

**CSD INGENIEURE AG**

Schachenallee 29A

CH-5000 Aarau

+41 62 834 44 00

aarau@csd.ch

www.csd.ch

**CSD INGENIEURE** 

VON GRUND AUF DURCHDACHT



# Kies Lenz AG

## Kiesabbau Parzellen 2995/2996 in Lenzburg

### Geologischer und geotechnischer Bericht

Aarau, 15. August 2025, rev. 1, 12. Februar 2026 / DCH011807.03

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b> .....	<b>1</b>
1.1	Ausgangslage .....	1
1.2	Grundlagen .....	1
1.3	Situation .....	2
1.4	Sondierungen .....	2
1.5	Durchgeführte in-situ Bohrloch-Tests .....	3
1.5.1	SPT .....	3
1.5.2	Dilatometer Versuche .....	3
<b>2</b>	<b>Geologische und geotechnische Verhältnisse</b> .....	<b>4</b>
2.1	Geologische Beschreibung .....	4
2.2	Auswertung in-situ Bohrloch-Tests .....	5
2.2.1	SPT .....	5
2.2.2	Dilatometer Versuch .....	5
2.3	Hydrogeologie .....	7
2.4	Geotechnische Kennwerte .....	7
2.5	Geotechnische Risiken .....	8
2.6	Böschungen und Grenzabstände .....	9
<b>3</b>	<b>Fazit</b> .....	<b>10</b>
<b>4</b>	<b>Weitere Hinweise</b> .....	<b>10</b>
<b>5</b>	<b>Impressum</b> .....	<b>11</b>
<b>6</b>	<b>Disclaimer</b> .....	<b>11</b>

# Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1.1	Situationsplan mit Projektperimeter auf Parzelle GB-Nr. 2995 .....	2
---------------	--	---

# Tabellenverzeichnis

Tabelle 1.1	Übersicht der vor Ort durchgeführten Untersuchungen .....	3
Tabelle 1.2	Sondierstandorte mit Koordinaten aus <i>geo.admin.ch</i> .....	3
Tabelle 2.1	Charakterisierung der angetroffenen Bodenschichten .....	4
Tabelle 2.2	Baugrundwerte .....	8
Tabelle 2.3	Abstände des Abbauperimeters zu den Nachbarparzellen und benachbarten Gebäuden .....	9

## Anhangsverzeichnis

Anhang A	Situationsplan
Anhang B	Profile der Rammsondierungen
Anhang C	Profile der Kernbohrungen
Anhang D	Fotodokumentation Bohrung KB1-25
Anhang E	Protokoll Dilatometer

---

# 1 Einleitung

---

## 1.1 Ausgangslage

---

Die Stadt Lenzburg und die Reisezentrum AG (Konsortium, Grundeigentümer) beabsichtigen eine Neubebauung der Parzelle GB-Nr. 2'995 in Lenzburg. Aus diesem Grund haben sie diese Parzelle, welche ein früherer Werkstandort der ABB war, im Jahr 2024 erworben. Im Untergrund sind nutzbare Kiesvorkommen vorhanden. Die Distanz zum Kieswerk beträgt nur rund 350 m, womit sich diese Parzelle optimal für einen nachhaltigen Kiesabbau unter kürzest möglichen Transportdistanzen eignet.

Der Abbau und die Wiederauffüllung erfolgt durch die Kies Lenz AG, welche die Abbaustellen in Lenzburg und Niederlenz der Ortsbürgergemeinden (OBG) betreibt. Der vorliegende Geotechnische Bericht dient als Beilage zum Abbaugesuch des geplanten Vorhabens.

Nachfolgend werden die geotechnischen Verhältnisse im Projektperimeter anhand der bestehenden Bohrungen, der Online-Portale (geologische Karte), sowie der Abbauverhältnisse der umliegenden Kiesgruben und den durchgeführten Sondierungen beschrieben (siehe nachfolgende Grundlagen).

## 1.2 Grundlagen

---

Neben den gesetzlichen und technisch relevanten Unterlagen werden im Weiteren noch folgende Dokumente verwendet, resp. Informationsquellen konsultiert:

- [1] Bundesamt für Landestopografie swisstopo (Geologischer Atlas 1:25'000, Gefährdungskarte Oberflächenabfluss, etc.), Stand 8. August 2025
- [2] Grundwasser- und Gewässerschutzkarte, Parzellenpläne, Gefährdungskarte, KBS etc., Geoportal Aargau, Onlinekarten [www.ag.ch/geoportal](http://www.ag.ch/geoportal), Stand 8. August 2025
- [3] Auszug z.H. Kanton Aargau, Grundwasser, Basler und Hoffmann AG, Bericht vom 16. Juni 2023
- [4] Materialabbau Parzelle GB-Nr. 3033, Technischer Bericht zum Baugesuch, CSD Ingenieure AG, 22. März 2021
- [5] Kiesabbau Parzellen 2995/2996 in Lenzburg, Hydrogeologisches Gutachten, CSD Ingenieure AG, Bericht vom 15. August 2025
- [6] Kiesabbau Parzellen 2995/2996 in Lenzburg, Stabilitätsnachweis der Böschungen zur Bahnlinie, CSD Ingenieure AG, 15. Januar 2026
- [7] Kiesabbau Parzellen 2995/2996 in Lenzburg, Stabilitätsnachweis der Böschungen zur AXPO, CSD Ingenieure AG, 15. Januar 2026
- [8] Kiesabbau Parzellen 2995/2996 in Lenzburg, Überwachungskonzept, CSD Ingenieure AG, 15. Januar 2026

### 1.3 Situation

Der Projektperimeter (rot) umfasst die Parzellen GB-Nr. 2995 und 2996 und liegt südöstlich des Werkareals «Lenzhard» und südlich der ehemaligen Kiesabbaustelle der Parzelle GB-Nr. 3033. Die Distanz zum Werkareal beträgt nur rund 350 m (Abbildung unten).

Der geplante Materialabbau grenzt südlich direkt an ein Rangiergleis (Parzelle 2997), weiter südlich gefolgt von den SBB-Gleisen der Stammlinie Aarau-Lenzburg (Parzelle 546). Ein Ausbauprojekt der SBB ist im geplanten Vorhaben zu berücksichtigen (siehe Technischer Bericht, Kapitel 4, Massnahme B-03). Mit der SBB haben zudem bereits bilaterale Vorabklärungen stattgefunden, welche im Anhang G des Berichtes zum Stabilitätsnachweis [6] dokumentiert sind. Östlich grenzt der Perimeter an die Maschinenwerkstatt Jakob Hug AG, nördlich und westlich an das Betriebsgelände der SACAC AG.

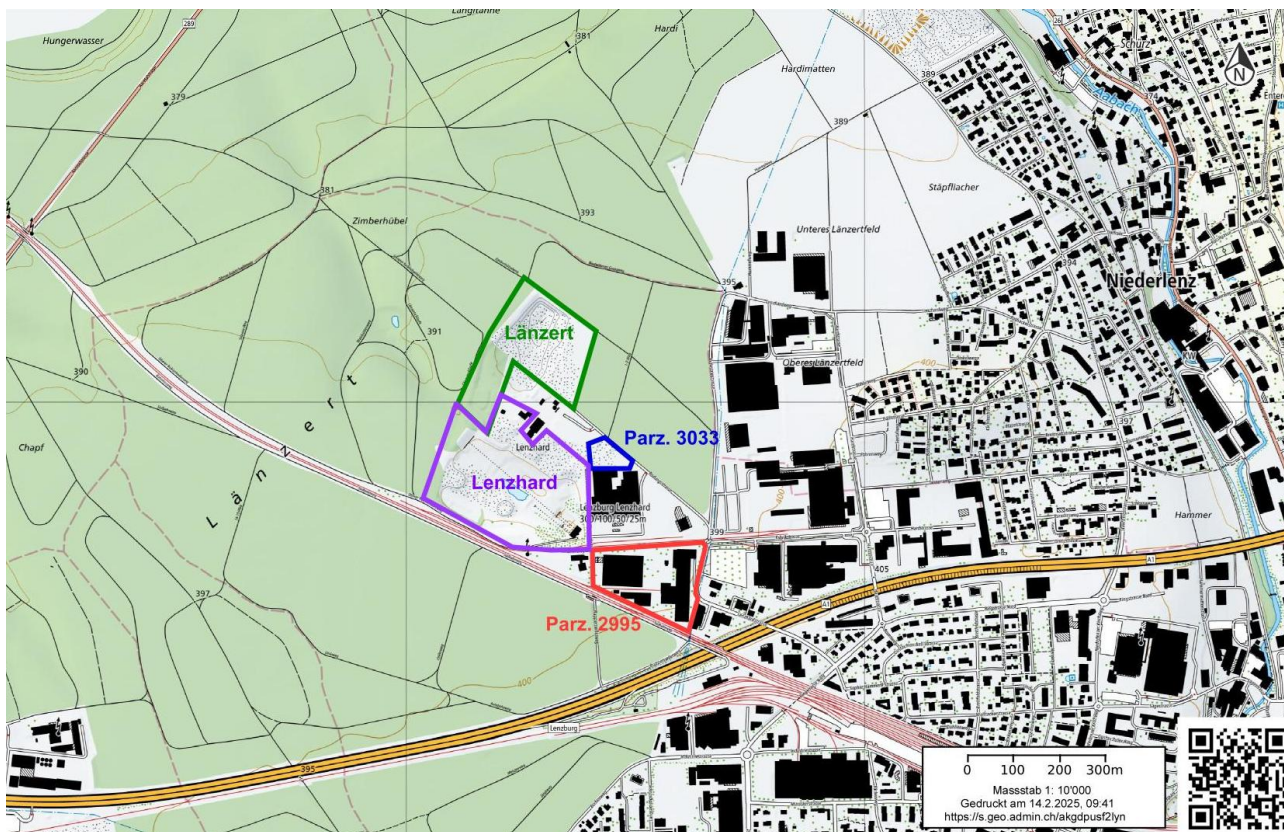


Abbildung 1.1 Situationsplan mit Projektperimeter auf Parzelle GB-Nr. 2995/2996 (inkl. der Abbaubereiche «Länzert», «Spezialzone Lenzhard» und «Parz. GB-Nr. 3033»)

### 1.4 Sondierungen

Für den vorliegenden Bericht wurden folgende Aufschluss- und Analysemethoden angewendet:

Anzahl	Methode	Datum	Firma	Untersuchungsziel
5	Superschwere Rammsondierungen Typ DPSH-A	05.02.2025	Monitron AG	Abklären des räumlichen Schichtverlaufs, Abschätzen der Lagerungsdichte.
4	Kernbohrungen	29.03.2023	Fretus	Direkter Aufschluss der Bodenschichten, Materialbeurteilung; Kalibration der DPSH-A Ergebnisse [3].
1	Rotationskernbohrung	27.11.2025 – 03.12.2025	Studersond	Direkter Aufschluss der Bodenschichten, Materialbeurteilung, Kalibrierung der in situ Bohrloch-Tests

9	SPT-Versuche	27.11.2025 – 03.12.2025	Studersond	Abklären des räumlichen Schichtverlaufs, Ableiten der Lagerungsdichte
4	Dilatometer-Versuche	27.11.2025 – 03.12.2025	Solexperts	Ermittlung der Verformungs- und Elastizitäts-Module

Tabelle 1.1 Übersicht der vor Ort durchgeführten Untersuchungen

Als wichtige Grundlage zu den Untergrundverhältnissen dienten die vier Kernbohrungen, welche im Jahr 2023 im Projektperimeter abgeteuft worden sind [3]. Im Situationsplan (Anhang A) sind die neu durchgeführten Rammsondierungen, sowie die Kernbohrungen dargestellt.

Bez.	Datum	Koordinaten	Ansatzhöhen [m ü. M.]	Endtiefe [m]	Ausführender	Bemerkungen
SR1-25	05.02.2025	2'654'580.5 / 1'249'527.7	373.9	1.97	Monitron AG	DPSH-A
SR2-25	05.02.2025	2'654'526.9 / 1'249'551.6	373.9	3.1	Monitron AG	DPSH-A
SR3-25	05.02.2025	2'654'454.1 / 1'249'596.1	369.60	3.54	Monitron AG	DPSH-A
SR4-25	05.02.2025	2'654'539.1 / 1'249'666.0	369.60	2.51	Monitron AG	DPSH-A
SR5-25	05.02.2025	2'654'425.2 / 1'249'633.2	ca. 376.0	2.08	Monitron AG	DPSH-A
KB23-01	29.03.2023	2'654'632 / 1'249'650	399.2	19.9	Fretus	-
KB23-02	29.03.2023	2'654'549 / 1'249'636	398.9	32.2	Fretus	-
KB23-03	29.03.2023	2'654'442 / 1'249'592	398.8	49.7	Fretus	-
KB23-04	29.03.2023	2'654'483 / 1'249'672	398.5	48	Fretus	-
KB 1-25	27.11.2025 – 03.12.2025	2'654'473 / 1'249'591	398.9	40.0	Studersond	-

Tabelle 1.2 Sondierstandorte mit Koordinaten aus *geo.admin.ch*

## 1.5 Durchgeführte in-situ Bohrloch-Tests

### 1.5.1 SPT

Es wurden in der Bohrung KB 1-25 alle 4 m ein Standard-Penetrations-Test (SPT) durchgeführt. Hierzu wird die Sondenspitze in spezifischen Tiefen in den Boden gerammt und die Schlagzahl für eine bestimmte Tiefe ermittelt. Mit diesem Test kann die Lagerungsdichte des Untergrunds ermittelt werden.

Die SPT wurden in den Tiefen 4, 8, 12, 16, 20, 24, 28, 32 und 36 m ab OKT von der Studersond durchgeführt. Im Bohrprofil in Anhang C sind die Resultate zusammengefasst. Die Fotodokumentation der Bohrung befindet sich in Anhang D.

### 1.5.2 Dilatometer Versuche

Zusätzlich wurden Dilatometer-Versuche, von der Solexperts AG in 4 Tiefen (9.65 m, 17.45 m, 25 m und 33.8 m ab OKT) im KB 1-25 durchgeführt. Dilatometer-Versuche dienen zur Bestimmung der Verformungs- und Elastizitätsmodule von Fels und Lockergesteinen im Bohrloch unter in-situ Bedingungen und zur Verifizierung der verwendeten Parameter in Kapitel 2. Durch die Aufweitung des Bohrlochs in mehreren

Belastungs- und Entlastungszyklen wird das Verformungsverhalten des Untergrunds gemessen und gibt Aufschluss über die Steifigkeit des Baugrundes. Der Bericht zu den Dilatometer-Versuchen kann Anhang E entnommen werden. Zudem sind das Erstbelastungsmodul  $D_L$  und Wiederbelastungsmodul  $D_R$  des Dilatometer Versuchs ebenfalls im Bohrprofil in Anhang C eingetragen.

## 2 Geologische und geotechnische Verhältnisse

### 2.1 Geologische Beschreibung

Gemäss den im Jahr 2023 durchgeführten Kernbohrungen [3] liegt der Projektperimeter im Niederterrassenschotter, der von Hanglehm und einer künstlichen Auffüllung, resp. einem Kieskoffer überlagert wird. Die Kernbohrungen zeigen, dass die künstliche Auffüllung eine variable Mächtigkeit zwischen 0.4 und 2.9 m und der Kieskoffer bei KB23-04 eine Mächtigkeit von 1.4 m aufweisen und vom Hanglehm unterlagert werden, welcher bis in eine Tiefe von 0.7 – 5.4 m ab OKT reicht. Darunter folgt teilweise (KB23-02) eine Übergangsschicht von Hanglehm zum Niederterrassenschotter (1.3 m), gefolgt vom abbauwürdigen Niederterrassenschottern. Der Seebodenlehm, welcher die Unterkante des Niederterrassenschotters kennzeichnet, liegt gemäss den vier Kernbohrungen in einer Tiefe von 17.0, 28.8, 49.7 resp. 47.2 m ab OKT [3].

Der Niederterrassenschotter setzt sich aus Kies mit viel Sand und variablem Anteil an Silt zusammen. Das Grösstkorn ist ebenfalls unterschiedlich und reicht von 3 – 20 cm Durchmesser. In KB23-03 steht ein toniger Bereich mit Gipsbruchstücken (Durchmesser bis 25 cm) in einer Tiefe von 12.0 – 14.4 m ab OKT an. In KB23-03 wurde in einer Tiefe von 29.5 – 30.5 m und in KB23-04 in einer Tiefe von 33.0 – 33.5 m ab OKT eine Sandschicht mit Kies angetroffen. In Bohrung KB23-02 wurde eine stark sandige Siltschicht zwischen 9 – 11 m Tiefe angetroffen. Der Kies wird allgemein als gerundet bis kantengerundet, erdfeucht, geruchsneutral und locker beschrieben. Anmerkung zur Lagerungsdichte: In umliegenden Gruben sind dicht bis sehr dicht gelagerte Kiese bekannt. Da innerhalb des Perimeters keine SPT-Messungen zur Bestimmung der Lagerungsdichte vorlagen, wurde im November/Dezember 2025 eine zusätzliche Sondierbohrung mit in-situ Bohrlochtests abgeteuft.

Die Rammsondierungen auf der Projektparzelle haben alle das Abbruchkriterium (>100 Schläge pro 10 cm Eindringtiefe) in einer Tiefe zwischen 2.0 und 3.5 m ab OKT erreicht. Dies wird auf die kompakt gelagerte künstliche Auffüllung oder Kieskoffer zurückgeführt. Bei SSR 3-25 stehen oberflächlich Hanglehmablagerungen an. Vereinfacht können die angetroffenen und interpretierten Schichten wie folgt gegliedert und beschrieben werden:

Schicht	Oberkante ab OKT [m]	Bezeichnung	Materialzusammensetzung	Bemerkung
A	0	Künstliche Auffüllung	Kies, sandig, siltig, Fremdanteil > 1%	
B	0	Kieskoffer	Kies, sandig, leicht siltig	
C	0.4 – 2.9	Hanglehm	Silt mit Ton, leicht sandig, schwach bis stark kiesig	
D	6.0	Übergangsschicht	Kies, stark sandig, leicht tonig, leicht siltig	lokal bei KB23-2, 1.3 m Mächtigkeit, nass
E	0.4 – 7.3	Niederterrassenschotter	Kies, stark sandig, leicht bis stark siltig	Lokal mit zwischengelagerten Sand- resp. sandigen Siltschichten
F	17.0, 28.8, resp. 49.7, 47.2	Seebodenlehm	Silt und Ton, stark sandig	Stauer abtauchend gegen Westen

Tabelle 2.1 Charakterisierung der angetroffenen Bodenschichten

## 2.2 Auswertung in-situ Bohrloch-Tests

### 2.2.1 SPT

Es steht oberflächlich eine Deckschicht aus einem 0.5 m mächtigen, sandig kiesigem Platzkoffer an. Im Liegenden des Kieskoffers steht der Niederterrassenschotter an, welcher hauptsächlich aus stark sandigem Kies mit Steinen besteht. Vereinzelt wurden geringmächtige Sandlinsen und leicht siltig tonige Abschnitte dokumentiert. Die SPT haben bereits ab 4 m das Abbruchkriterium von > 50 Schlägen bei den ersten 15 cm Eindringtiefe erreicht. Bei allen weiteren SPT sind die Schlagzahlen ebenfalls > 50, was für sehr dicht gelagerte Schichten steht. Im Bereich zwischen 8 – 12 m konnte die Sonde bis auf die Endtiefe von 45 cm eingeschlagen werden, bei allen anderen SPT wurde das Abbruchkriterium schon früher erreicht. Der Bereich zwischen 8 – 12 m entspricht immer noch sehr dicht gelagerten Kiesen.

Vereinfachend können die durchgeführten SPT-Versuche in den jeweiligen Tiefen wie folgt beschrieben werden:

Testbereich ab OKT	Bezeichnung	Materialzusammensetzung im Testbereich	Lagerung / Konsistenz
4.0 m	Niederterrassenschotter	Kies und Steine, stark Sandig (Mittel – Grobsand)	sehr dicht N <sub>0-15</sub> SPT = 50/13
8.0 m	Niederterrassenschotter	Kies und Steine, stark Sandig (Mittel – Grobsand)	sehr dicht N <sub>0-15</sub> SPT = 14 N <sub>15-30</sub> SPT = 39 N <sub>30-45</sub> SPT = 36
12.0 m	Niederterrassenschotter	Kies und Steine (gut abgestuft), stark sandig	sehr dicht N <sub>0-15</sub> SPT = 21 N <sub>15-30</sub> SPT = 30 N <sub>30-45</sub> SPT = 34
16.0 m	Niederterrassenschotter	Kies und Steine, stark sandig (unterhalb Sandlinse)	sehr dicht N <sub>0-15</sub> SPT = 50/11
20.0 m	Niederterrassenschotter	Kies und Steine, stark sandig	sehr dicht N <sub>0-15</sub> SPT = 50/13
24.0 m	Niederterrassenschotter	Kies und Steine, stark sandig	sehr dicht N <sub>0-15</sub> SPT = 50/4
28.0 m	Niederterrassenschotter	Kies und Steine, stark sandig	sehr dicht N <sub>0-15</sub> SPT = 50/9
32.0 m	Niederterrassenschotter	Kies und Steine, stark sandig	sehr dicht N <sub>0-15</sub> SPT = 38 N <sub>15-30</sub> SPT = 50/11
36.0 m	Niederterrassenschotter	Kies und Steine, stark sandig (unterhalb Sandlinse)	sehr dicht N <sub>0-15</sub> SPT = 50/13

Tabelle 2.2 Charakterisierung der angetroffenen Bodenschichten und SPT

### 2.2.2 Dilatometer Versuch

Der Dilatometer-Versuch liefert 3 Werte:  $D_R$ , das Wiederbelastungsmodul,  $D_L$ , das Erstbelastungsmodul sowie das Entlastungsmodul  $E_U$ . Vereinfachend können die durchgeführten Dilatometer-Versuche in den jeweiligen Tiefen wie folgt beschrieben werden:

Testbereich ab OKT	Bezeichnung	Materialzusammensetzung im Testbereich	Lagerung / Konsistenz
9.65 m	Niederterrassenschotter	Kies und Steine, stark sandig (Mittel – Grobsand)	sehr dicht D <sub>R</sub> =170 MPa D <sub>L</sub> =110 MPa E <sub>U</sub> =480 MPa
17.45 m	Niederterrassenschotter	Kies und Steine, stark sandig (unterhalb Sandlinse)	sehr dicht D <sub>R</sub> =200 MPa D <sub>L</sub> =120 MPa E <sub>U</sub> =530 MPa
25.00 m	Niederterrassenschotter	Kies und Steine, stark sandig	sehr dicht D <sub>R</sub> =1280 MPa D <sub>L</sub> =400 MPa E <sub>U</sub> =1560 MPa
33.80	Niederterrassenschotter	Kies und Steine, stark sandig	sehr dicht D <sub>R</sub> =770 MPa D <sub>L</sub> =300 MPa E <sub>U</sub> =1260 MPa

Tabelle 2.3 Charakterisierung der angetroffenen Bodenschichten und Verformungsmodule

Die Verformungsmodule und damit auch die Steifigkeit nehmen gegen die Tiefe deutlich zu. Die Erst- und Wiederbelastungsmodule sind ab 25 m Tiefe mindestens 2.5x so gross wie in den ersten 15 m Tiefe. Das Entlastungsmodul nimmt in der Tiefe mit mindestens einem Faktor 2 zu. In Abbildung 2.1 sind die gemessenen Verformungsmodule in der Tiefe dargestellt.

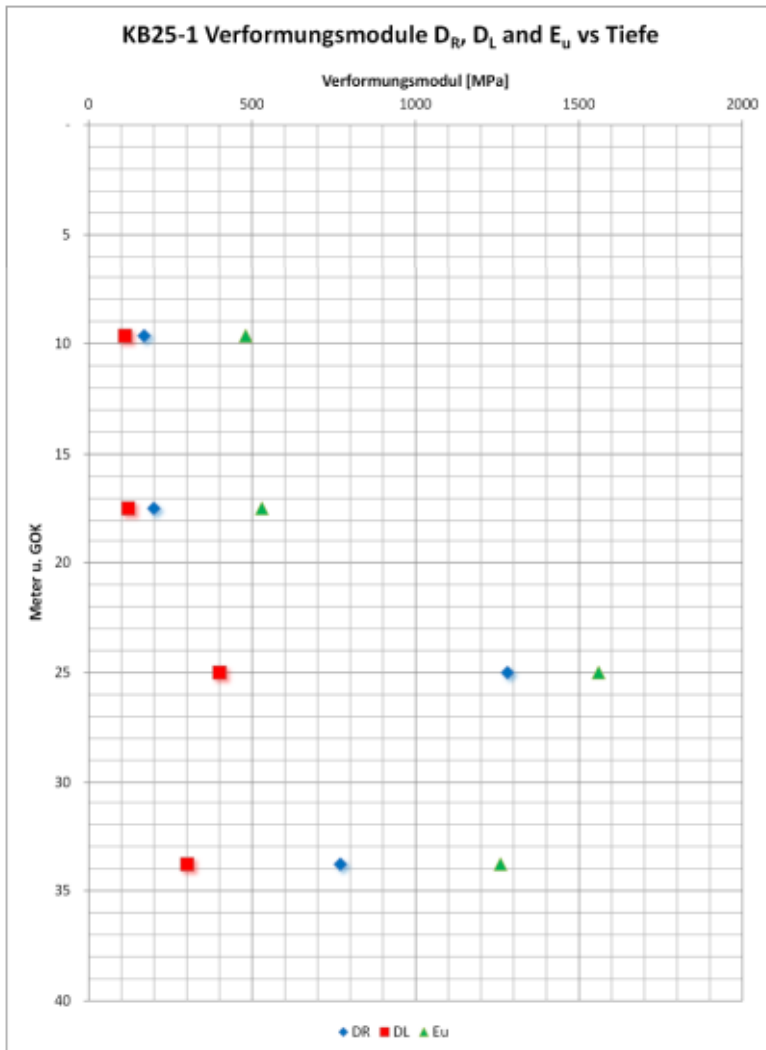


Abbildung 2.1  $D_L$ ,  $E_u$  und  $D_R$  aus Dilatometerversuch (Solexpert Anhang E)

Die Annahme von dicht gelagerten Kiesen, welche für die Ableitung des Winkels für innere Reibung anhand den Siebkurven in Kapitel 2.1 (Seite 4) verwendet wurde, ist somit mit den beiden in-Situ Messungen, SPT- und Dilatometermessung (Kapitel 2.2, Seite 5) bestätigt. Diese zeigten durchwegs eine sehr dichte Lagerung der Niederterrassenschotter an.

## 2.3 Hydrogeologie

Die hydrogeologischen Verhältnisse für den Abbau und die Wiederauffüllung werden in einem separaten hydrogeologischen Gutachten behandelt [5].

## 2.4 Geotechnische Kennwerte

Bei den in der folgenden Tabelle angegebenen Kennwerten handelt es sich um den geschätzten mutmasslichen Streubereich (Extremwerte) der Parameter Raumgewicht, Reibungswinkel, Kohäsion und Steifemodul. Der in Klammern angegebene Kennwert ist als der geschätzte Erwartungswert  $X_m$  zu verstehen. Die aufgeführten Ergebnisse haben sich bei zusätzlichen Sondierbohrung im November/Dezember 2025 bestätigt.

Schicht	Bezeichnung	Raumgewicht $\gamma_e$ (kN/m <sup>3</sup> )	Reibungswinkel $\varphi$ (°)	Kohäsion c (kN/m <sup>2</sup> )	Steifemodul $E_{oed}$ (MN/m <sup>2</sup> )
A	Künstliche Auffüllung	19 – 21 (20)	28 – 32 (30)	0 – 3 (0)	-
B	Kieskoffer	19 – 21 (20)	30 – 34 (32)	0 – 3 (0)	-
C	Hanglehm	18 – 20 (19)	28 – 32 (29)	0 – 3 (1)*	15 – 60 (25)
D	Übergangsschicht	19 – 21 (20)	34 – 38 (36)	0 (0)	15 – 40 (30)
E	Niederterrassenschotter	19 – 22 (21)	40 – 48 (42-46)	0 – 30 (*)	100 - >200 (>120)
F	Seebodenlehm	18 – 20 (19)	26 – 30 (28)	3 – 10 (7)	6 – 15 (10)

Tabelle 2.4 Baugrundwerte

(\* verkittete Kiese, Technische- resp. Verzahnungskohäsion)

## 2.5 Geotechnische Risiken

Anhand der geologischen Beschreibung des Projektperimeters, sowie den abgeschätzten Kennwerten können folgende geotechnische Risiken formuliert werden:

- ◆ Standfestigkeit und Mächtigkeit der zwischengelagerten sandigen und siltigen Schichten
- ◆ Standfestigkeit der Kies-Schichten
- ◆ Menge des anfallendes Schichtwassers / Meteorwassers

Während der Ausführung empfehlen wir folgende Massnahmen:

- ◆ Generell Böschungsneigungen von 1:1 bis maximal 2:1 (zu den südlich angrenzenden Gleisen der SBB beträgt die maximale Böschungsneigung gemäss dem Stabilitätsnachweis 56° [6], siehe Pläne 02 und 04); falls feinkörnige Schichten auftreten, sind die Böschungen in Absprache mit Fachbauleitung abzuflachen.
- ◆ Bei der Festlegung der Böschungsneigung während des Abbaus ist die Risikosituation gebührend zu berücksichtigen. Beim Vorkommen von Bauwerken am Böschungskopf (Bahnlinie, Strassen, Gebäude, etc.) ist die Böschung entsprechend abzuflachen oder es ist ein Sicherheitsabstand vorzusehen.
- ◆ Der Geologe/Geotechniker soll den Abbau eng begleiten, insbesondere beim Auftreten von feinkörnigen resp. wasserführenden Schichten, ggf. sind Bermen zur Stabilisierung der Böschungen oder eine Abflachung notwendig. Detaillierte Informationen sind dem Überwachungskonzept [8] zu entnehmen.
- ◆ Schicht- und Meteorwasser muss gefasst und abgeleitet werden, um die Stabilität der Böschungen zu gewährleisten.
- ◆ Der Zustand der Böschungen sollte mittels werkseitiger Kontrollgänge regelmässig kontrolliert und allfällige Veränderungen rapportiert, und umgehend ein Geotechniker beigezogen werden.
- ◆ Die im Überwachungskonzept [8] aufgeführten Massnahmen (geodätische Überwachung und Inklinometer) sind zwingend umzusetzen.

Empfehlungen zu den Fahrleitungsmasten der SBB:

- ◆ Um die Stabilität der Grubenböschungen nicht zu gefährden, wird für die vier Fahrleitungsmasten entlang der Grube eine Tiefgründung mit Mikropfählen empfohlen. Diese Gründungsart gewährleistet eine zuverlässige Lastabtragung auch unter begrenzten Platzverhältnissen und verhindert eine negative Auswirkung auf die Stabilität der angrenzenden Böschungen.

## 2.6 Böschungen und Grenzabstände

Die tiefste Abbaukote liegt gemäss dem hydrogeologischen Gutachten [5] im Westen bei 355.6 m ü.M. und im Osten bei 377.5 resp. 384.5 m ü.M. Demzufolge liegt die Mächtigkeit der abbaubaren Kiesschicht mit Berücksichtigung der 2 m mächtigen Trockenschuttschicht über dem Grundwasserhöchststand bei maximal 41.4 m im Westen resp. 24.5 und 14.9 m (Brutto, inkl. Deckschichten) im Osten. Aufgrund der guten Standfestigkeit der Grubenwände, welche aufgrund der Bohrungen sowie der Erfahrungen in umliegenden Abbaubereichen angenommen werden kann, sowie der eher kurzen Standzeit der Abbauwände soll die Böschungsneigung entlang der Gemeindestrassen am Ost-, Nord- und Westrand im Verhältnis von 2:1 (Maximum) angelegt werden.

Ausgenommen ist die Böschung zu den Gleisen im Süden: Um die Sicherheit des Gleisverkehrs zu gewährleisten, darf die Neigung gemäss Stabilitätsnachweis [6] maximal 56° betragen. Die Abstände der Abbaukante zu den umliegenden Parzellen werden in der folgenden Tabelle zusammengefasst. Für Details bezüglich Standfestigkeit wird auf den Stabilitätsnachweis in der Beilage verwiesen.

In der folgenden Tabelle sind die Grenzabstände zu den Nachbarparzellen und Gebäuden ersichtlich.

Benachbarte Parz. GB-Nr.	Nutzung	Grundeigentümer	Grenzabstand (ab OK Grubenböschung)	Min. Abstand zu benachbarten Gebäuden / Gleise
3134 (Norden)	Strasse	Einwohnergemeinde Lenzburg	4 m	-
3059 (Osten)	Strasse	Einwohnergemeinde Lenzburg	6 m	-
768 (Osten)	Hug AG	Jakob Hug	6 m	10 m zum Gebäude 1506
2997 (Süden)	Gleis	OBG Lenzburg	4 bis 5 m <sup>1</sup>	7.0 m zum Rangiergleis (Schnitte C und D)
546 (Süden)	SBB-Gleise (Stammlinie)	SBB	8 bis 9 m <sup>1</sup> (zur Parzellengrenze)	11.9 resp. 12.3 m zum nördlichen Gleis (Schnitte C und D)
3168 (Westen)	Strasse	Einwohnergemeinde Lenzburg	4 m	-
3032 (Westen)	SACAC AG	SACAC AG	4 m	11.2 m zum Gebäude 1934

Tabelle 2.5 Abstände des Abbauperimeters zu den Nachbarparzellen und benachbarten Gebäuden

<sup>1</sup> Aufgrund des Landerwerbs, der durch die SBB vorgesehen ist und im Projekt berücksichtigt wurde (siehe Technischer Bericht, Kapitel 3.6), schwankt der Grenzabstand zur heutigen Parzelle (vor dem Landerwerb).

### 3 Fazit

---

In der unmittelbaren Umgebung wird bereits seit vielen Jahren Kies abgebaut. Die Erfahrungen, welche über diese Jahre gesammelt wurden, können für das neu geplante Abbaugelände in den Parzellen GB-Nr. 2995/2996 beigezogen werden. Zudem bestehen durch die Bohrungen im Abbaugelände detailliertere Informationen zu den Bodenkennwerten.

Unter Berücksichtigung der Böschungsneigung von maximal 2:1 am westlichen, nördlichen und östlichen Grubenrand sowie von maximal 56° am Südrand zu den Bahngleisen und den in Tabelle 2.5 aufgeführten Grenzabständen sind die Voraussetzungen für einen sicheren Betrieb gegeben. Der Abbau- und Auffüllbetrieb wird zudem gemäss dem Überwachungskonzept geotechnisch begleitet und überwacht. Die Massnahmen sind im Kapitel 4 des Technischen Berichtes (Beilage) verbindlich ausgewiesen.

---

### 4 Weitere Hinweise

---

Rammsondierungen und Kernbohrungen sowie andere Aufschlussarten können nur Angaben über die Bodenbeschaffenheit an den jeweiligen Untersuchungsstellen geben. Abweichende Bodenverhältnisse zwischen den einzelnen Erkundungspunkten sind möglich. Mit der geplanten Fachbauleitung des Abbaus und der Wiederauffüllung bis zur Abnahme der Abbaustelle (Massnahme B-02, Kapitel 4 im Technischen Bericht) besteht Gewähr, dass die erforderlichen Massnahmen für einen sicheren Abbau getroffen und fachgerecht umgesetzt werden.

Bei Projektanpassungen muss geprüft werden, ob die Aussagen, welche in diesem Bericht getroffen wurden, auch noch für den geänderten Planungsstand Gültigkeit besitzen.

## 5 Impressum

---

Aarau, 15. August 2025, rev. 12. Februar 2026

### Projektbeteiligte

Céline Fischer (Projektmitarbeiterin, MSc Erdw. ETH, Geologin)  
Isabella Witlox (Projektleiterin, MSc Erdw. ETH, Geotechnikerin)  
Ernst Bratschi (Koreferat, Dipl. Bauingenieur ETH/SIA)

### CSD INGENIEURE AG



Bernhard Müller  
Geschäftsleiter Aarau



Isabella Pacek Witlox  
Projektleiterin

---

## 6 Disclaimer

---

CSD bestätigt hiermit, dass bei der Abwicklung des Auftrages die Sorgfaltspflicht angewendet wurde, die Ergebnisse und Schlussfolgerungen auf dem derzeitigen und im Bericht dargestellten Kenntnisstand beruhen und diese nach den anerkannten Regeln des Fachgebietes und nach bestem Wissen ermittelt wurden.

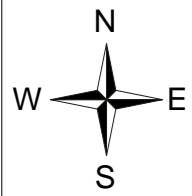
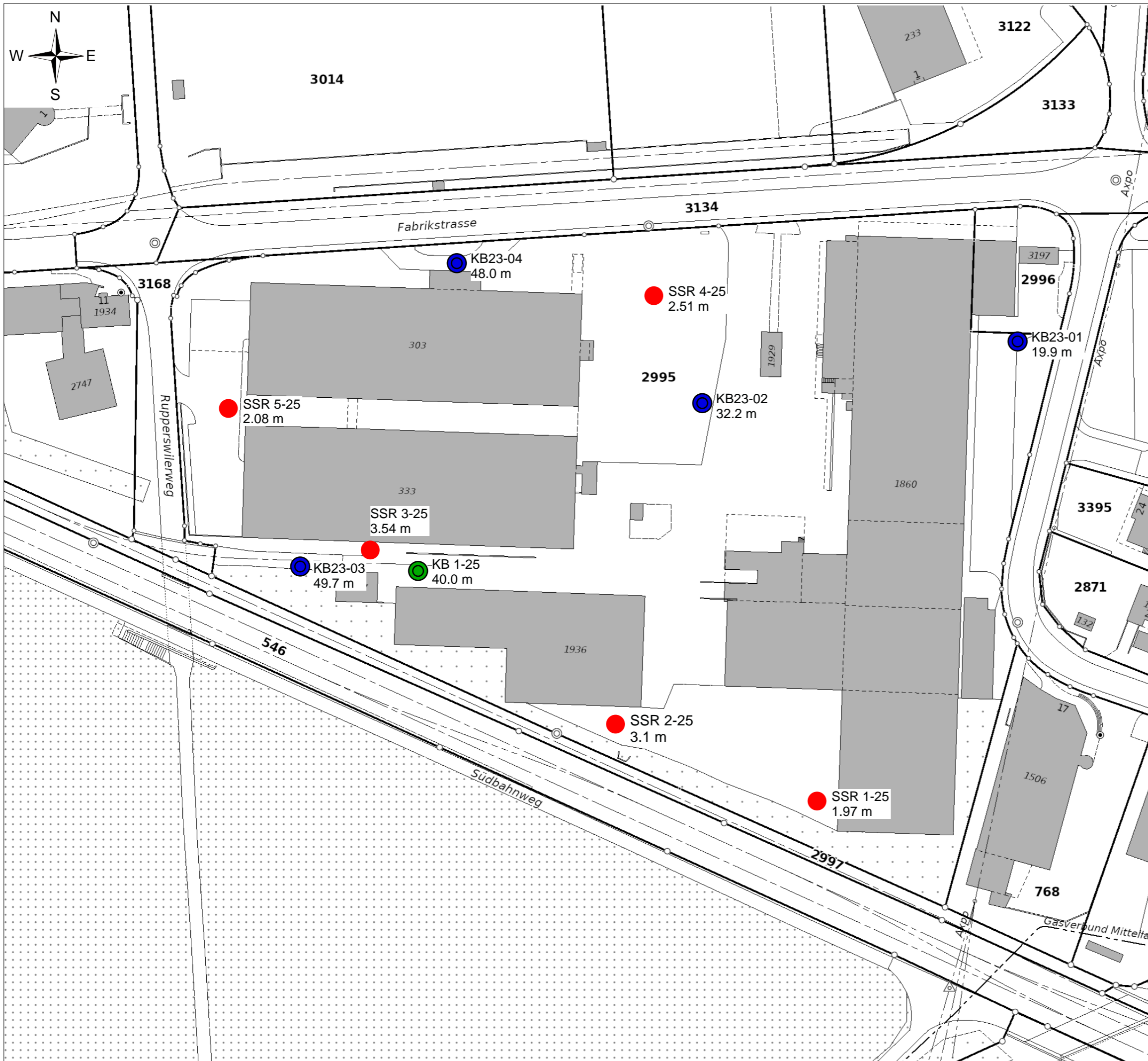
CSD geht davon aus, dass

- ◆ ihr seitens des Auftraggebers oder von ihm benannter Drittpersonen richtige und vollständige Informationen und Dokumente zur Auftragsabwicklung zur Verfügung gestellt wurden
- ◆ von den Arbeitsergebnissen nicht auszugsweise Gebrauch gemacht wird
- ◆ die Arbeitsergebnisse nicht unüberprüft für einen nicht vereinbarten Zweck oder für ein anderes Objekt verwendet oder auf geänderte Verhältnisse übertragen werden.

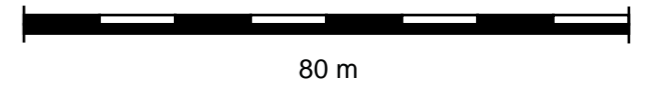
Andernfalls lehnt CSD gegenüber dem Auftraggeber jegliche Haftung für dadurch entstandene Schäden ausdrücklich ab.

Macht ein Dritter von den Arbeitsergebnissen Gebrauch oder trifft er darauf basierende Entscheidungen, wird durch CSD jede Haftung für direkte und indirekte Schäden ausgeschlossen, die aus der Verwendung der Arbeitsergebnisse allenfalls entstehen.

**Anhang A      Situationsplan**



Masstab: 1:1000



80 m

**LEGENDE**

- SSR 1-25 1.97 m Rammsondierung (Typ DPSH-A) mit Nummer und Tiefe
- KB23-01 19.9 m Kernbohrung 2023 mit Nummer und Tiefe
- KB 1-25 40.0 m Kernbohrung 2025 mit Nummer und Tiefe

Kies Lenz AG  
 KiesabbauParz. 2995  
 Geologie und Geotechnik

**Situationsplan**  
 Masstab: 1:1'000

Plangrundlage: Geoportal Kanton Aargau  
 Karte mit AV-Daten  
 Erstellt am 17.02.2025 / überarbeitet am 14.01.2026

**CSD INGENIEURE+** CSD INGENIEURE AG t +41 62 834 44 00  
 Schachenallee 29A f +41 62 834 44 01  
 CH-5000 Aarau www.csd.ch

Gezeichnet CFI Auftrags Nr. Anhang  
 Geprüft IWI DCH011807.03 A  
 Freigegeben 14.01.2026

Dateiname: ANHANG-A-Situationsplan.cvx

**Anhang B**      **Profile der Rammsondierungen**

# Sondierungen Kies Lenz 2995 Lenzburg

Auftrags Nr.:

Beilage :

Datum: 06.02.2025

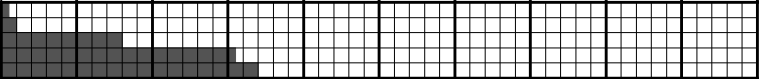
## Superschwere Rammsondierung (DPSH - A)

gem. EN ISO 22476-2

Bärgewicht 63.5 kg, Fallhöhe 50 cm, Spitzenquerschnitt 16 cm<sup>2</sup>

Protokollführer: MJG

Auswertung: FLGU

399.73 m.ü.M.	Tiefe (m)	Sondierdiagramm Mantelreibung Anzahl Schläge pro 20 cm Eindringtiefe	Klassifikation Bemerkungen
<b>SSR 1-25</b> LK: 2'654'580.50/1'245'527.70	1		
	2	Endtiefe - 1.97 m	
	3		
	4		
	5		
	6		
	7		
	8		
	9		
	10		
	11		
	12		
	13		
	14		
	15		
	16		
	17		
	18		
	19		

# Sondierungen Kies Lenz 2995 Lenzburg

Auftrags Nr.:

Beilage :

Datum: 06.02.2025

## Superschwere Rammsondierung (DPSH - A)

gem. EN ISO 22476-2

Bärgewicht 63.5 kg, Fallhöhe 50 cm, Spitzenquerschnitt 16 cm<sup>2</sup>

Protokollführer: MJG

Auswertung: FLGU


399.14 m.ü.M.

**SSR 2-25**

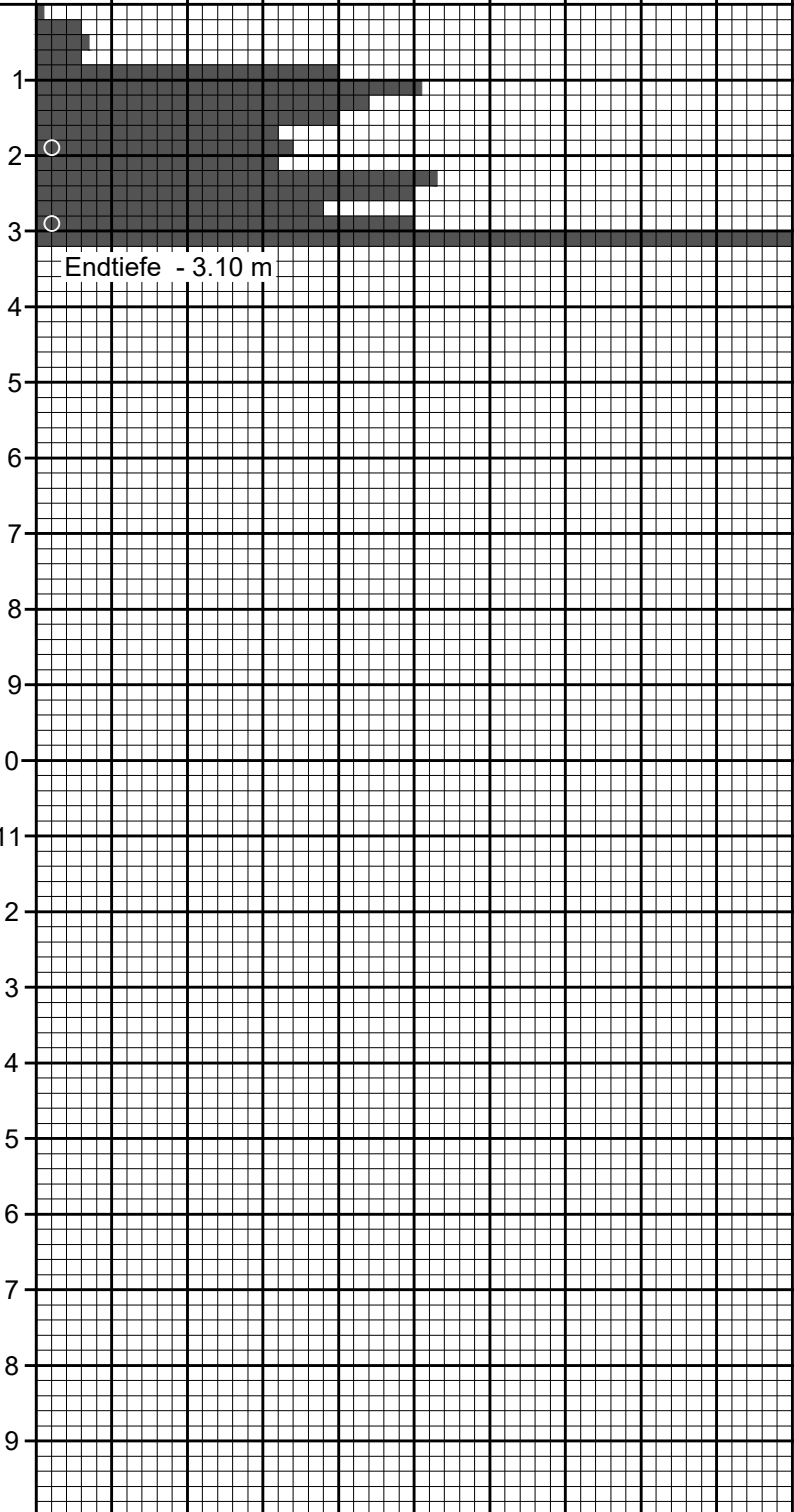
LK: 2'654'526.90/1'249'551.60

Tiefe (m)

### Sondierdiagramm

Mantelreibung   
 Anzahl Schläge pro 20 cm Eindringtiefe

10 20 30 40 50 60 70 80 90 100



Klassifikation  
Bemerkungen

# Sondierungen Kies Lenz 2995 Lenzburg

Auftrags Nr.: BE

Beilage :

Datum: 06.02.2025









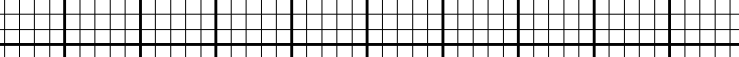





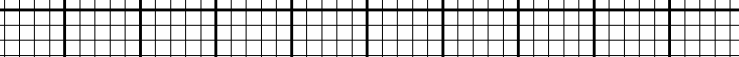





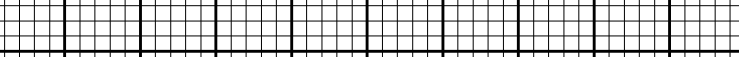





## Superschwere Rammsondierung (DPSH - A)

gem. EN ISO 22476-2

Bärgewicht 63.5 kg, Fallhöhe 50 cm, Spitzenquerschnitt 16 cm<sup>2</sup>

Protokollführer: MJG

Auswertung: FLGU

399.09 m.ü.M.	Tiefe (m)	Sondierdiagramm Mantelreibung Anzahl Schläge pro 20 cm Eindringtiefe	Klassifikation Bemerkungen
<b>SSR 3-25</b>	1		
LK: 2'654'454.10/1'249'596.10			
	2		
	3		
	4		
	5		
	6		
	7		
	8		
	9		
	10		
	11		
	12		
	13		
	14		
	15		
	16		
	17		
	18		
	19		
	20		
	21		
	22		
	23		
	24		
	25		
	26		

# Sondierungen Kies Lenz 2995 Lenzburg

Auftrags Nr.:

Beilage :

Datum: 06.02.2025

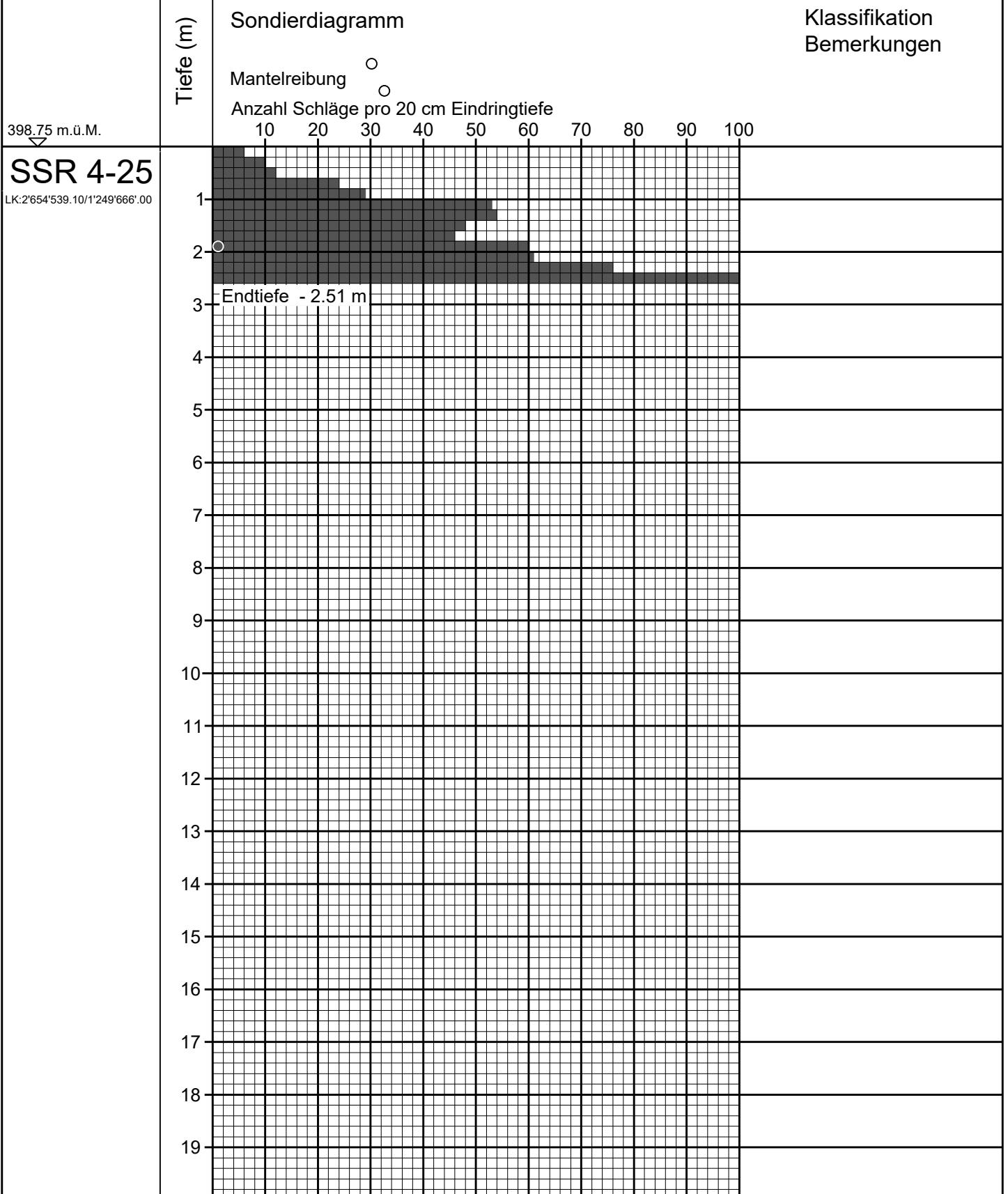
## Superschwere Rammsondierung (DPSH - A)

gem. EN ISO 22476-2

Bärgewicht 63.5 kg, Fallhöhe 50 cm, Spitzenquerschnitt 16 cm<sup>2</sup>

Protokollführer: MJG

Auswertung: FLGU



# Sondierungen Kies Lenz 2995 Lenzburg

Auftrags Nr.:

Beilage :

Datum: 06.02.2025


## Superschwere Rammsondierung (DPSH - A)

gem. EN ISO 22476-2

Bärgewicht 63.5 kg, Fallhöhe 50 cm, Spitzenquerschnitt 16 cm<sup>2</sup>

Protokollführer: MJG

Auswertung: FLGU

395.95 m.ü.M.	Tiefe (m)	Sondierdiagramm Mantelreibung Anzahl Schläge pro 20 cm Eindringtiefe	Klassifikation Bemerkungen
<p><b>SSR 5-25</b> LK: 2°654'425.20/1°249'633'.20</p>	1		
	2	<p>Endtiefe - 2.08 m</p>	
	3		
	4		
	5		
	6		
	7		
	8		
	9		
	10		
	11		
	12		
	13		
	14		
	15		
	16		
	17		
	18		
	19		

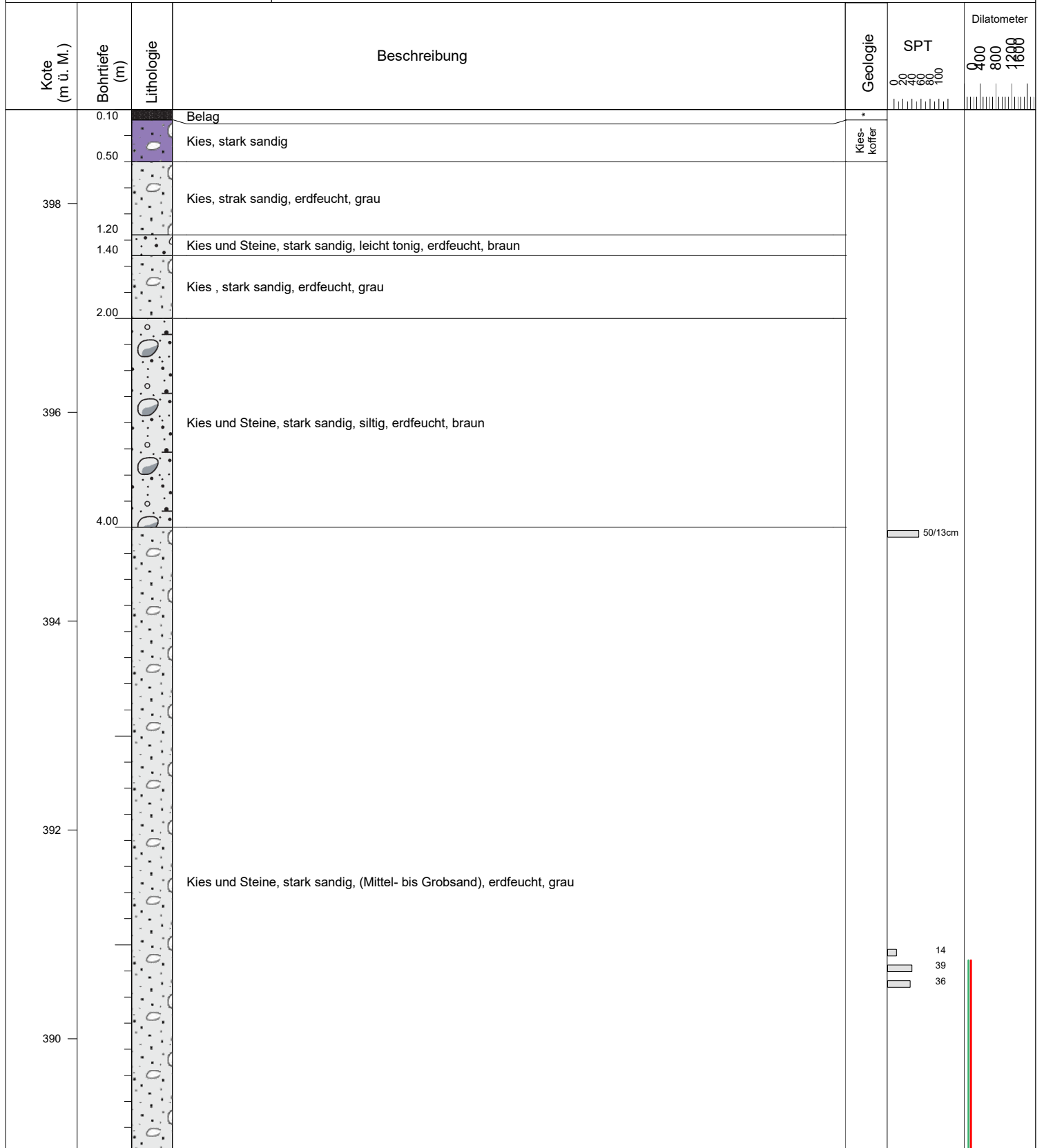
**Anhang C**      **Profile der Kernbohrungen**

## CSD Ingenieure AG

Schachenallee 29A  
CH-5000 Aarau  
+41 62 834 44 00  
aarau@csd.ch  
www.csd.ch

### KB 1-25

Bauherr:	Kies Lenz AG	Projektnr.:	DCH011807.03
Koordinaten:	2'654'474/1'249'591	Aufnahme am:	09.12.2025
Ansatzhöhe:	398.9 m ü. M.	Sondierung am:	27.11.2025 - 04.12.2025
Tiefe:	40 m	Geolog*in:	CFI
Sondierart:	Rotationskernbohrung	Ausgeführt von:	Studersond AG
		Masstab:	1:50



Bemerkung : \* Belag

Erstellt von : CFI

Erstellt am : 09.12.2025

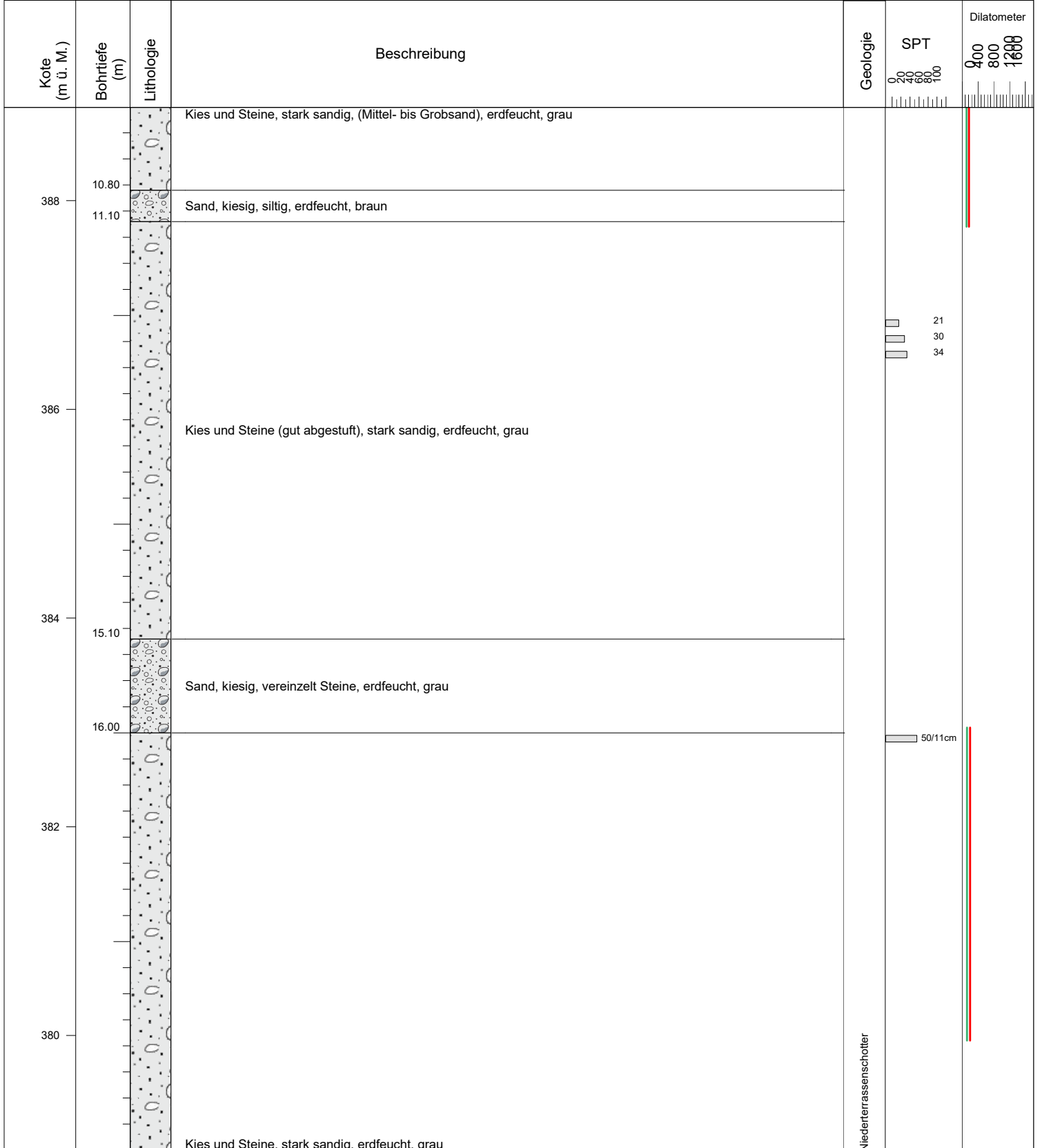
— D<sub>L</sub> Erstbelastungsmodul / Verformungsmodul [MPa]  
— D<sub>R</sub> Wiederbelastungsmodul [MPa]

## CSD Ingenieure AG

Schachenallee 29A  
CH-5000 Aarau  
+41 62 834 44 00  
aarau@csd.ch  
www.csd.ch

### KB 1-25

Bauherr:	Kies Lenz AG	Projektnr.:	DCH011807.03
Koordinaten:	2'654'474/1'249'591	Aufnahme am:	09.12.2025
Ansatzhöhe:	398.9 m ü. M.	Sondierung am:	27.11.2025 - 04.12.2025
Tiefe:	40 m	Geolog*in:	CFI
Sondierart:	Rotationskernbohrung	Ausgeführt von:	Studersond AG
		Masstab:	1:50



Bemerkung : \* Belag

Erstellt von : CFI

Erstellt am : 09.12.2025

— D<sub>L</sub> Erstbelastungsmodul / Verformungsmodul [MPa]

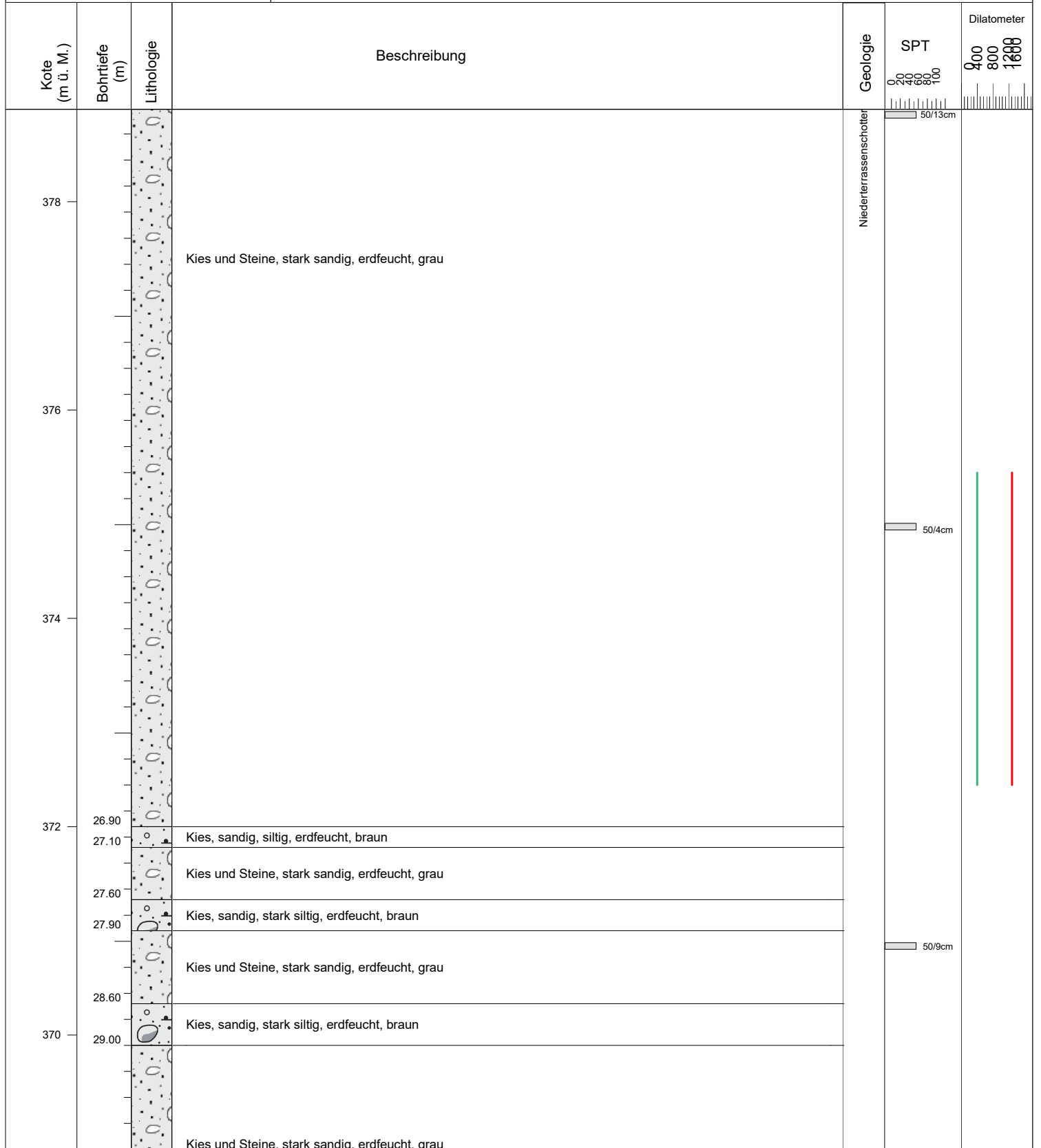
— D<sub>R</sub> Wiederbelastungsmodul [MPa]

## CSD Ingenieure AG

Schachenallee 29A  
CH-5000 Aarau  
+41 62 834 44 00  
aarau@csd.ch  
www.csd.ch

### KB 1-25

Bauherr:	Kies Lenz AG	Projektnr.:	DCH011807.03
Koordinaten:	2'654'474/1'249'591	Aufnahme am:	09.12.2025
Ansatzhöhe:	398.9 m ü. M.	Sondierung am:	27.11.2025 - 04.12.2025
Tiefe:	40 m	Geolog*in:	CFI
Sondierart:	Rotationskernbohrung	Ausgeführt von:	Studersond AG
		Masstab:	1:50



Bemerkung : \* Belag

Erstellt von : CFI

Erstellt am : 09.12.2025

— D<sub>L</sub> Erstbelastungsmodul / Verformungsmodul [MPa]

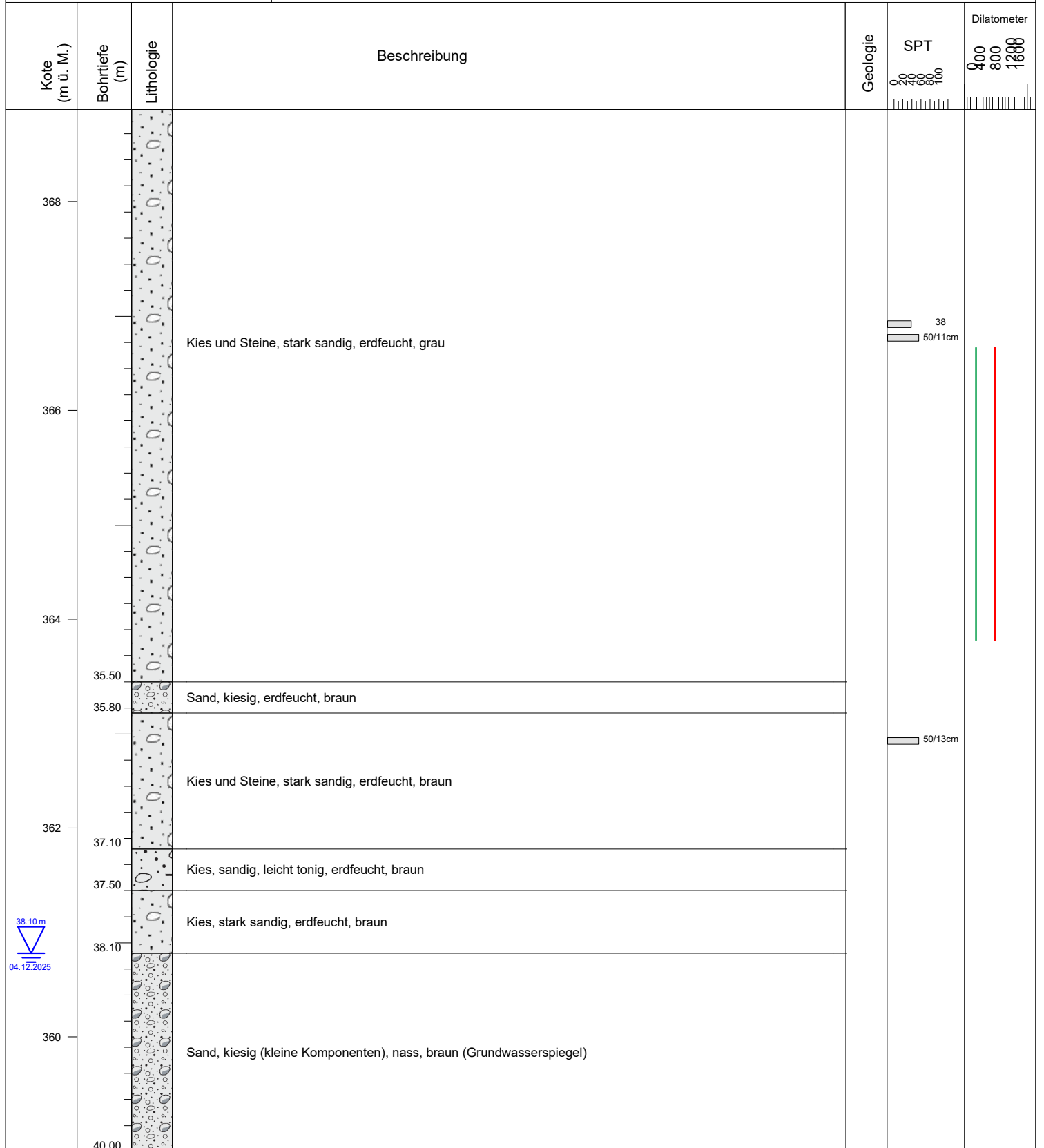
— D<sub>R</sub> Wiederbelastungsmodul [MPa]

## CSD Ingenieure AG

Schachenallee 29A  
CH-5000 Aarau  
+41 62 834 44 00  
aarau@csd.ch  
www.csd.ch

### KB 1-25

Bauherr:	Kies Lenz AG	Projektnr.:	DCH011807.03
Koordinaten:	2'654'474/1'249'591	Aufnahme am:	09.12.2025
Ansatzhöhe:	398.9 m ü. M.	Sondierung am:	27.11.2025 - 04.12.2025
Tiefe:	40 m	Geolog*in:	CFI
Sondierart:	Rotationskernbohrung	Ausgeführt von:	Studersond AG
		Masstab:	1:50



38.10 m  
04.12.2025

Bemerkung : \* Belag

Erstellt von : CFI




Erstellt am : 09.12.2025




— D<sub>L</sub> Erstbelastungsmodul / Verformungsmodul [MPa]  
— D<sub>R</sub> Wiederbelastungsmodul [MPa]




**Anhang D      Fotodokumentation Bohrung KB1-25**


KB 1-25




0 m		1 m
1 m		2 m
2 m		3 m




3 m		4 m
4 m		5 m
5 m		6 m


6 m		7 m
7 m		8 m
8 m		9 m




<p>9 m</p>		<p>10 m</p>
<p>10 m</p>		<p>11 m</p>
<p>11 m</p>		<p>12 m</p>




12 m		13 m
13 m		14 m
14 m		15 m




15 m		16 m
16 m		17 m
17 m		18 m

18 m		19 m
19 m		19.3 m
19.3 m		20 m

20 m		21 m
21 m		22 m
22 m		23 m

<p>23 m</p>		<p>24 m</p>
<p>24 m</p>		<p>25 m</p>
<p>25 m</p>		<p>26 m</p>

26 m		27 m
27 m		28 m
28 m		29 m

<p>29 m</p>		<p>30 m</p>
<p>30 m</p>		<p>31 m</p>
<p>31 m</p>		<p>32 m</p>

<p>32 m</p>		<p>33 m</p>
<p>33 m 34 m 35 m</p>		<p>34 m 35 m 36 m</p>
<p>36 m</p>		<p>37 m</p>



**Anhang E    Protokoll Dilatometer**

***Kiesabbaustelle  
4002 Lenzburg***

***KB25-1***

*Bericht zu den Dilatometerversuchen*

Solexperts AG  
Mettlenbachstrasse 25  
Postfach 122  
CH-8617 Mönchaltorf

Tel.: +41 (0)44 806 2929  
Fax.: +41 (0)44 806 2930  
[info@solexperts.com](mailto:info@solexperts.com)  
[www.solexperts.com](http://www.solexperts.com)

## Inhalt

<b>1.</b>	<b>EINLEITUNG .....</b>	<b>4</b>
<b>1.1.</b>	<b>Dilatometer Messausrüstung .....</b>	<b>4</b>
<b>1.2.</b>	<b>Durchführung von Dilatometertests .....</b>	<b>6</b>
<b>1.3.</b>	<b>Berechnung der Module .....</b>	<b>8</b>
<b>2.</b>	<b>ERGEBNISSE .....</b>	<b>10</b>
<b>2.1.</b>	<b>Allgemeine Angaben .....</b>	<b>10</b>
<b>2.2.</b>	<b>Detaillierte Beschreibung .....</b>	<b>15</b>
2.2.1	KB25-1, Testtiefe 9.65 m .....	15
2.2.2	KB25-1, Testtiefe 17.45 m .....	15
2.2.3	KB25-1, Testtiefe 25.00 m .....	16
2.2.4	KB25-1, Testtiefe 33.80 m .....	16
2.2.5	KB25-1, Testtiefe 37.40 m .....	16
<b>3.</b>	<b>LITERATURVERZEICHNIS .....</b>	<b>17</b>
<b>Appendix A – Übersichtsplots</b>		
<b>Appendix B – Daten</b>		
<b>Appendix C – Parameter</b>		
<b>Appendix D – Kalibrationsblatt</b>		

**Abbildungsverzeichnis**

Abbildung 1: Schematischer Aufbau der Dilatometersonde ..... 5

Abbildung 2:  $D_L$ ,  $E_U$  und  $D_R$  (3. Zyklus) in Abhängigkeit der Bohrungen KB25-1, Klassifizierung nach A.F.T.E.S [3] für das Verformungsmodul  $D_L$  ..... 13

Abbildung 3: Young Modul  $E_u$  (3. Zyklus) für jeden Wegaufnehmer und den harmonischen Mittelwert  $E_u$  in Abhängigkeit der Bohrung KB25-1 ..... 14

**Tabellenverzeichnis**

Tabelle 1.1: Übersicht der Dilatometermessungen .....	4
Tabelle 2.1: Übersicht Bohrungen.....	10
Tabelle 2.2: Ergebnisse der Dilatometer Messungen .....	11
Tabelle 2.3: Klassifizierung der Dilatometer Ergebnisse nach [3].....	12
Tabelle 2.4: Zusammenfassung der Module für jeden Wegaufnehmer für die Entlastung im 3. Zyklus in der Bohrung KB25-1, 9.65 m .....	15
Tabelle 2.5: Zusammenfassung der Module für jeden Wegaufnehmer für die Entlastung im 3. Zyklus in der Bohrung KB25-1, 17.45 m .....	15
Tabelle 2.6: Zusammenfassung der Module für jeden Wegaufnehmer für die Entlastung im 3. Zyklus in der Bohrung KB25-1, 25.00 m .....	16
Tabelle 2.7: Zusammenfassung der Module für jeden Wegaufnehmer für die Entlastung im 3. Zyklus in der Bohrung KB25-1,33.80 m .....	16

## 1. EINLEITUNG

Die Solexperts AG wurde am 14.11.2025 von der Studersond AG beauftragt Bohrlochaufweitungsversuche (Dilatometermessungen) in einer ausgewählten Erkundungsbohrung der Bohrkampagne für die Kiesabbaustelle Lenzburg durchzuführen.

Dieser Bericht enthält die Testresultate der Dilatometermessungen in der Erkundungsbohrung KB25-1. Die Dilatometerversuche dienen zur Bestimmung der Verformungs- und E-Moduli des Gesteins. Zwischen dem 27. November und 03. Dezember 2025 wurden insgesamt 5 Dilatometerversuche durchgeführt. Die Übersicht der durchgeführten Tests findet sich in der nachfolgenden Tabelle.

Bohrung	Durchmesser (mm)	Test Nr.	Testtiefe (m)	Datum
KB25-1	150	1	9.65	27.11.2025
KB25-1	150	2	17.45	28.11.2025
KB25-1	150	3	25.00	01.12.2025
KB25-1	100	4	33.80	02.12.2025
KB25-1	100	5	37.40	03.12.2025

Tabelle 1.1: Übersicht der Dilatometermessungen

### 1.1. Dilatometer Messausrüstung

Dilatometermessungen werden zur Bestimmung der Verformungs- und der E-Module vor Ort im Felsverband durchgeführt. Die 1 m lange Dilatometersonde besteht aus einem Metallzylinder mit drei, im Zentrum um je 120° orientierten Wegaufnehmern (Abbildung 1). Der Achsabstand zwischen den Wegaufnehmern beträgt 75 mm. Der Druck zur Aufweitung des Bohrloches wird über einen Packer gleichmäßig auf die Bohrlochwandung aufgebracht und die resultierende Aufweitung des Bohrloches über Stahlstifte im Packer direkt auf die Wegaufnehmer übertragen. Je nach Durchmesser der Bohrung stehen Sonden mit einem Durchmesser von 142 mm, 118 mm, 96 mm, 92 mm und 72 mm zur Verfügung. Die Versuche im Bohrabschnitt mit einem Bohrdurchmesser von 100 mm erfolgten mittels einer 96 mm-Sonde, während im Bohrabschnitt mit 150 mm Bohrdurchmesser die Versuche mit einer 142 mm-Sonde durchgeführt wurden.

Die Versuchsausrüstung von Solexperts erfüllt alle Anforderungen, die in der europäischen Vornorm (DIN, Eurocode 7, Teil 3, [1]) beschrieben sind.

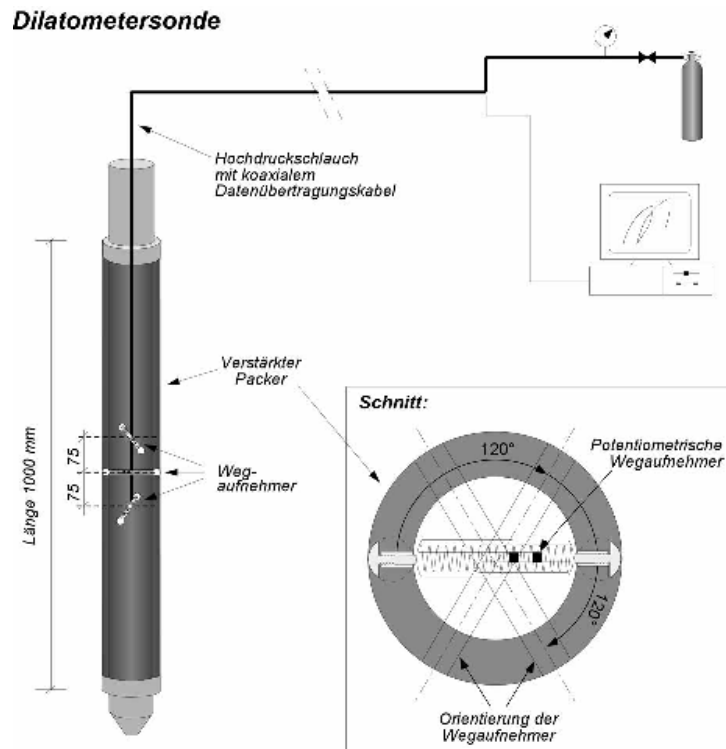


Abbildung 1: Schematischer Aufbau der Dilatometersonde

Der Druck wird von einer Druckflasche oder einem Kompressor über einen Hochdruckschlauch in die Sonde übertragen, wobei das System mit einem Druck von bis zu 200 bar beaufschlagt werden kann. Koaxial im Hochdruckschlauch befindet sich das Datenkabel, welches die Signale der Wegaufnehmer zur Mess- und Kontrolleinheit an der Oberfläche überträgt. Die Messwerte werden mit einer Auflösung von 1/1000 mm automatisch auf die Datenerfassung übertragen und online sowohl graphisch als auch tabellarisch dargestellt und gespeichert. Ein im Kontrollsystem eingebauter Drucksensor erlaubt die automatische Aufzeichnung des aufgebrachtten Drucks. Vor der Durchführung eines Versuchs, d.h. vor dem Einbringen der Sonde in das Bohrloch, wird diese in einem Präzisionszylinder mit einem der Sonde entsprechenden Innendurchmesser kalibriert. Dies ermöglicht, den effektiven Bohrlochdurchmesser und den Zustand der Bohrlochwandung auf der Versuchstiefe genau zu ermitteln. Die Kalibrierungsblätter mit den entsprechenden Werten sind in Anhang D enthalten.

## 1.2. Durchführung von Dilatometertests

Dilatometerversuche erfordern eine sorgfältig ausgeführte Bohrung, in der Regel eine Kernbohrung mit entsprechendem Durchmesser, wobei vor dem Einbau der Sonde ein Caliper-Log zur Bestätigung des Bohrlochdurchmessers aufgenommen werden sollte. Die Versuchstiefen werden entsprechend der Fragestellung festgelegt und der verantwortliche Geologe oder Messtechniker klärt anhand der Kerne oder anderer zur Verfügung stehender Daten die Durchführbarkeit ab. Eine unregelmäßige Bohrlochwandung (z.B. Klüfte, Störungen, stark variierende Bohrlochdurchmesser) im Bereich der vorgesehenen Versuchstiefe können die Messergebnisse verfälschen oder die Messung unmöglich machen. Außerdem besteht die Gefahr der Beschädigung der Packermanschette. Gegebenenfalls muss eine alternative Teststrecke ausgewählt werden.

Die Versuche wurden mit Fortschreiten der Bohrung jeweils eine Messung in einer vorgebohrten Strecke im tiefsten Teil der Bohrung durchgeführt.

Die vorliegenden Messungen wurden in schlecht bis nicht-konsolidiertem Gestein durchgeführt. Aus diesem Grund wurde eine Teststrecke von ca. 3 m vorgebohrt. Die Verrohrung wurde erst gezogen, sobald der Messtechniker:in/Ingenieur:in vor Ort war, um eine zeitnahe Messung durchzuführen. Bei einem Bohrdurchmesser von 200 mm wurde mit 150 mm vorgebohrt. Bei einem Bohrdurchmesser von 150 mm wurde mit einem Durchmesser von 100 mm vorgebohrt.

Die Messungen erfolgen generell gemäß der Empfehlung der Deutschen Gesellschaft für Erd- und Grundbau (Pahl, 1984) [2]. Nach Positionierung der Sonde wird zuerst eine Grundlast von etwa 0.15 MPa über dem herrschenden hydrostatischen Druck aufgebracht, um ein saftes Anliegen der Manschette an der Bohrlochwand zu gewährleisten. Dann wird die Bohrlochwandung durch den Packer stufenweise belastet. Die Laststufen richten sich nach der Steifigkeit der zu untersuchende geologische Formation und variieren im Bereich von 0.01 MPa (Lockergestein) bis zu 0.5 MPa (Granit). Für die vorliegenden Messungen wurden Laststufen von 0.025 oder 0.1 MPa gewählt. Der Druck wird stufenweise erhöht, bis ein „pseudolinearer“ Bereich, d.h. für gleiche Druckstufen gleiche Durchmesseränderungen, erreicht ist.

Mit einer Aufzeichnungsrate für die Messwerte von in der Regel 15 Sekunden wird nach Erreichen der gewünschten Druckstufe gestartet. Während des Belastungsastes wird der Druck auf jeder Laststufe während zwei Minuten gehalten, bevor er auf die nächste Laststufe erhöht wird. In dieser Zeit sind die Bewegungen weitgehend abgeklungen. Aufgrund von Erfahrungswerten kommt die Bewegung bei der

Entlastung rascher zum Stillstand. Entsprechend wird der Druck nur während einer Minute konstant gehalten.

Die Messungen wurden mit drei Lastzyklen durchgeführt. Der erste Lastzyklus besteht aus einer Erstbelastung und einer Entlastung. Der zweite und dritte Lastzyklus setzt sich aus einer Wiederbelastung (bis zum maximalen Belastungswert des vorangegangenen Lastzyklus), dann einer Erstbelastung mit anschließender Entlastung zusammen.

Die Kontrolle des Versuchsablaufs sowie die Auswertung der Messdaten erfolgten mit dem von Solexperts entwickelten Programm „Dilato2“.

### 1.3. Berechnung der Module

Für die Berechnung der Belastungs- und Entlastungsmodule aus den gemessenen Schermodulen kann aufgrund der gleichmäßigen Übertragung des Drucks auf die Bohrlochwandung die Formel von Lamé für unendlich dickwandige Rohre verwendet werden:

$$E = (\Delta p / \Delta d) * d (1+\nu)$$

dabei ist:       $\Delta p$ : Druckdifferenz  
                  d: Durchmesser  
                   $\Delta d$ : Durchmesseränderung  
                   $\nu$ : Poissonziffer

Wenn keine Laborwerte vorliegen, wird den Berechnungen generell eine Poissonziffer  $\nu = 0.33$  zugrunde gelegt.

Die im vorliegenden Bericht angegebenen Module für die Belastungs-, Entlastungs- und Wiederbelastungszyklen werden im Auswerteprogramm aus den gemessenen Schermodulen unter der Voraussetzung eines linear-elastischen und isotropen Materiales sowie der angegebenen Poissonziffer berechnet (gem. DIN EN ISO 22476-5).

Das Modul der Erstbelastung (Erstbelastungsmodul) wird aus den Daten der jeweiligen Erstbelastung berechnet. Dazu wird mit Hilfe des Belastungs-Verformungsdiagramms der Bereich mit der größten Steigung ausgewählt. In den meisten Fällen ist dies ab der 2. bis 4. Laststufe der Fall. Bei der ersten Laststufe sind oft größere Bewegungen aufgrund des Anlegens der Manschette an die Bohrlochwand oder wegen Auflockerungserscheinungen zu beobachten. Sie werden bei der Auswertung in der Regel nicht berücksichtigt. Die, während der Erstbelastung gemessenen Bewegungen entstehen als Folge von irreversibler und elastischer Verformung. Bei der nachfolgenden Entlastung treten nur noch elastische Verformungen auf. Die Bewegungen sind dadurch kleiner. Dies führt zu einem höheren Modul, dem Entlastungsmodul oder Young-Modul.

Das Modul der Erstbelastung und der Wiederbelastung (Wiederbelastungsmodul) wird als lineare Regression aus den Daten des entsprechenden Bereichs des Druck-Verformungsdiagramms ermittelt. Der Entlastungsmodul wird für jeden Entlastungsast als Sekante berechnet. Da der Entlastungsmodul spannungsabhängig ist, kommt der Art seiner Berechnung große Bedeutung zu. Um den Entlastungsmodul mit dem Belastungsmodul vergleichen zu können, wird bei der Auswertung in der Regel der gleiche Spannungsbereich gewählt. Bei steifem Felsen ist die elastische Rückverformung unter Umständen so gering, dass instrumentelle Ungenauigkeiten ein schlecht interpretierbares Resultat liefern. Darum wird zusätzlich der Entlastungsmodul über den gesamten Entlastungsbereich des Lastzyklus berechnet.

Zur Berechnung der Module wurde, wenn möglich, das gewichtete Mittel der drei Wegaufnehmer verwendet:

$$E = \frac{3}{\frac{1}{E_{i1}} + \frac{1}{E_{i2}} + \frac{1}{E_{i3}}}$$

## 2. ERGEBNISSE

Die detaillierte Analyse der Dilatometerversuche einschließlich der Daten der einzelnen Wegaufnehmer ist in Anhang A enthalten. Die Ergebnisse der Versuche sind in Tabelle 2.2 zusammengefasst. Zusätzlich werden die empfohlenen Werte gemäß der Arbeitsgruppe L'A.F.T.E.S. klassifiziert, wie in Tabelle 2.3 aufgelistet und in Abbildung 2 grafisch dargestellt. In Abbildung 3 ist das Young Modul  $E_u$  für jeden Wegaufnehmer graphisch dargestellt. In diesem Kapitel werden die Versuche im Detail beschrieben. Die für die Analyse verwendeten Daten sind in Anhang B angegeben, und eine Zusammenfassung der für die Berechnung verwendeten Parameter ist in Anhang C dargestellt. Für die Analyse wurde eine Poissonzahl ( $\nu$ ) von 0.33 verwendet. Für alle Ergebnisse der Dilatometerversuche wurden falls nicht anders vermerkt, die Daten von allen drei Wegaufnehmern verwendet  $((T+C+B)/3)$ .

### 2.1. Allgemeine Angaben

Bohrungen:	<b>KB25-1</b>
Bohrdurchmesser	200 mm und 150 mm
Bohrdurchmesser vorgebohrte Strecke:	150 mm und 100 mm
Bohrlochneigung	0° (relativ zu vertikal)
Auswertung und Bericht:	Sebastian Eckhardt

Tabelle 2.1: Übersicht Bohrungen

Aus den Tabelle 2.2 und Tabelle 2.3 und den Abbildung 2 und Abbildung 3 sind die Ergebnisse der Dilatometertests zusammengefasst und visualisiert.

Bohrung Tiefe [m]	Zyklus #	$P_{\text{effektiv, max}}$ [MPa]	$D_R$ [MPa]	$D_L$ [MPa]	$E_u$ [MPa]
KB25-1 9.65 (T+C+B)/3 <b>empfohlene Werte</b>	1	0.40	-	14	79
	2	0.50	54	64	320
	3	0.58	170	110	480
			<b>170</b>	<b>110</b>	<b>480</b>
KB25-1 17.45 (T+C+B)/3 <b>empfohlene Werte</b>	1	0.50	-	21	430
	2	0.60	150	82	380
	3	0.70	200	120	530
			<b>200</b>	<b>120</b>	<b>530</b>
KB25-1 25.00 (T+C+B)/3 <b>empfohlene Werte</b>	1	0.50	-	220	2800
	2	0.58	1250	430	1850
	3	0.71	1280	400	1560
			<b>1280</b>	<b>400</b>	<b>1560</b>
KB25-1 33.80 (T+C+B)/3 <b>empfohlene Werte</b>	1	0.96	-	160	1030
	2	1.36	860	240	1150
	3	1.86	770	300	1260
			<b>770</b>	<b>300</b>	<b>1260</b>
KB25-1 37.40	*keine Auswertung möglich, da vorgebohrte Strecke kollabiert ist				

$D_R$  Wiederbelastungsmodul [MPa]

$D_L$  Erstbelastungsmodul / Verformungsmodul [MPa]

$E_u$  Entlastungsmodul / Young Modul [MPa]

Tabelle 2.2: Ergebnisse der Dilatometer Messungen

Class	Verformungsmodul <sup>1</sup> [MPa]	Beschreibung	Testtiefe [m]
DM 1	> 30'000	Sehr wenig verformbar	-
DM 2	10'000 – 30'000	Wenig verformbar	-
DM 3	3'000 – 10'000	Moderat verformbar	-
DM 4	1'000 – 3'000	Stark verformbar	-
DM 5	< 1'000	Sehr stark verformbar	9.65, 17.45, 25.00, 33.80

Tabelle 2.3: Klassifizierung der Dilatometer Ergebnisse nach [3]

<sup>1</sup> Die Klassifizierung basiert auf dem Verformungsmodul  $D_L$

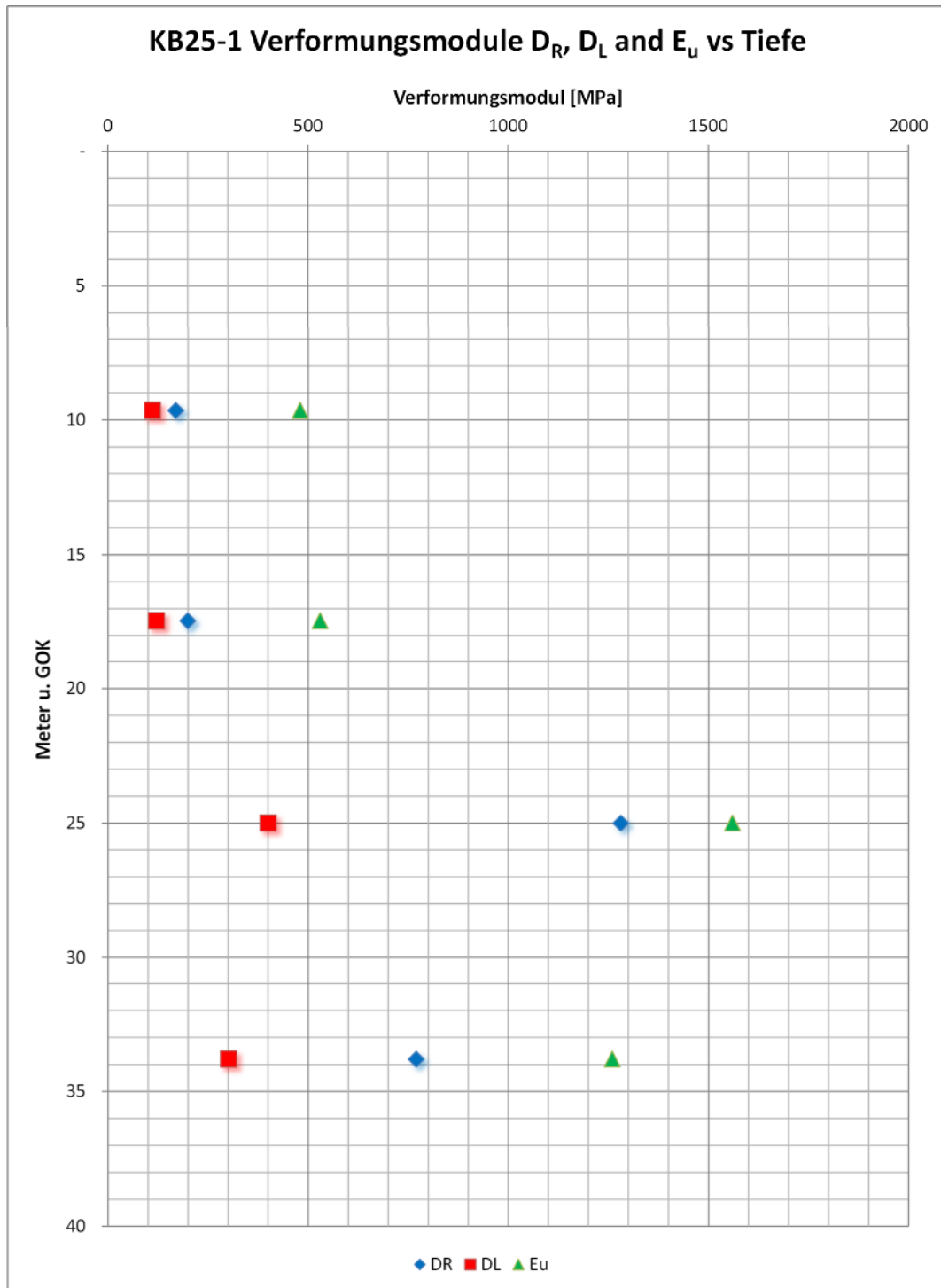


Abbildung 2:  $D_L$ ,  $E_u$  und  $D_R$  (3. Zyklus) in Abhängigkeit der Bohrungen KB25-1, Klassifizierung nach A.F.T.E.S [3] für das Verformungsmodul  $D_L$

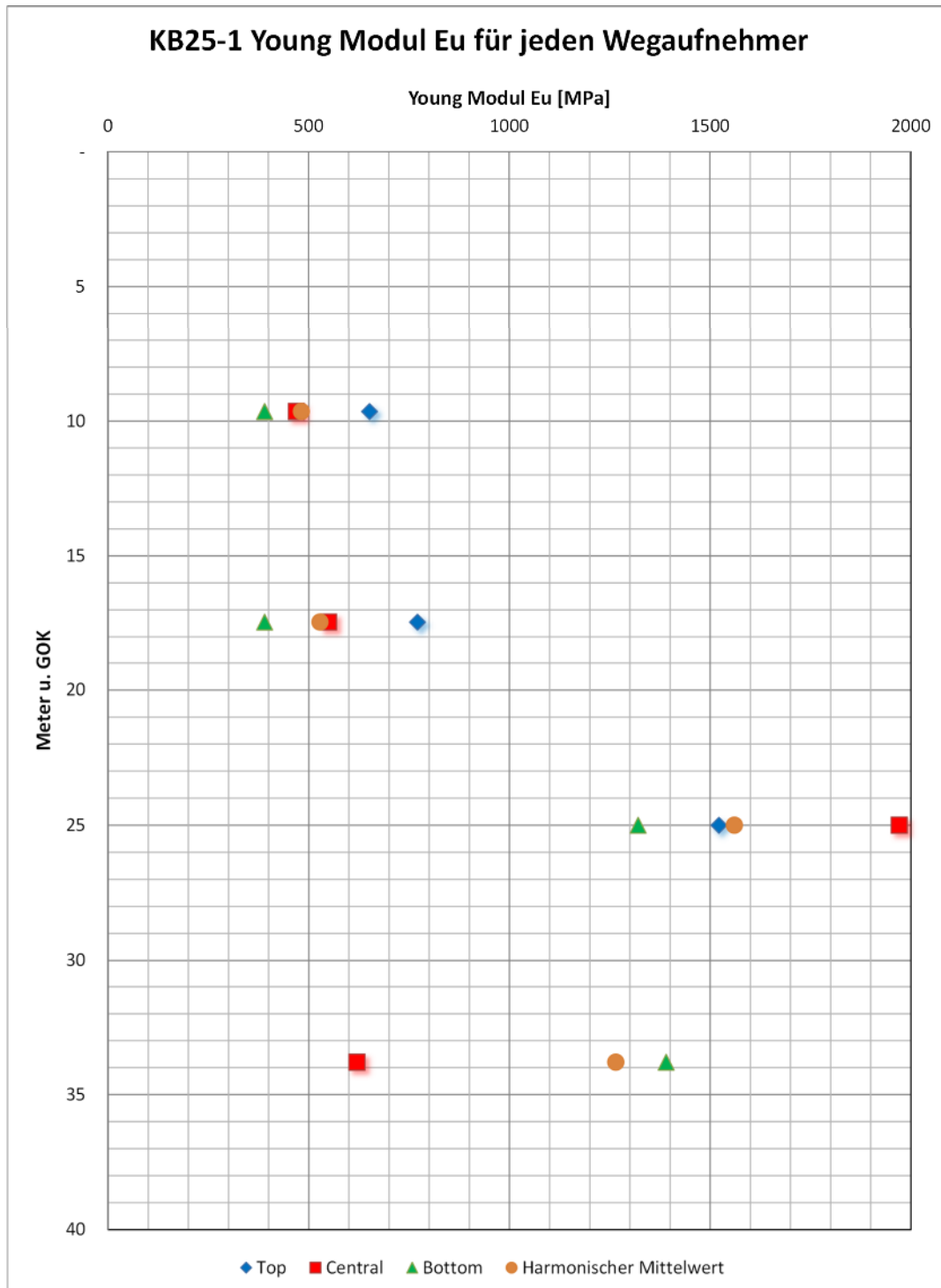


Abbildung 3: Young Modul  $E_u$  (3. Zyklus) für jeden Wegaufnahme und den harmonischen Mittelwert  $E_u$  in Abhängigkeit der Bohrung KB25-1

## 2.2. Detaillierte Beschreibung

### 2.2.1 KB25-1, Testtiefe 9.65 m

Es wurde erfolgreich drei Lastzyklen durchgeführt. Alle Wegaufnehmer zeigen verlässliche Werte. In Tabelle 2.4 sind die Module jedes einzelnen Wegaufnehmer für die Entlastung des dritten Zyklus dargestellt. Das Young Modul der letzten Entlastung des Bottom Wegaufnehmers und des Top Wegaufnehmers ergibt ein Verhältnis von maximal 1.6 für die Anisotropie. Es wurde das harmonische Mittel aus allen drei Wegaufnehmern (TCB/3) verwendet.

Young Modul zur Entlastung im 3. Zyklus				
	Wegaufnehmer			
$P_{\text{effektiv, max}}$ [MPa]	Top [MPa]	Central [MPa]	Bottom [MPa]	Mittelwert $E_U$ [MPa]
0.58	650	470	390	<b>480</b>

Tabelle 2.4: Zusammenfassung der Module für jeden Wegaufnehmer für die Entlastung im 3. Zyklus in der Bohrung KB25-1, 9.65 m

### 2.2.2 KB25-1, Testtiefe 17.45 m

Es wurde erfolgreich drei Lastzyklen durchgeführt. In Tabelle 2.5 sind die Module jedes einzelnen Wegaufnehmer für die Entlastung des dritten Zyklus dargestellt. Das Young Modul der letzten Entlastung des Bottom Wegaufnehmers und des Central Wegaufnehmers ergibt ein Verhältnis von maximal 2.0 für die Anisotropie. Es wurde das harmonische Mittel aus allen drei Wegaufnehmern (TCB/3) verwendet.

Young Modul zur Entlastung im 3. Zyklus				
	Wegaufnehmer			
$P_{\text{effektiv, max}}$ [MPa]	Top [MPa]	Central [MPa]	Bottom [MPa]	Mittelwert $E_H$ [MPa]
0.70	770	550	390	<b>530</b>

Tabelle 2.5: Zusammenfassung der Module für jeden Wegaufnehmer für die Entlastung im 3. Zyklus in der Bohrung KB25-1, 17.45 m

### 2.2.3 KB25-1, Testtiefe 25.00 m

Es wurde erfolgreich drei Lastzyklen durchgeführt. In Tabelle 2.6 sind die Module jedes einzelnen Wegaufnehmer für die Entlastung des dritten Zyklus dargestellt. Das Young Modul der letzten Entlastung des Top Wegaufnehmers und des Central Wegaufnehmers ergibt ein Verhältnis von maximal 1.5 für die Anisotropie. Es wurde das harmonische Mittel aus allen drei Wegaufnehmern (TCB/3) verwendet.

Young Modul zur Entlastung im 3. Zyklus				
	Wegaufnehmer			
$P_{\text{effektiv, max}}$ [MPa]	Top [MPa]	Central [MPa]	Bottom [MPa]	Mittelwert <sub>H</sub> [MPa]
0.71	1520	1970	1320	<b>1560</b>

Tabelle 2.6: Zusammenfassung der Module für jeden Wegaufnehmer für die Entlastung im 3. Zyklus in der Bohrung KB25-1, 25.00 m

### 2.2.4 KB25-1, Testtiefe 33.80 m

Es wurde erfolgreich drei Lastzyklen durchgeführt. In Tabelle 2.7 sind die Module jedes einzelnen Wegaufnehmer für die Entlastung des dritten Zyklus dargestellt. Das Young Modul der letzten Entlastung des Central Wegaufnehmers und des Top Wegaufnehmers ergibt ein Verhältnis von maximal 41.6 für die Anisotropie. Es wurde das harmonische Mittel aus allen drei Wegaufnehmern (TCB/3) verwendet.

Young Modul zur Entlastung im 3. Zyklus				
	Wegaufnehmer			
$P_{\text{effektiv, max}}$ [MPa]	Top [MPa]	Central [MPa]	Bottom [MPa]	Mittelwert <sub>H</sub> [MPa]
1.86	25'400	620	1390	<b>1260</b>

Tabelle 2.7: Zusammenfassung der Module für jeden Wegaufnehmer für die Entlastung im 3. Zyklus in der Bohrung KB25-1, 33.80 m

### 2.2.5 KB25-1, Testtiefe 37.40 m

Keine Auswertung möglich, da vorgebohrte Strecke kollabierte.

### 3. LITERATURVERZEICHNIS

**[1]** DIN: Bauen in Europa, Felduntersuchungen und Laborversuche für geotechnische Bemessung, Eurocode 7, DIN V ENV 1997-3, Beuth Verlag GmbH, 1999.

**[2]** Pahl, A., 1984, Empfehlung Nr. 8 des Arbeitskreises 19 - Versuchstechnik Fels - der deutschen Gesellschaft für Erd- und Grundbau E.V.: Dilatometerversuche in Felsbohrungen; Bautechnik 4/1984 109-111.

**[3]** A.F.T.E.S., Groupe de travail No.1, Géologie – Géotechnique : Texte des recommandations pour une description des massifs rocheux utile à l'étude de la stabilité des ouvrages souterrains. Tunnels et ouvrages souterrains, supplément au No117, Mai 1993, 12-21.

Mönchaltorf, 11.12.2025

S. Eckhardt

# Anhang A

## Detaillierte Resultate

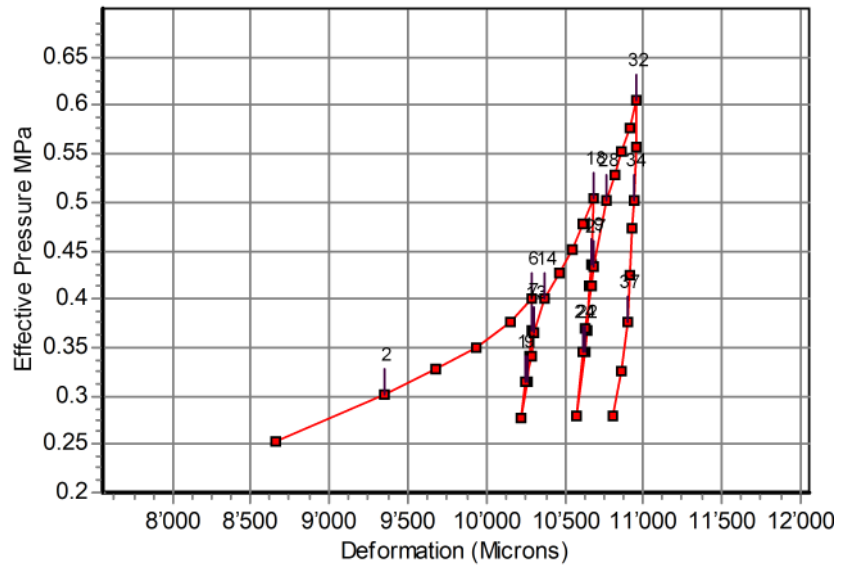
Project: Lenzburg  
 Test Date: 27.11.2025 14:19:00

## ANALYSIS RESULTS

Borehole: KB25-1  
 Test Depth (m): 9.65

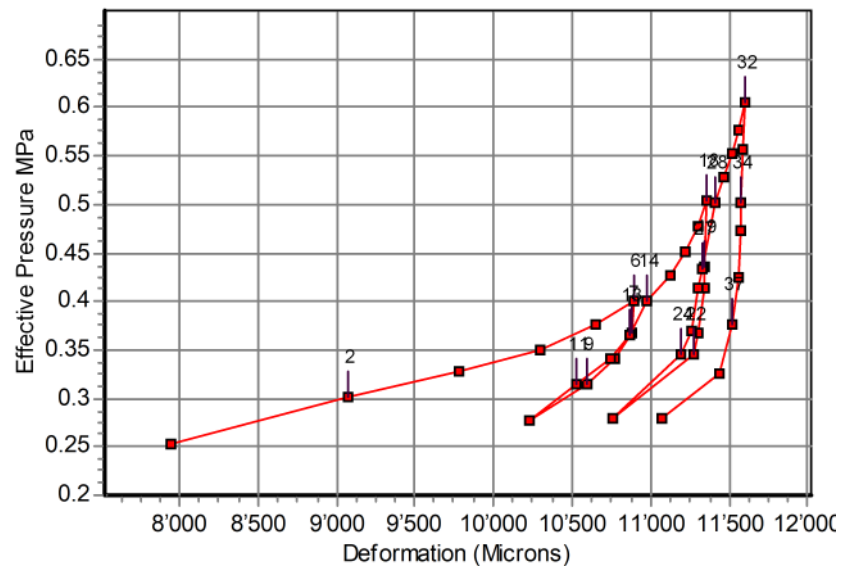
### Top Extensometer

Range Start - End	Fit Type	E-Modulus MPa
2 - 6	R	22
7 - 9	S	390
11 - 13	R	200
14 - 18	R	68
19 - 22	S	480
24 - 27	R	270
28 - 32	R	110
34 - 37	S	650



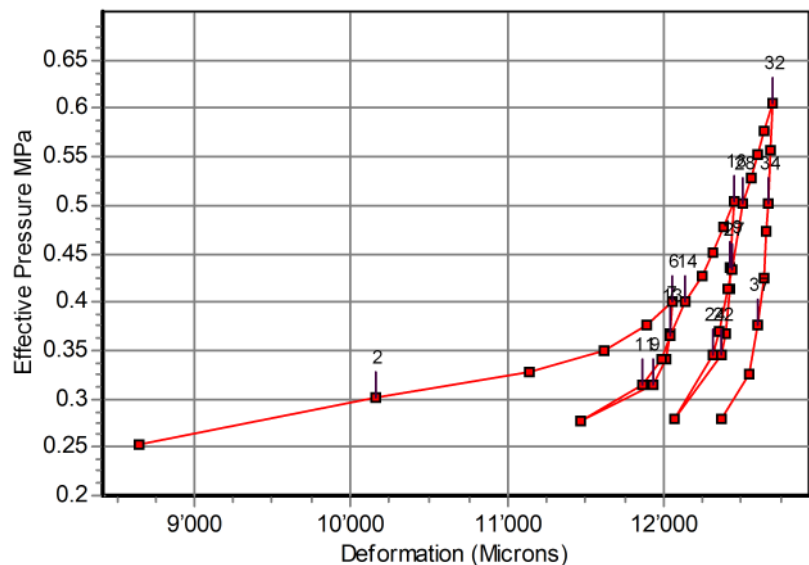
### Central Extensometer

Range Start - End	Fit Type	E-Modulus MPa
2 - 6	R	11
7 - 9	S	39
11 - 13	R	30
14 - 18	R	56
19 - 22	S	260
24 - 27	R	140
28 - 32	R	110
34 - 37	S	470



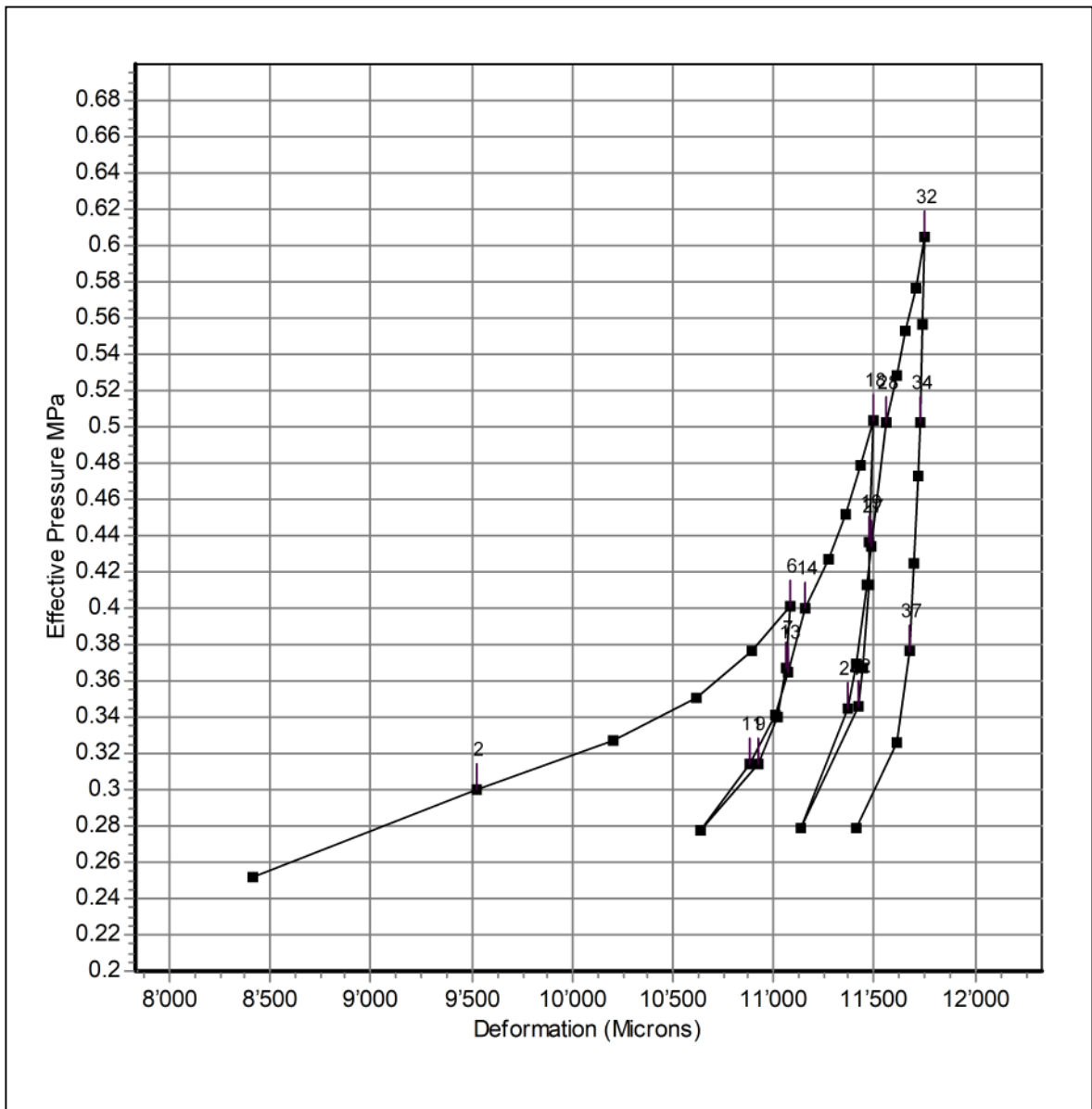
### Bottom Extensometer

Range Start - End	Fit Type	E-Modulus MPa
2 - 6	R	11
7 - 9	S	100
11 - 13	R	58
14 - 18	R	70
19 - 22	S	300
24 - 27	R	150
28 - 32	R	120
34 - 37	S	390



**(TCB)/3 Extensometer**

Step Nr.	Range Start-End	Fit Type	E-Modulus MPa	Step Nr.	Range Start-End	Fit Type	E-Modulus MPa
1	2 - 6	R	14	2	7 - 9	S	79
3	11 - 13	R	54	4	14 - 18	R	64
5	19 - 22	S	320	6	24 - 27	R	170
7	28 - 32	R	110	8	34 - 37	S	480



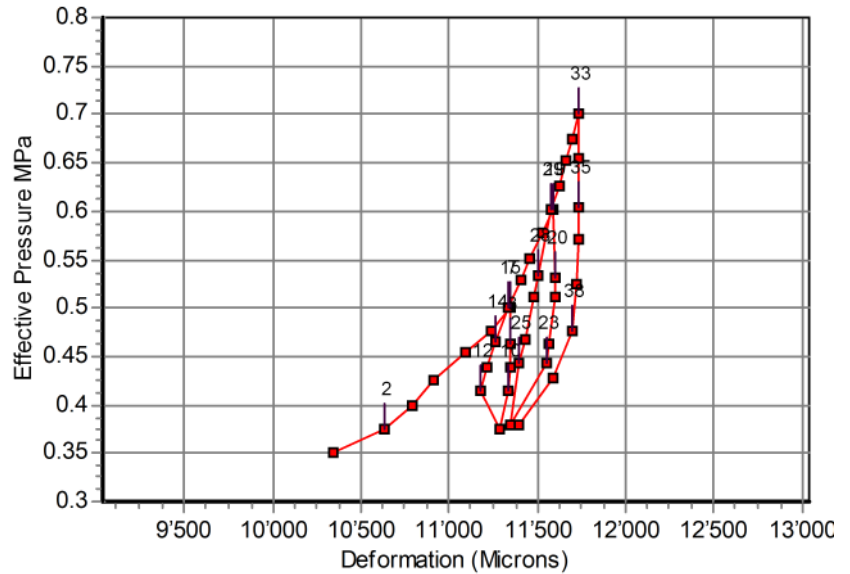
Project: Lenzburg  
 Test Date: 28.11.2025 10:46:00

## ANALYSIS RESULTS

Borehole: KB25-1  
 Test Depth (m): 17.45

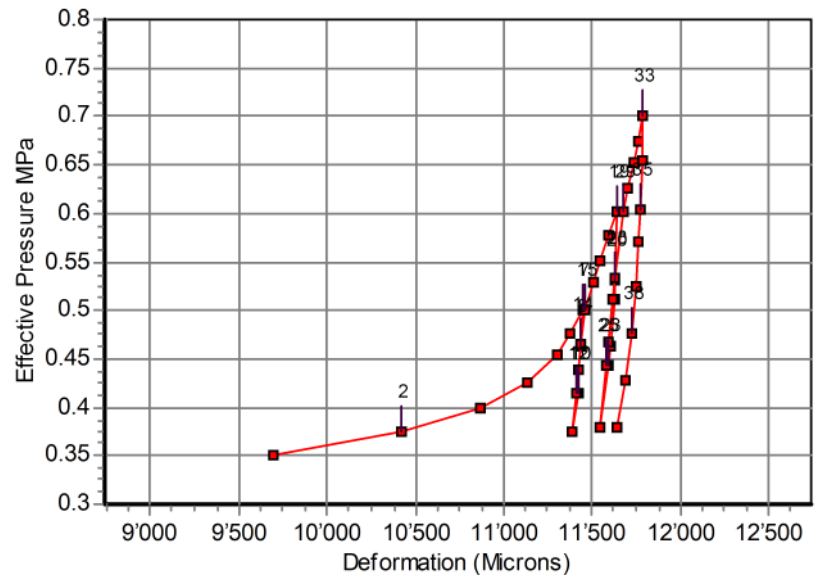
### Top Extensometer

Range Start - End	Fit Type	E-Modulus MPa
2 - 7	R	36
8 - 10	S	610
12 - 14	R	120
15 - 19	R	83
20 - 23	S	450
25 - 28	R	170
29 - 33	R	130
35 - 38	S	770



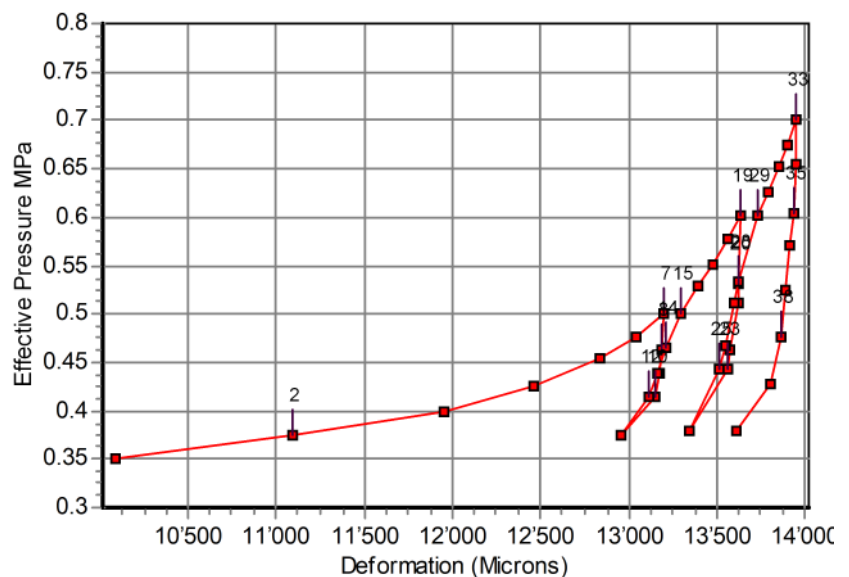
### Central Extensometer

Range Start - End	Fit Type	E-Modulus MPa
2 - 7	R	27
8 - 10	S	610
12 - 14	R	390
15 - 19	R	120
20 - 23	S	470
25 - 28	R	370
29 - 33	R	170
35 - 38	S	550



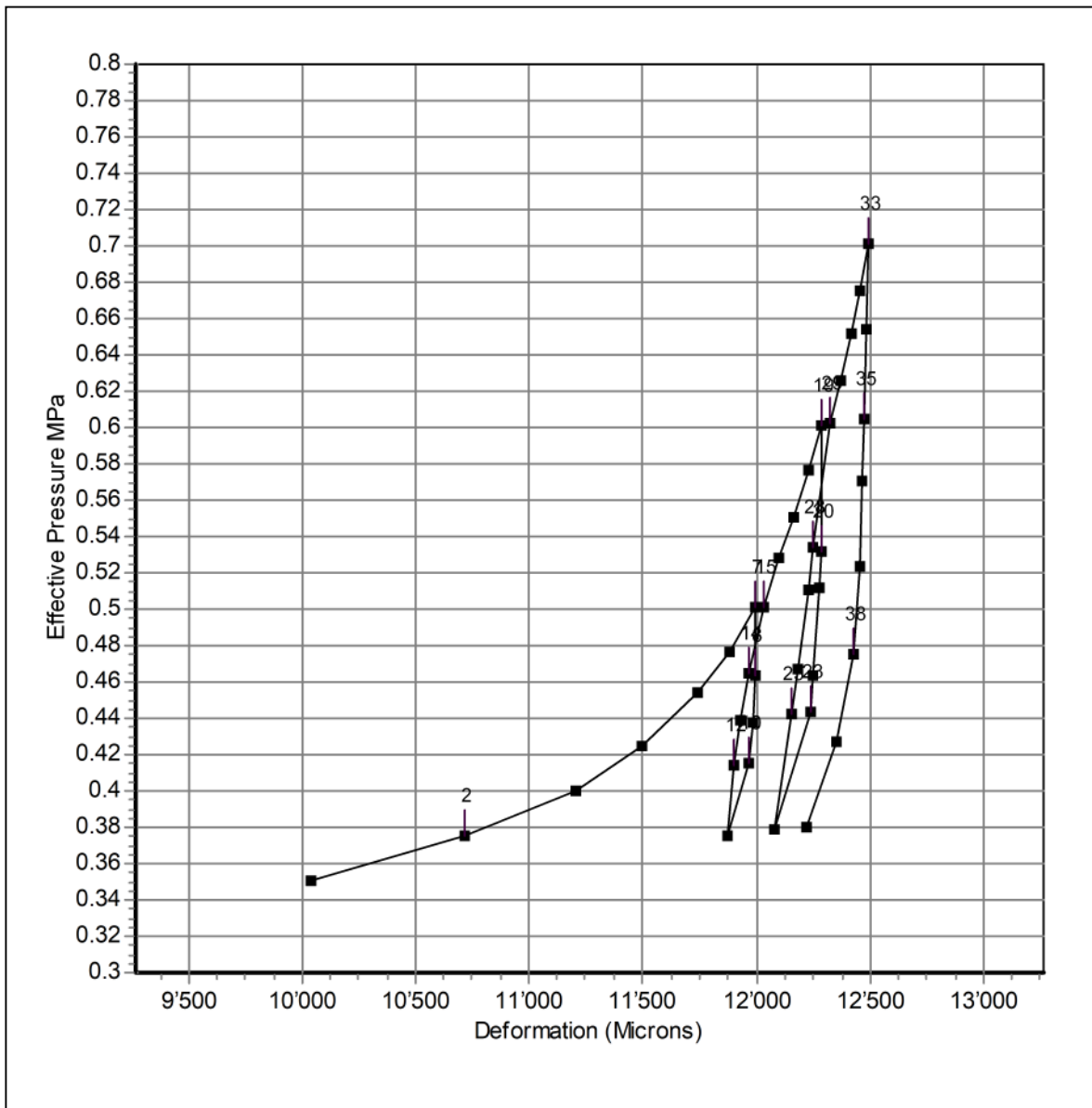
### Bottom Extensometer

Range Start - End	Fit Type	E-Modulus MPa
2 - 7	R	13
8 - 10	S	270
12 - 14	R	120
15 - 19	R	61
20 - 23	S	270
25 - 28	R	160
29 - 33	R	94
35 - 38	S	390



**(TCB)/3 Extensometer**

Step Nr.	Range Start-End	Fit Type	E-Modulus MPa	Step Nr.	Range Start-End	Fit Type	E-Modulus MPa
1	2 - 7	R	21	2	8 - 10	S	430
3	12 - 14	R	150	4	15 - 19	R	82
5	20 - 23	S	380	6	25 - 28	R	200
7	29 - 33	R	120	8	35 - 38	S	530



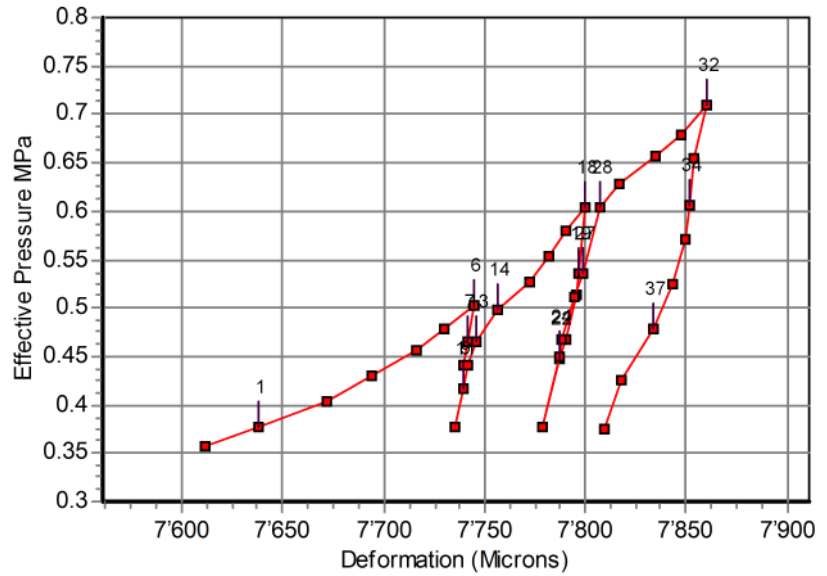
Project: Lenzburg  
 Test Date: 01.12.2025 11:38:00

## ANALYSIS RESULTS

Borehole: KB25-1  
 Test Depth (m): 25.0

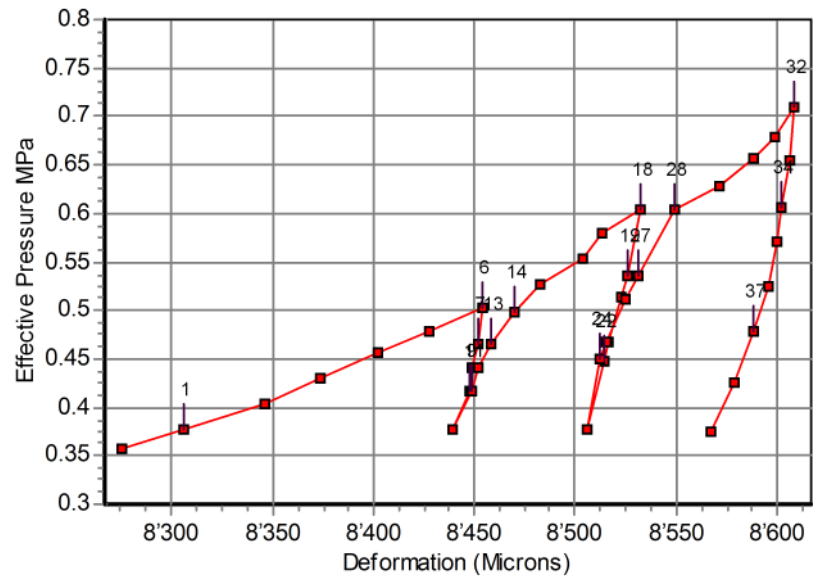
### Top Extensometer

Range Start - End	Fit Type	E-Modulus MPa
1 - 6	R	250
7 - 9	S	8710
11 - 13	R	1480
14 - 18	R	530
19 - 22	S	2130
24 - 27	R	1570
28 - 32	R	400
34 - 37	R	1520



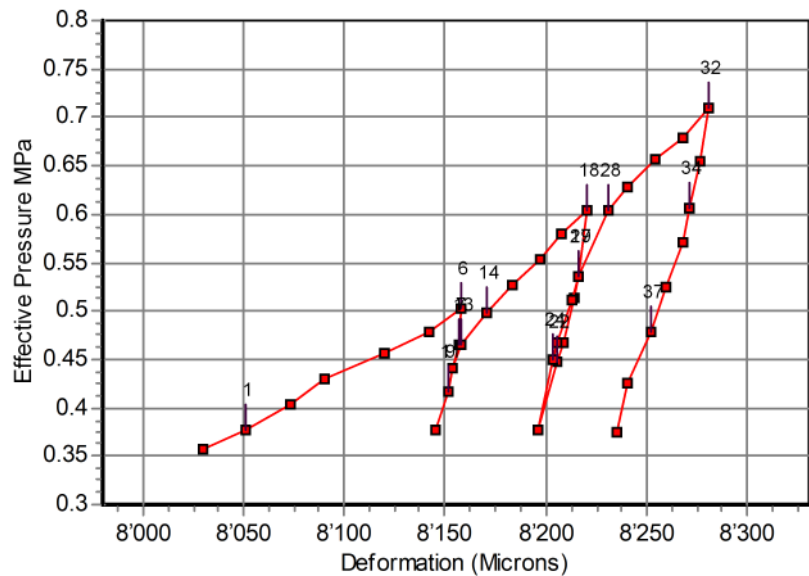
### Central Extensometer

Range Start - End	Fit Type	E-Modulus MPa
1 - 6	R	180
7 - 9	S	2180
11 - 13	R	1000
14 - 18	R	350
19 - 22	S	1670
24 - 27	R	1010
28 - 32	R	370
34 - 37	R	1970



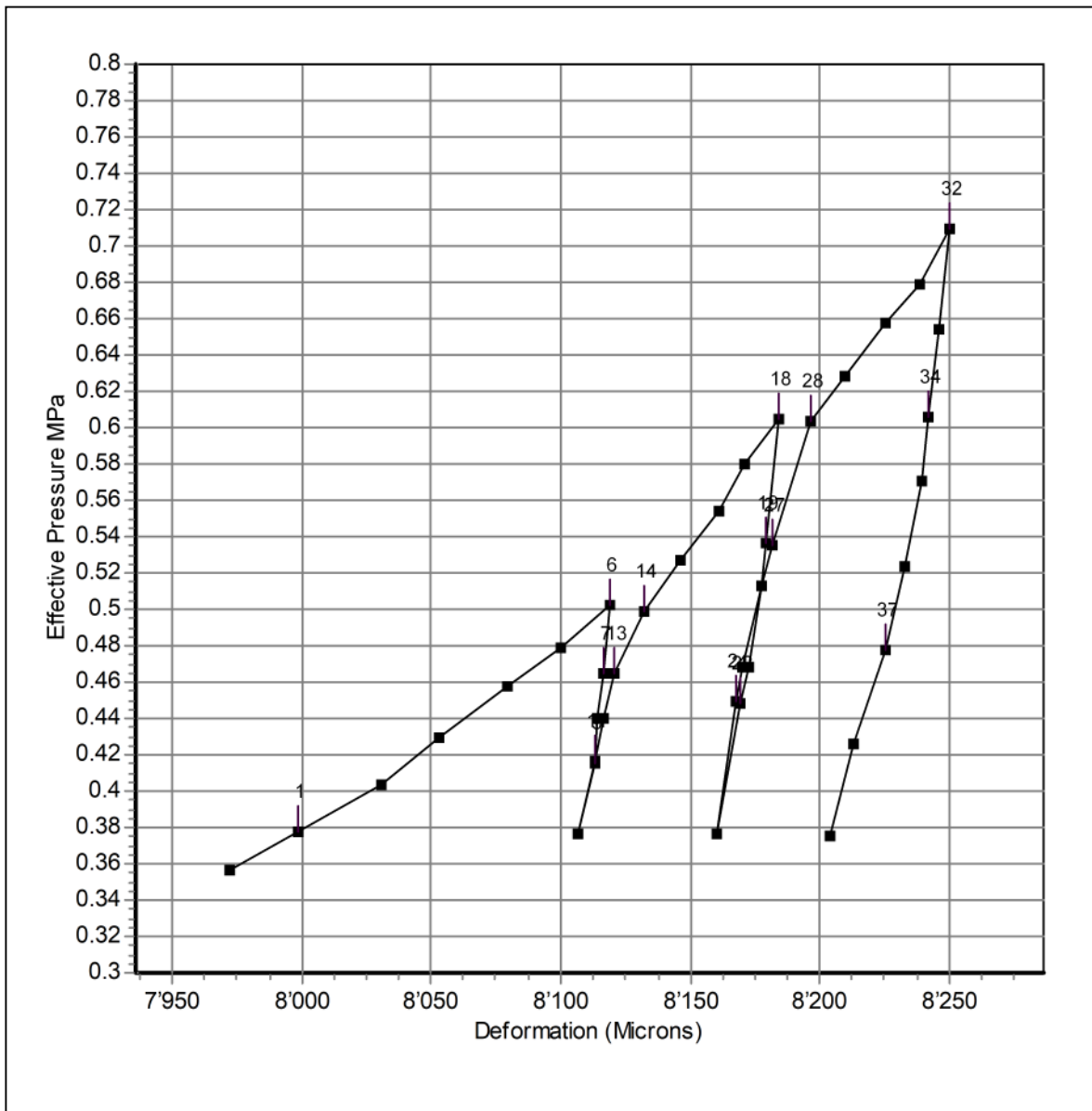
### Bottom Extensometer

Range Start - End	Fit Type	E-Modulus MPa
1 - 6	R	240
7 - 9	S	2010
11 - 13	R	1390
14 - 18	R	440
19 - 22	S	1800
24 - 27	R	1410
28 - 32	R	440
34 - 37	R	1320



**(TCB)/3 Extensometer**

Step Nr.	Range Start-End	Fit Type	E-Modulus MPa	Step Nr.	Range Start-End	Fit Type	E-Modulus MPa
1	1 - 6	R	220	2	7 - 9	S	2800
3	11 - 13	R	1250	4	14 - 18	R	430
5	19 - 22	S	1850	6	24 - 27	R	1280
7	28 - 32	R	400	8	34 - 37	R	1560



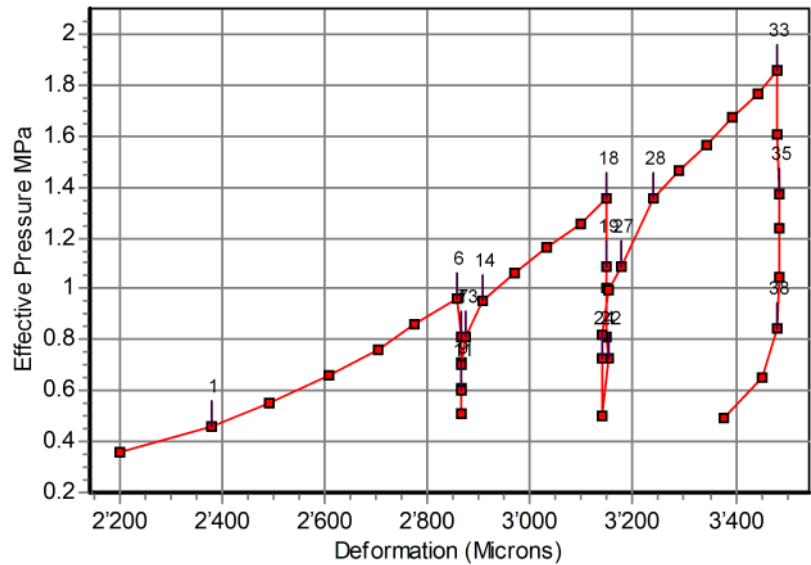
Project: Lenzburg  
 Test Date: 02.12.2025 13:16:00

## ANALYSIS RESULTS

Borehole: KB25-1  
 Test Depth (m): 33.8

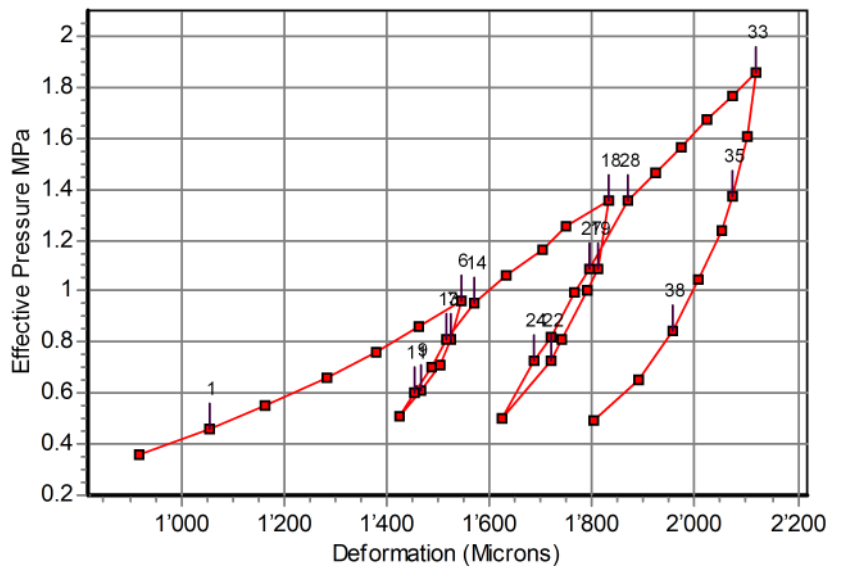
### Top Extensometer

Range Start - End	Fit Type	E-Modulus MPa
1 - 6	R	140
7 - 9	S	0
11 - 13	R	4030
14 - 18	R	220
19 - 22	S	0
24 - 27	R	1390
28 - 33	R	280
35 - 38	S	25400



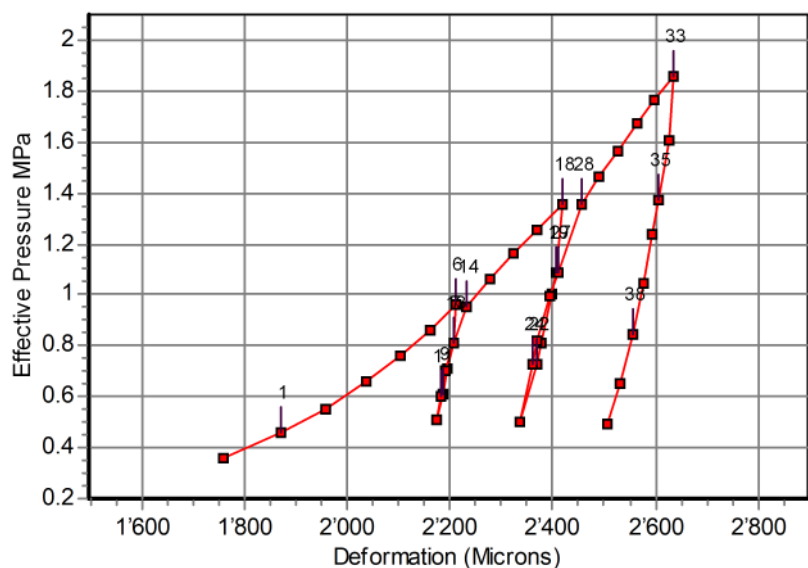
### Central Extensometer

Range Start - End	Fit Type	E-Modulus MPa
1 - 6	R	140
7 - 9	S	460
11 - 13	R	440
14 - 18	R	210
19 - 22	S	530
24 - 27	R	460
28 - 33	R	270
35 - 38	S	620



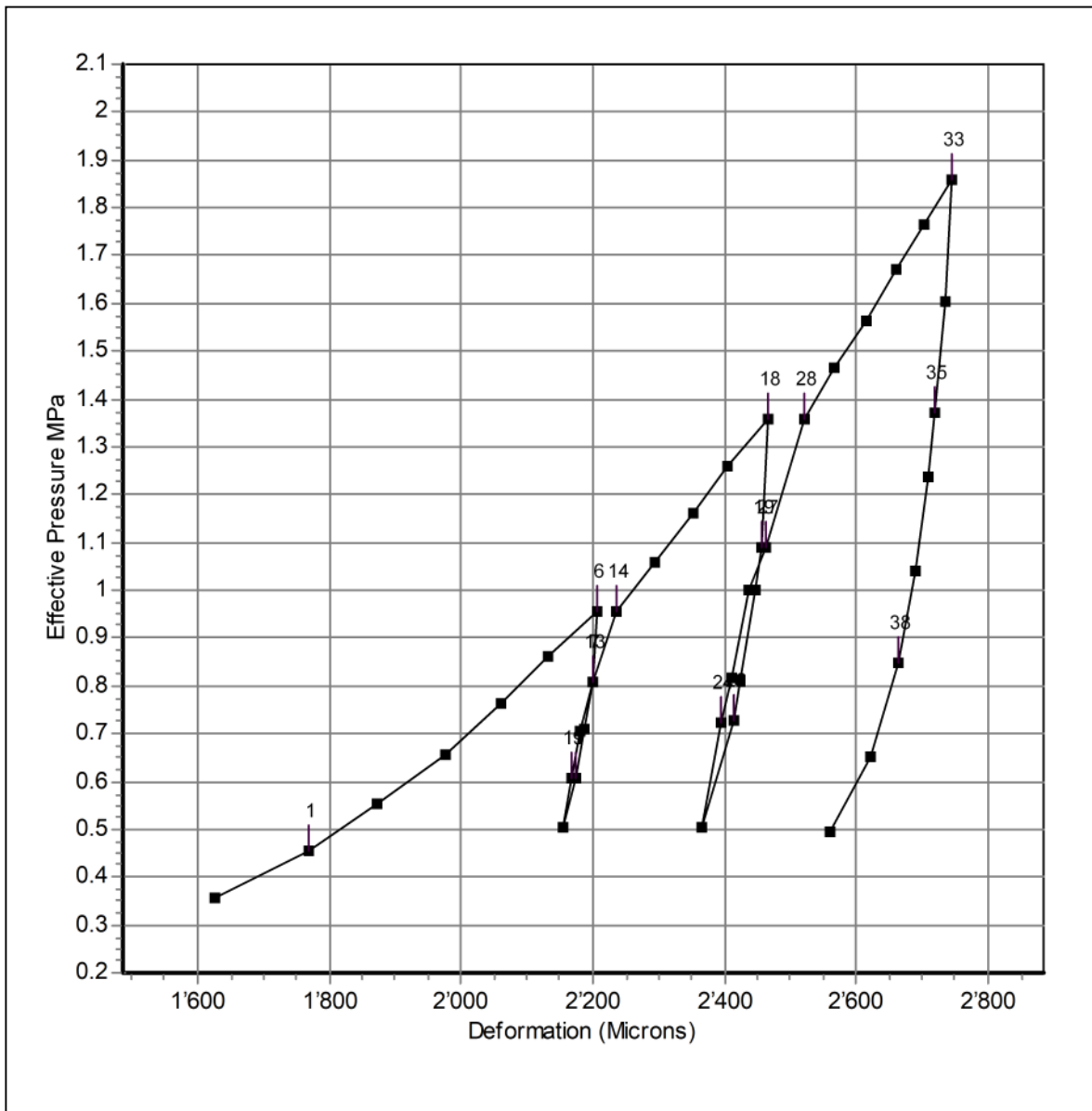
### Bottom Extensometer

Range Start - End	Fit Type	E-Modulus MPa
1 - 6	R	200
7 - 9	S	1340
11 - 13	R	1030
14 - 18	R	290
19 - 22	S	1350
24 - 27	R	970
28 - 33	R	380
35 - 38	S	1390



**(TCB)/3 Extensometer**

Step Nr.	Range Start-End	Fit Type	E-Modulus MPa	Step Nr.	Range Start-End	Fit Type	E-Modulus MPa
1	1 - 6	R	160	2	7 - 9	S	1030
3	11 - 13	R	860	4	14 - 18	R	240
5	19 - 22	S	1150	6	24 - 27	R	770
7	28 - 33	R	300	8	35 - 38	S	1260



# Anhang B

## Daten

Project: Lenzburg

Borehole: KB25-1

Test Date: 27.11.2025 14:19

Formation: Sandstein

Test Depth (m): 9.65

**Dilatometer Test Data**

\* Effective pressure

A measurement of 0 microns represents: 145.0 mm

Record Nr.	Step Nr.	Duration (hh:mm:ss)	Load (MPa) *	Top Ext. (micron)	Central Ext. (micron)	Bottom Ext. (micron)
1	1	00:03:00	0.25	8656	7946	8654
2	2	00:03:00	0.3	9348	9069	10162
3	3	00:03:00	0.33	9681	9783	11141
4	4	00:03:00	0.35	9936	10292	11615
5	5	00:03:00	0.38	10151	10655	11884
6	6	00:03:00	0.4	10287	10894	12053
7	7	00:01:00	0.37	10283	10875	12036
8	8	00:01:00	0.34	10270	10778	12011
9	9	00:01:00	0.31	10255	10600	11931
10	10	00:01:00	0.28	10227	10232	11467
11	11	00:01:00	0.31	10254	10523	11863
12	12	00:01:00	0.34	10283	10742	11986
13	13	00:01:00	0.36	10306	10863	12038
14	14	00:01:00	0.4	10369	10981	12130
15	15	00:03:00	0.43	10461	11125	12235
16	16	00:03:00	0.45	10540	11219	12305
17	17	00:03:00	0.48	10612	11298	12376
18	18	00:03:00	0.5	10680	11364	12439
19	19	00:01:00	0.44	10668	11345	12419
20	20	00:01:00	0.41	10662	11338	12415
21	21	00:01:00	0.37	10639	11309	12384
22	22	00:01:00	0.35	10630	11273	12358
23	23	00:01:00	0.28	10571	10762	12059
24	24	00:01:00	0.35	10620	11191	12299
25	25	00:01:00	0.37	10635	11257	12342
26	26	00:01:00	0.41	10671	11309	12397
27	27	00:01:00	0.43	10688	11331	12423
28	28	00:01:00	0.5	10769	11416	12503
29	29	00:03:00	0.53	10814	11463	12550
30	30	00:03:00	0.55	10865	11518	12597
31	31	00:03:00	0.58	10914	11558	12638
32	32	00:03:00	0.6	10956	11601	12681
33	33	00:01:00	0.56	10952	11594	12674
34	34	00:01:00	0.5	10937	11578	12662
35	35	00:01:00	0.47	10929	11570	12652
36	36	00:01:00	0.42	10920	11556	12627
37	37	00:01:00	0.38	10897	11523	12595
38	38	00:01:00	0.33	10857	11438	12536
39	39	00:01:00	0.28	10803	11073	12364

Project: Lenzburg

Borehole: KB25-1

Test Date: 28.11.2025 10:46

Formation: Sandstein

Test Depth (m): 17.45

**Dilatometer Test Data**

\* Effective pressure

A measurement of 0 microns represents: 145.0 mm

Record Nr.	Step Nr.	Duration (hh:mm:ss)	Load (MPa) *	Top Ext. (micron)	Central Ext. (micron)	Bottom Ext. (micron)
1	1	00:03:00	0.35	10341	9691	10086
2	2	00:03:00	0.38	10639	10421	11096
3	3	00:03:00	0.4	10793	10871	11949
4	4	00:03:00	0.42	10911	11127	12456
5	5	00:03:00	0.45	11090	11297	12835
6	6	00:03:00	0.48	11234	11376	13037
7	7	00:03:00	0.5	11346	11445	13200
8	8	00:01:00	0.46	11352	11436	13190
9	9	00:01:00	0.44	11347	11427	13176
10	10	00:01:00	0.42	11336	11419	13153
11	11	00:01:00	0.38	11281	11383	12957
12	12	00:01:00	0.41	11176	11407	13114
13	13	00:01:00	0.44	11215	11422	13157
14	14	00:01:00	0.46	11266	11434	13205
15	15	00:01:00	0.5	11338	11465	13295
16	16	00:01:00	0.53	11404	11512	13390
17	17	00:01:00	0.55	11461	11550	13474
18	18	00:01:00	0.58	11530	11596	13557
19	19	00:01:00	0.6	11584	11636	13634
20	20	00:01:00	0.53	11596	11630	13626
21	21	00:01:00	0.51	11595	11625	13616
22	22	00:01:00	0.46	11564	11599	13574
23	23	00:01:00	0.44	11556	11591	13559
24	24	00:01:00	0.38	11348	11538	13347
25	25	00:01:00	0.44	11390	11575	13509
26	26	00:01:00	0.47	11426	11587	13544
27	27	00:01:00	0.51	11477	11611	13601
28	28	00:01:00	0.53	11501	11626	13626
29	29	00:01:00	0.6	11577	11672	13731
30	30	00:03:00	0.63	11623	11699	13795
31	31	00:03:00	0.65	11664	11733	13851
32	32	00:03:00	0.68	11701	11759	13895
33	33	00:03:00	0.7	11735	11790	13952
34	34	00:01:00	0.65	11736	11785	13946
35	35	00:01:00	0.6	11734	11772	13929
36	36	00:01:00	0.57	11730	11759	13913
37	37	00:01:00	0.52	11722	11744	13891
38	38	00:01:00	0.48	11700	11724	13861
39	39	00:01:00	0.43	11584	11690	13796
40	40	00:01:00	0.38	11396	11644	13610

Project: Lenzburg

Borehole: KB25-1

Test Date: 01.12.2025 11:38

Formation: Sandstein

Test Depth (m): 25.0

**Dilatometer Test Data**

\* Effective pressure

A measurement of 0 microns represents: 149.0 mm

Record Nr.	Step Nr.	Duration (hh:mm:ss)	Load (MPa) *	Top Ext. (micron)	Central Ext. (micron)	Bottom Ext. (micron)
1	0	00:03:00	0.36	7612	8275	8030
2	1	00:03:00	0.38	7638	8306	8051
3	2	00:03:00	0.4	7672	8346	8073
4	3	00:03:00	0.43	7694	8374	8090
5	4	00:03:00	0.46	7716	8402	8119
6	5	00:03:00	0.48	7731	8428	8142
7	6	00:03:00	0.5	7745	8454	8158
8	7	00:01:00	0.47	7741	8452	8157
9	8	00:01:00	0.44	7740	8449	8154
10	9	00:01:00	0.42	7740	8447	8151
11	10	00:01:00	0.38	7736	8439	8145
12	11	00:01:00	0.42	7739	8448	8151
13	12	00:01:00	0.44	7742	8452	8154
14	13	00:01:00	0.46	7746	8458	8158
15	14	00:01:00	0.5	7757	8470	8170
16	15	00:03:00	0.53	7772	8483	8183
17	16	00:03:00	0.55	7782	8504	8197
18	17	00:03:00	0.58	7790	8514	8208
19	18	00:03:00	0.6	7800	8532	8220
20	19	00:01:00	0.54	7796	8526	8216
21	20	00:01:00	0.51	7795	8523	8214
22	21	00:01:00	0.47	7791	8517	8209
23	22	00:01:00	0.45	7788	8515	8205
24	23	00:01:00	0.38	7779	8506	8196
25	24	00:01:00	0.45	7787	8513	8203
26	25	00:01:00	0.47	7788	8516	8205
27	26	00:01:00	0.51	7795	8525	8212
28	27	00:01:00	0.54	7798	8531	8216
29	28	00:01:00	0.6	7807	8549	8231
30	29	00:03:00	0.63	7816	8571	8240
31	30	00:03:00	0.66	7835	8588	8254
32	31	00:03:00	0.68	7848	8599	8268
33	32	00:03:00	0.71	7860	8608	8280
34	33	00:01:00	0.65	7854	8606	8276
35	34	00:01:00	0.61	7852	8602	8272
36	35	00:01:00	0.57	7850	8600	8268
37	36	00:01:00	0.52	7843	8596	8259
38	37	00:01:00	0.48	7834	8588	8252
39	38	00:01:00	0.43	7818	8578	8241
40	39	00:01:00	0.38	7809	8567	8235

Project: Lenzburg

Borehole: KB25-1

Test Date: 02.12.2025 13:16

Formation: Sandstein

Test Depth (m): 33.8

**Dilatometer Test Data**

\* Effective pressure

A measurement of 0 microns represents: 100.0 mm

Record Nr.	Step Nr.	Duration (hh:mm:ss)	Load (MPa) *	Top Ext. (micron)	Central Ext. (micron)	Bottom Ext. (micron)
1	0	00:03:00	0.36	2202	916	1757
2	1	00:03:00	0.46	2378	1054	1870
3	2	00:03:00	0.55	2492	1164	1957
4	3	00:03:00	0.66	2610	1282	2035
5	4	00:03:00	0.76	2705	1378	2103
6	5	00:03:00	0.86	2775	1463	2161
7	6	00:03:00	0.96	2859	1547	2212
8	7	00:01:00	0.81	2866	1525	2205
9	8	00:01:00	0.71	2866	1503	2195
10	9	00:01:00	0.61	2866	1467	2185
11	10	00:01:00	0.51	2867	1424	2175
12	11	00:01:00	0.6	2866	1455	2181
13	12	00:01:00	0.7	2866	1485	2193
14	13	00:01:00	0.81	2873	1517	2208
15	14	00:01:00	0.95	2908	1569	2233
16	15	00:03:00	1.06	2971	1634	2279
17	16	00:03:00	1.16	3030	1702	2322
18	17	00:03:00	1.26	3096	1750	2370
19	18	00:03:00	1.36	3149	1831	2420
20	19	00:01:00	1.09	3150	1812	2406
21	20	00:01:00	1.0	3150	1792	2399
22	21	00:01:00	0.81	3150	1740	2379
23	22	00:01:00	0.73	3151	1719	2370
24	23	00:01:00	0.5	3141	1626	2336
25	24	00:01:00	0.72	3141	1688	2360
26	25	00:01:00	0.82	3140	1719	2370
27	26	00:01:00	1.0	3154	1767	2395
28	27	00:01:00	1.09	3178	1796	2412
29	28	00:01:00	1.36	3242	1869	2458
30	29	00:03:00	1.46	3289	1923	2491
31	30	00:03:00	1.56	3345	1973	2527
32	31	00:03:00	1.67	3394	2023	2564
33	32	00:03:00	1.76	3442	2074	2598
34	33	00:03:00	1.86	3481	2120	2637
35	34	00:01:00	1.6	3483	2103	2626
36	35	00:01:00	1.37	3483	2074	2607
37	36	00:01:00	1.24	3483	2053	2595
38	37	00:01:00	1.04	3484	2008	2577
39	38	00:01:00	0.85	3480	1958	2556
40	39	00:01:00	0.65	3451	1888	2530
41	40	00:01:00	0.49	3375	1803	2507

# Anhang C

## Analyse Parameter









# **Anhang D**

## Sondenbeiblatt

Datum: 23.09.2025  
RoS / DmP

Sonde mit externem Logger

<b>5000</b>	381 005
-------------	---------

Manschette	
Ø <b>142</b>	384 079

Bypass :	Ja
----------	----

Wegaufnehmer	Kalieberrohr D	oben	mitte	unten
<b>Offset</b>	<b>D 145</b>	<b>-53500</b>	<b>-58100</b>	<b>-55100</b>
<b>Referenzen</b>		<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Faktor Sensoren		-0.394	-0.394	-0.394

Ermittelt in Stahlrohr mit Innen Durchmesser 149mm Rohr  
Ermittelter Wert ergibt 0000 bei Durchmesser 146mm

Drucksensor	200 bar	Faktor	<b>0.00381</b>
		Offset	-13200
		Referenz	0

Sonde mit externem Logger

<b>10000</b>	381 010
--------------	---------

Manschette

∅ <b>142</b>	384 029
--------------	---------

Bypass :	nein
----------	------

Wegaufnehmer	Kalieberrohr D	oben	mitte	unten
<b>Offset</b>	<b>D 145</b>	<b>-48400</b>	<b>-48900</b>	<b>-54500</b>
<b>Referenzen</b>		<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Faktor Sensoren		-0.401	-0.401	-0.401

Drucksensor	200 bar	Faktor	<b>0.00381</b>
		Offset	-13200
		Referenz	0

Datum: 01.10.2025

Sonde mit externem Logger

<b>12000</b>	381 012
--------------	---------

Manschette

∅ <b>96</b>	384 054
-------------	---------

Bypass :	Ja
----------	----

Wegaufnehmer	Kalieberrohr D	oben	mitte	unten
<b>Offset</b>	<b>D 100</b>	<b>-46730</b>	<b>-50950</b>	<b>-45375</b>
<b>Referenzen</b>		<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Faktor Sensoren		-0.398	-0.397	-0.399

Drucksensor	200 bar	Faktor	<b>0.00381</b>
		Offset	-13200
		Referenz	0

Drucksensor	<b>400 bar</b>	Faktor	<b>0.007688</b>
		Offset	-13200
		Referenz	0