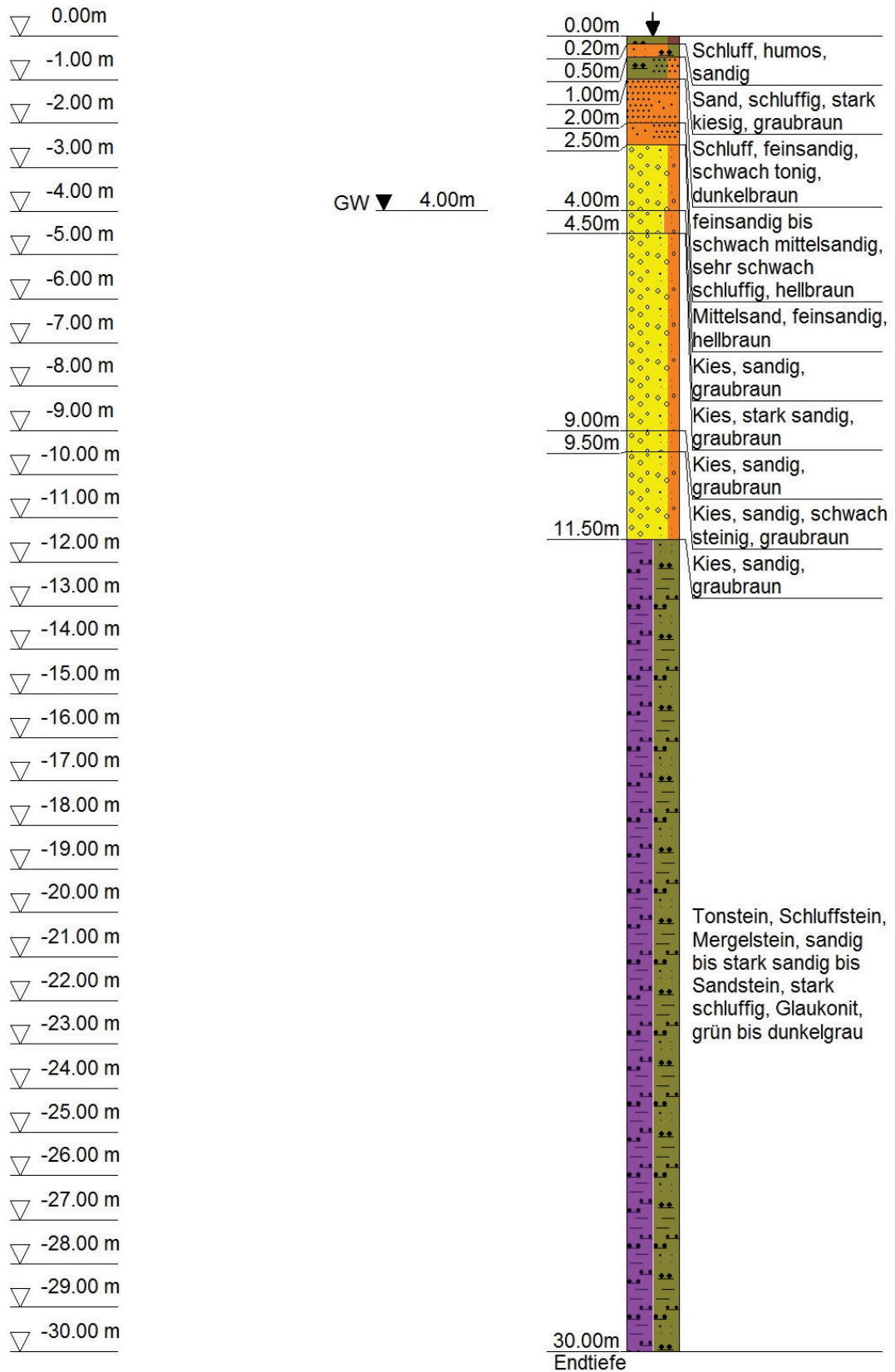
7040BG015330 Bohrung nicht ausgebaut

Endteufe: 21,00 m
 Ansatzhöhe: 323,50 [m NN]





Nr 41



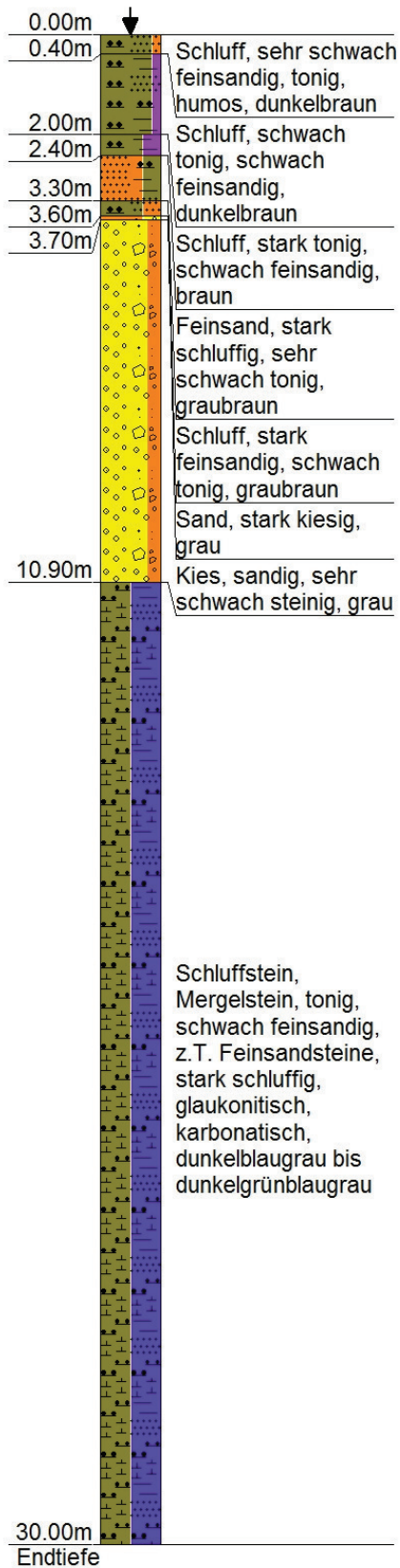
Bemerkungen



Nr 65

- ▽ 0.00m
- ▽ -1.00 m
- ▽ -2.00 m
- ▽ -3.00 m
- ▽ -4.00 m
- ▽ -5.00 m
- ▽ -6.00 m
- ▽ -7.00 m
- ▽ -8.00 m
- ▽ -9.00 m
- ▽ -10.00 m
- ▽ -11.00 m
- ▽ -12.00 m
- ▽ -13.00 m
- ▽ -14.00 m
- ▽ -15.00 m
- ▽ -16.00 m
- ▽ -17.00 m
- ▽ -18.00 m
- ▽ -19.00 m
- ▽ -20.00 m
- ▽ -21.00 m
- ▽ -22.00 m
- ▽ -23.00 m
- ▽ -24.00 m
- ▽ -25.00 m
- ▽ -26.00 m
- ▽ -27.00 m
- ▽ -28.00 m
- ▽ -29.00 m
- ▽ -30.00 m

GW ▼ 3.20m



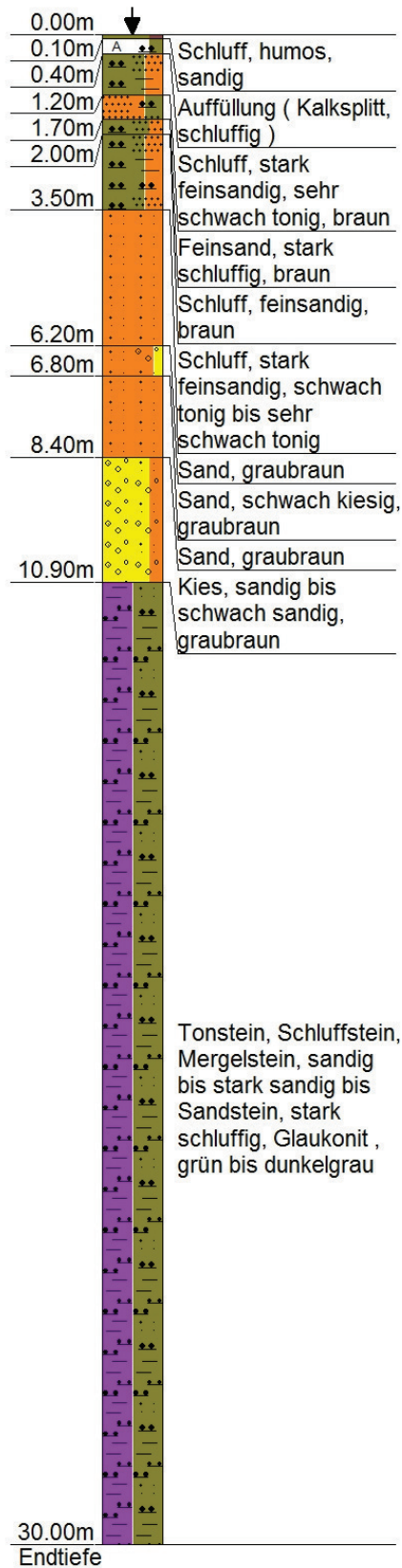
Bemerkungen



Nr 66

- ▽ 0.00m
- ▽ -1.00 m
- ▽ -2.00 m
- ▽ -3.00 m
- ▽ -4.00 m
- ▽ -5.00 m
- ▽ -6.00 m
- ▽ -7.00 m
- ▽ -8.00 m
- ▽ -9.00 m
- ▽ -10.00 m
- ▽ -11.00 m
- ▽ -12.00 m
- ▽ -13.00 m
- ▽ -14.00 m
- ▽ -15.00 m
- ▽ -16.00 m
- ▽ -17.00 m
- ▽ -18.00 m
- ▽ -19.00 m
- ▽ -20.00 m
- ▽ -21.00 m
- ▽ -22.00 m
- ▽ -23.00 m
- ▽ -24.00 m
- ▽ -25.00 m
- ▽ -26.00 m
- ▽ -27.00 m
- ▽ -28.00 m
- ▽ -29.00 m
- ▽ -30.00 m

GW ▼ 4.10m



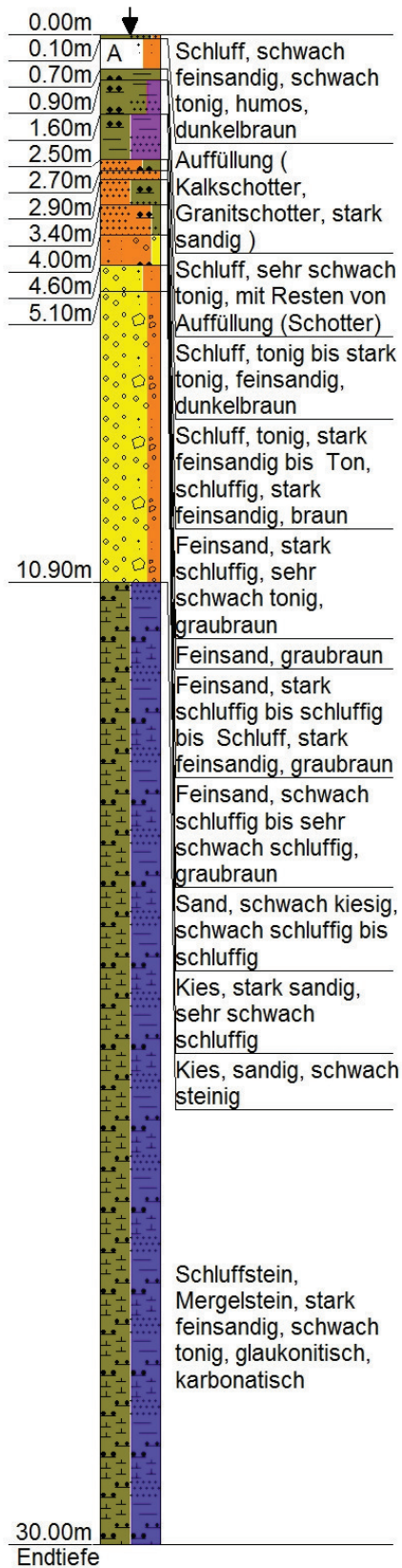
Bemerkungen



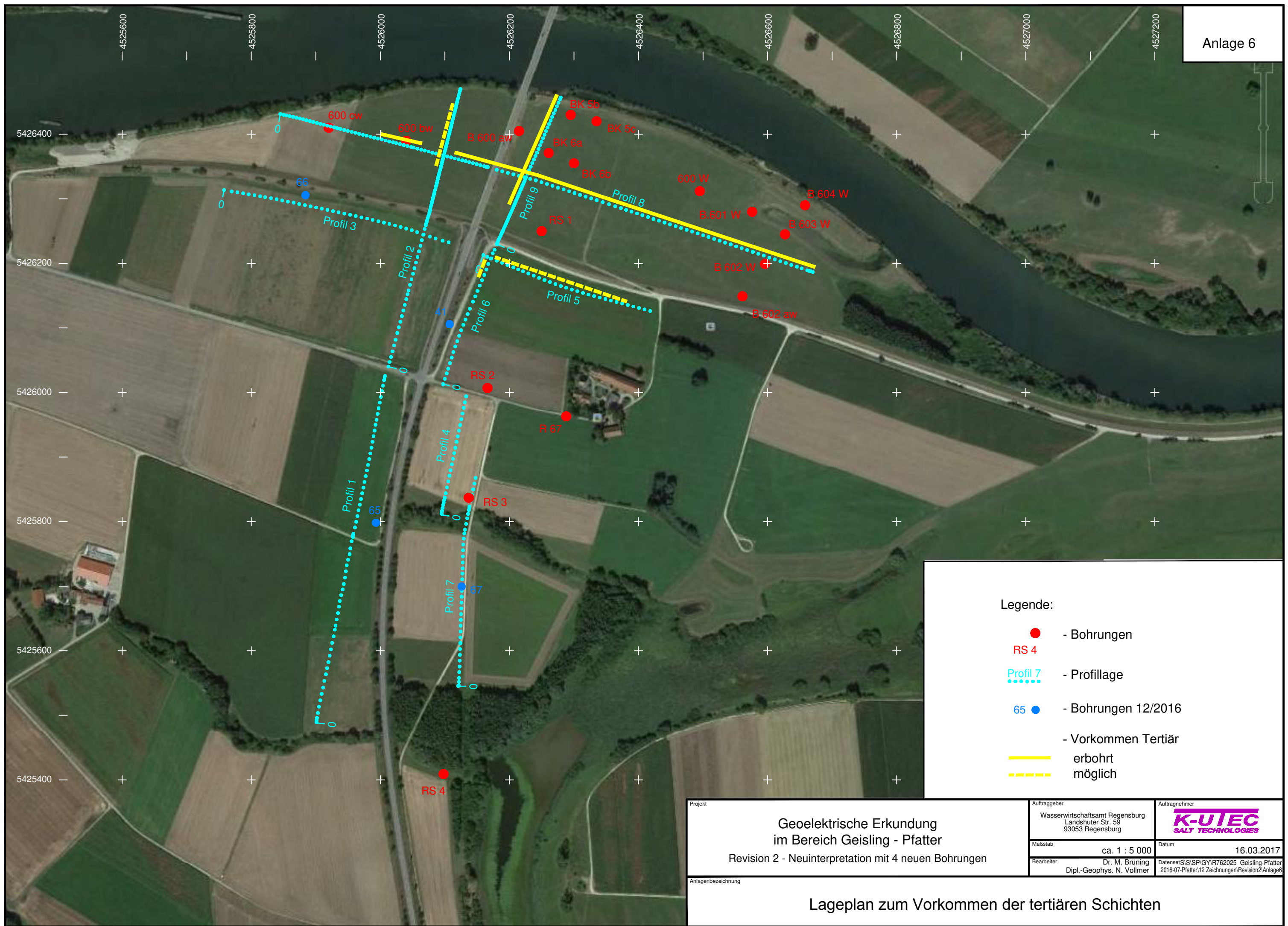
Nr 67

- ▽ 0.00m
- ▽ -1.00 m
- ▽ -2.00 m
- ▽ -3.00 m
- ▽ -4.00 m
- ▽ -5.00 m
- ▽ -6.00 m
- ▽ -7.00 m
- ▽ -8.00 m
- ▽ -9.00 m
- ▽ -10.00 m
- ▽ -11.00 m
- ▽ -12.00 m
- ▽ -13.00 m
- ▽ -14.00 m
- ▽ -15.00 m
- ▽ -16.00 m
- ▽ -17.00 m
- ▽ -18.00 m
- ▽ -19.00 m
- ▽ -20.00 m
- ▽ -21.00 m
- ▽ -22.00 m
- ▽ -23.00 m
- ▽ -24.00 m
- ▽ -25.00 m
- ▽ -26.00 m
- ▽ -27.00 m
- ▽ -28.00 m
- ▽ -29.00 m
- ▽ -30.00 m

GW ▼ 3.40m



Bemerkungen



Legende:

- - Bohrungen
- RS 4
- ⋯ - Profillage
- 65 - Bohrungen 12/2016
- Vorkommen Tertiär
- erbohrt
- - - möglich

Projekt	Geoelektrische Erkundung im Bereich Geisling - Pfatter		Auftraggeber	Auftragnehmer
	Revision 2 - Neuinterpretation mit 4 neuen Bohrungen		Wasserwirtschaftsamt Regensburg Landshüter Str. 59 93053 Regensburg	K-UTEC SALT TECHNOLOGIES
	Anlagenbezeichnung	Lageplan zum Vorkommen der tertiären Schichten		Datum
		Maßstab	ca. 1 : 5 000	16.03.2017
		Bearbeiter	Dr. M. Brüning Dipl.-Geophys. N. Vollmer	Datenset/SI/SP/GY/R/762025_Geisling-Pfatter 2016-07-Pfalter/12 Zeichnungen/Revision2/Anlage6