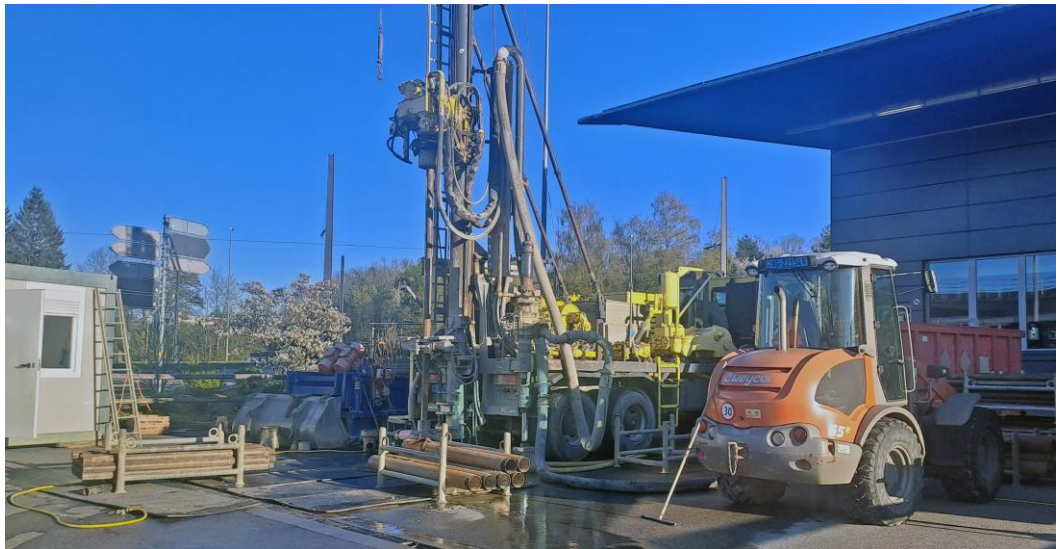


**Erkenntnisse zu den Abtastbohrungen
FO-1, FO-2, P16-1, V5-2, F12-1 im 2026
im Rahmen der Standortevaluation für weitere Brunnen
Bohr- und Ausbaukonzept der Folgebrunnen**

für Aquiferspeicher Flughafen Zürich AG

Beilage zu PGG



Autor:

Andreas Ebert

Liestal, 29.04.2026

Inhaltsverzeichnis

1	Zusammenfassung.....	2
2	Ausgangslage und Ziele	3
3	Bohrstandorte.....	4
4	Ausgeführte Arbeiten.....	5
5	Abtastbohrung FO-1	9
5.1	Standort.....	9
5.2	Geologie.....	10
5.3	Logging.....	10
5.4	Durchlässigkeit Kieslagen	11
5.5	Fazit.....	11
6	Abtastbohrung FO-2	15
6.1	Standort.....	15
6.2	Geologie.....	15
6.3	Logging.....	16
6.4	Durchlässigkeit Kieslagen	16
6.5	Fazit.....	16
7	Abtastbohrung P16-1	20
7.1	Standort.....	20
7.2	Geologie.....	20
7.3	Logging.....	21
7.4	Durchlässigkeit Kieslagen	21
7.5	Fazit.....	21
8	Abtastbohrung V5-2	25
8.1	Standort.....	25
8.2	Geologie.....	25
8.3	Logging.....	26
8.4	Durchlässigkeit Kieslagen	26
8.5	Fazit.....	26
9	Abtastbohrung F12-1	30
9.1	Standort.....	30
9.2	Geologie.....	31
9.3	Logging.....	31
9.4	Durchlässigkeit Kieslagen	31
9.5	Fazit.....	31
10	Gesamtfazit	35
11	Geplanter Brunnenbau	37
11.1	Einleitung.....	37
11.2	Phase 1	37
11.3	Phase 2	39
11.4	Phase 3	40
11.5	Brunnenentwicklung und Pumptests	41

1 Zusammenfassung

Die im Sommer 2026 ausgeführten Abtastbohrungen FO-1, FO-2, P16-1, V5-2 und F12-1 dienten der Überprüfung der vermuteten basalen Kieslagen in der tiefen quartären Rinne unter dem Flughafengelände sowie der Präzisierung der Grundlagen für die geplanten weiteren Brunnen an diesen Standorten. Mit Ausnahme der Bohrung F12-1 wurden an allen untersuchten Standorten ausreichend mächtige Kiese unterhalb der Stillwassersedimente in Tiefen von ca. 200 m bis 310 m u. T. nachgewiesen. Die für die Nutzung relevanten Kiesmächtigkeiten betragen an diesen Standorten rund 39 bis 60 m. Die angebohrten Lithologien, die Beobachtungen während der Bohrarbeiten, insbesondere Wasserzutritte und Spülverluste von ca. 30 bis 50 m³ in den Kiesen, sowie die geophysikalischen Logs bestätigen, dass diese Lagen grundsätzlich durchlässig und wasserführend sind. Sie sind damit ebenfalls für die Aquiferspeicherung geeignet.

Die Ergebnisse zeigen, dass die Standorte FO-1, FO-2, P16-1 und V5-2 hinsichtlich Kiesmächtigkeit, Durchlässigkeit und erwarteter Ergiebigkeit gut für Folgebrunnen geeignet sind. Besonders FO-1 und V5-2 bestätigen die Lage der Rinnenmitte. Gleichzeitig ermöglichen alle Bohrungen eine verbesserte Abgrenzung der Rinnenränder. Die Bohrung F12-1 sowie die vorgängig erstellte Bohrung V5-1 liegen dagegen zu weit am östlichen bzw. westlichen Rinnenrand. Dort wurden die kiesigen Lagen unter den Stillwassersedimenten nur noch knapp am Übergang zum Fels angetroffen, weshalb diese Standorte für einen leistungsfähigen Brunnen nicht zu empfehlen sind.

Für den weiteren Brunnenbau bilden die Abtastbohrungen eine wichtige Grundlage zur Festlegung der Bohr- und Ausbaukonzepte, insbesondere der Absetztiefen der Rohrtouren, der Filterstrecken und der vorgesehenen Brunnenentwicklung. Insgesamt bestätigen die Resultate die Eignung der tiefen quartären Rinnenfüllung als Speicherkörper und stützen die Planung weiterer Brunnen an den vorgesehenen Standorten.

Das Bohr- und Ausbaukonzept wird in Kapitel 11 beschrieben. Darin sind auch die technischen Anpassungen aufgeführt, die sich aus den Erkenntnissen der beiden vorgängig erstellten Testbrunnen ergeben. So wird beispielsweise die 16"-Rohrtour, in welcher die Pumpe zu liegen kommt, neu bis an die Basis der Stillwassersedimente tiefer geführt. Zudem ist eine Glaskugelpackung hinter dem Filterrohr vorgesehen; gleichzeitig wird der Filterdurchmesser von 6" auf 8" vergrößert. Es wird erwartet, dass mit diesen Anpassungen höhere Förder- bzw. Rückgaberaten und eine geringere Sandführung im späteren Betrieb erreicht werden können.

2 Ausgangslage und Ziele

Nach der erfolgreichen Erkundung in den vergangenen Jahren sollen im Rahmen der Erschliessung der tiefen quartären Rinne unter dem Flughafengelände weitere Brunnen auf der Luft- und Landseite erstellt werden. Die Brunnen sollen saisonal wechselweise als Förder- und Rückgabeburinnen betrieben werden. Der Wärmeentzug bzw. die Einspeicherung von Wärme soll in Clustern mit kalten bzw. warmen Brunnen erfolgen.

Für die Erschliessung wurden bereits Erkundungen mittels Seismik, Sondierbohrungen und zwei Testbrunnen durchgeführt. Mit Ausnahme der westlichsten Abtastbohrung V5-1, die zu weit am Rinnenrand lag und deshalb nur geringe Kiesmächtigkeiten erschloss, wurden in allen übrigen Bohrungen unter den mächtigen glaziolakustrinen Stillwassersedimenten bzw. Seetonen ausreichend mächtige, durchlässige und wasserführende Kiese in Tiefen von ca. 210 m bis 330 m u.T. nachgewiesen. Mit Pumpversuchen in den Testbrunnen wurde gezeigt, dass der tiefe Grundwasserleiter in der eiszeitlichen Rinne als Aquiferspeicher geeignet ist und pro Brunnen Förderraten von bis zu 5'000 l/min möglich sind. Für weitere Informationen und Erkenntnisse wird auf den separaten Schlussbericht zur Erkundung von Ende 2025 verwiesen.

Wie die Sondierbohrungen und die Seismik zeigen, kann berechtigterweise angenommen werden, dass an den geplanten weiteren Brunnenstandorten vergleichbare hydrogeologische Bedingungen vorliegen. Entsprechend ist grundsätzlich von ähnlichen Aquifereigenschaften und Brunnenleistungen auszugehen.

Zur Erhöhung der Planungssicherheit und zur Bestätigung der vermuteten basalen Kieslagen wurden vom 07.04. bis zum 22.07.2026 an fünf Standorten weitere Abtastbohrungen direkt neben den geplanten Brunnen ausgeführt. Dabei handelte es sich um einfache, schlanke und destruktive Bohrungen, die nicht ausgebaut, sondern nach Abschluss der Arbeiten fachgerecht zurückgebaut wurden. Die Resultate dieser Abtastbohrungen sowie die ausgeschriebenen Bohr- und Ausbaukonzepte werden nachfolgend beschrieben.

Die Hauptziele der Abtastbohrungen waren:

- Nachweis der vermuteten durchlässigen und wasserführenden Kieslagen an der Rinnenbasis unterhalb der mächtigen Stillwasserablagerungen
- Bewertung der Kieslagen hinsichtlich ihrer Eignung für eine mögliche Nutzung und zur Beurteilung, ob sich die Erstellung eines Folgebrunnens lohnt
- Definition des lithologischen Aufbaus, damit die nachfolgenden Brunnen detailliert geplant werden können (z. B. Absetztiefen der Rohrtouren, Länge der Filterstrecken)
- Weitere Detaillierung der Rinnengeometrie und der lithologischen Variabilität (z. B. Eingrenzung der Rinnenränder, Definition der Tiefe der Basis der quartären Rinne)

3 Bohrstandorte

Auf den nachfolgenden Luftbildern (Abb. 1 und Abb. 2) sind die Standorte der bestehenden Testbrunnen sowie der ausgeführten Sondier- und Abtastbohrungen ersichtlich.

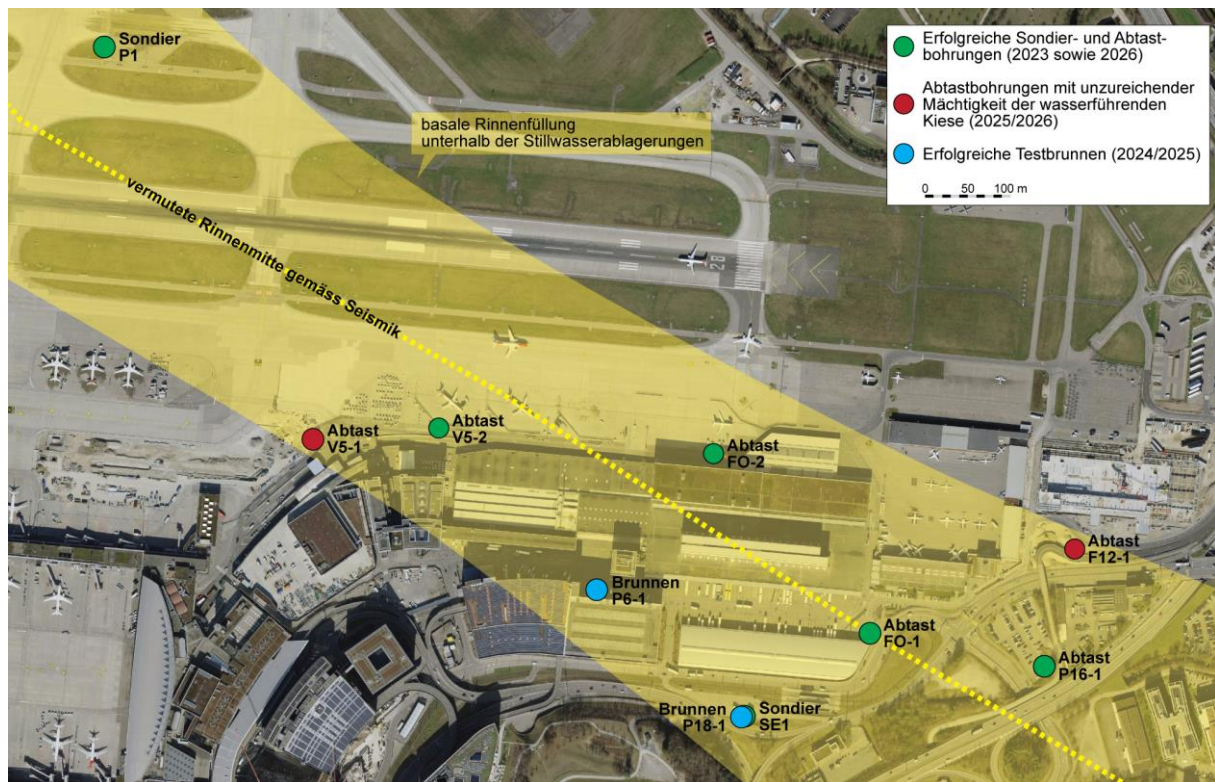


Abb. 1 Bestehende Bohr- und Brunnenstandorte

Die Punkte markieren die Standorte der Bohrungen, die bis Juli 2026 erstellt wurden. Bohrungen, in denen ausreichend durchlässige Kieslagen angetroffen wurden, sind grün dargestellt; Bohrungen mit zu geringen basalen Kiesmächtigkeiten rot und bestehende Testbrunnen blau.



Abb. 2 Schrägansicht auf das Gelände mit Bohrstandorten

4 Ausgeführte Arbeiten

Die wichtigsten Meilensteine sind nachfolgend aufgeführt (Tabelle 1). Die Vergabe der Bohrarbeiten an die Bohrfirma erfolgte am 20.03.2026. Die kantonale Bewilligung «Sondierbohrungen für grosstechnischen Energiespeicher Flughafen Zürich» wurde am 12.03.2026 vom Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft ausgestellt; für die Bohrung F12-1 erfolgte die Bewilligung am 05.06.2026. Die Abnahme erfolgte jeweils nach Bohrende ohne Feststellung von Schäden.

Tabelle 1 Chronologie Abtastbohrungen

Bohr-ID	Start Installation	Bohrstart	Logging	Rückbau Ende	Freigabe Bohrplatz
FO-1	30.03.2026	07.04.2026	14.04.2026	20.04.2026	21.04.2026
P16-1	20.04.2026	21.04.2026	27.04.2026	01.05.2026	05.05.2026
FO-2	01.06.2026	02.06.2026	08.06.2026	12.06.2026	15.06.2026
V5-2	15.06.2026	16.06.2026	23.06.2026	29.06.2026	30.06.2026
F12-1	13.07.2026	13.07.2026	17.07.2026	22.07.2026	24.07.2026

In der nachfolgenden Tabelle sind die wichtigsten beteiligten Firmen und deren Aufgaben aufgeführt.

Tabelle 2 Beteiligte Firmen und Personen

Firma	Aufgabe bzw. verantwortlich für
Flughafen Zürich AG	Bauherr, Auftraggeber
Geo Explorers AG	Projektleitung, Planung, Protokollierung, Bohrstellengeologie, Begleitung Logging, Bericht
Blétry AG	Bohrfirma
Terratec	Ausführung geophysikalisches Bohrloch-Logging

In Tabelle 3 sind die Bohrtechnik und der Bohrlochausbau zusammengefasst.

Tabelle 3 Zusammenfassung der bohrtechnischen Details

Weitere Details sind den Bohrprofilen zu entnehmen.

Bohrgerät	Nordmeyer SMAG DSB 2/10
Bohrsysteme / Bohrmeissel	0 bis ca. 56–80 m u. T.: temporäre Schutzverrohrung AD 178 mm, teilweise teleskopiert mit AD 219 mm und AD 178 mm Darunter bis zur Endtiefe: destruktives Bohren, je nach Lithologie mit Rollenmeissel oder PDC-Bohrmeissel, Ø 152 mm
Bohrspülung	Je nach Lithologie mit Luft- oder Tonspülung
Bohrlochausbau	Die Bohrungen wurden unmittelbar nach Abschluss der Arbeiten zurückgebaut und verfüllt. In der basalen Rinnenfüllung erfolgte die Verfüllung in der Regel mit Rundkies 4/8 mm. Darüber wurden die Stillwassersedimente stufenweise mit Zementsuspension verfüllt. Der oberste Abschnitt wurde mit Rundkies 4/8 mm und Tonpellets abgedichtet. Während des Rückbaus wurde die Verfüllhöhe

	regelmässig mit dem Lot kontrolliert, sodass eine lückenlose und lithologisch angepasste Verfüllung gewährleistet war.
Logging	Nach Erreichen der Endtiefe wurde gleichentags oder am darauffolgenden Tag nach einem Roundtrip ein geophysikalisches Bohrloch-Logging ausgeführt. Erfasst wurden Gamma-Ray, 4-Arm-Kaliber und Inklination.
Bemerkungen	Aufgrund der Tonspülung und da die Abtastbohrungen nicht zu Messstellen oder Brunnen ausgebaut und entwickelt wurden, konnten keine belastbaren Pegeldata oder Durchlässigkeiten ermittelt werden. Die Bohrungen dienten ausschliesslich dem Nachweis der Kieslagen sowie der Präzisierung des lithologischen Aufbaus, damit die nachfolgenden Brunnen besser geplant werden können. In allen Bohrungen wurden in den Kieslagen deutliche Spülverluste bei Tonspülung bzw. Wasserzutritte bei Luftspülung festgestellt. Diese Beobachtungen weisen auf durchlässige und wasserführende Kieslagen hin.

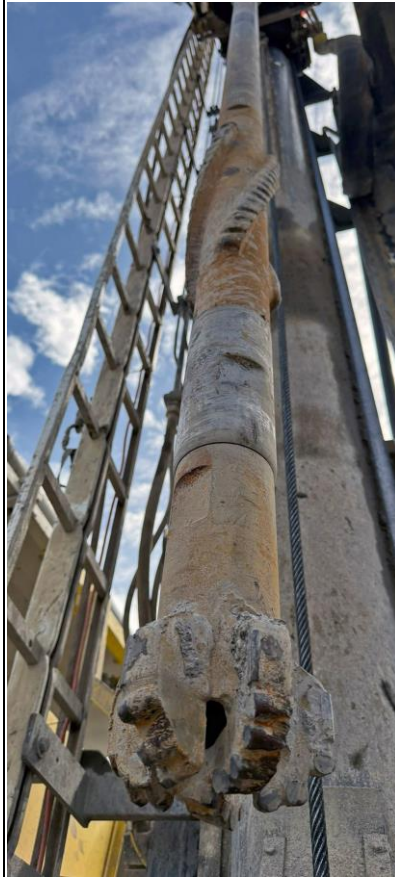
Nachfolgend Eindrücke von den Bohrungen und der eingesetzten Bohrtechnik:



Von links nach rechts: Schüttelsieb, Säcke Spülbentonit, Bohrgestänge, Bohranlage



Pumpensumpf um
Bohrlochkopf



PDC mit Schwerestangen und
Stabilisator



Warzen-Rollenmeissel
mit Stabilisatoren



Bohrlochlogging mit Kaliber
und Gamma



Verfüllung Bohrloch mit
Zementsuspension



Verfüllung Bohrloch mit
4/8mm Rundkies



Von links nach rechts: temp. Schutzverrohrung AD 219mm, Bohrlochhammer AD 152mm, Bohrgestänge, Bohrlochhammer AD 190mm

5 Abtastbohrung FO-1

5.1 Standort

Auf dem nachfolgenden Luftbild und Foto (Abb. 3 und Abb. 4) ist der Standort FO-1 mit der Lage der ausgeführten Abtastbohrung ersichtlic.



Abb. 3 Standort FO-1



Abb. 4 Abtastbohrung FO-1 im April 2026

5.2 Geologie

Die Abtastbohrung FO-1 erschloss eine vergleichbare Schichtabfolge wie die sechs vorgängigen Bohrungen. Basierend auf den seismischen Daten liegt sie sehr nahe an der Rinnenmitte. Unter mächtigen Stillwassersedimenten bzw. Seetonen von ca. 74 m bis 204 m u. T. wurde auch hier eine Abfolge kiesiger Lagen angetroffen. Die für das Projekt relevanten Kieslagen weisen insgesamt eine Mächtigkeit von ca. 60 m auf. In diesen Lagen wurden ebenfalls Spülverluste festgestellt. Das geophysikalische Bohrloch-Logging bestätigt zudem das Vorliegen nichtbindiger Kiese. Für Details wird auf das nachfolgende Bohrprofil sowie die Logs verwiesen.

Die nachfolgende Abbildung (Abb. 5) sowie das Bohrprofil (Abb. 6) zeigen, dass auch in der Abtastbohrung FO-1 unter den Stillwasserablagerungen zwischen 228 und 288 m u. T. eine Wechselfolge aus nicht, leicht bis mässig siltig-tonigem Kies mit kaum bis mässig viel Sand angetroffen wurde. Die Kiesfraktion wird von Fein- und Mittelkies dominiert. Die Komponenten sind kantig bis gut gerundet, mässig bis gut sortiert und polymikt zusammengesetzt, unter anderem aus Kalksteinen, Quarz, Gneis und Grüngesteinen.

Die Basis der Stillwassersedimente liegt ca. 30 m tiefer als in den bisherigen Bohrungen, weil sich die Bohrung in der Rinnenmitte befindet. Die kiesigen Lagen korrelieren nicht mit den bisherigen Lagen in den bestehenden Bohrungen. Dies bestätigt die Erkenntnis, dass die Kieslagen über die Bohrungen hinweg nicht durchgehend miteinander verbunden sind und somit die Gefahr thermischer bzw. hydraulischer Kurzschlüsse gering ist. Gleichzeitig bestätigt auch diese Bohrung, dass die basale Rinnenfüllung gesamthaft als Speicherkörper in Frage kommt.

5.3 Logging

Im offenen Bohrloch wurde am 14.04.2026 durch die Firma terratec Geophysical Services GmbH & Co. KG aus Heitersheim ein geophysikalisches Bohrloch-Logging durchgeführt. Erfasst wurden 4-Arm-Kaliber, Azimut, Inklination sowie die natürliche Gammastrahlung. Da die Messungen im offenen Bohrloch im Lockergestein erfolgten, sollten möglichst wenige Befahrungen durchgeführt werden, um das Risiko eines Sondenverlustes zu minimieren. Aus diesem Grund sowie aufgrund möglicher Artefakte durch Filterkuchen und Tonspülung wurden keine weiteren Logs gefahren. Spinner-, Temperatur- und Salinitätslogs sind für die späteren Brunnen vorgesehen.

Die Ziele der Messungen waren:

- Unterscheidung der lithologischen Schichten und Definition ihrer Grenzen
- Korrelation der erbohrten Lithologien mit den geophysikalischen Logs
- Bestimmung der Oberkante des OMM-Felses
- Eingrenzung der durchlässigen bzw. nichtbindigen Kieslagen
- Beurteilung des Bohrlochzustands und der Bohrlochinklination

Die Erfahrungen aus den bisherigen Bohrungen zeigen, dass die nichtbindigen und damit potenziell durchlässigen bzw. wasserführenden Kieslagen gut mit aufgeweiteten Bohrlochabschnitten und tiefen Gamma-Werten korrelieren. Die Logs mit der Interpretation sind in Abb. 7 dargestellt. Zu berücksichtigen ist, dass der Gamma-Log durch die Tonspülung beeinflusst wird, die lithologischen Unterschiede jedoch trotzdem nachvollziehbar abbildet.

Die mächtigen Stillwassersedimente weisen von ca. 73 m bis ca. 225 m u. T. erhöhte Gamma-Werte, eine ruhige Bohrlochwand und nur geringe Aufweitungen auf. Im unteren Bereich sind die Seetone siltig und sandig ausgebildet, was sich in geringeren Gamma-Werten

widerspiegelt. Die Rinnenfüllung unterhalb der Stillwassersedimente zeigt tiefere Gamma-Werte sowie eine unregelmässige Aufweitung des Bohrlochs bis auf Bohrlochdurchmesser von >400 mm bei einem Solldurchmesser von 152 mm. Diese Abschnitte können nichtbindigen und damit durchlässigen Kies- und/oder Sandlagen zugeordnet werden. Kieslagen mit nur geringer Bohrlochaufweitung bei gleichzeitig leicht erhöhten Gamma-Werten sind eher moränenartigen Lagen zuzuordnen. Insgesamt zeigt das Logging eine Wechselfolge von bindigen und nichtbindigen Lagen mit insgesamt geringen Gamma-Werten und damit geringeren Tongehalten, wie dies auch durch die erbohrten Lithologien bestätigt wird. Der OMM-Fels lässt sich eindeutig interpretieren. Er setzt bei ca. 287 m u. T. mit einem sprunghaften Anstieg der Gamma-Werte und einer glatten Bohrlochwand ein.

5.4 Durchlässigkeit Kieslagen

Wie in den vorgängigen Bohrungen wurden auch in FO-1 ab 229 m u. T. plötzliche und deutliche Spülverluste verzeichnet. Trotz Aufbau eines funktionierenden Filterkuchens, der den Abfluss minimierte, wurden kontinuierliche Spülverluste bis in den Molassefels festgestellt. Insgesamt traten Spülverluste von ca. 46 m³ auf. Diese deuten auf eine ausgeprägte Durchlässigkeit der kiesigen Lagen hin. Auch das geophysikalische Logging weist auf nichtbindige und somit durchlässige Lagen hin, insbesondere in aufgeweiteten Bohrlochstrecken mit tiefen Gamma-Werten, die für nicht oder nur gering tonige Lagen sprechen.

5.5 Fazit

Die Bohrung FO-1 liegt gemäss Seismik in der Rinnenmitte. Die Schichtgrenzen bestätigen diese Interpretation (siehe Abb. 28). Aufgrund der erbohrten Kieslagen, der Spülverluste von 46 m³ in den kiesigen Lagen und der geophysikalischen Logs, die auf nichtbindige Kieslagen hinweisen, kann berechtigterweise davon ausgegangen werden, dass auch am Standort FO-1 durchlässige und ergiebige Kiese bzw. Schotter vorliegen. Die relevanten Kiese bilden insgesamt eine rund 60 m mächtige Abfolge, wobei innerhalb der Kieslagen Unterschiede im Anteil der Feinanteile bestehen. Im Vergleich mit den beiden erstellten Testbrunnen darf berechtigterweise angenommen werden, dass auch ein Brunnen am Bohrstandort, der ca. 2–4 m neben der Abtastbohrung erstellt würde, sehr ergiebig und für die Aquiferspeicherung geeignet sein wird.

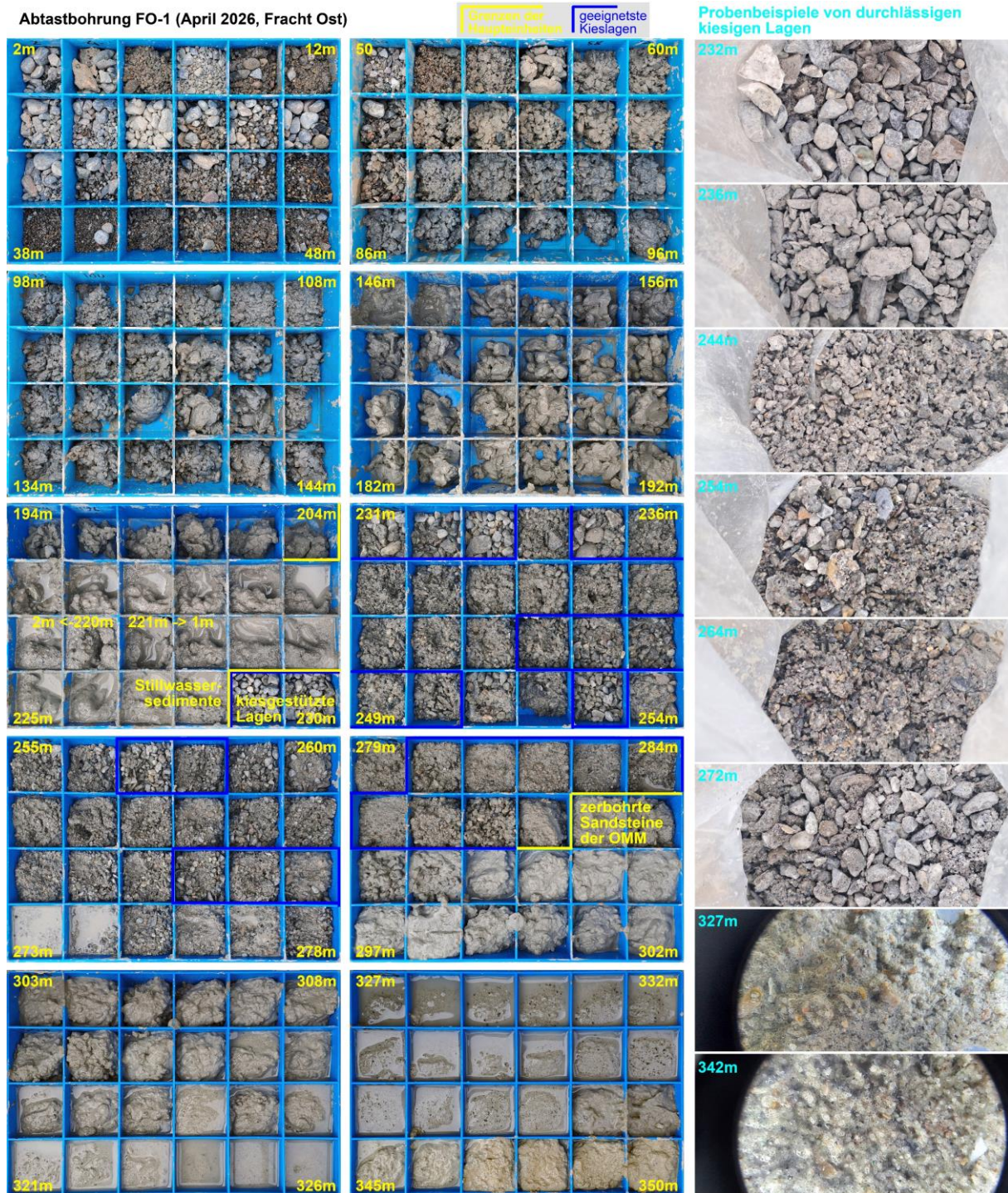
Abtastbohrung FO-1 (April 2026, Fracht Ost)


Abb. 5 Erbohrte Lithologien in der FO-1

Bis 220 m Tiefe liegen Proben alle 2 m vor; ab 221 m Tiefe wurde im 1-m-Abstand beprobt. Die Proben sind nicht gewaschen und weisen Reste der Tonspülung auf. Gut zu erkennen sind die kiesigen Lagen von 228 m bis 288 m u. T. Darunter folgt die vollständig zerbohrte Molasse (Sandsteine der OMM; Lupenbilder rechts unten). Von ca. 72 m bis 204 m u. T. liegen Seetone vor, von 204 m bis 228 m u. T. siltig-tonige Sande.

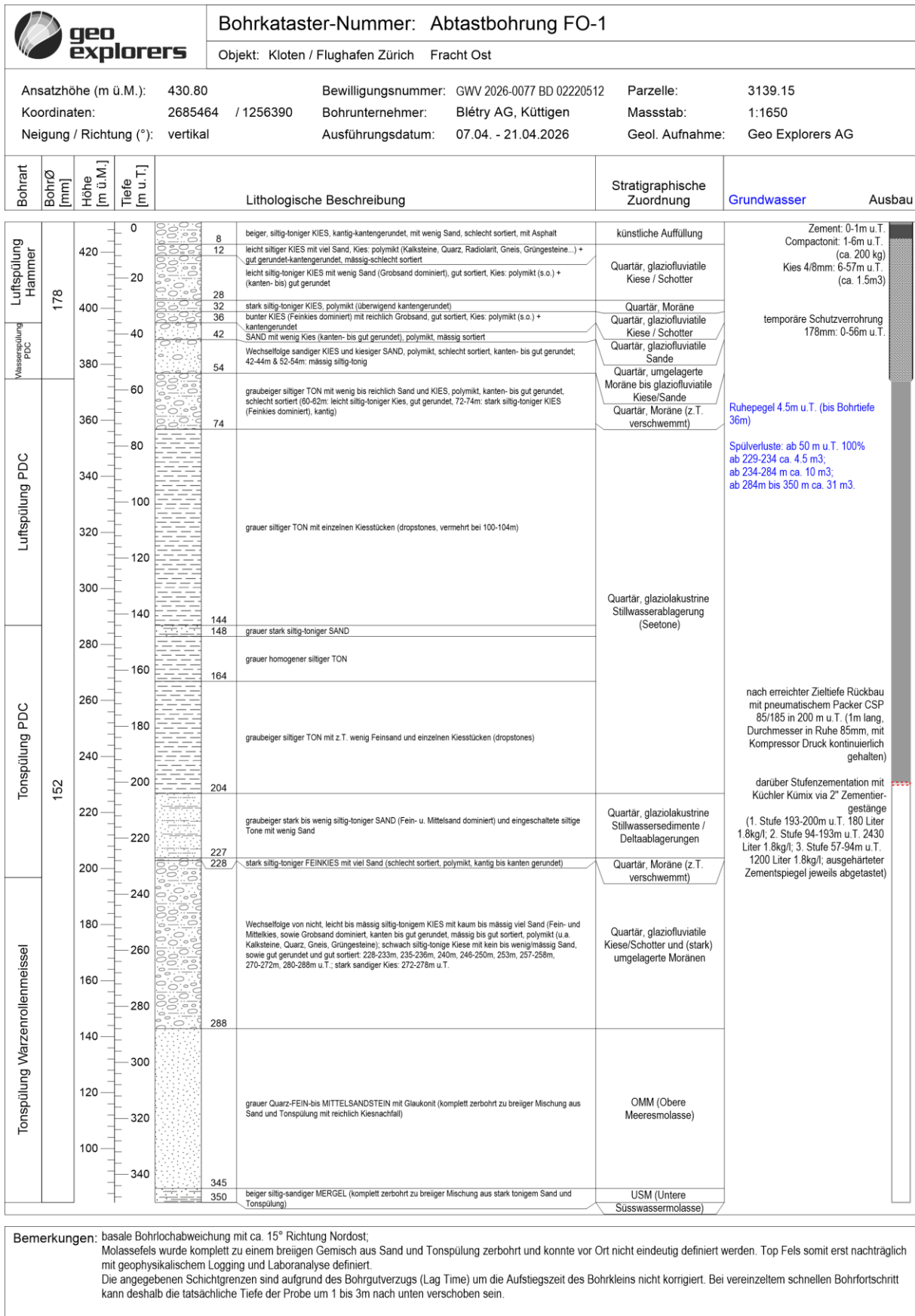


Abb. 6 **Lithostratigraphisches Bohrprofil FO-1**

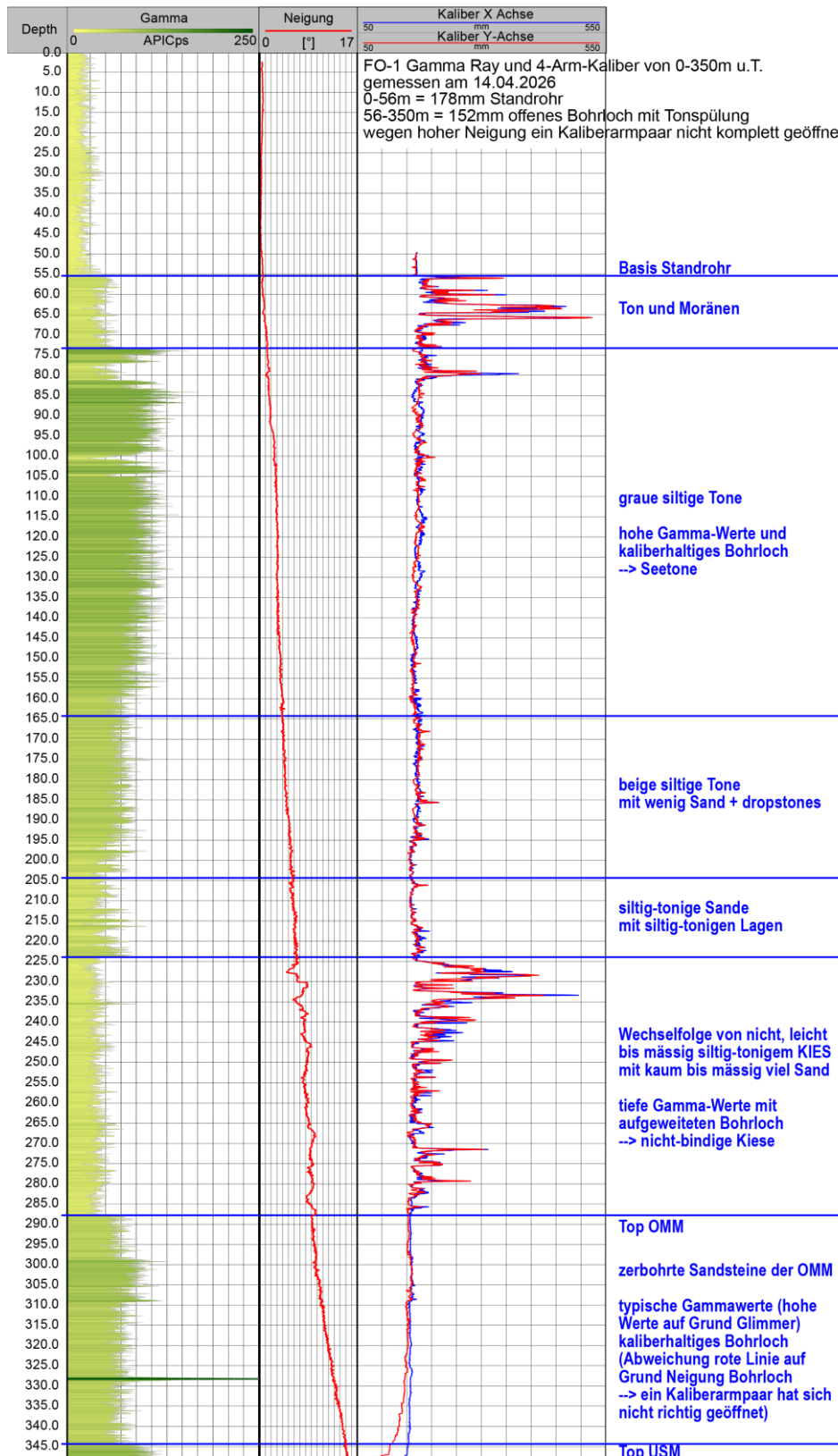


Abb. 7 Geophysikalisches Logging in Abtastbohrung FO-1

Links in Grün: natürliche Gammastrahlung; die tiefen Werte korrelieren mit den kiesigen bzw. sandigen Lagen zwischen ca. 225 m und 288 m u. T. In Rot: Ablenkung der Bohrung. Rechte rote und blaue Linien: Kaliber bzw. Bohrlochdurchmesser; die grossen Kaliberwerte zeigen Ausbrüche bzw. Auskesselungen im Bohrloch in Bereichen, in denen die Kiese und Sande nicht bindig sind.

6 Abtastbohrung FO-2

6.1 Standort

Auf dem nachfolgenden Luftbild und Foto (Abb. 8 und Abb. 9) ist der Standort FO-2 mit der Lage der ausgeführten Abtastbohrung ersichtlich.

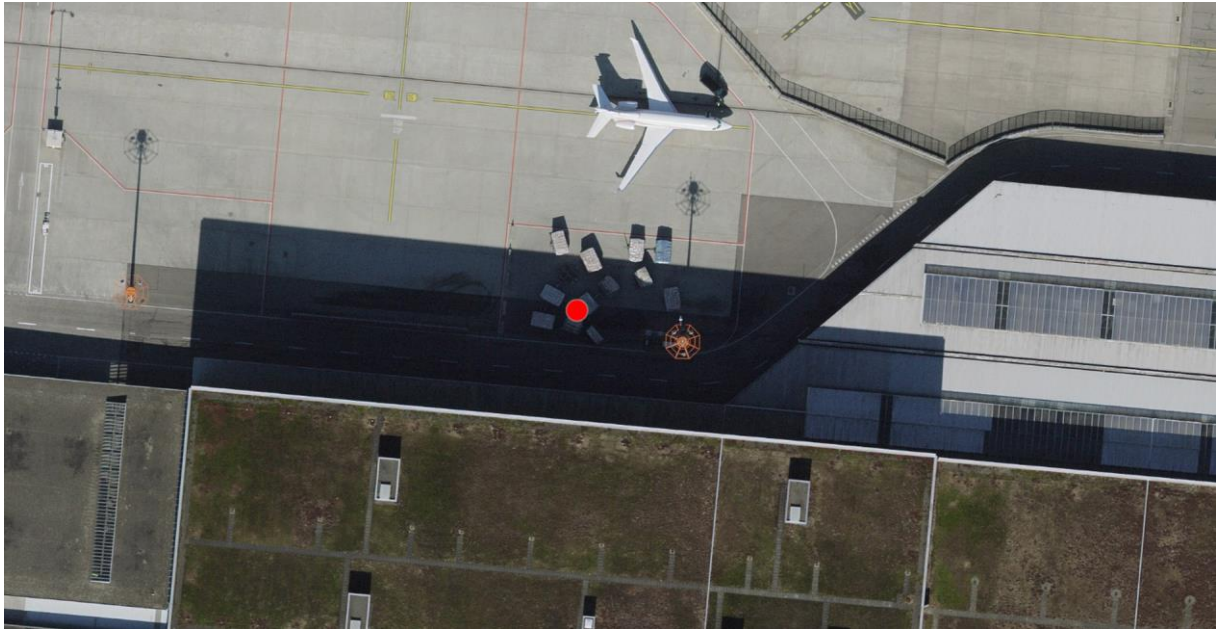


Abb. 8 Standort FO-2



Abb. 9 Abtastbohrung FO-2 im Juni 2026

6.2 Geologie

Die Abtastbohrung FO-2 zeigt einen ähnlichen Aufbau wie FO-1. Unter den mächtigen Stillwassersedimenten bis ca. 192 m u. T. folgt eine Abfolge kiesiger Lagen mit einer Gesamtmächtigkeit der für das Projekt relevanten Kieslagen von rund 43 m. In diesen Lagen wurden ebenfalls Spülverluste festgestellt. Das geophysikalische Bohrloch-Logging bestätigt

zudem das Vorliegen nichtbindiger Kiese. Für Details wird auf das nachfolgende Bohrprofil sowie die Logs verwiesen.

Die nachfolgende Abbildung (Abb. 10) sowie das Bohrprofil (Abb. 11) zeigen, dass auch in der Abtastbohrung FO-2 unter den Stillwasserablagerungen zwischen 197 und 250 m u. T. eine Wechselfolge aus kaum bis stark siltig-tonigem Kies mit kaum bis reichlich Sand angetroffen wurde. Die Komponenten sind kantig bis gut gerundet, mässig bis gut sortiert und polymikt zusammengesetzt, unter anderem aus Kalksteinen, Quarz, Granit und Gneis.

Die Basis der Stillwassersedimente korreliert gut mit der in den meisten Bohrungen erbohrten Basis (siehe Abb. 28). Ansonsten ergeben sich ähnliche Erkenntnisse wie bei den bisherigen Bohrungen bzw. bei FO-1.

6.3 Logging

Im offenen Bohrloch wurde am 08.06.2026 durch die Firma terratec Geophysical Services GmbH & Co. KG aus Heitersheim ein geophysikalisches Bohrloch-Logging durchgeführt.

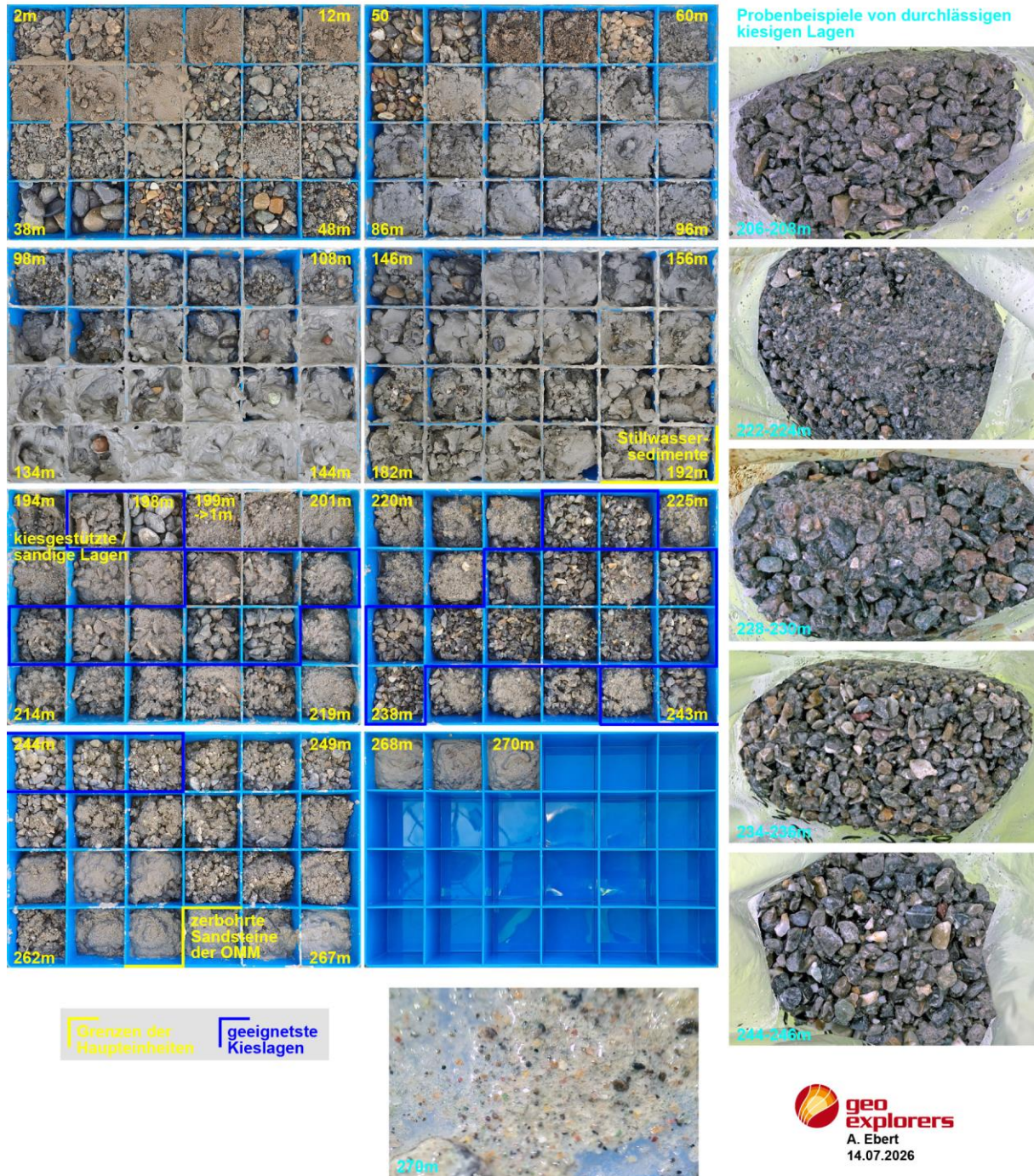
Die Logs mit der Interpretation sind in Abb. 12 dargestellt. Es gelten grundsätzlich die gleichen Erkenntnisse wie für die Bohrung FO-1 in Kapitel 5.3. In den mächtigen Stillwassersedimenten bis 197 m u. T. zeigen sich nahezu gleichbleibende Bohrlochdurchmesser sowie hohe Gamma-Werte, die an der Basis aufgrund des höheren Silt- und Sandgehalts abnehmen. In den darunterliegenden kiesigen Schichten variiert der Bohrlochdurchmesser stark, während die Gamma-Werte deutlich tiefer liegen. Der Fels wurde mit der Sonde nicht erreicht, da diese zuvor aufgestanden ist.

6.4 Durchlässigkeit Kieslagen

Wie in den vorgängigen Bohrungen wurden auch in FO-2 ab 197 m u. T. plötzliche und deutliche Spülverluste verzeichnet. Trotz Aufbau eines funktionierenden Filterkuchens, der den Abfluss minimierte, wurden kontinuierliche Spülverluste bis in den Molassefels festgestellt. Insgesamt traten Spülverluste von ca. 34 m³ auf. Diese deuten auf eine ausgeprägte Durchlässigkeit der kiesigen Lagen hin. Auch das geophysikalische Logging weist auf nichtbindige und somit durchlässige Lagen hin, insbesondere in aufgeweiteten Bohrlochstrecken mit tiefen Gamma-Werten, die für nicht oder nur gering tonige Lagen sprechen.

6.5 Fazit

Aufgrund der erbohrten Kieslagen, der Spülverluste von 34 m³ in den kiesigen Lagen und der geophysikalischen Logs, die auf nichtbindige Kieslagen hinweisen, kann berechtigterweise davon ausgegangen werden, dass auch am Standort FO-2 durchlässige und ergiebige Kiese bzw. Schotter vorliegen. Insgesamt beträgt die Mächtigkeit aller relevanten Kieslagen ca. 43 m, wobei innerhalb der Kieslagen Unterschiede im Anteil der Feinanteile bestehen. Im Vergleich mit den beiden erstellten Testbrunnen darf berechtigterweise angenommen werden, dass auch ein Brunnen am Bohrstandort FO-2, der ca. 2–4 m neben der Abtastbohrung erstellt würde, sehr ergiebig und für die Aquiferspeicherung geeignet sein wird.

Abtastbohrung FO-2 (Juni 2026, Vorfeld Fracht Ost)

Abb. 10 Erbohrte Lithologien in der FO-2

Bis 198 m Tiefe liegen Proben alle 2 m vor; ab 199 m Tiefe wurde im 1-m-Abstand beprobt. Die Proben sind nicht gewaschen und weisen Reste der Tonspülung auf. Gut zu erkennen sind die kiesigen Lagen ab 197 m u. T. Ab 263 m u. T. folgt die vollständig zerbohrte Molasse (Sandsteine der OMM, Foto unten). Von ca. 62 m bis 164 m u. T. liegen Seetone vor und von 164 m bis 197 m u. T. Tone mit wenig bis viel Silt bzw. Sand und wenig Kies.

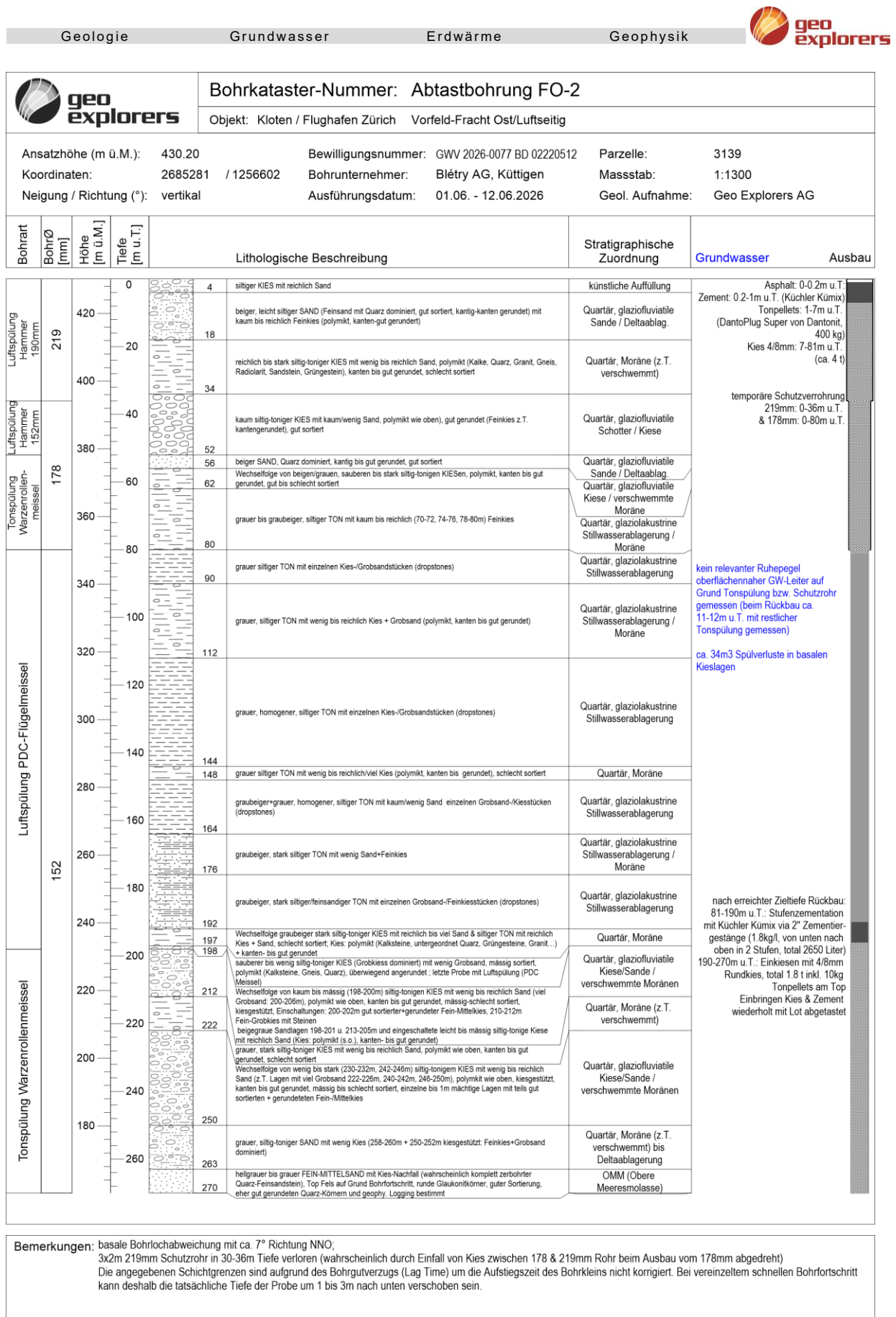


Abb. 11 Lithostratigraphisches Bohrprofil FO-2

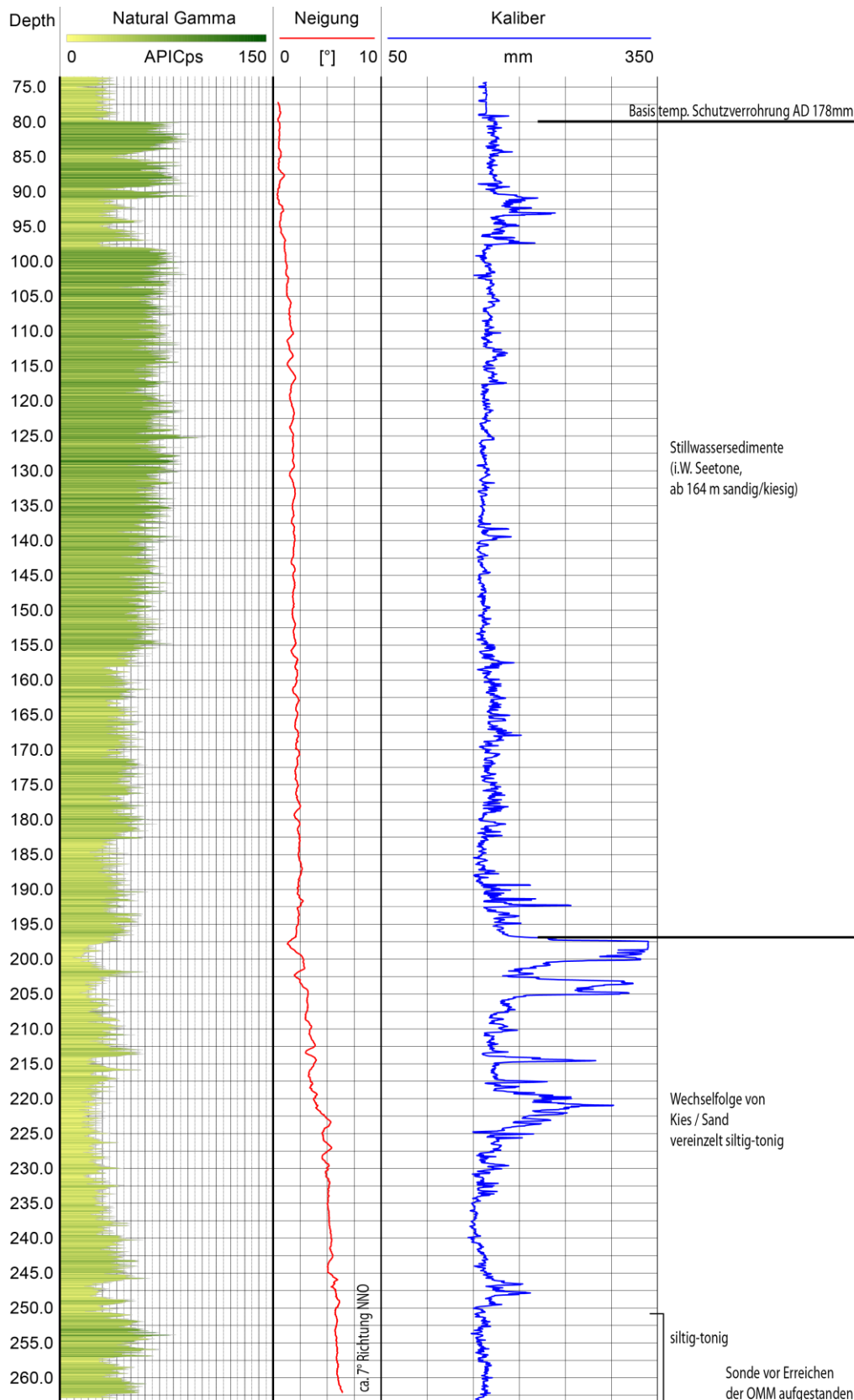


Abb. 12 Geophysikalisches Logging in Abtastbohrung FO-2

Links in Grün: natürliche Gammastrahlung; die tiefen Werte korrelieren mit den kiesigen bzw. sandigen Lagen ab ca. 197 m u. T. In Rot: Ablenkung der Bohrung. Rechte blaue Linie: Kaliber bzw. Bohrllochdurchmesser; die grossen Kaliberwerte zeigen Ausbrüche bzw. Auskesselungen im Bohrloch in Bereichen, in denen die Kiese und Sande nicht bindig sind.

7 Abtastbohrung P16-1

7.1 Standort

Auf dem nachfolgenden Luftbild und Foto (Abb. 13 und Abb. 14) ist der Standort P16-1 mit der Lage der ausgeführten Abtastbohrung ersichtlich.

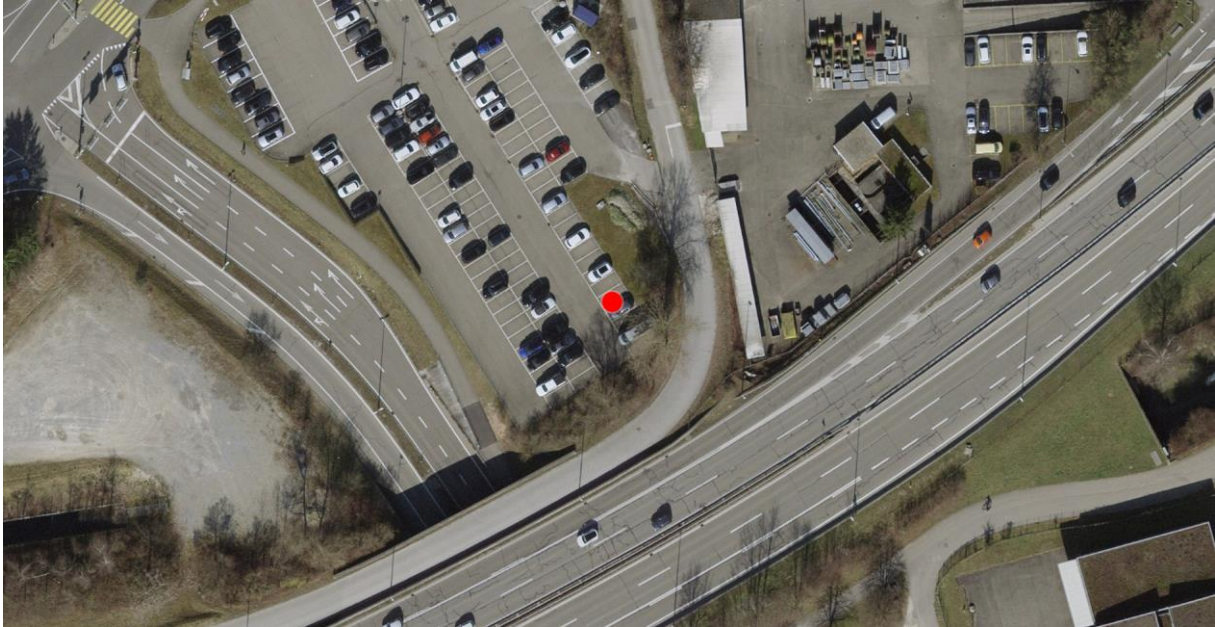


Abb. 13 Standort P16-1



Abb. 14 Abtastbohrung P16-1 im April 2026

7.2 Geologie

Die Abtastbohrung P16-1 zeigt einen ähnlichen Aufbau wie die anderen Bohrungen. Unter den mächtigen Stillwassersedimenten bis ca. 164 m u. T. folgt eine Abfolge kiesiger Lagen mit einer Gesamtmächtigkeit der für das Projekt relevanten Kieslagen von rund 51 m. In diesen Lagen wurden ebenfalls Wasserzutritte bzw. Spülverluste festgestellt. Das geophysikalische

Bohrloch-Logging bestätigt zudem das Vorliegen nichtbindiger Sande und Kiese. Für Details wird auf das nachfolgende Bohrprofil sowie die Logs verwiesen.

Die nachfolgende Abbildung (Abb. 15) sowie das Bohrprofil (Abb. 16) zeigen, dass auch in der Abtastbohrung P16-1 unter den Stillwasserablagerungen zwischen 164 und 255 m u. T. eine Wechselfolge aus sauberem bis stark siltig-tonigem Kies mit kaum bis viel Sand angetroffen wurde. Die Komponenten sind kantig bis gut gerundet, mässig bis gut sortiert und polymikt zusammengesetzt, unter anderem aus Kalksteinen, Quarz, Granit und Gneis.

Die Basis der Stillwassersedimente korreliert gut mit der in den meisten Bohrungen erbohrten Basis (siehe Abb. 28). Ansonsten ergeben sich ähnliche Erkenntnisse wie bei den bisherigen Bohrungen.

7.3 Logging

Im offenen Bohrloch wurde am 27.04.2026 durch die Firma terratec Geophysical Services GmbH & Co. KG aus Heitersheim ein geophysikalisches Bohrloch-Logging durchgeführt.

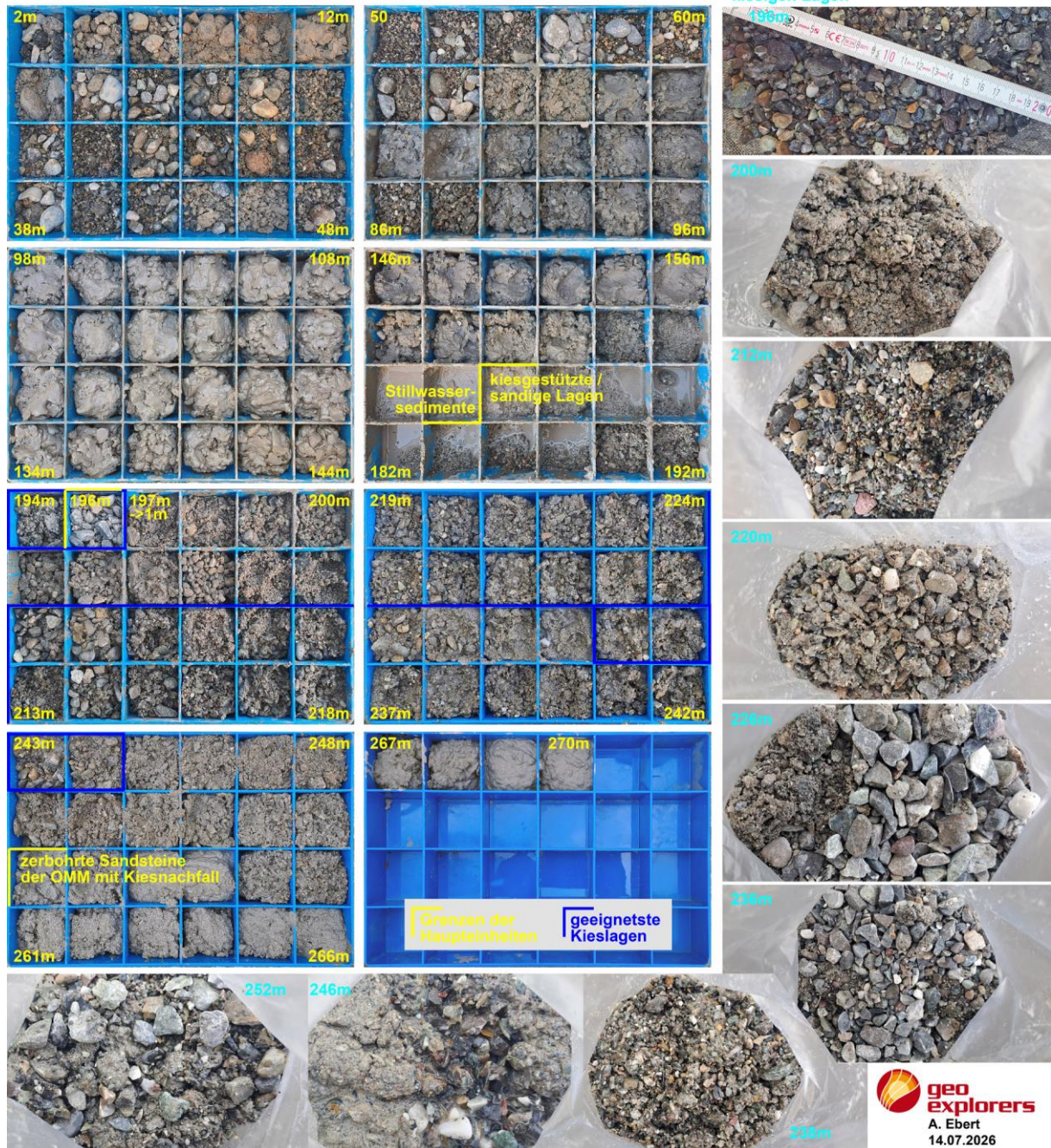
Die Logs mit der Interpretation sind in Abb. 17 dargestellt. Es gelten grundsätzlich die gleichen Erkenntnisse wie für die Bohrung FO-1 in Kapitel 5.3. In den mächtigen Stillwassersedimenten zeigen sich bis 157 m u. T. nahezu gleichbleibende Bohrlochdurchmesser sowie hohe Gamma-Werte, die darunter bis 204 m u. T. aufgrund des höheren Silt-, Sand- und Kiesgehalts abnehmen. In den darunterliegenden sandig-kiesigen Schichten variiert der Bohrlochdurchmesser stark, während die Gamma-Werte deutlich tiefer liegen. Der Fels wurde mit der Sonde knapp nicht erreicht, da diese zuvor aufgestanden ist.

7.4 Durchlässigkeit Kieslagen

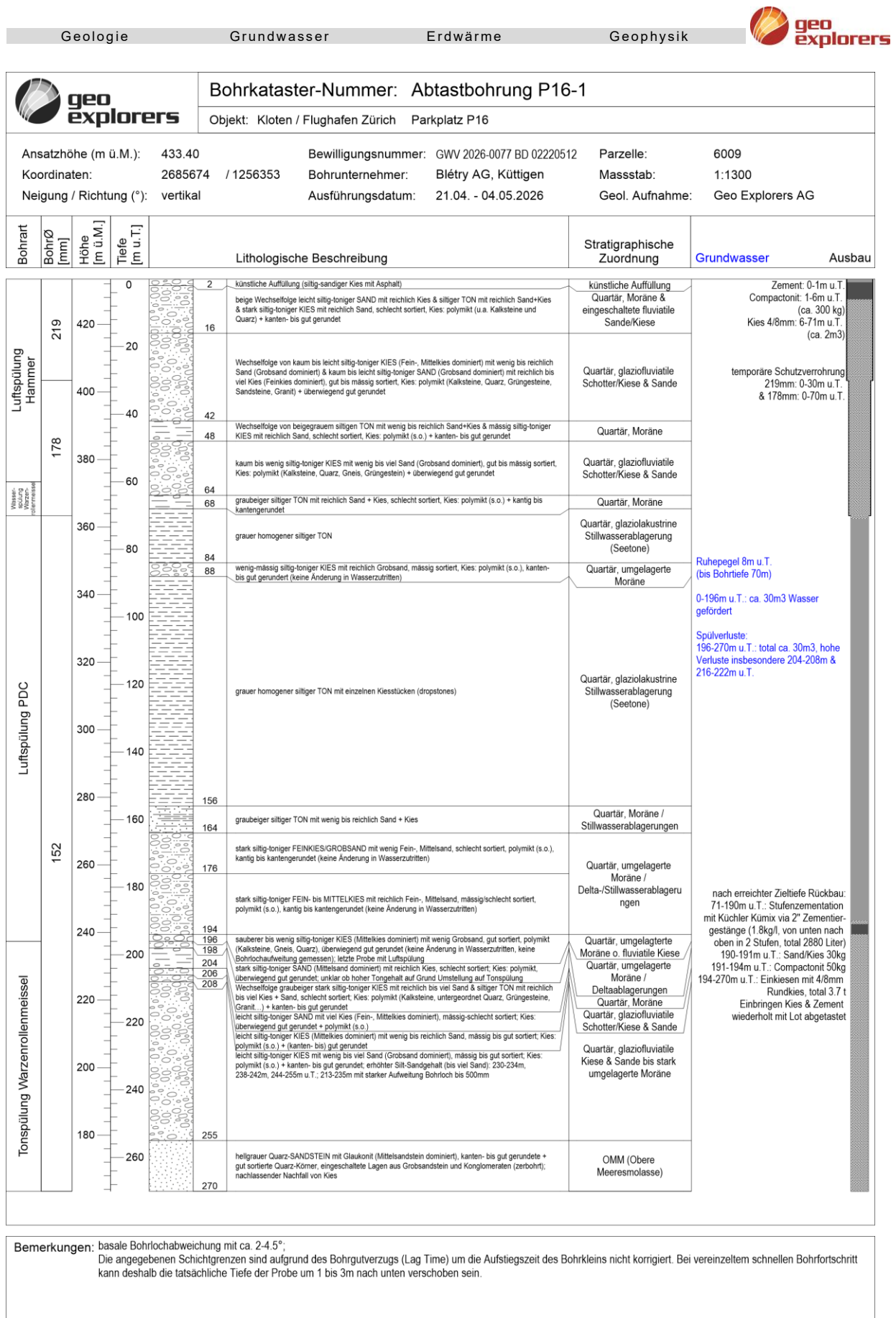
Bis 196 m u. T. wurde mit Luft gebohrt; am Top der ersten Kiese wurden starke Wasserzutritte registriert. Nachfolgend wurden deutliche Spülverluste von insgesamt ca. 30 m³ verzeichnet, insbesondere von 204 bis 208 m und von 216 bis 222 m u. T. Trotz Aufbau eines funktionierenden Filterkuchens, der den Abfluss minimierte, wurden kontinuierliche Spülverluste bis in den Molassefels festgestellt. Die Wasserzutritte bzw. Spülverluste deuten auf eine ausgeprägte Durchlässigkeit der sandig-kiesigen Lagen hin. Auch das geophysikalische Logging weist auf nichtbindige und somit durchlässige Lagen hin, insbesondere in aufgeweiteten Bohrlochstrecken mit tiefen Gamma-Werten, die für nicht oder nur gering tonige Lagen sprechen.

7.5 Fazit

Aufgrund der erbohrten Kieslagen, der Wasserzutritte sowie der Spülverluste von ca. 30 m³ in den sandig-kiesigen Lagen und der geophysikalischen Logs, die auf nichtbindige Kieslagen hinweisen, kann berechtigterweise davon ausgegangen werden, dass auch am Standort P16-1 durchlässige und ergiebige Kiese bzw. Schotter vorliegen. Insgesamt beträgt die Mächtigkeit aller relevanten Kieslagen ca. 51 m, wobei innerhalb der Kieslagen Unterschiede im Anteil der Feinanteile bestehen. Im Vergleich mit den beiden erstellten Testbrunnen darf berechtigterweise angenommen werden, dass auch ein Brunnen am Bohrstandort, der ca. 2–4 m neben der Abtastbohrung erstellt würde, sehr ergiebig und für die Aquiferspeicherung geeignet sein wird.

Abtastbohrung P16-1 (Mai 2026, Parkplatz P16)

Abb. 15 Erbohrte Lithologien in der P16-1

Bis 196 m Tiefe liegen Proben alle 2 m vor; ab 197 m Tiefe wurde im 1-m-Abstand beprobt. Die Proben sind nicht gewaschen und weisen Reste der Tonspülung auf. Gut zu erkennen sind die kiesigen Lagen ab 164 m u. T. Ab 255 m u. T. folgt die vollständig zerbohrte Molasse (Sandsteine der OMM). Von ca. 68 m bis 156 m u. T. liegen Seetone vor und von 156 m bis 164 m u. T. stark siltig-tonige Kiese und Sande.



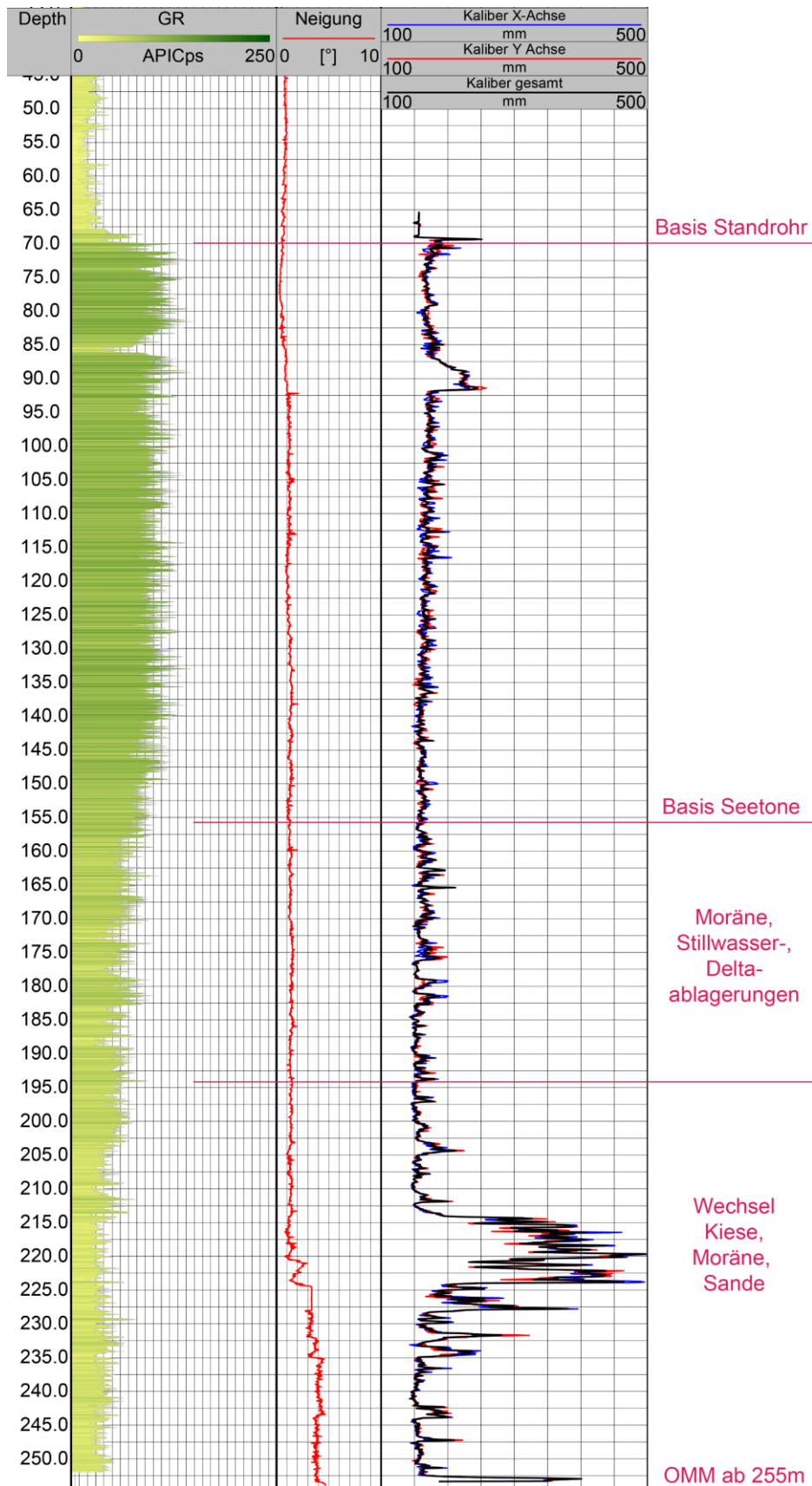


Abb. 17 Geophysikalisches Logging in Abtastbohrung P16-1

Links in Grün: natürliche Gammastrahlung; die tiefen Werte korrelieren mit den kiesigen bzw. sandigen Lagen ab ca. 204 m u. T. In Rot: Ablenkung der Bohrung. Rechte Linien: Kaliber bzw. Bohrlochdurchmesser; die grossen Kaliberwerte zeigen Ausbrüche bzw. Auskesselungen im Bohrloch in Bereichen, in denen die Kiese und Sande nicht bindig sind.

8 Abtastbohrung V5-2

8.1 Standort

Auf dem nachfolgenden Luftbild und Foto (Abb. 18 und Abb. 19) ist der Standort V5-2 mit der Lage der ausgeführten Abtastbohrung ersichtliche.

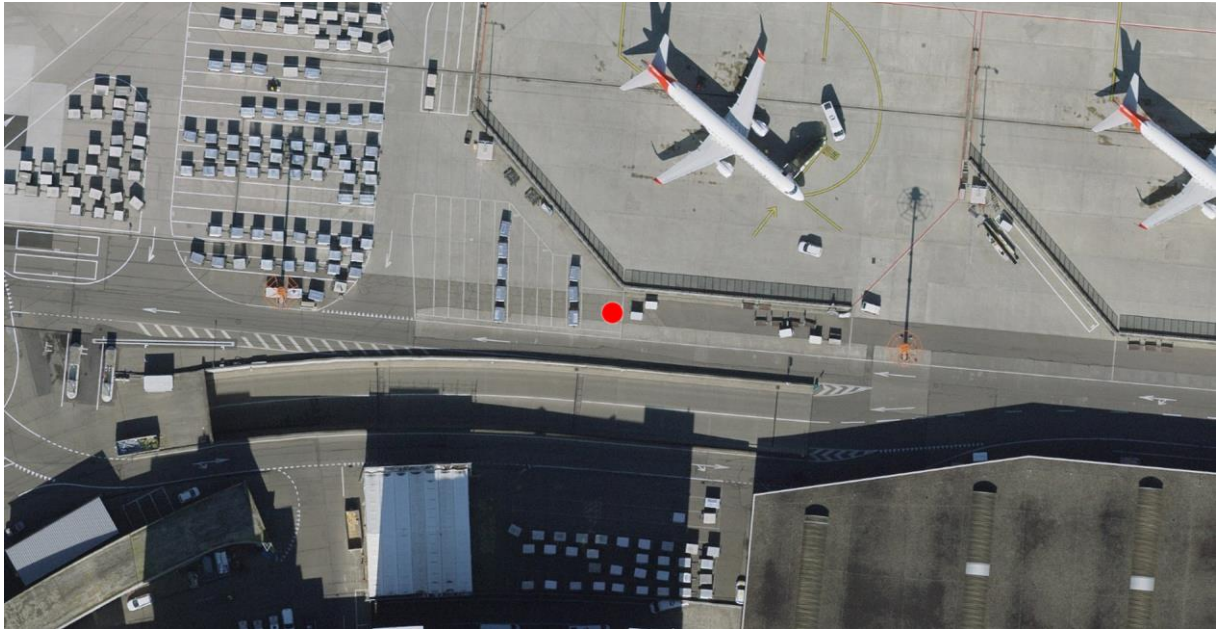


Abb. 18 Standort V5-2



Abb. 19 Abtastbohrung V5-2 im Juni 2026

8.2 Geologie

Die Abtastbohrung V5-2 zeigt einen ähnlichen Aufbau wie die übrigen Bohrungen. Unter den mächtigen Stillwassersedimenten bis ca. 184 m u. T. folgt eine Abfolge sandiger und kiesiger Lagen mit einer Gesamtmächtigkeit der für das Projekt relevanten Kieslagen von rund 39 m. In diesen Lagen wurden ebenfalls Wasserzutritte bzw. Spülverluste festgestellt. Das

geophysikalische Bohrloch-Logging bestätigt zudem das Vorliegen nichtbindiger Sande und Kiese. Für Details wird auf das nachfolgende Bohrprofil sowie die Logs verwiesen.

Die nachfolgende Abbildung (Abb. 20) sowie das Bohrprofil (Abb. 21) zeigen, dass in der Abtastbohrung V5-2 unter den Stillwasserablagerungen ab ca. 204 m u. T. eine Wechselfolge aus kaum bis stark siltig-tonigem Kies mit kaum bis viel Sand angetroffen wurde. Die Komponenten sind kantig bis gut gerundet, mässig bis gut sortiert und polymikt zusammengesetzt, unter anderem aus Kalksteinen, Quarz, Granit und Gneis.

Die Basis der Stillwassersedimente liegt ca. 20 m tiefer als in den umliegenden Bohrungen, mit Ausnahme von FO-1. Dies weist darauf hin, dass sich die Bohrung nahe der Rinnenmitte befindet (siehe Abb. 28). Ansonsten ergeben sich ähnliche Erkenntnisse wie bei den bisherigen Bohrungen.

8.3 Logging

Im offenen Bohrloch wurde am 23.06.2026 durch die Firma terratec Geophysical Services GmbH & Co. KG aus Heitersheim ein geophysikalisches Bohrloch-Logging durchgeführt.

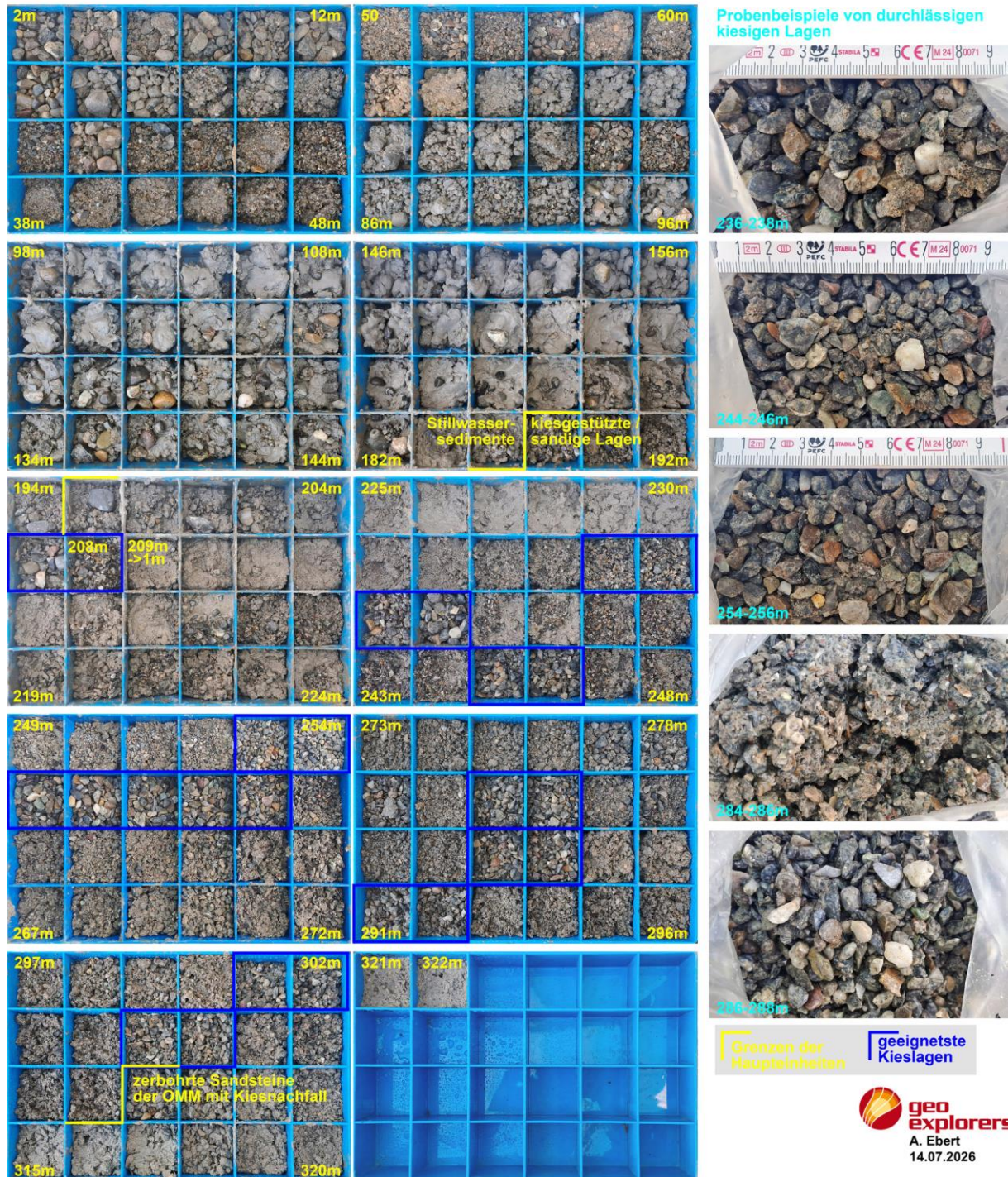
Die Logs mit der Interpretation sind in Abb. 22 dargestellt. Es gelten grundsätzlich die gleichen Erkenntnisse wie für die Bohrung FO-1 in Kapitel 5.3. In den mächtigen Stillwassersedimenten bis ca. 204 m u. T. zeigen sich nahezu gleichbleibende Bohrlochdurchmesser sowie hohe Gamma-Werte; in der unteren Hälfte nehmen die Gamma-Werte aufgrund des höheren Silt-, Sand- und Kiesgehalts ab. Einzelne Ausreisser im Kaliber- und Gamma-Log weisen auf dünne eingeschaltete Sand- und Kieslagen hin. In den darunterliegenden basalen sandig-kiesigen Schichten variiert der Bohrlochdurchmesser stark, während die Gamma-Werte deutlich tiefer liegen. Eine Ausnahme bildet eine tonig-sandige Lage zwischen ca. 216 m und 229 m u. T. Der Fels wurde mit der Sonde bei ca. 307 m u. T. detektiert.

8.4 Durchlässigkeit Kieslagen

Bis 208 m u. T. wurde mit Luft gebohrt; am Top der ersten Kiese wurden starke Wasserzutritte registriert. Darunter wurden in der basalen Rinnenfüllung trotz Aufbau eines funktionierenden Filterkuchens, der den Abfluss minimierte, kontinuierliche Spülverluste von insgesamt ca. 27 m³ verzeichnet. Die Wasserzutritte bzw. Spülverluste deuten auf eine ausgeprägte Durchlässigkeit der sandigen und kiesigen Lagen hin. Auch das geophysikalische Logging weist auf nichtbindige und somit durchlässige Lagen hin, insbesondere in aufgeweiteten Bohrlochstrecken mit tiefen Gamma-Werten, die für nicht oder nur gering tonige Lagen sprechen.

8.5 Fazit

Die Bohrung V5-2 liegt gemäss Seismik nahe der Rinnenmitte. Die Schichtgrenzen bestätigen diese Interpretation (siehe Abb. 28). Aufgrund der erbohrten Kieslagen, der Wasserzutritte von ca. 10 m³, der Spülverluste von ca. 27 m³ in den sandig-kiesigen Lagen sowie der geophysikalischen Logs, die auf nichtbindige Kieslagen hinweisen, kann berechtigterweise davon ausgegangen werden, dass auch am Standort V5-2 durchlässige und ergiebige Kiese bzw. Schotter vorliegen. Insgesamt beträgt die Mächtigkeit aller für die Nutzung relevanten Kieslagen ca. 39 m. Im Vergleich mit den beiden erstellten Testbrunnen darf berechtigterweise angenommen werden, dass auch ein Brunnen am Bohrstandort V5-2, der ca. 2–4 m neben der Abtastbohrung erstellt würde, sehr ergiebig und für die Aquiferspeicherung geeignet sein wird.

Abtastbohrung V5-2 (Juni 2026, Vorfeld Fracht Ost)

Abb. 20 Erbohrte Lithologien in der V5-2

Bis 208 m Tiefe liegen Proben alle 2 m vor; ab 209 m Tiefe wurde im 1-m-Abstand beprobt. Die Proben sind nicht gewaschen und weisen Reste der Tonspülung auf. Gut zu erkennen sind die kiesigen Lagen ab 204 m bzw. 234 m u. T. Ab 310 m u. T. folgt die vollständig zerbohrte Molasse (Sandsteine der OMM). Von ca. 92 m bis 184 m u. T. liegen Seetone vor, streckenweise mit reichlich Kies (Dropstones).

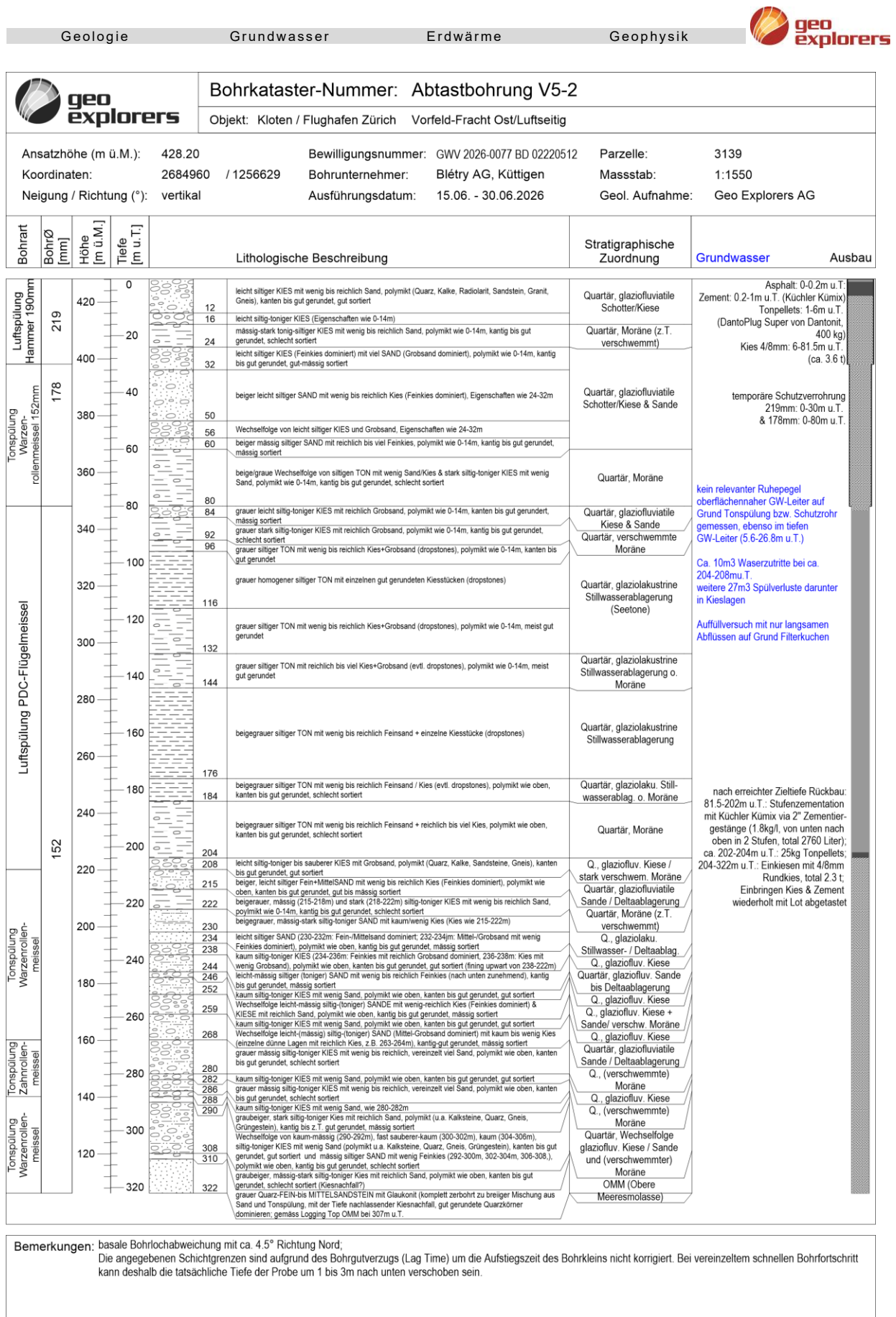


Abb. 21 Lithostratigraphisches Bohrprofil V5-2

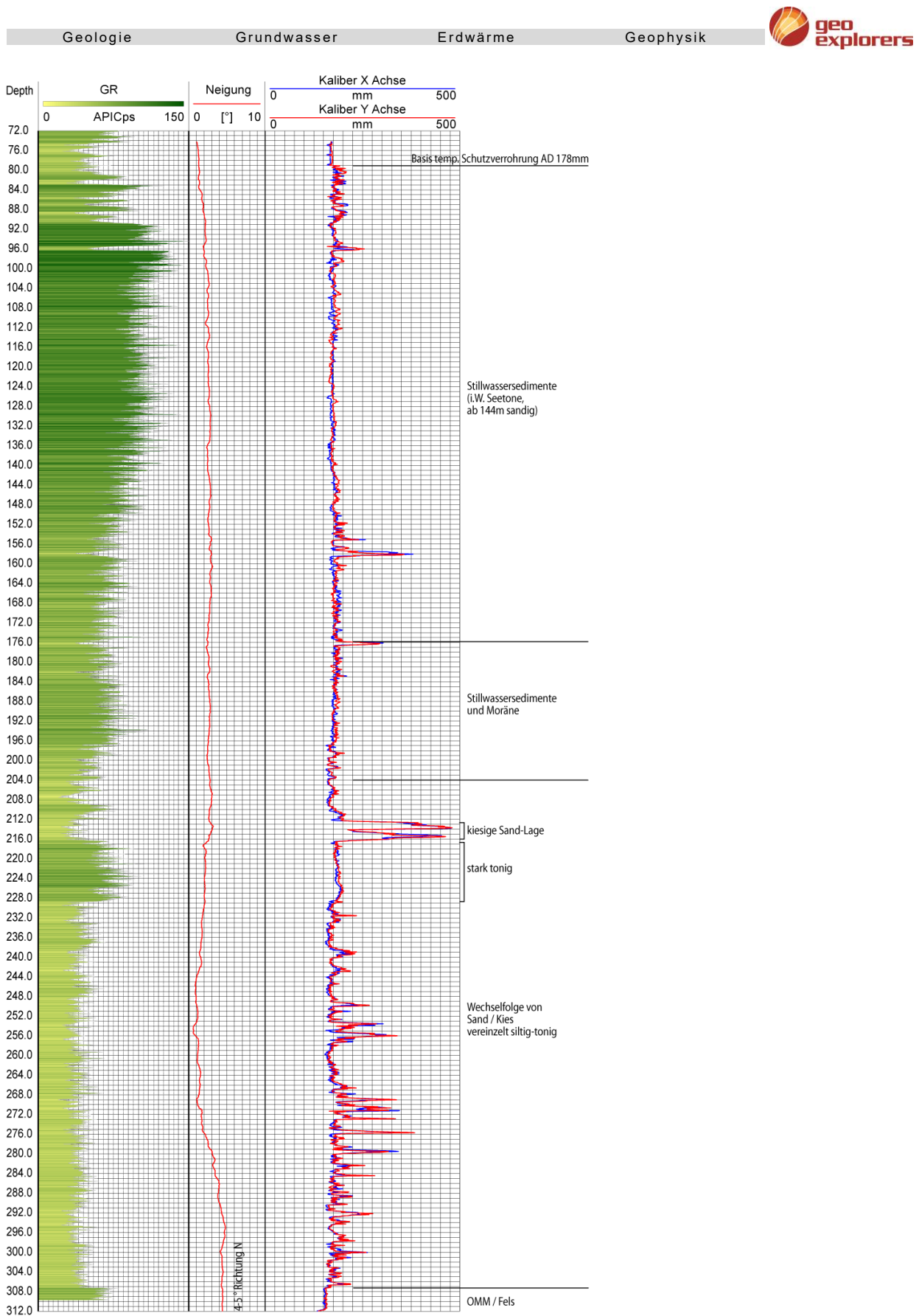


Abb. 22 Geophysikalisches Logging in Abtastbohrung V5-2

Links in Grün: natürliche Gammastrahlung; die tiefen Werte korrelieren mit den kiesigen bzw. sandigen Lagen ab ca. 204 m u. T. In Rot: Ablenkung der Bohrung. Rechte Linien: Kaliber bzw. Bohrlochdurchmesser; die grossen Kaliberwerte zeigen Ausbrüche bzw. Auskesselungen im Bohrloch in Bereichen, in denen die Kiese und Sande nicht bindig sind.

9 Abtastbohrung F12-1

Aufgrund geplanter baulicher Massnahmen auf dem Parkplatz P16, die einen dort vorgesehenen Brunnen verzögern könnten, wurde vorsorglich eine weitere Abtastbohrung am vermuteten östlichen Rinnenrand erstellt. Der Standort kommt grundsätzlich ebenfalls als Brunnenstandort in Frage.

9.1 Standort

Auf dem nachfolgenden Luftbild und Foto (Abb. 23 und Abb. 24) ist der Standort F12-1 mit der Lage der ausgeführten Abtastbohrung ersichtlich.

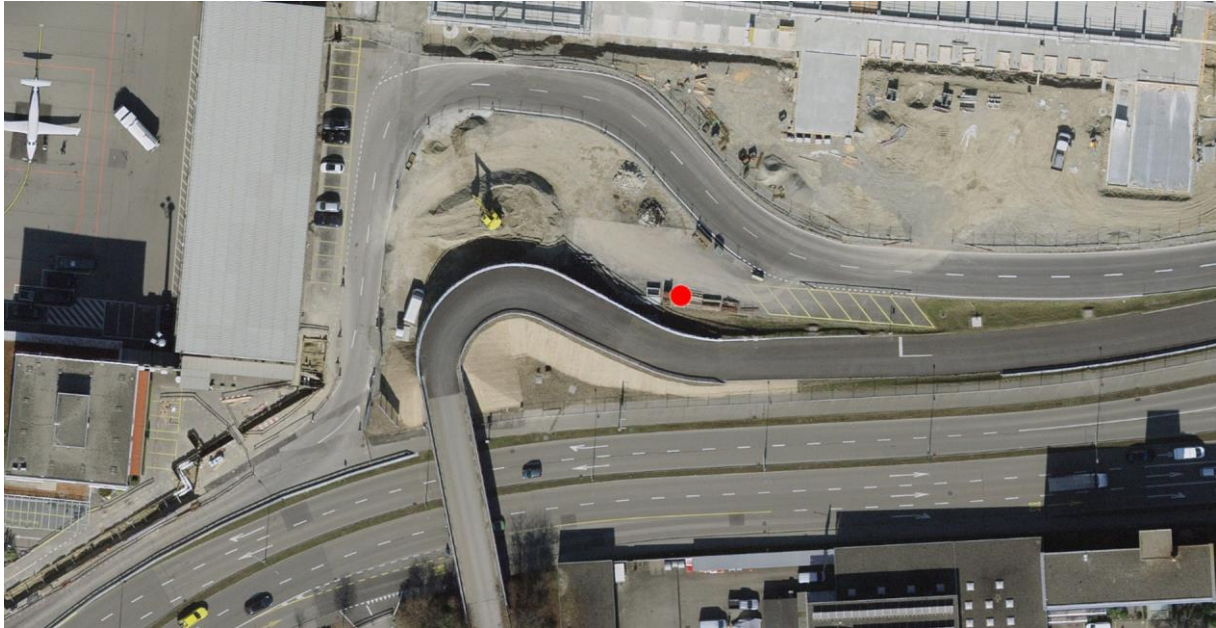


Abb. 23 Standort F12-1 (Luftbild von vor Beendigung der Bauarbeiten)



Abb. 24 Abtastbohrung F12-1 im Juli 2026

9.2 Geologie

Die Abtastbohrung F12-1 hat von ca. 76 m bis 164 m u. T. Seetone erbohrt, vereinzelt mit Kieskomponenten bzw. Dropstones. Von 164 m bis 172 m u. T. liegen kiesige Lagen vor. Der Abschnitt von 168 m bis 172 m u. T. kann gemäss Logging allenfalls auch als zerbohrte Nagelfluh der OMM interpretiert werden. Darunter folgen siltig-tonige Fein- und Mittelsande sowie tonige Silte. Vor Ort war nicht eindeutig erkennbar, ob es sich um Lockergestein oder um zerbohrte OMM handelt, da keine Felsstückchen oder eindeutiger Glaukonit erbohrt wurden. Erst mit dem Wechsel des Meisseltyps wurden Felsstückchen zutage gefördert, die eindeutig der OMM bzw. dem Fels zugeordnet werden konnten. Das geophysikalische Logging bestätigt, dass es sich ab 172 m u. T. um zerbohrte Sandsteine der OMM handeln muss.

Die Basis der Stillwassersedimente korreliert gut mit der in den meisten Bohrungen erbohrten Basis (siehe Abb. 28). Da darunter nur geringmächtige kiesige Lagen erbohrt wurden, befindet sich die Bohrung F12-1 am Rinnenrand.

Details finden sich in der nachfolgenden Abbildung (Abb. 25) sowie im Bohrprofil (Abb. 26).

9.3 Logging

Im offenen Bohrloch wurde am 17.07.2026 durch die Firma terratec Geophysical Services GmbH & Co. KG aus Heitersheim ein geophysikalisches Bohrloch-Logging durchgeführt.

Die Logs mit der Interpretation sind in Abb. 27 dargestellt. Der Fels ist durch eine ruhige Bohrlochwand und einen gleichbleibenden Bohrlochdurchmesser charakterisiert. Die Seetone weisen wie üblich hohe Gamma-Werte auf. Allerdings sind die Kaliberwerte erhöht. Es ist unklar, ob dies auf ein Messartefakt zurückzuführen ist oder durch Abrasion bzw. Auskesselungen infolge der Luftspülung verursacht wurde. Das Logging zeigt zusammen mit den erbohrten Lithologien, dass keine relevanten Kieslagen vorliegen.

9.4 Durchlässigkeit Kieslagen

Bis 172 m u. T. wurde mit Luft gebohrt. Am Übergang zum Fels wurden zwischen ca. 166 m und 172 m u. T. Wasserzutritte von ca. 7 m³ registriert. Es ist nicht ganz sicher, ob es sich in diesem Bereich um Lockergesteinskiese oder zerbohrte Nagelfluh handelt. Das Logging spricht eher für Nagelfluh. Nach der Umstellung auf Tonspülung bei 172 m u. T. wurden über die restliche Bohrstrecke bis zur Endtiefe von 228 m u. T. nur leichte Spülverluste von insgesamt ca. 4 m³ verzeichnet. Die Wasserzutritte bzw. Spülverluste zeigen, dass nur am Übergang zum Fels eine geringmächtige durchlässige Lage vorliegt.

9.5 Fazit

Dass sich die Bohrung F12-1 nahe am Rinnenrand befindet, war bereits im Vorfeld bekannt. Aufgrund des steilen Rinnenrandes war jedoch unklar, ob bzw. in welcher Mächtigkeit basale Kieslagen noch erbohrt würden. Die Bohrung hat nun gezeigt, dass sich der Standort zu weit östlich befindet und die basale Rinnenfüllung unter den Stillwassersedimenten nur noch knapp angebohrt wurde. Ein Brunnen an diesem Standort wäre somit voraussichtlich nicht ergiebig genug; zudem wäre ein allfälliges Speicherreservoir zu klein.

Abtastbohrung F12-1 (Juli 2026, bei Frachthalle F12)



Abb. 25 Erbohrte Lithologien in der F12-1

Bis 172 m Tiefe liegen Proben alle 2 m vor; ab 173 m Tiefe wurde im 1-m-Abstand beprobt. Die Proben sind nicht gewaschen und weisen Reste der Tonspülung auf. Von ca. 76 m bis 164 m u. T. liegen Seetone vor, vereinzelt mit Kieskomponenten bzw. Dropstones. Von 164 m bis 172 m u. T. liegen kiesige Lagen vor. Darunter folgen siltig-tonige Sande, die gemäss Logging erbohrten Sandsteinen der OMM zugeordnet werden können. Nach einem Wechsel des Meisseltyps wurden ab ca. 225 m u. T. Felsstückchen zutage gefördert, die eindeutig als OMM-Sandsteine klassifiziert werden können.

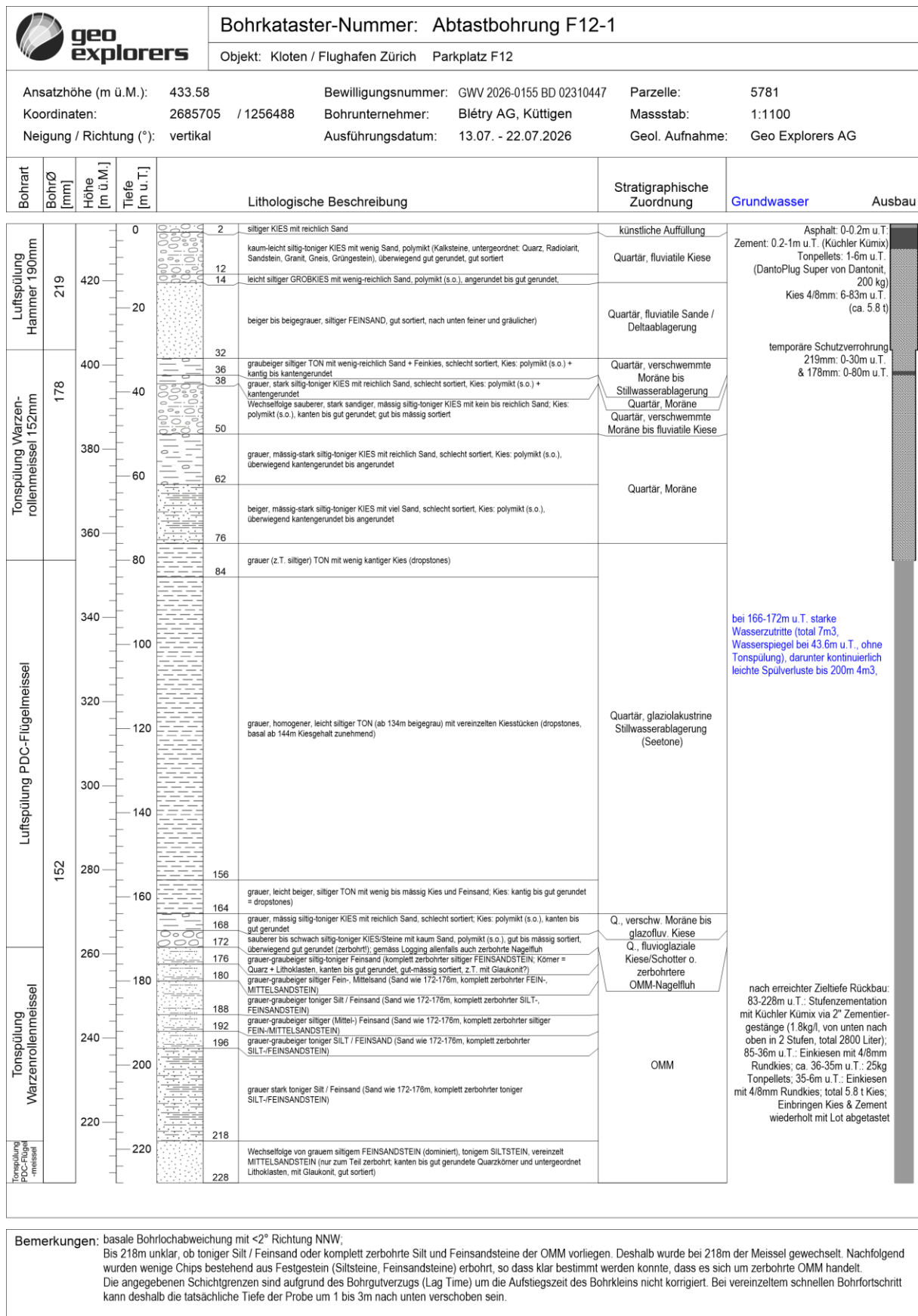


Abb. 26 Lithostratigraphisches Bohrprofil F12-1

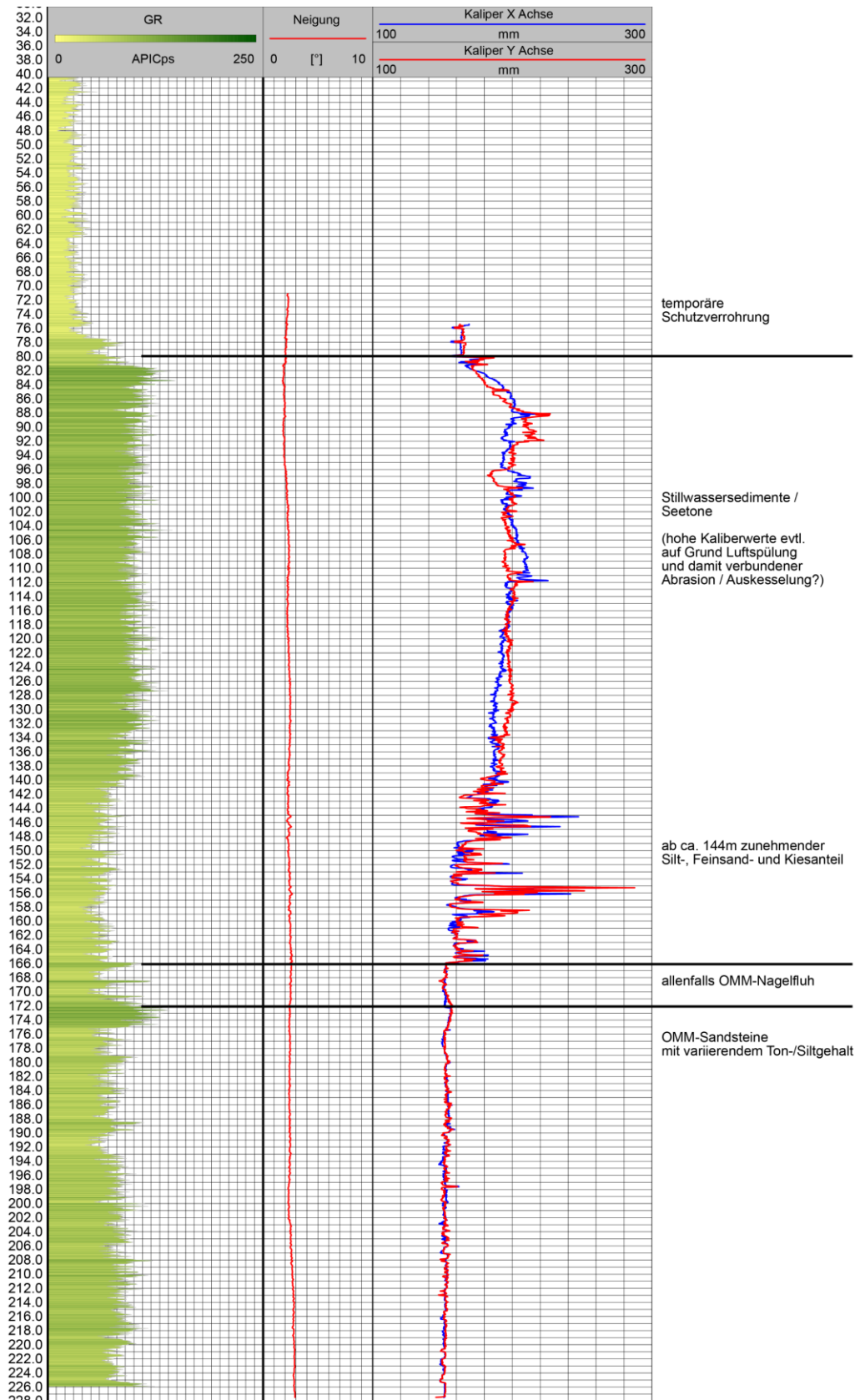


Abb. 27 Geophysikalisches Logging in Abtastbohrung F12-1

Links in Grün: natürliche Gammastrahlung; die hohen Werte korrelieren mit den tonigen Lagen, insbesondere von ca. 76 m bis 141 m u. T. In Rot: Ablenkung der Bohrung. Rechte Linien: Kaliber bzw. Bohrlochdurchmesser; die ab ca. 166 m u. T. wenig variierenden Kaliberwerte von ca. 150 mm sind typisch für Bohrstrecken im Fels.

10 Gesamtfazit

Mit den weiteren Abtastbohrungen konnten die Rinnenmitte sowie der östliche Rinnenrand erstmals direkt erbohrt und genauer eingegrenzt werden (siehe Abb. 28). Mit Ausnahme des Standorts F12-1 haben alle Abtastbohrungen das Vorhandensein von Kiesen unterhalb der mächtigen Stillwassersedimente bestätigt. Die beiden Abtastbohrungen FO-1 und V5-2 liegen am nächsten zur Rinnenmitte und weisen die tiefsten Schichtgrenzen auf. F12-1 liegt dagegen zu weit östlich am Rinnenrand und hat die Kiese unterhalb der Stillwassersedimente nur noch knapp erfasst.

Unter den mächtigen Stillwassersedimenten wurden erneut ähnlich durchlässige und wasserführende Kieslagen wie in den bestehenden Bohrungen und Brunnen nachgewiesen. Es handelt sich um eine Abfolge von moränenartigen bis glaziofluvialen Kiesen mit Einschaltungen tonigerer und sandigerer Lagen. Die Gesamtmächtigkeit der für die Nutzung relevanten Kiese liegt an den geeigneten Standorten zwischen ca. 39 und 60 m. Wie viele Meter davon bei einer späteren Nutzung tatsächlich hydraulisch wirksam angeschlossen werden können, muss mittels Pumpversuchen bestimmt werden. Wie die bestehenden Brunnen gezeigt haben, tragen die einzelnen Kieslagen innerhalb des kiesigen Schichtpakets unterschiedlich stark zur Wasserproduktion bei. In allen Bohrungen wurden deutliche Wasserzutritte bei Luftspülung bzw. Spülverluste bei Tonspülung festgestellt. Die geophysikalischen Logs bestätigen das Vorliegen nichtbindiger Lagen, erkennbar an tiefen Gamma-Werten und Aufweitungen des Bohrlochs in Bereichen, in denen Kiese erbohrt wurden. Es darf daher berechtigterweise davon ausgegangen werden, dass ähnlich durchlässige und wasserführende Kiese wie bei den bestehenden Brunnen P6-1 und P18-1 vorhanden sind und dass Folgebrunnen an den geeigneten Standorten vergleichbare Förderraten, Ergiebigkeiten und Grundwasserparameter aufweisen werden.

Wie bereits im Abschlussbericht zur Erkundung aufgezeigt wurde, handelt es sich unter den Stillwassersedimenten um einen zusammenhängenden Grundwasserkörper mit einem nahezu stehenden «Grundwassersee» und geringer Neubildungsrate. Darauf weisen die rasch reagierenden und kontinuierlich fallenden Pegel in den Sondierbohrungen während der Pumpversuche sowie das sehr geringe Grundwassergefälle hin. Zudem haben die bisherigen Untersuchungen, insbesondere Markierversuche und die Korrelation der Kieslagen, gezeigt, dass die einzelnen Kieslagen nicht durchgehend ausgebildet sind. Vielmehr liegen zahlreiche durchlässige Kieskörper vor, die in eine insgesamt etwas weniger durchlässige Abfolge eingebettet sind. Ausgeprägte bevorzugte Fliesswege bzw. hydraulische Kurzschlüsse können deshalb ausgeschlossen werden. Dies wird durch alle Bohrungen bestätigt, da die Kieslagen horizontal nicht korreliert werden können, unterschiedlich mächtig sind und in unterschiedlichen Tiefen liegen.

Die Tauglichkeit der vorgesehenen Brunnenstandorte für die Aquiferspeicherung wurde im Rahmen von Simulationen bestätigt (siehe separate Berichte).

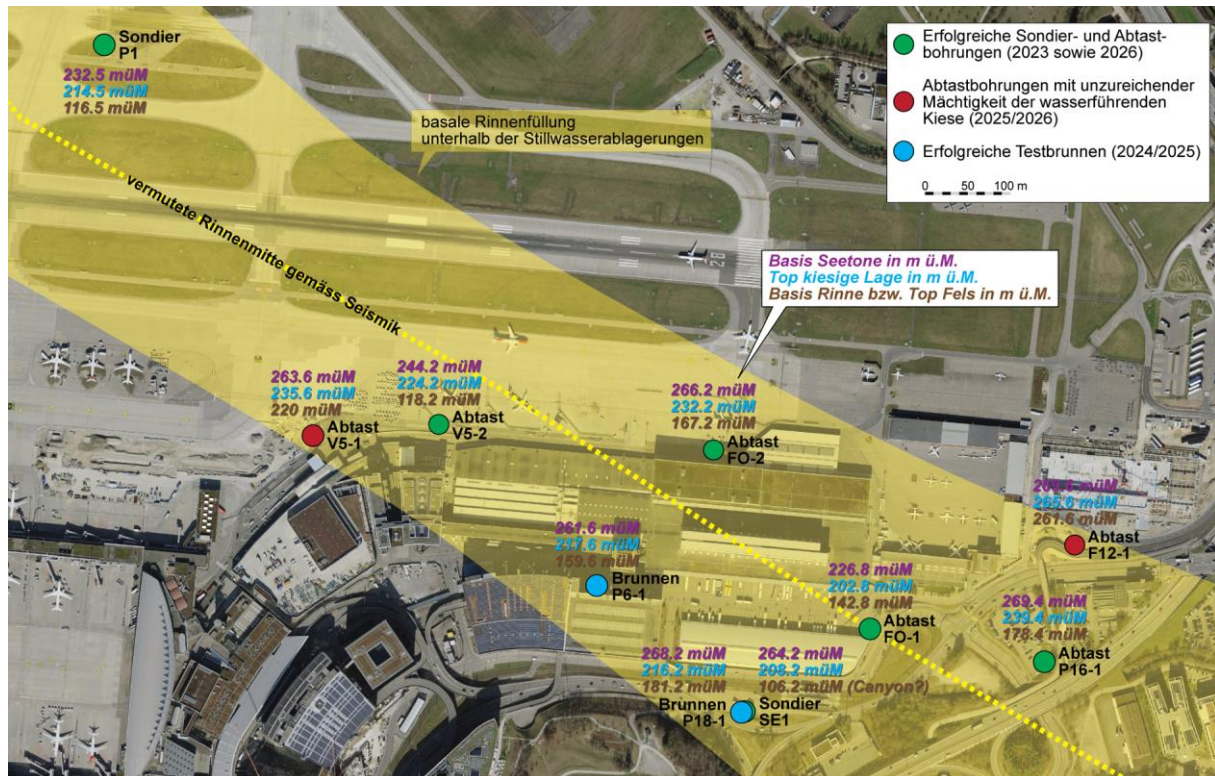


Abb. 28 Teufen wichtiger Schichtgrenzen entlang der Rinne

11 Geplanter Brunnenbau

11.1 Einleitung

Der Brunnenbau ist in drei Phasen vorgesehen. Nachfolgend werden der geplante Brunnenbau einschliesslich Brunnenentwicklung zusammenfassend beschrieben. Basierend auf den Erkenntnissen aus den vorgängigen Erkundungsphasen und den beiden Testbrunnen wurden verschiedene Anpassungen am Bohr- und Ausbaukonzept vorgenommen.

Das vorgesehene Ausbaukonzept berücksichtigt die Erkenntnisse aus den Abtastbohrungen und den bisherigen Testbrunnen. Ziel ist ein technisch robuster Brunnenausbau mit tiefer gesetzter Zwischenrohrtour, grösserem Filterdurchmesser und optimierter Hinterfüllung, um hohe Förder- und Rückgaberaten zu ermöglichen und gleichzeitig den Sandanfall während der späteren Nutzung zu minimieren.

- Der Seilbagger zeigte in moränenartigen Lagen sehr geringe Bohrfortschritte. Neu wird deshalb weniger tief mit dem Seilbagger vorgebohrt. Sobald standfeste bzw. bindige Lagen angetroffen werden, wird das Standrohr abgestellt.
- Das 16''-Rohr wird neu tiefer, an der Basis der Stillwassersedimente, abgestellt. Dies ermöglicht den tieferen Einbau der Pumpe und damit eine grössere mögliche Absenkung bzw. höhere Förderrate. Zudem kann auf eine zusätzliche Zwischenrohrtour verzichtet werden, was den Aufwand reduziert und die Gefahr von Umläufigkeiten am Rohrübergang ausschliesst.
- Die Brunnenentwicklung bzw. das Entsanden war bei den Testbrunnen aufwendig und langwierig. Zudem verblieb während der Pumpversuche eine gewisse Restsandmenge. Da es sich um ein Pilotprojekt handelte und zu Beginn unklar war, ob ausreichend Wasser gefördert werden kann, wurden die ersten Testbrunnen möglichst kostengünstig und einfach erstellt, um das Risikokapital gering zu halten. Deshalb wurde kein Filterkies eingebracht. Dies wäre bohrtechnisch in dieser Tiefe, aufgrund der schlanken Bohrdurchmesser und des herausfordernden Lockergesteins, sehr aufwendig gewesen. Zudem lagen diesbezüglich noch keine Erfahrungen vor, und das Bohrunternehmen musste mit dem neuen Bohrgerät zunächst Erfahrungen beim Bohren und beim Einbau der Rohre sammeln. Neu soll nun, wie nachfolgend beschrieben, Filterkies bzw. eine Glaskugelpackung eingebracht werden. Damit soll der Sandgehalt minimiert werden.
- In diesem Zusammenhang wird im basalen Abschnitt mit einem grösseren Bohrdurchmesser gebohrt und ein Filter mit grösserem Durchmesser eingebaut. Dies soll den Ausbau und die Brunnenentwicklung vereinfachen sowie höhere Förder- bzw. Rückgaberaten ermöglichen.

11.2 Phase 1

Bohrarbeiten:

- Setzen des Standrohrs mit Seilbagger und Greifer oder mit einem Schneckenbohrgerät
- Abteufen bis in bindige Lockergesteinsschichten
- minimaler Bohrdurchmesser: 880 mm

Einbauten:

- Stahl-Standrohr 28''

Hinterfüllung:

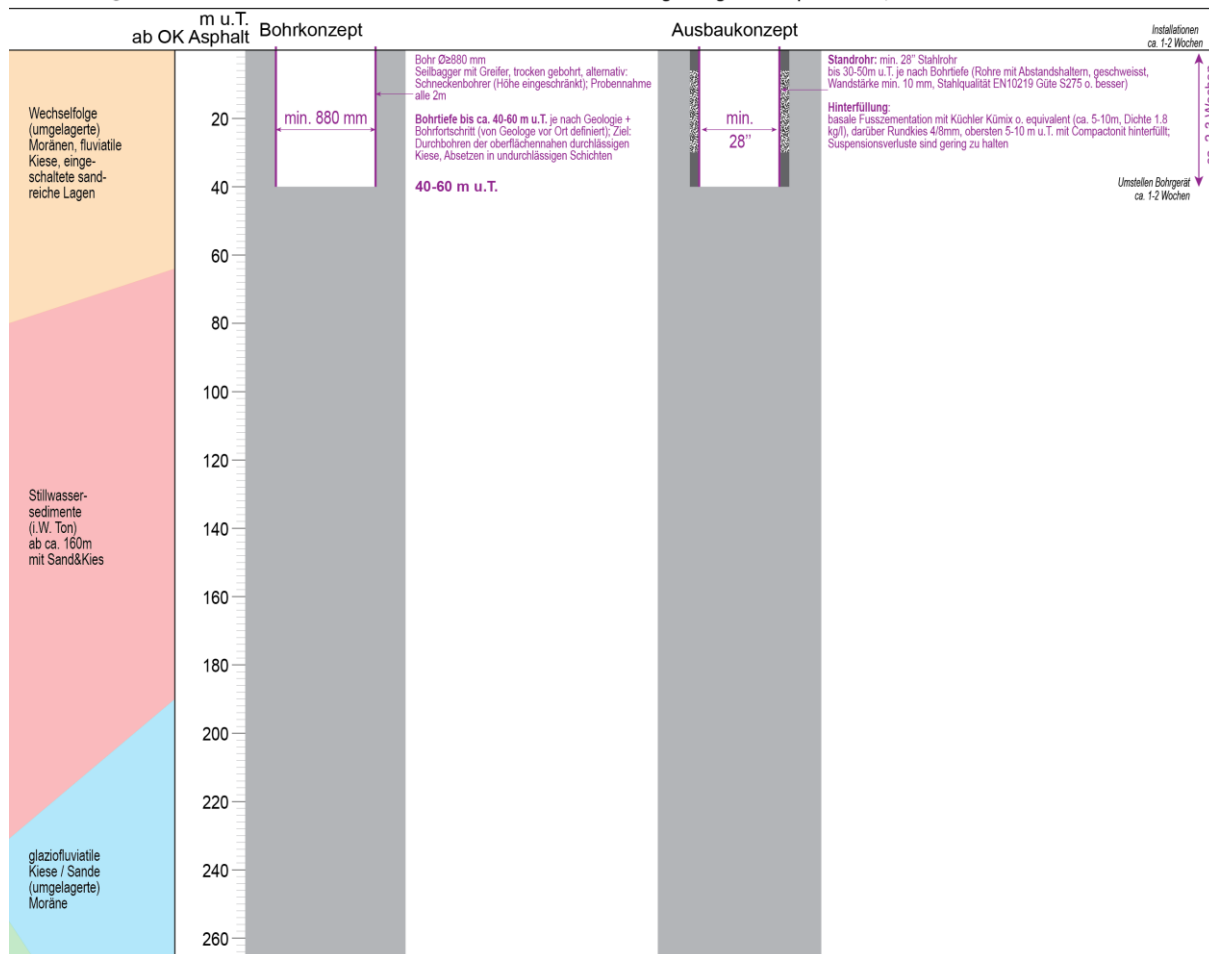
- Basale Fusszementation mit hochwertiger Zementmischung über die untersten ca. 5–10 m; darüber Hinterfüllung mit Rundkies 4/8 mm. Die obersten 5–10 m u. T. werden mit Tonpellets bzw. Compactonit hinterfüllt. Suspensionsverluste sind gering zu halten.

Konzept Bohrarbeiten und Ausbau für Brunnen in quartärer Rinne

Objekt: Brunnen für Aquiferspeicher Flughafen Zürich
 Adresse: xx
 Parzelle: xx
 Koordinaten: x / x
 Ansatzhöhe: ca. 435 m ü.M.
 Ausführungsdatum: 2026-2027

Bohrfirma: xx
 Bohrausbau: Filterbrunnen
 Bohrgerät: Seilbagger xx
 Spülbohrgerät xx
 PL Bohrarbeiten: Geo Explorers AG, A. Ebert
 Geol. Begleitung: Geo Explorers AG, A. Ebert

 **geo
explorers**
 Autor: A. Ebert
 Datum: 25.03.2026



11.3 Phase 2

Bohrarbeiten:

- Destruktives Bohren im Rotary-Bohrverfahren bis zur Basis der Stillwassersedimente in ca. 190–230 m u. T. Die Absetztiefe wird durch den Geologen definiert.
- Bohrdurchmesser 20" mit geeignetem Rollenmeissel oder PDC-Bohrmeissel für tonige Schichten
- Bohren mit Ton-Polymer-Spülung; die Spüldichte wird regelmässig kontrolliert.
- Probenentnahme mindestens alle 2 m in vorgegebenen Kisten sowie in Säckchen.

Einbauten:

- Setzen der 16"-Edelstahl-Zwischenrohrtour bis zur Bohrsohle, mit ca. 1 m Überstand.

Hinterfüllung:

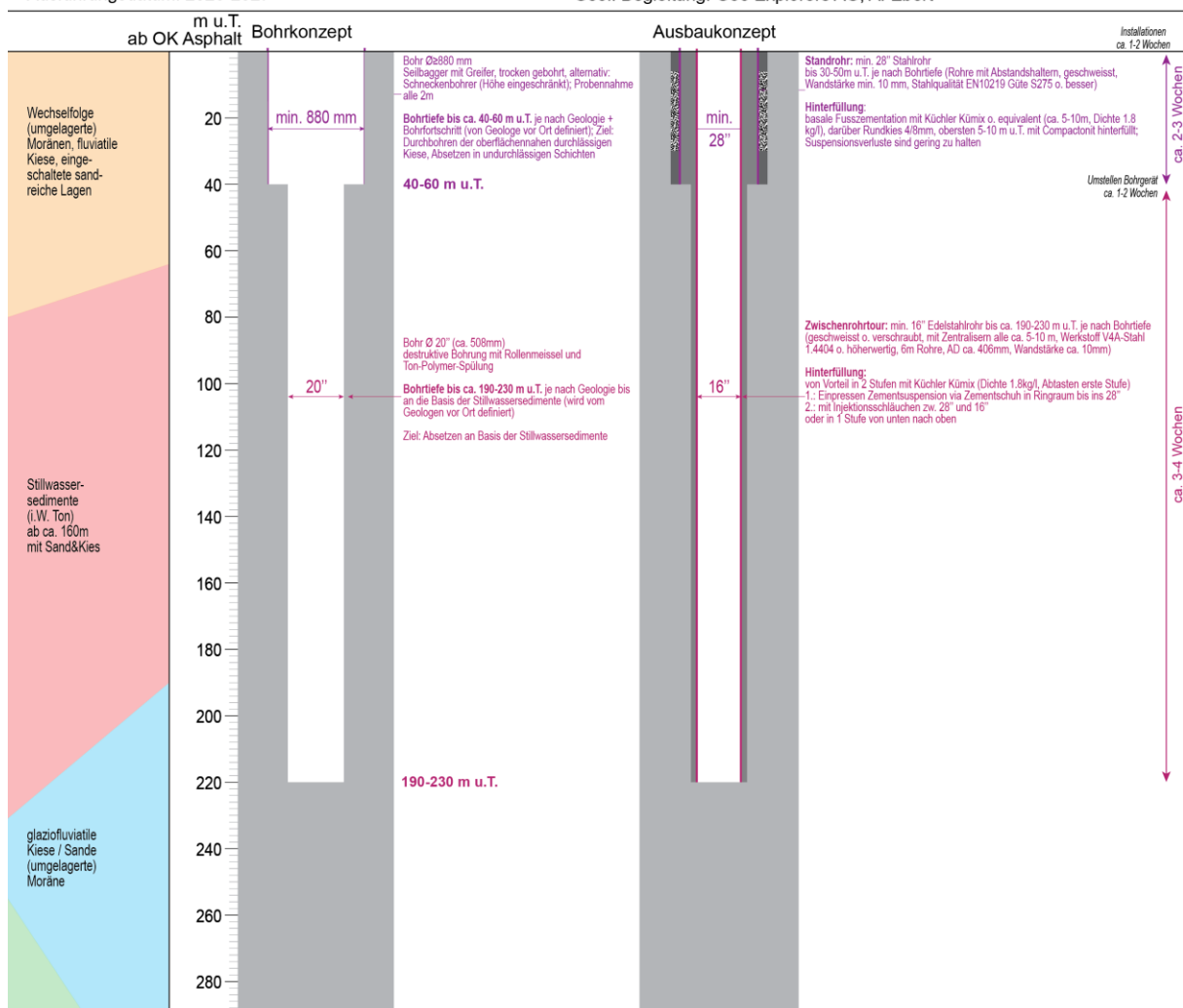
- Stufenweise Hinterfüllung mit Zementsuspension von unten nach oben: In der ersten Stufe wird die Zementsuspension mittels Zementschuh in den Ringraum bis in das 28"-Rohr eingepresst. In der zweiten Stufe werden die Zementation abgetastet und das 28"-Rohr bis zutage verfüllt.

Konzept Bohrarbeiten und Ausbau für Brunnen in quartärer Rinne

Objekt: Brunnen für Aquiferspeicher Flughafen Zürich
 Adresse: xx
 Parzelle: xx
 Koordinaten: x / x
 Ansatzhöhe: ca. 435 m ü.M.
 Ausführungsdatum: 2026-2027

Bohrfirma: xx
 Bohrausbau: Filterbrunnen
 Bohrgerät: Seilbagger xx
 Spülbohrgerät xx
 PL Bohrarbeiten: Geo Explorers AG, A. Ebert
 Geol. Begleitung: Geo Explorers AG, A. Ebert

 **geo
explorers**
 Autor: A. Ebert
 Datum: 25.03.2026



11.4 Phase 3

Bohrarbeiten:

- Aufbohren Zementschuh
- Destruktives Bohren im Rotary-Bohrverfahren bis ca. 10 m in den Fels (Molasse, OMM) in ca. 270-350 m u.T. (Absetztiefe wird vom Geologen definiert)
- Bohrdurchmesser min. 13 ½" mit geeignetem Rollenmeissel oder PDC
- Bohren mit Ton-Polymer-Spülung; Spüldichtedichte wird regelmässig kontrolliert
- In den Kieslagen sollen die Spülungsverluste so gering wie möglich gehalten werden. Grosse Erfahrung im Umgang mit der Ton-Polymer-Spülung, Spülverlusten sowie dem Aufbau eines Filterkuchens wird vorausgesetzt.
- Probenentnahme alle 1 m in vorgegebenen Kisten sowie in Säckchen.
- Round Trip vor dem geophysikalischen Logging

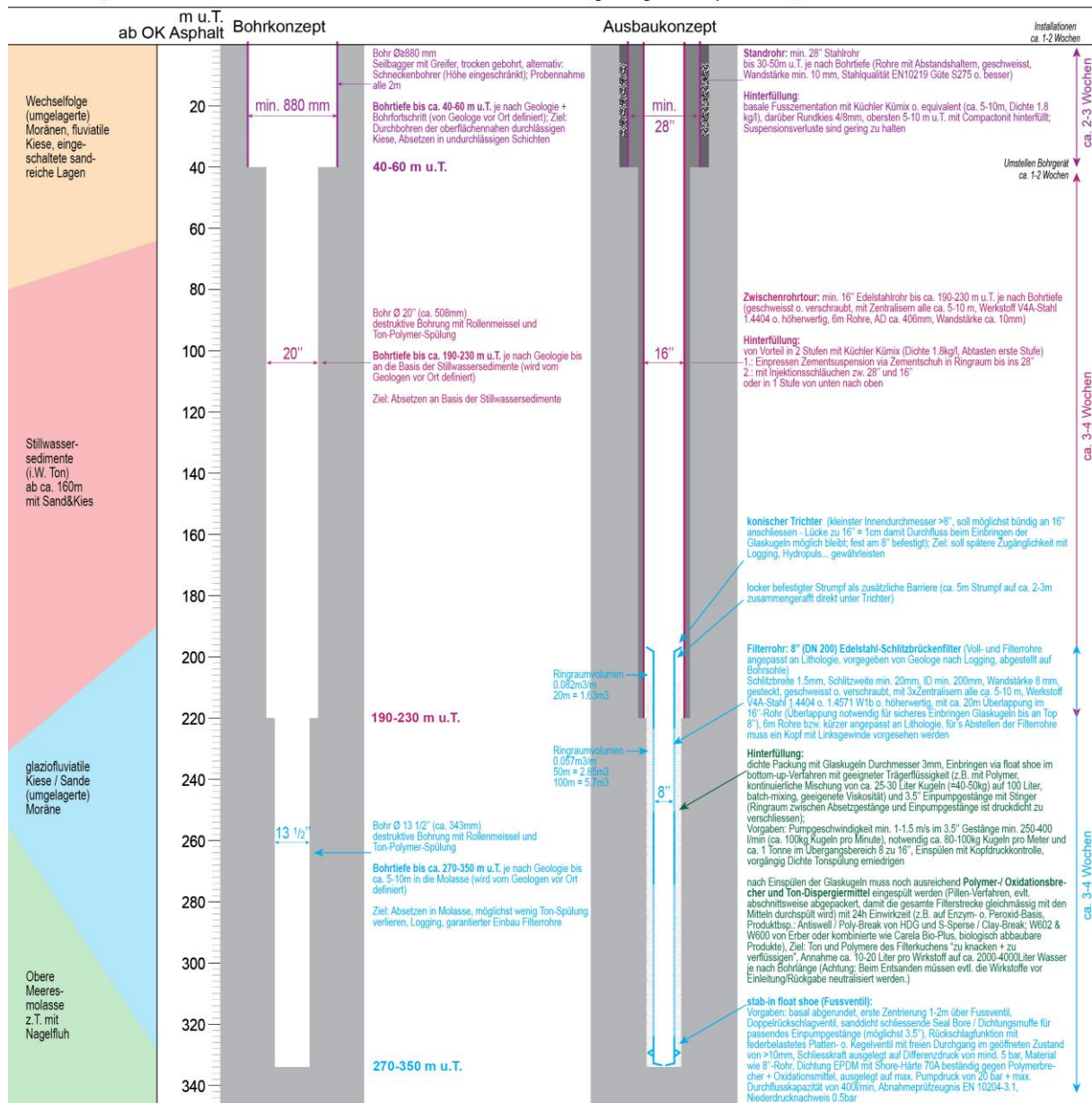
Einbauten:

- Einbau 8" Edelstahl-Filterrohr (Stückelung Filterrohre und Vollrohre werden vom Geologen vorgegeben)
- Am Top vom 8" Rohr ist ein konischer Trichter zu installieren
- Am Fuss wird ein geeignetes «stab-in float shoe» (Fussventil) für das Einspülen von Glaskugeln installiert

Hinterfüllung:

- Einbringen / Einspülen Glaskugeln via float shoe im bottom-up-Verfahren mit geeigneter Trägerflüssigkeit mit Kugel-Durchmesser 3mm, vollständig hinter dem gesamten 8"-Rohr bis in das 16"-Rohr
- nach Einspülen der Glaskugeln muss noch ausreichend Polymer-/ Oxidationsbrecher und Ton-Dispergiermittel eingespült werden (biologisch abbaubare Produkte), Ziel: Ton und Polymere des Filterkuchens für Brunnenentwicklung «zu knacken + zu verflüssigen»
- Falls ein vollständiges Einpressen der Glaskugeln via dem float shoe nicht funktioniert, wird vorgesehen, dass der Trichter so ausgeführt wird, dass Glaskugeln auch von oben eingebracht werden können.

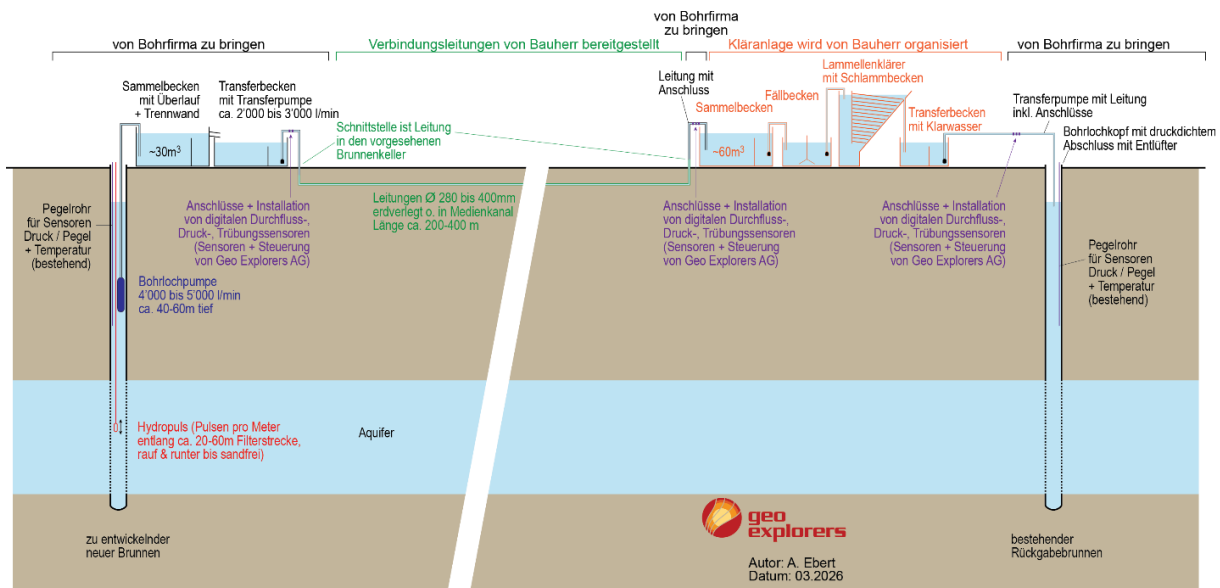
Bohrfirma: xx
Bohrausbau: Filterbrunnen
Bohrgerät: Seilbagger xx
Spülbohrgerät xx
PL Bohrarbeiten: Geo Explorers AG, A. Ebert
Geol. Begleitung: Geo Explorers AG, A. Ebert



41

Basierend auf diesen Erkenntnissen ist für die Brunnenentwicklung folgendes Vorgehen vorgesehen.

Schema Brunnenentwicklung



Vorarbeiten / Rahmenbedingungen

- Da im Unterschied zu den bestehenden Testbrunnen neu Glaskugeln als zusätzliche Hinterfüllung eingesetzt werden, wird ein schnelleres Entsanden erwartet. Ein vorgängiges Knacken und Verflüssigen des Filterkuchens mit chemischen Zusätzen ist zwingend erforderlich. Beim Entsanden müssen die Wirkstoffe gegebenenfalls gemäss den geltenden Richtlinien neutralisiert werden.
- Das geförderte Wasser wird über eine Kläranlage in einen bestehenden Brunnen zurückgegeben, voraussichtlich in P6-1.
- Die Brunnenentwicklung erfolgt über die finalen Leitungen zwischen den Brunnen. Es ist geplant, diese vor Beginn der Brunnenentwicklung zu erstellen bzw. zu verlegen, je nach Lage erdverlegt oder in bestehenden Medienkanälen. Damit wird eine aufwendige und hinderliche temporäre Leitungsführung mit hohen Brücken vermieden.
- Vor Beginn der Brunnenentwicklung wird die Tonspülung abgepumpt und abtransportiert. Ebenso wird der Filterkuchen gelöst und abgeführt. Insgesamt wird mit einigen Dutzend bis wenigen hundert Kubikmetern Material gerechnet. Dieses muss entweder auf eine Deponie oder zur Aufbereitung in eine geeignete Anlage abgeführt werden. Sobald die Partikelführung und Trübung ein für die Kläranlage akzeptables Mass erreichen, wird das geförderte Wasser während des Pulsens über die Kläranlage in den Rückgabebrunnen zurückgeführt. Die entsprechende Beurteilung erfolgt in Abstimmung mit dem Geologen und dem Betreiber der Kläranlage. Dabei ist sicherzustellen, dass die Grundwasserbilanz erhalten bleibt und die Kläranlage mit dem partikelreichen Wasser umgehen kann.

Intensive Brunnenentwicklung mit Hydropuls und starkem Pumpen:

- Mehrtägiges Hydropulsen und Pumpen, bis sand- und trübungsfreies Wasser gefördert wird.
- Der Hydropuls wird dabei kontinuierlich auf- und abbewegt.
- Das während des Pulsens geförderte Wasser wird über die Kläranlage in den Rückgabebrunnen zurückgegeben. Dabei ist die Leistungsfähigkeit der Kläranlage zu berücksichtigen.

- Der Transfer zur Kläranlage erfolgt über ein Sammel- und Transferbecken mit leistungsstarker Tauchpumpe (siehe Schemaskizze). Dadurch wird zusätzliches Puffervolumen geschaffen. Zudem kann geförderter Sand vorgängig abgesetzt werden, damit Leitungen und Kläranlage weniger belastet bzw. aufgesandet werden.
- Von der Kläranlage wird das gereinigte Wasser über ein Zwischenbecken in einen bestehenden Brunnen eingeleitet.

Nachfolgendes Klarspülen und Zirkulationstest

- Das nachfolgende finale Klarspülen mit maximalen Pumpraten von 4'000 bis 5'000 l/min im Pumpen-on/off-Betrieb soll automatisiert über einen vom Bauherrn bereitgestellten Filter in den Rückgabebrunnen erfolgen.
- Nachdem die Partikelfracht im geförderten Wasser akzeptable Werte erreicht hat, ist ein Zirkulationstest ohne on/off-Betrieb mit derselben Pumpe vorgesehen. Die Grenzwerte werden in Absprache mit dem Geologen definiert. Der Zirkulationstest soll einige Tage dauern.
- Beim automatisierten Spülen sowie während des Zirkulationstests wird ein Sicherheitssystem mit mehreren Sensoren für Durchfluss und Druck installiert. Dieses stellt die Pumpe bzw. die Pumpen bei definierten Grenzwertunter- oder -überschreitungen automatisch ab. Hierfür kann auf die Erfahrungen aus den Tests zwischen P18-1 und P6-1 zurückgegriffen werden.
- Für Pegelmessungen während der Pumpphasen werden Pegelmessrohre aus Edelstahl mit 1,5 Zoll Durchmesser bis unter die Absetztiefe der Bohrlochpumpe eingebaut und am Brunnenkopf befestigt. Die laufenden Messungen in den bestehenden Bohrungen und Brunnen werden weitergeführt.
- Ebenso werden die gleichen Analysen und Auswertungen wie bei den Brunnen P6-1 und P18-1 durchgeführt, sodass die Grundwassereigenschaften und das nachhaltige Nutzungspotenzial definiert werden können. Für Details wird auf den separaten Abschlussbericht der Erkundung verwiesen.

Abschluss Brunnen

Alle Brunnen werden mit einem Brunnenkeller abgeschlossen (siehe separate Dokumentation).