Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Salzlösungsmonitoring

Gebirgsbeobachtungsgespräch 2018

Lutz Teichmann, Dr. Paul Eric Wolff, Falk Herrmann, Denise De Nil, Marc Andre Strutz und Reinhard Wendling

Remlingen den 27. Juni 2019

BUNDESGESELLSCHAFT
FÜR ENDLAGERUNG

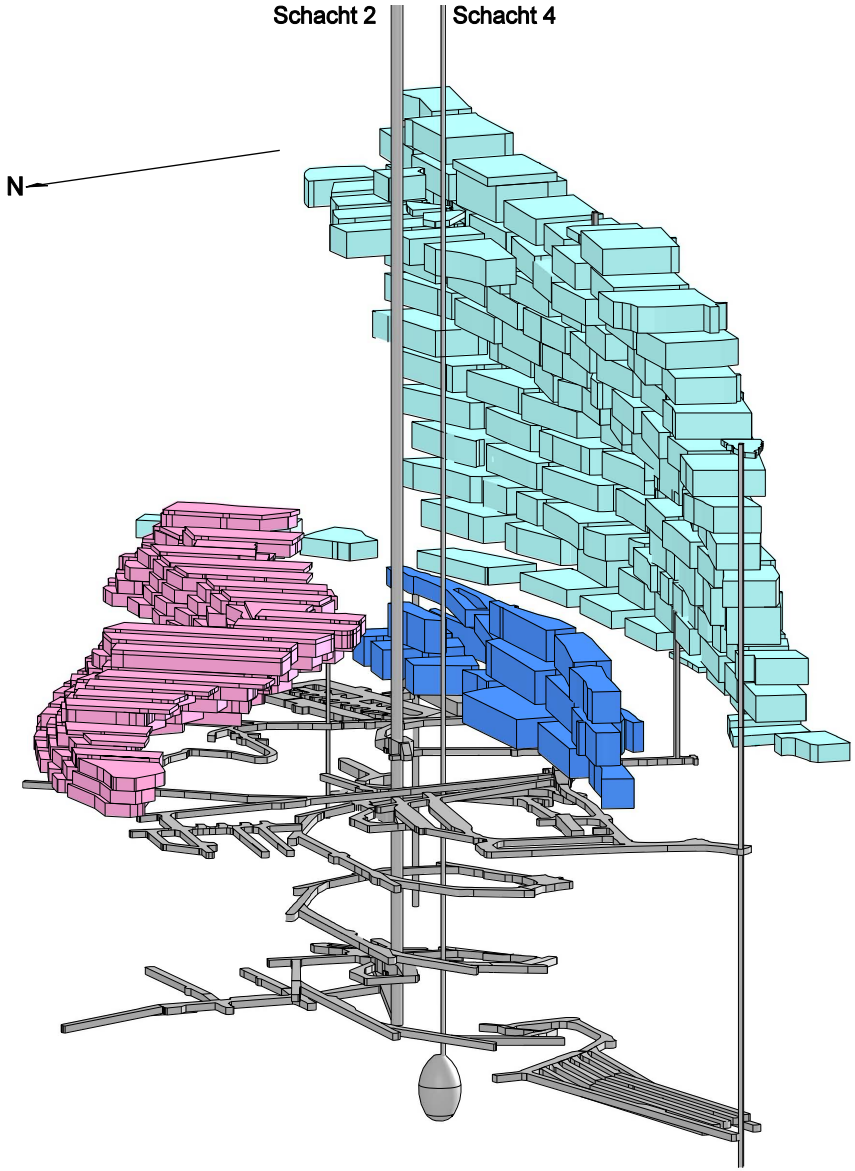
Gliederung der Vorträge

Teil I	Einleitung
Teil II	Spannungs- und Verformungszustand
Teil III	Lastmessungen im Versatz
Teil IV	Mikroseismische Überwachung
Teil V	Lokale Monitoringprogramme
Teil VI	Salzlösungsmonitoring
Teil VII	Zusammenfassung

Teil I

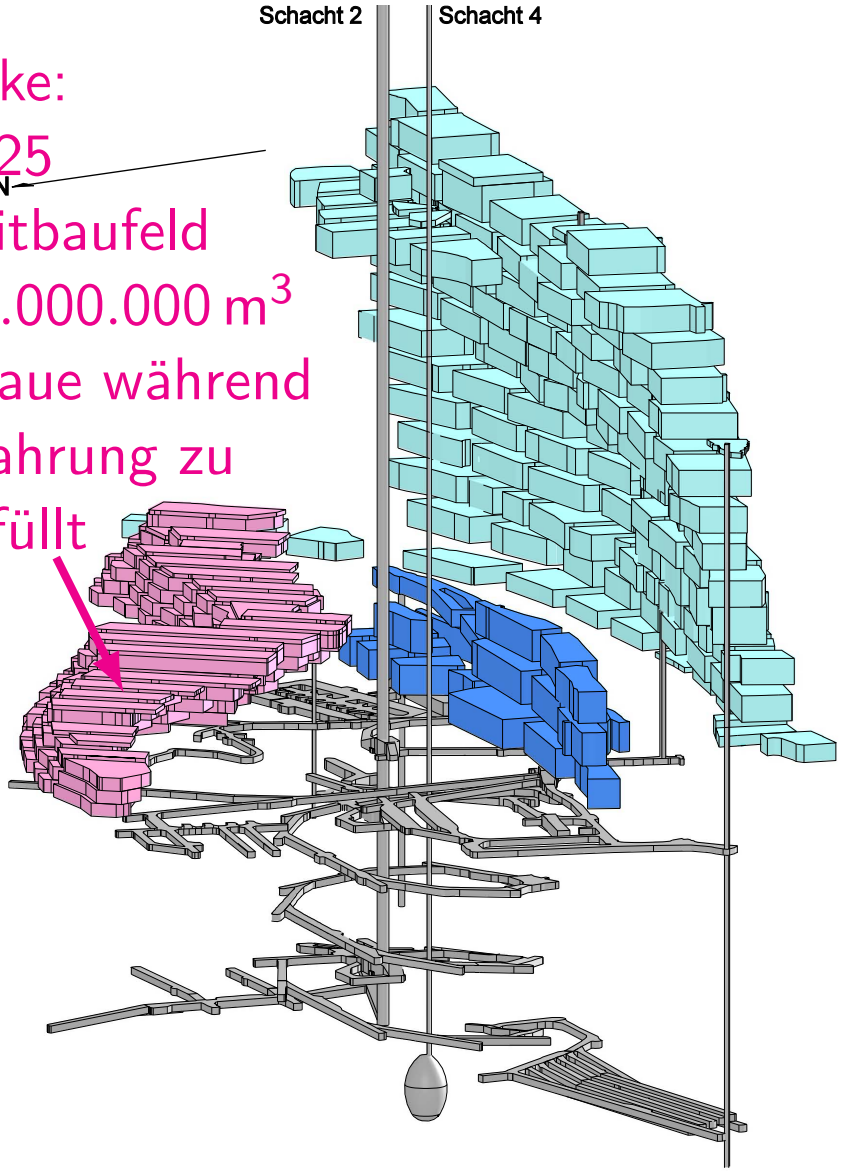
Einleitung

Baufelder im Grubengebäude

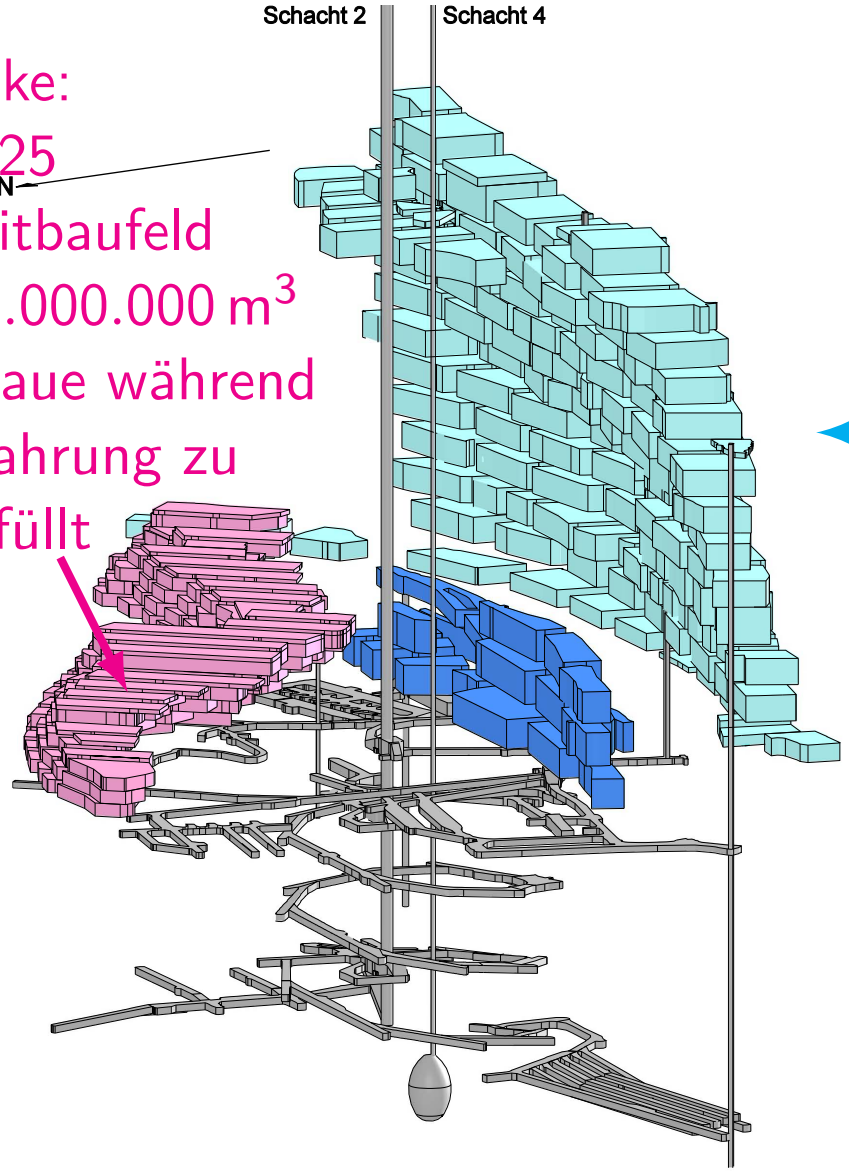


Baufelder im Grubengebäude

Nordflanke:
1909–1925
Carnallititbaufeld
$V_{ges} \approx 1.000.000\,m^3$
Grubenbaue während der Auffahrung zu 99% verfüllt



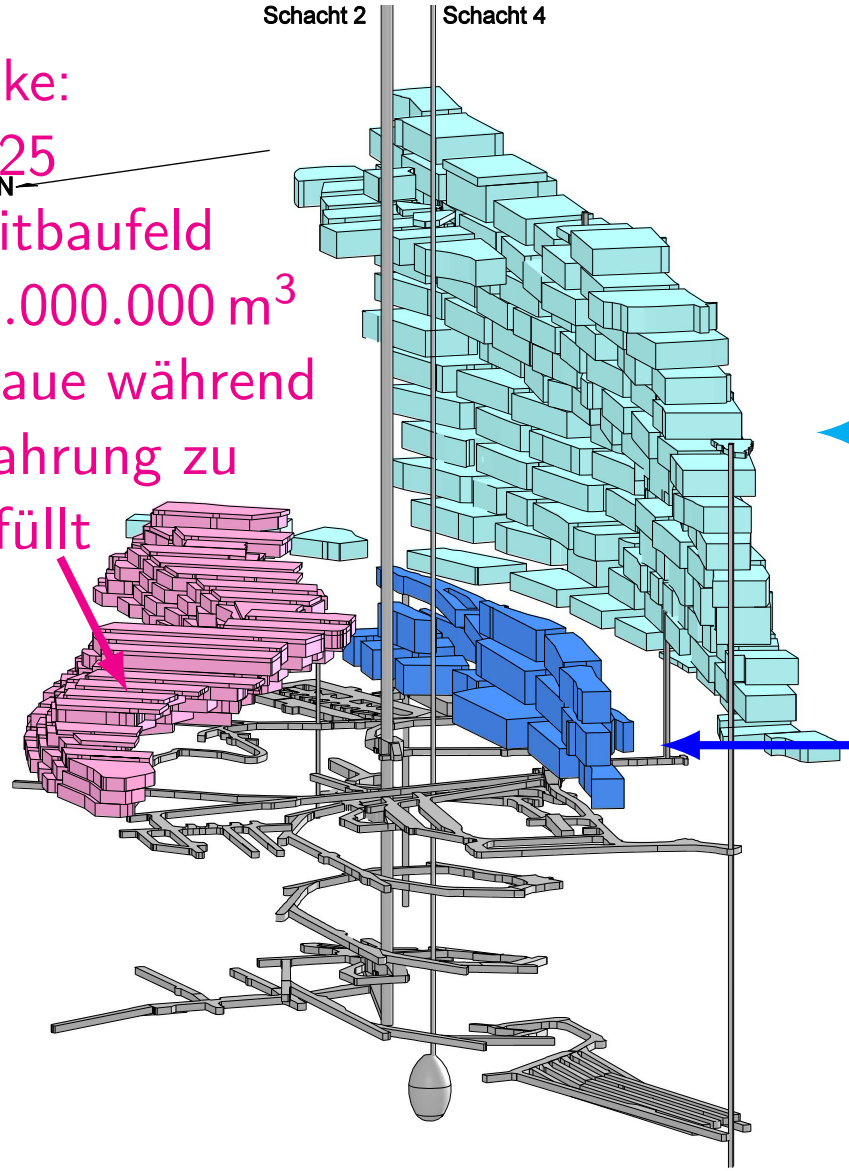
Baufelder im Grubengebäude



Nordflanke:
1909–1925
Carnallititbaufeld
$V_{ges} \approx 1.000.000\,m^3$
Grubenbaue während der Auffahrung zu 99% verfüllt

Südflanke:
1916–1964
Steinsalzbaufeld im Na3
$V_{ges} \approx 3.350.000\,m^3$

Baufelder im Grubengebäude

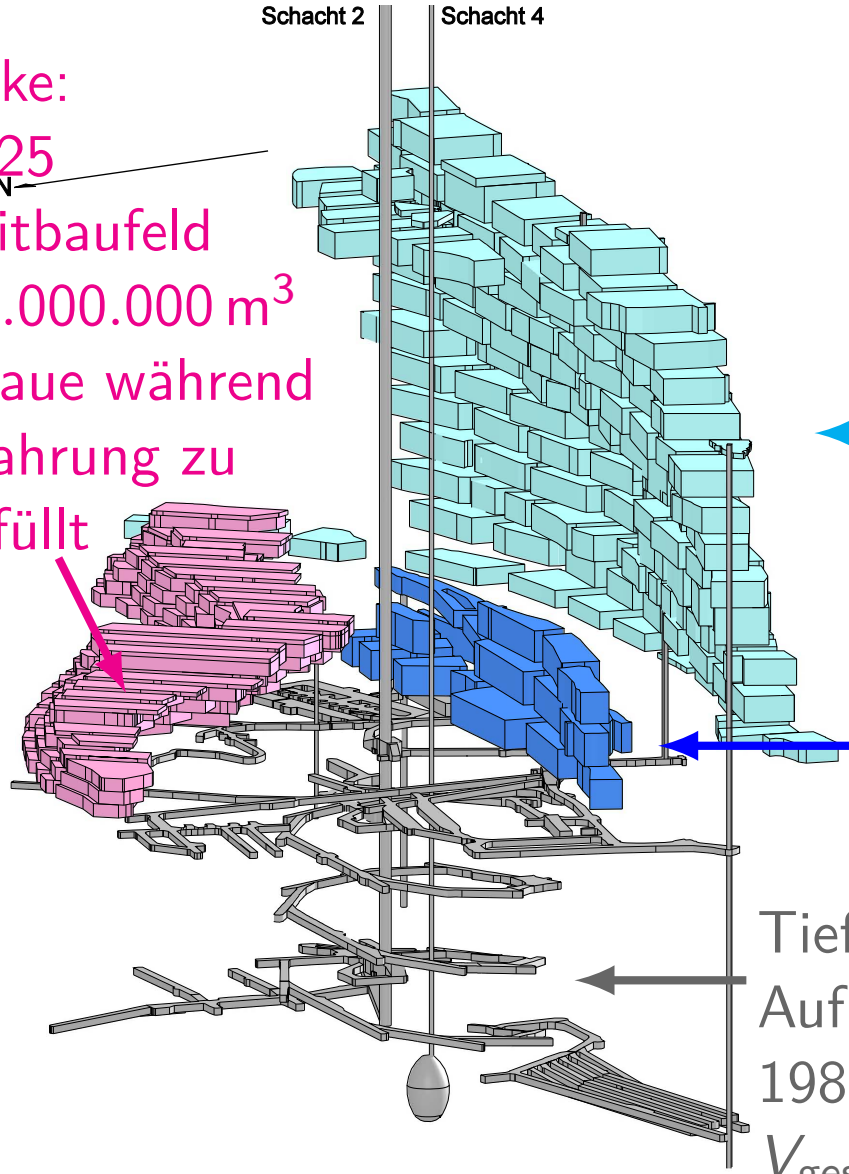


Nordflanke:
1909–1925
Carnallititbaufeld
$V_{ges} \approx 1.000.000\,m^3$
Grubenbaue während der Auffahrung zu 99% verfüllt

Südflanke:
1916–1964
Steinsalzbaufeld im Na3
$V_{ges} \approx 3.350.000\,m^3$

Sattelkern:
1927–1964
Steinsalzbaufeld im Na2
$V_{ges} \approx 450.000\,m^3$

Baufelder im Grubengebäude



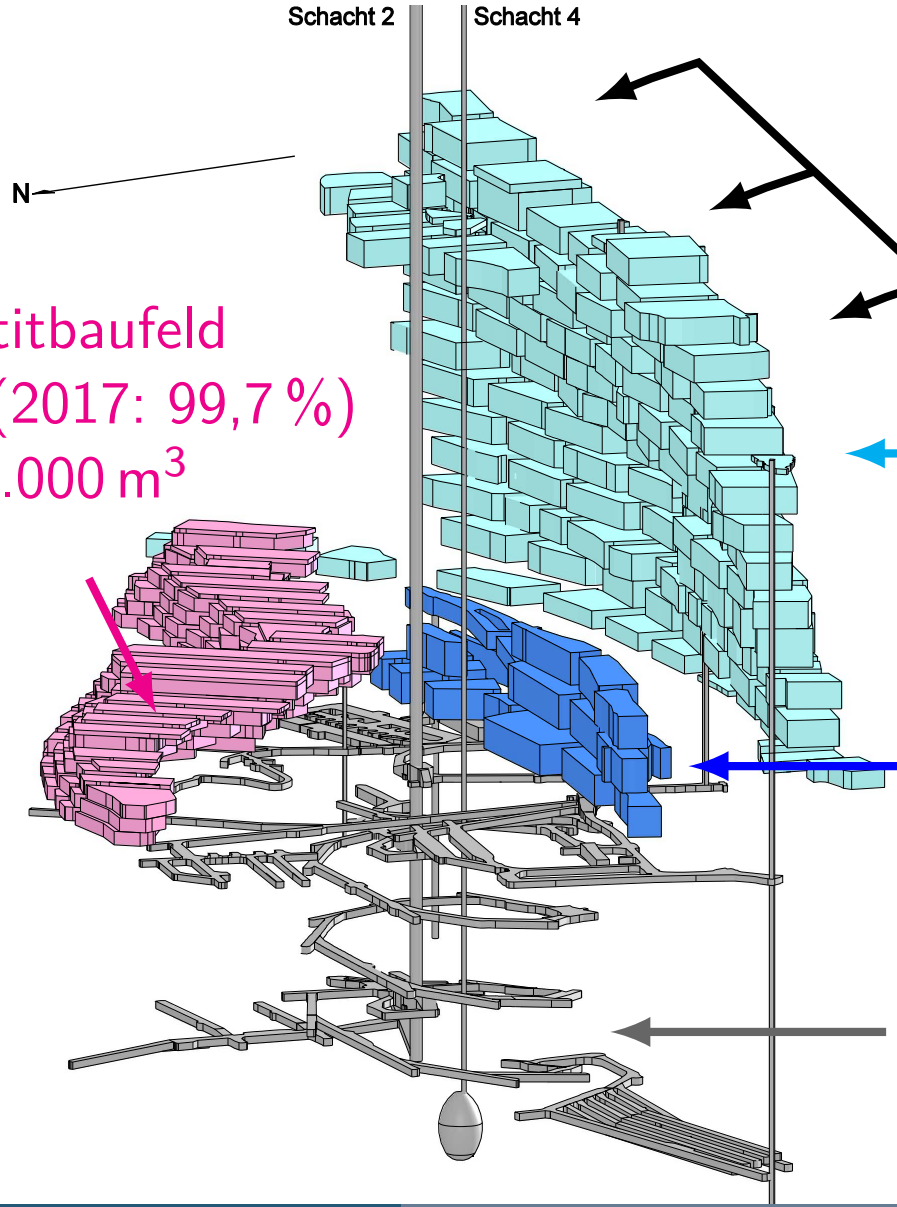
Nordflanke:
1909–1925
Carnallititbaufeld
$V_{ges} \approx 1.000.000\,m^3$
Grubenbaue während der Auffahrung zu 99% verfüllt

Südflanke:
1916–1964
Steinsalzbaufeld im Na3
$V_{ges} \approx 3.350.000\,m^3$

Sattelkern:
1927–1964
Steinsalzbaufeld im Na2
$V_{ges} \approx 450.000\,m^3$

Tiefenaufschluss:
Auffahrungen zu Forschungszwecken
1984–1992
$V_{ges} \approx 240.000\,m^3$

Volumenbilanz – Grubengebäude (Stand 2018)



Carnallititbaufeld
99,8 % (2017: 99,7 %)
von 949.000 m^3
verfüllt

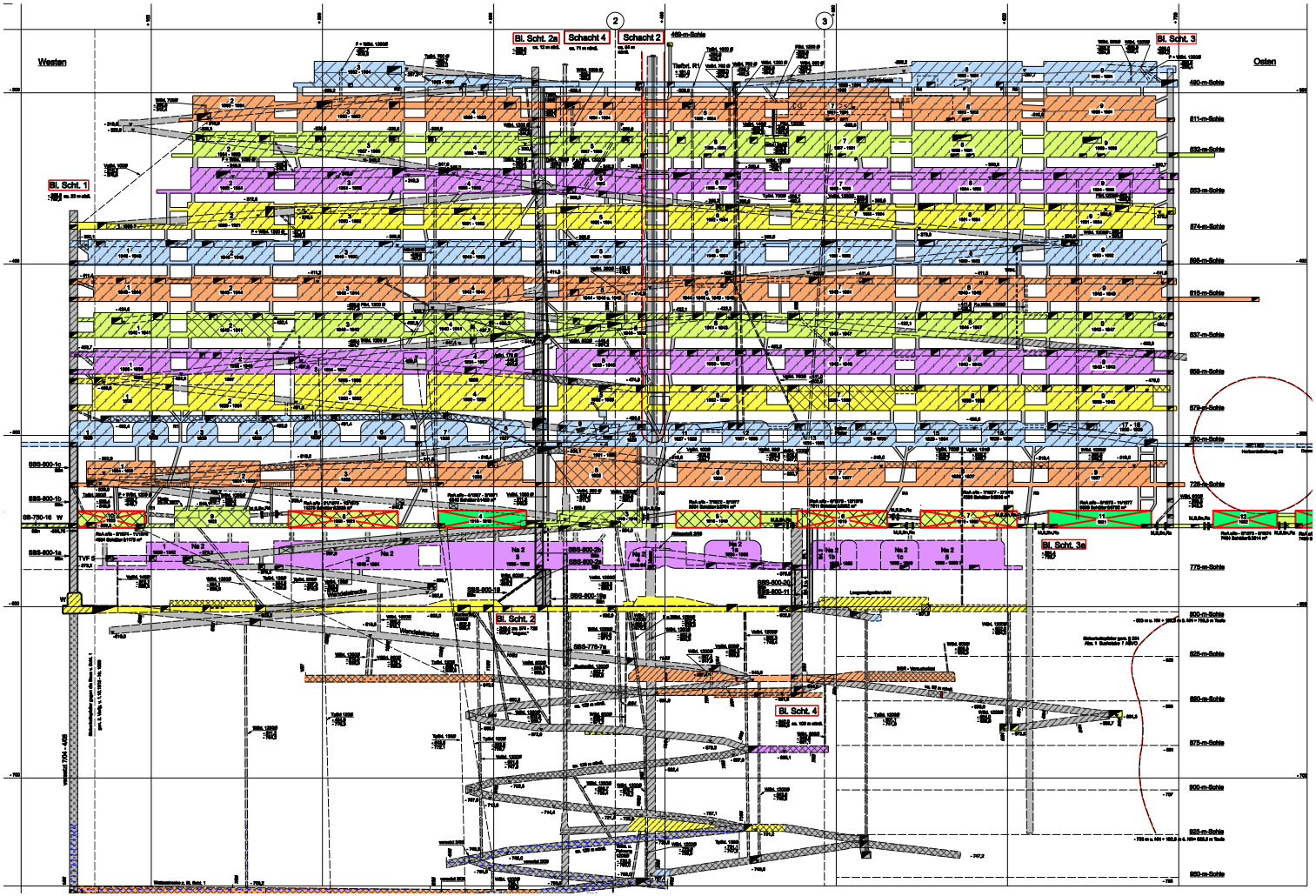
Lasteintrag der
Asse-Südflanke

Steinsalzbaufeld an der
Südflanke, 91 %
(2017: 90 %) von
3.027.000 m^3 verfüllt

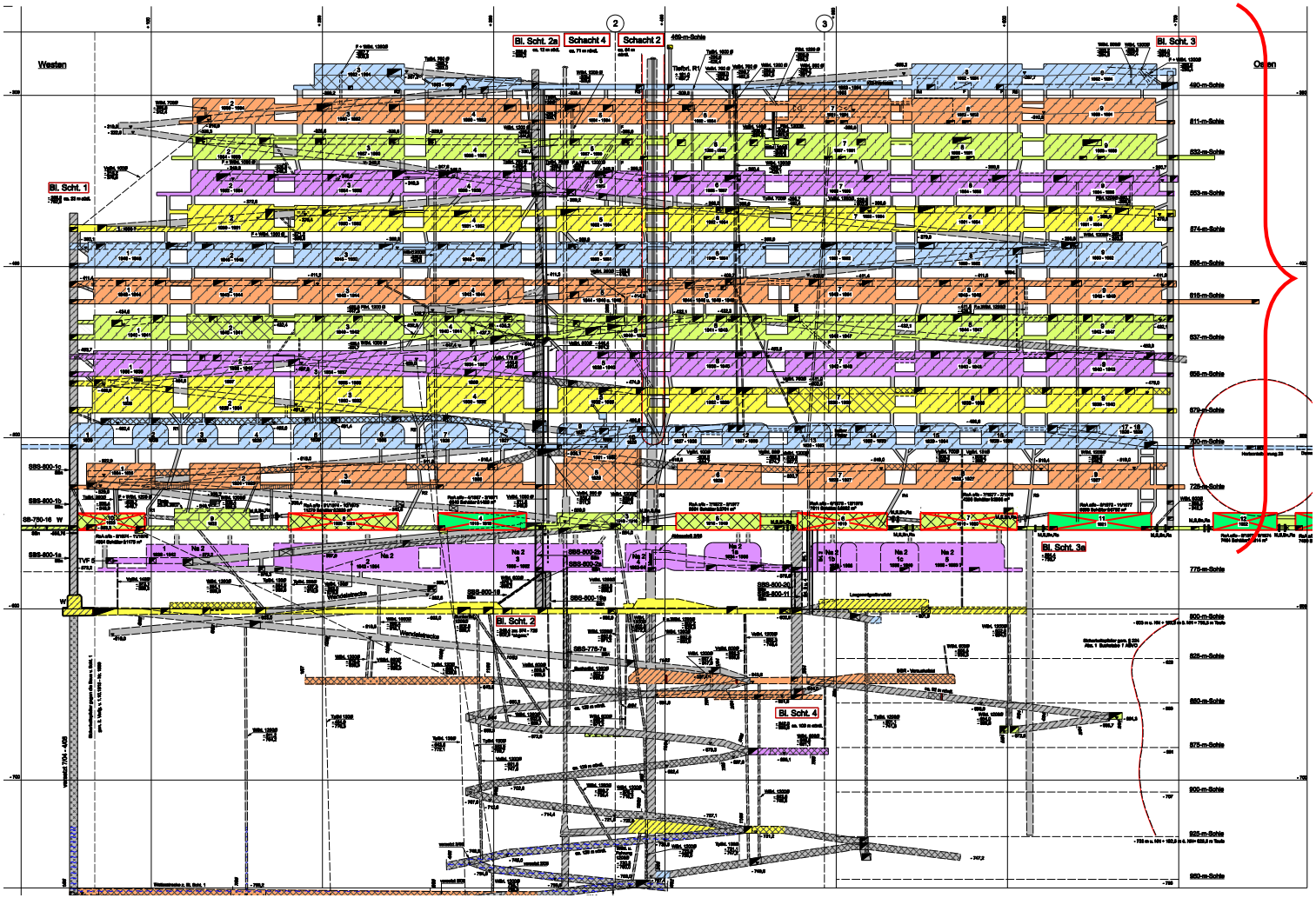
Steinsalzbaufeld im
Sattelkern, 89 %
(2017: 88 %) von
425.000 m^3 verfüllt

Tiefenaufschluss
72 % (2017: 70 %) von
242.000 m^3 verfüllt

Baufeld an der Südflanke



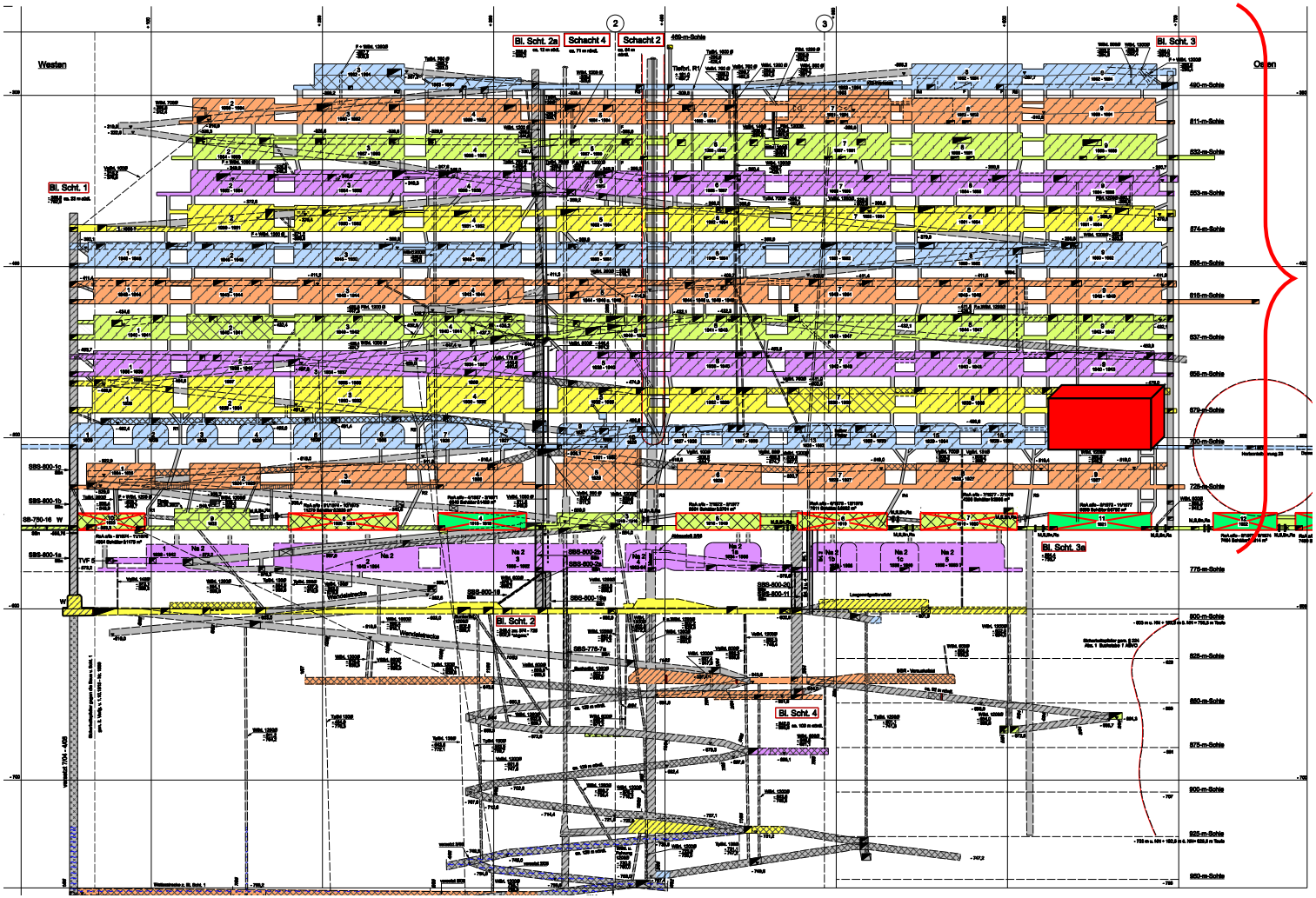
Baufeld an der Südflanke



Baufeld an der Südflanke von der 490-m-Sohle bis zur 750-m-Sohle

- 131 Abbaue

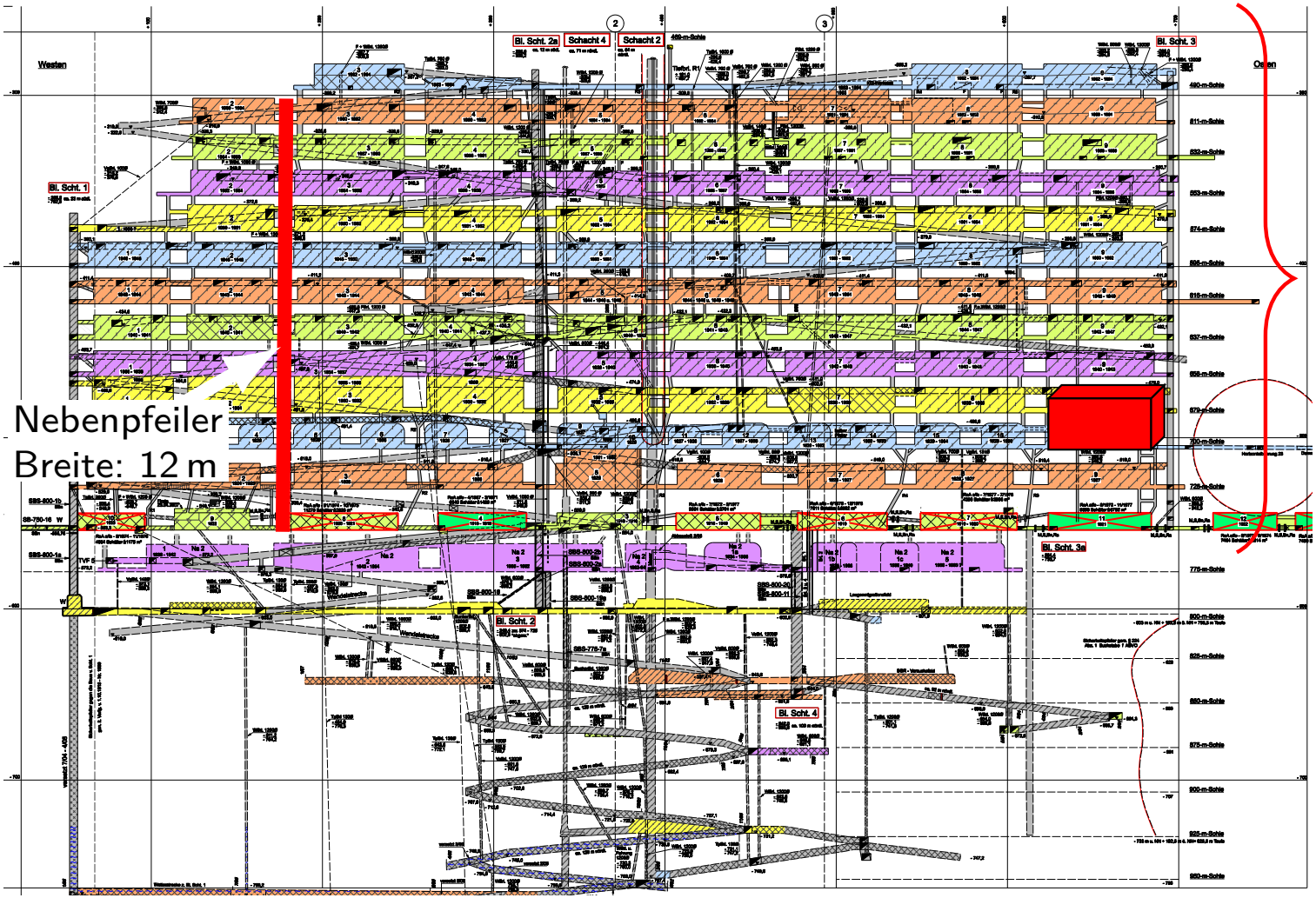
Baufeld an der Südflanke



Baufeld an der Südflanke von der 490-m-Sohle bis zur 750-m-Sohle

- 131 Abbaue
- Abbau
  60 m lang
  40 m breit
  15 m hoch

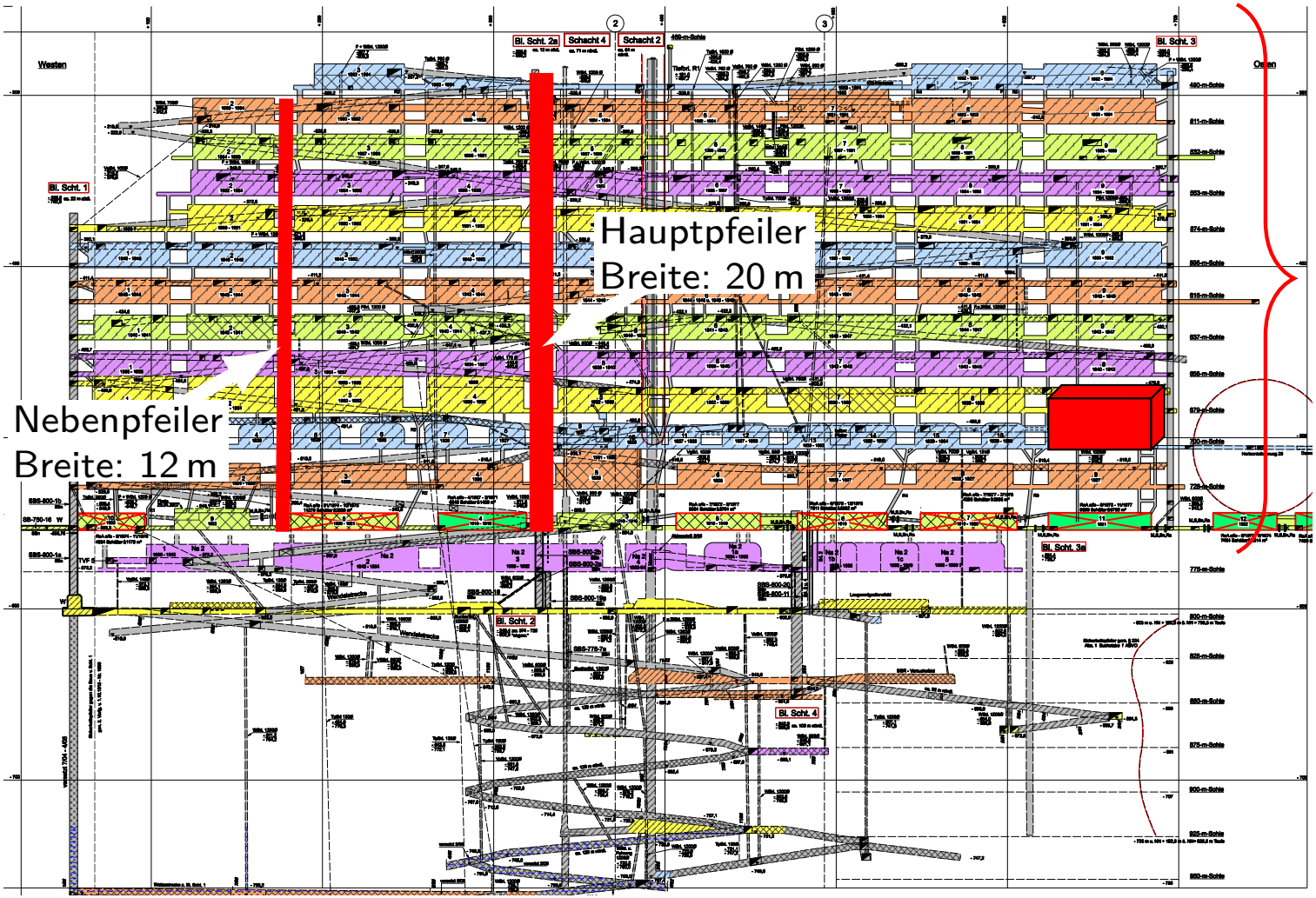
Baufeld an der Südflanke



Baufeld an der Südflanke von der 490-m-Sohle bis zur 750-m-Sohle

- 131 Abbaue
- Abbau
  60 m lang
  40 m breit
  15 m hoch

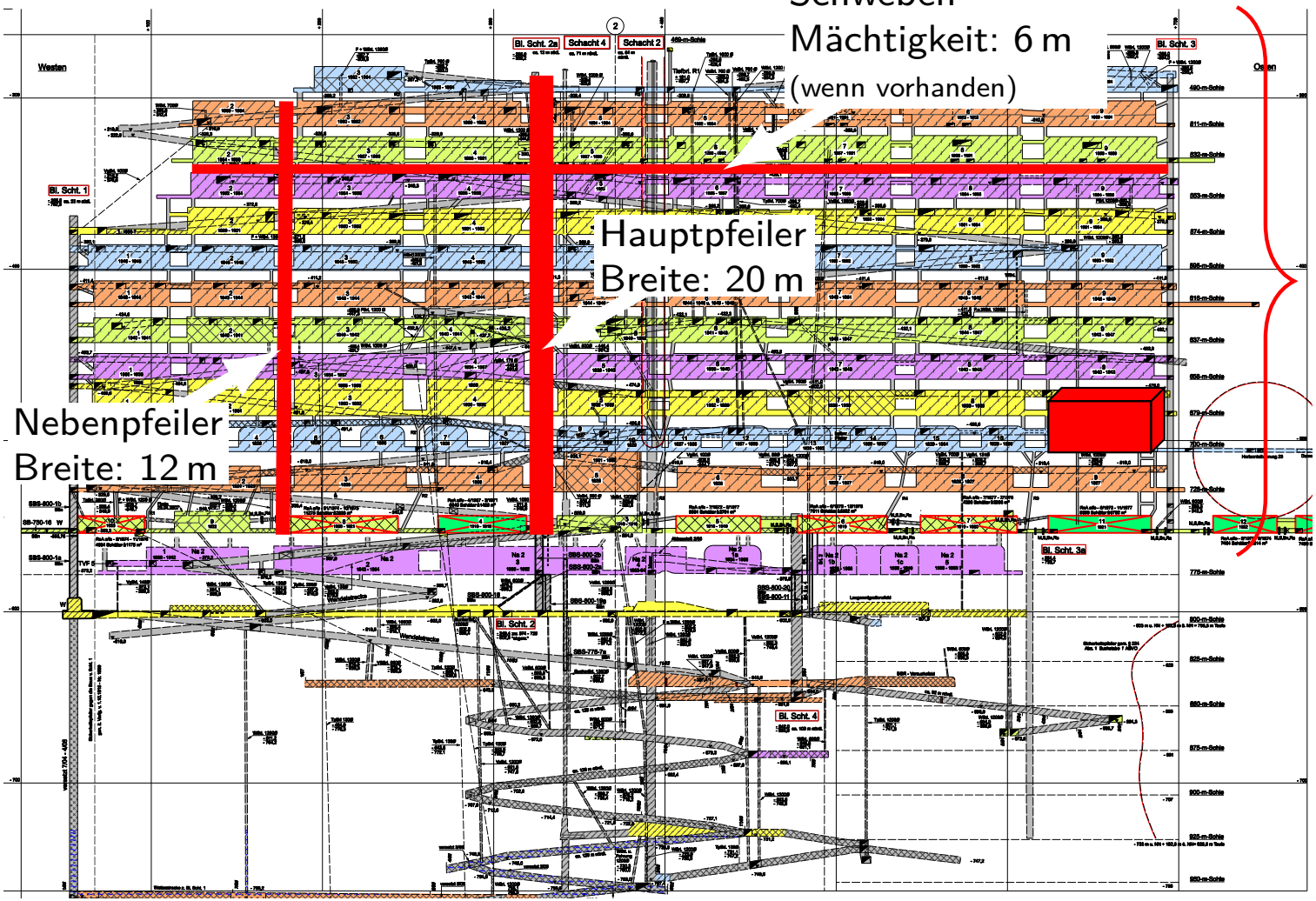
Baufeld an der Südflanke



Baufeld an der Südflanke von der 490-m-Sohle bis zur 750-m-Sohle

- 131 Abbaue
- Abbau
  60 m lang
  40 m breit
  15 m hoch

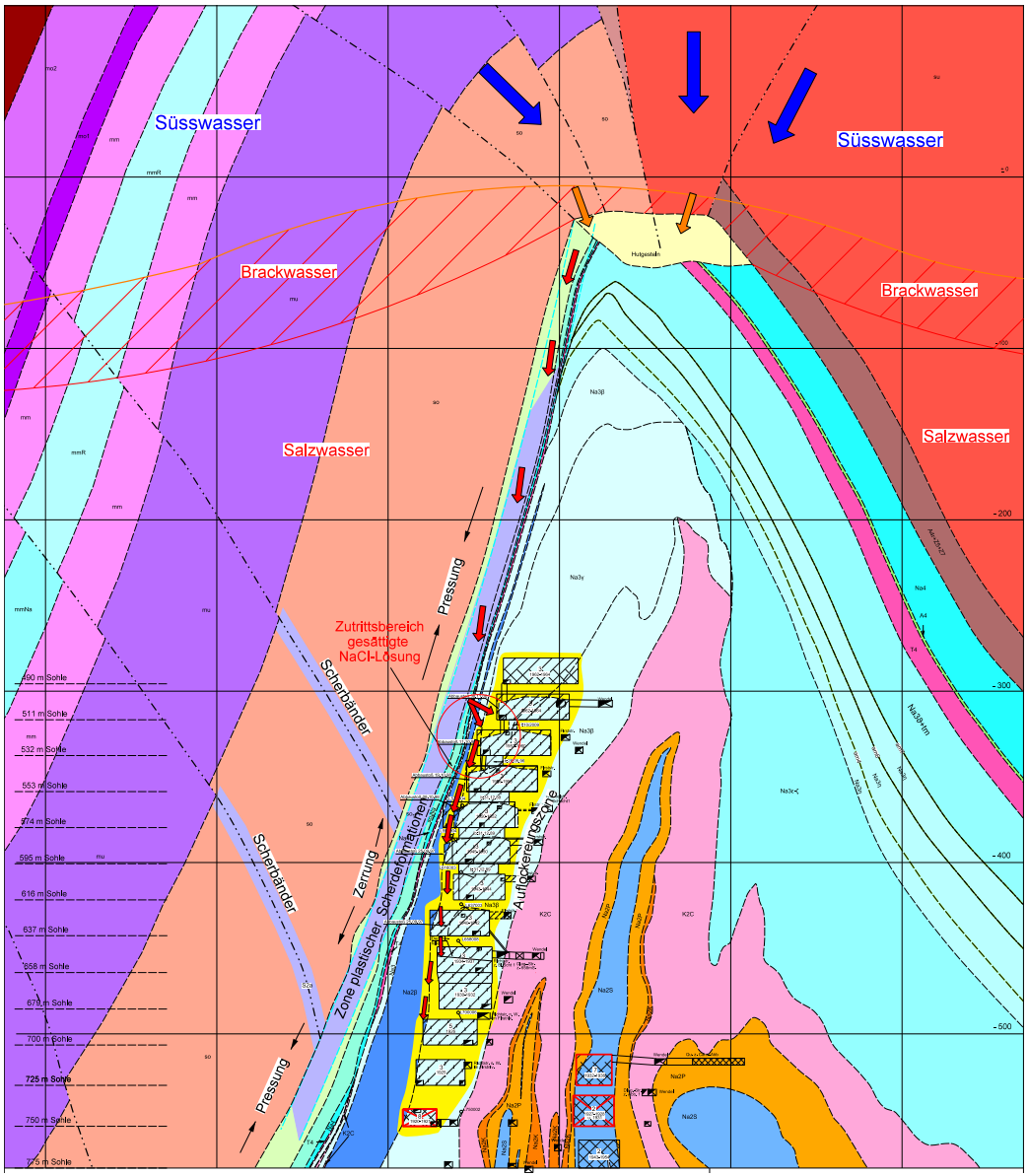
Baufeld an der Südflanke



Baufeld an der Südflanke von der 490-m-Sohle bis zur 750-m-Sohle

- 131 Abbaue
- Abbau
  60 m lang
  40 m breit
  15 m hoch

Interaktion: Deckgebirge – Südflanke



Folgende Gesichtspunkte haben sich für die geotechnische Standortüberwachung seit 2012 neu ergeben:

- **Deutlich verlängerte Betriebsphase**
  Umsetzung der Vorsorgemaßnahmen und Vorbereitung der Rückholung. Dauer der Rückholung mehrere Jahrzehnte.

- **Stabilisierung des Tragsystems**
  Zur Herstellung der Notfallvorsorge und als sichere Planungsgrundlage für die Rückholung sind weitere Stabilisierungsmaßnahmen und ein robustes Lösungsmanagement notwendig.

- **Lokale Monitoringprogramme**
  Durch zunehmende Schädigungen im Bereich genutzter Infrastrukturräume sind lokale Monitoringprogramme zur Bewertung der Gebrauchstauglichkeit initiiert worden. Auf dieser Grundlage werden zielgerichtete Sanierungsmaßnahmen empfohlen und sukzessive umgesetzt.

Seit 2012 wurden in folgenden Bereichen lokale Monitoringprogramme (MP) initiiert bzw. in 2018/2019 fortgeführt:

	Infrastrukturraum	MP vom
1	Infrastrukturbereiche auf der 490-m-Sohle und Abbau 2/511 (oberer Baufeldrand)	31.07.2014
	Ergänzung um den Bereich der ELK 8a/511	05.04.2017
2	Nebenabbaue 6a bis 9b im Osten der 532-m-Sohle	21.10.2013
3	westlicher Teil der 574-m-Sohle	16.07.2013
	Erweiterung um die 553-m-Sohle	11.05.2017
4	Wendelstrecke von der 490- zur 850-m-Sohle	20.01.2017
	Wendelstrecke im Bereich der 616-/637-m-Sohle	23.07.2013
	Wendelstrecke im Bereich der 725-/775-m-Sohle	21.01.2013
5	700-m-Sohle (Richtstrecken im First-/Sohlenniveau)	13.05.2014
	Ergänzung um den Bereich der Baustoffanlagen	20.10.2015
6	westlicher Bereich der nördlichen Richtstrecken nach Osten auf der 750-m-Sohle	22.06.2012
	Erweiterung um den östlichen Abschnitt sowie um die Abbaue 4 und 5/750 (Na2)	15.02.2019
7	Füllortbereich Schacht 2 auf der 750-m-Sohle	12.07.2012
	Ergänzung um Füllort Schacht 4 auf der 750-m-Sohle	24.04.2015
8	725-m-Sohle (Gleitbogenausbaustrecke) und Querschlag nach Norden	08.05.2018

Verfüllmaßnahmen in 2018/2019

Um den Schädigungsprozess weiter zu verlangsamen und die geschädigten Bereiche zu stabilisieren wurden 2018 und Anfang 2019 folgende Maßnahmen umgesetzt:

1. **Firstspaltverfüllung im Baufeld an der Südflanke**
   - Abbaureihe 9 (616- bis zur 679-m-Sohle)
   - Abbau 7/700 und 8/700 auf der 700-m-Sohle
2. **Teilverfüllungen zur Stabilisierung**
   - Erstellung eines Stützbauwerkes in Abbau 4/490

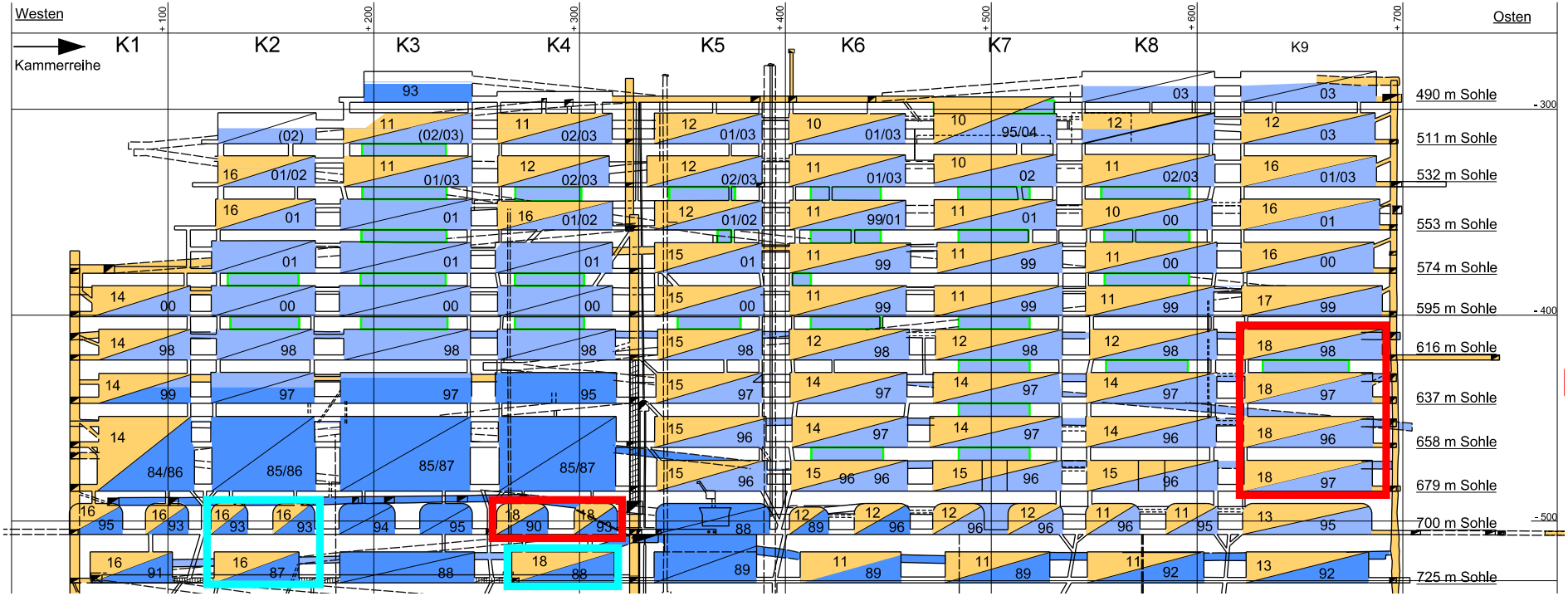
Verfüllmaßnahmen in 2018/2019 *(Forts.)*

3. **Resthohlraumverfüllungen**
   - Strecke Auslaugversuchsfeld auf der 490-m-Sohle
   - Nebenabbaue 9a und 9b auf der 532-m-Sohle
   - Abbaubegleitstrecke vor Abbau 3 auf der 574-m-Sohle
   - im westlichen Teil der Abbaubegleitstrecke auf der 595-m-Sohle läuft aktuell die Verfüllung
   - Abbaubegleitstrecke nördlich der Abbaue 6 bis 8 auf der 616-m-Sohle
   - Erkundungsstrecke nach Norden aus Zugangsstrecke zum Schacht 2 auf der 637-m-Sohle
   - westlicher Bereich der Strecke zum Abbau 4/658 (alte Wendelstrecke)
   - 1. südliche Richtstrecke nach Westen auf der 750-m-Sohle inkl. der Querschläge zur 2. südlichen Richtstrecke
   - Querschlag zum westl. Blindschacht auf der 800-m-Sohle und westl. Blindschacht (750- bis zur 800-m-Sohle)

Maßnahmen mit Einfluss auf die gebirgsmechanische Situation im Grubengebäude

- **Südflanke 490- bis 725-m-Sohle**
  Im **Jahr 2018** wurden in 6 Abbauen die Firstspalte und weitere Resthohlräume in nicht mehr benötigten Streckenabschnitten verfüllt. Mit Stand 05/2019 wurden insgesamt seit Ende 2009 ca. 178.000 m^3 Sorelbeton im Baufeld an der Südflanke eingebracht (dies entspricht ca. 6 % des Hohlraumvolumens).

Status – Resthohlraum- und Firstspaltverfüllung Stand 05/2019



Eigenversatz

Ronnenbergversatz

Sorelbeton

Schwebendurchbruch

2018 verfüllt

Verfüllung begonnen

Schema

Abbau verfüllt

Firste betoniert

Maßnahmen mit Einfluss auf die gebirgsmechanische Situation im Grubengebäude

- **Sattelkern 750- bis 775-m-Sohle**
  Die Firstspaltverfüllung auf der 775-m-Sohle wurde im September 2013 abgeschlossen. Die 9 Abbaue inkl. Zugänge wurden mit insgesamt ca. 17.000 m^3 Sorelbeton nachversetzt. Der Abbau 4a/750 wurde im Jahr 2017 mit ca. 4.700 m^3 Sorelbeton nachverfüllt.

- **Carnallititbaufeld an der Nordflanke (750 bis 710 m Teufe)**
  In den Abbauen und Streckenabschnitten wurden Resthohlräume erkundet.

  $\Rightarrow$ Verfüllmaßnahmen haben 2016 begonnen.
  $\Rightarrow$ Firstspalte in den Kali-Abbauen 1 bis 5 Ost und 12 Ost mit insgesamt ca. 2.100 m^3 verfüllt.
  $\Rightarrow$ Resthohlräume in umliegenden Grubenbauen (Strecken und Gesenke) ca. 1.700 m^3.

Teil II

Spannungs- und Verformungszustand

Übersicht Teil II

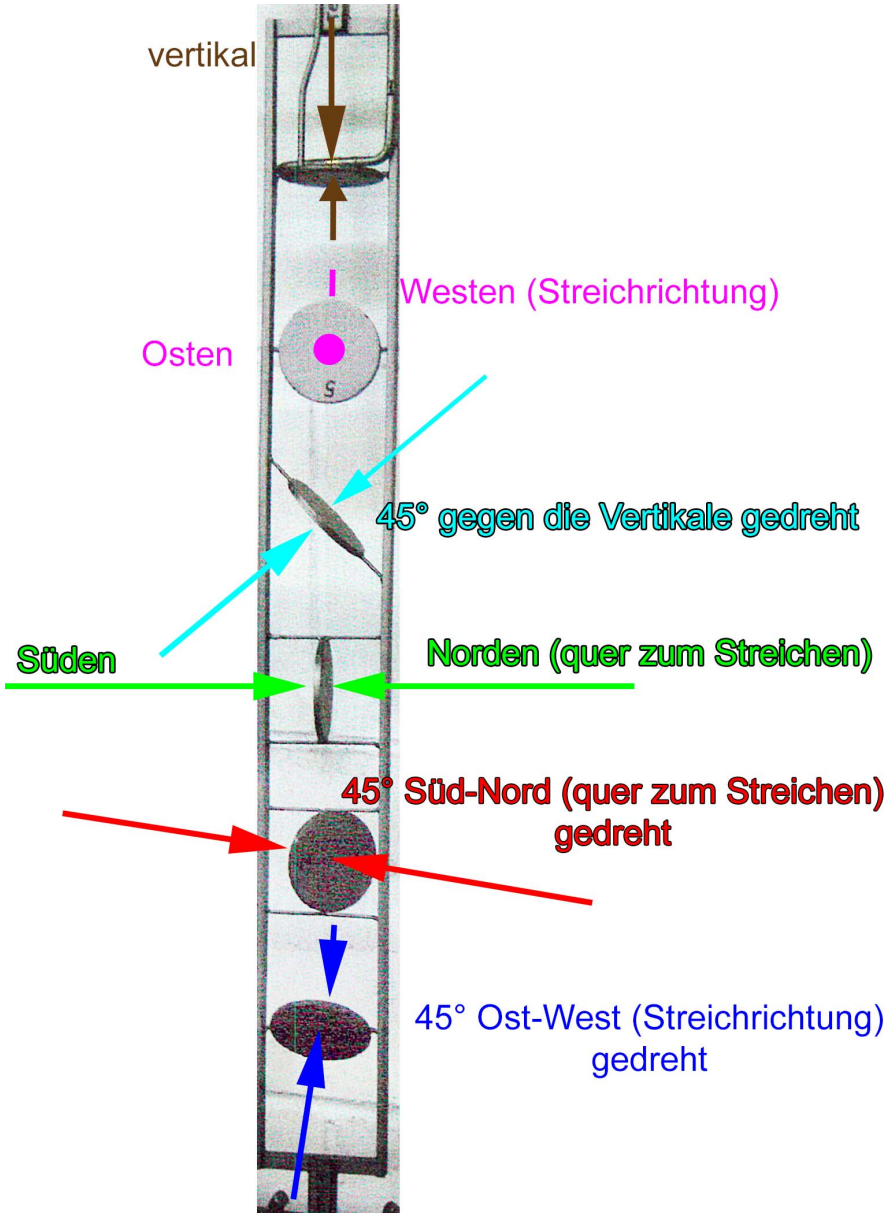
1. Spannungsmessungen in den Tragelementen

2. Verformungsmessungen

Übersicht

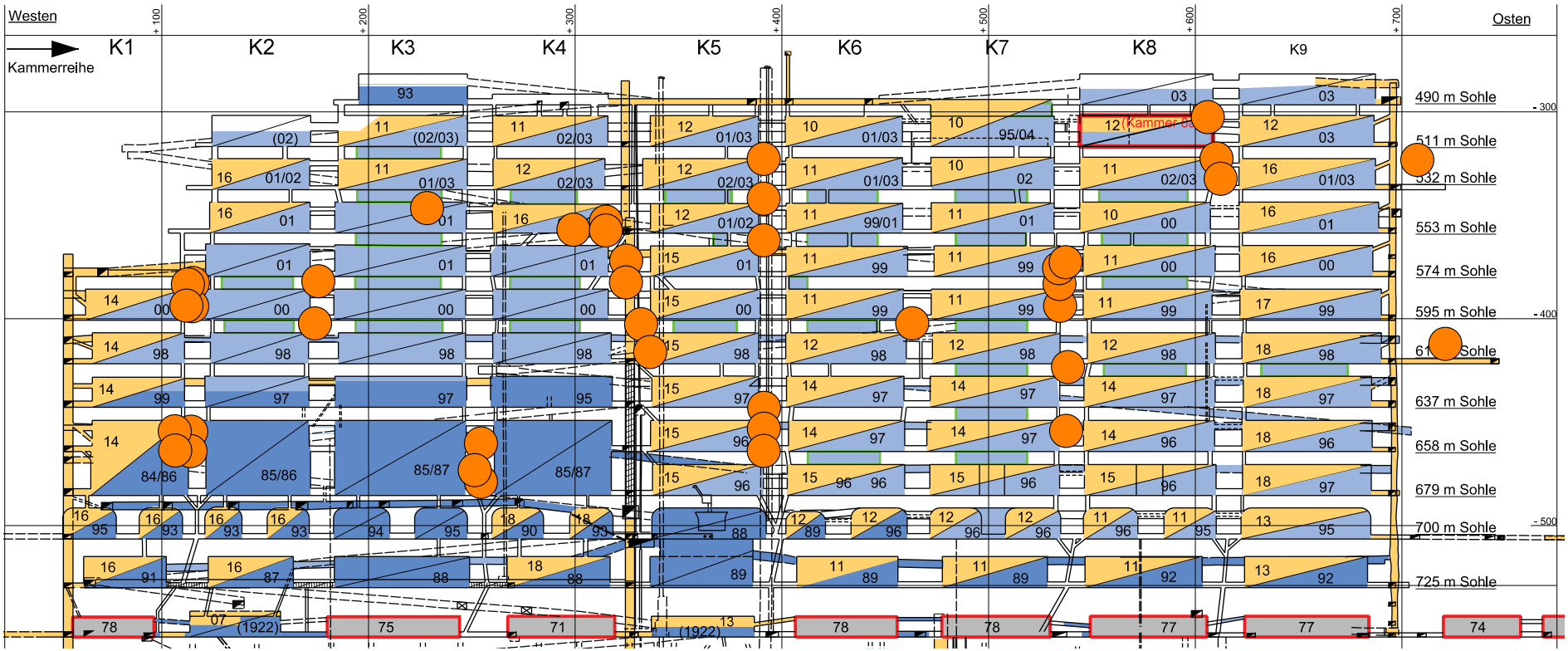
1. Spannungsmessungen in den Tragelementen
2. Verformungsmessungen

Aufbau einer Spannungsmonitorstation



- Einbau in Bohrungen
- Orientierung der Druckkissen entsprechend der Raumlage der Bohrung ausgerichtet. Systembild zeigt eine SMS für vertikale Bohrung.
- Bohrung wird im Bereich der SMS mit Sorelmörtel (feine Körnung) verfüllt.

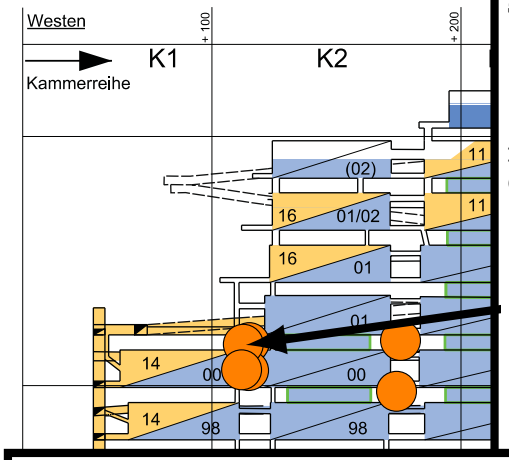
Lage der Spannungsmonitorstationen (SMS)

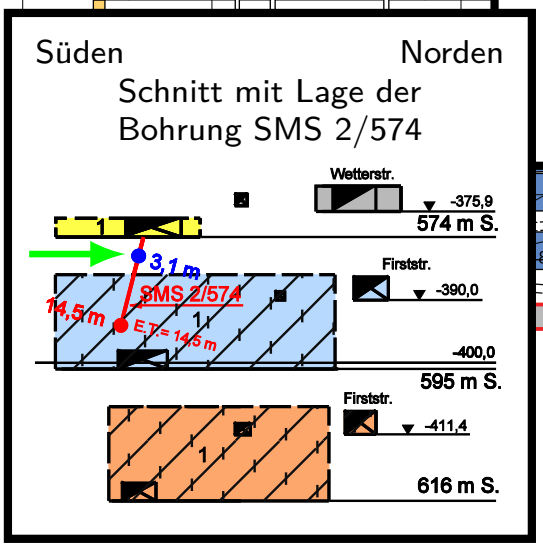


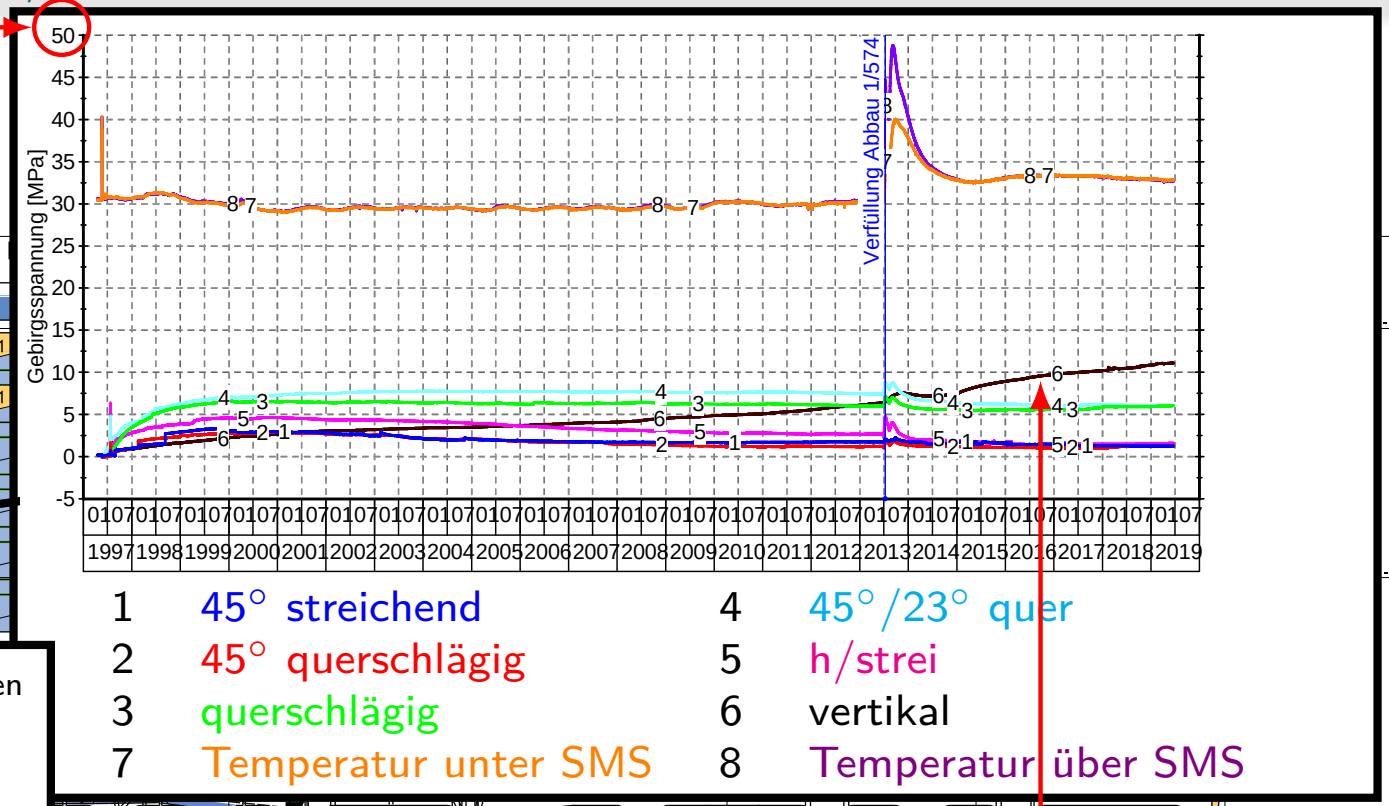
● Spannungsmonitorstation (38 SMS in Messwerterfassung)

Spannungssituation im Pfeiler 1/2

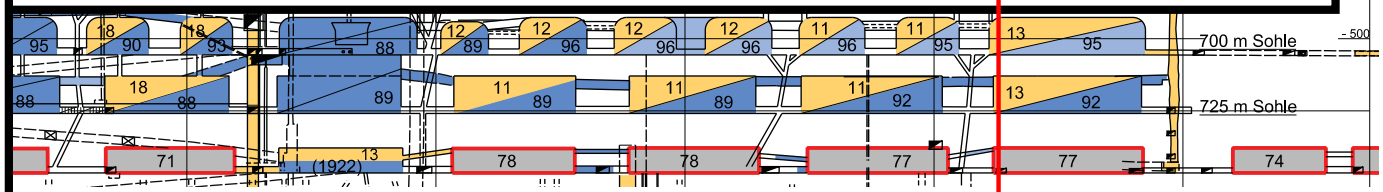
Südlicher Pfeilerbereich, 577 m Teufe – Messwerte







1	45° streichend	4	45°/23° quer
2	45° querschlägig	5	h/strei
3	querschlägig	6	vertikal
7	Temperatur unter SMS	8	Temperatur über SMS

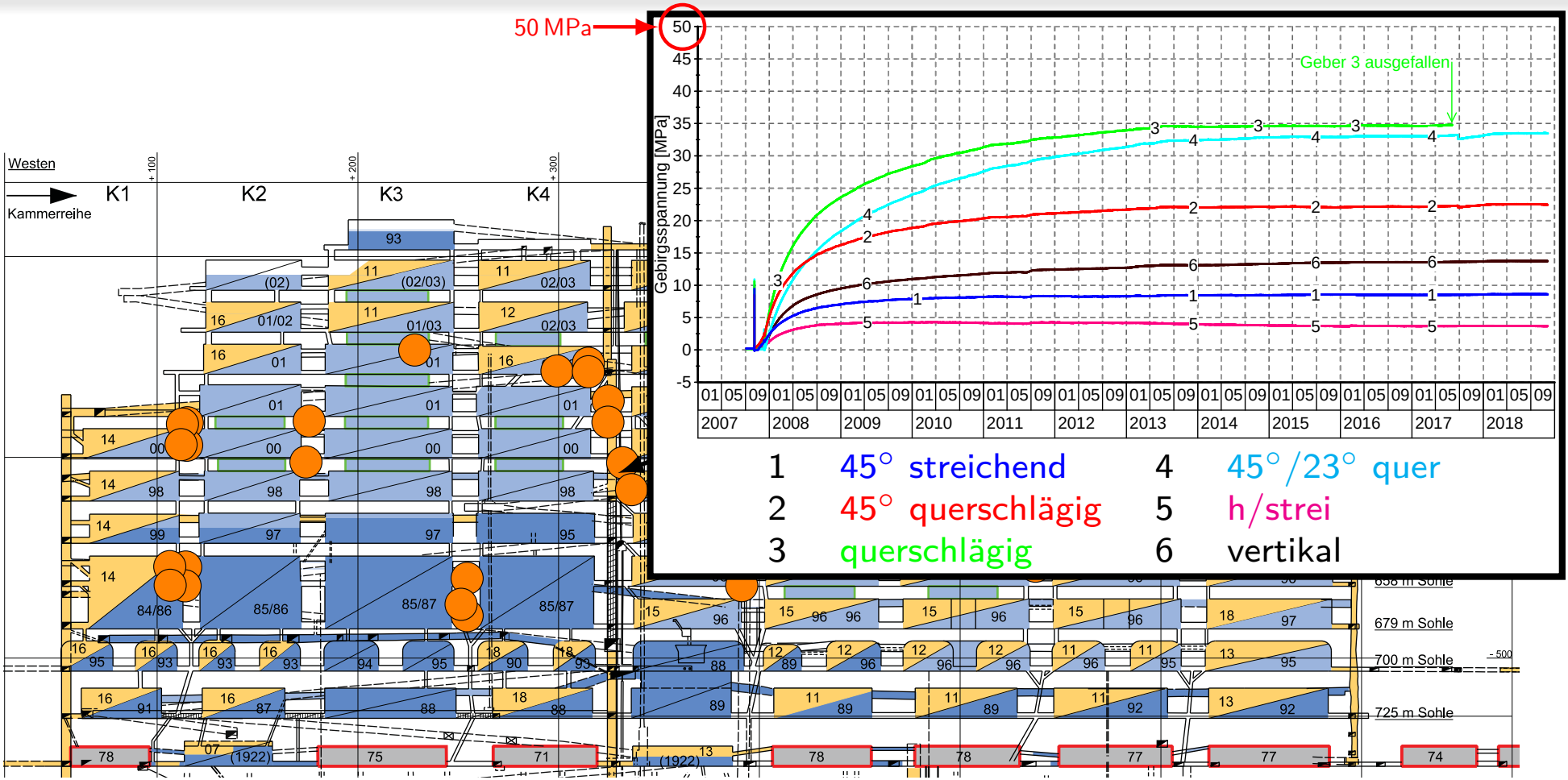


Messbeginn: 1997

Anstieg resultiert aus der Verfüllung von Abbau 1/574

Spannungssituation im Pfeiler 4/5

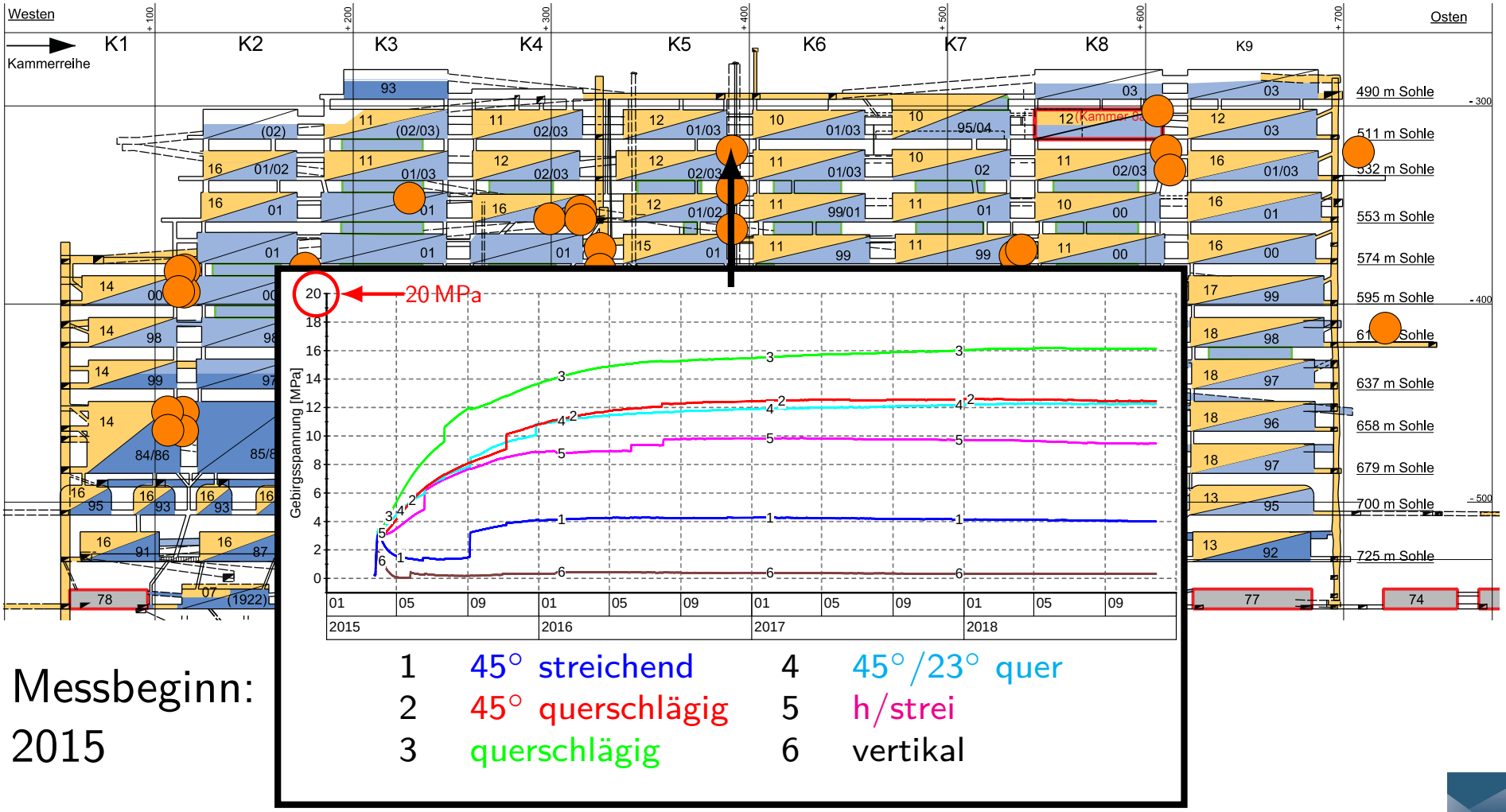
Pfeilermitte 609 m Teufe – Messwerte



Messbeginn: 2007

Spannungssituation im Pfeiler 5/6

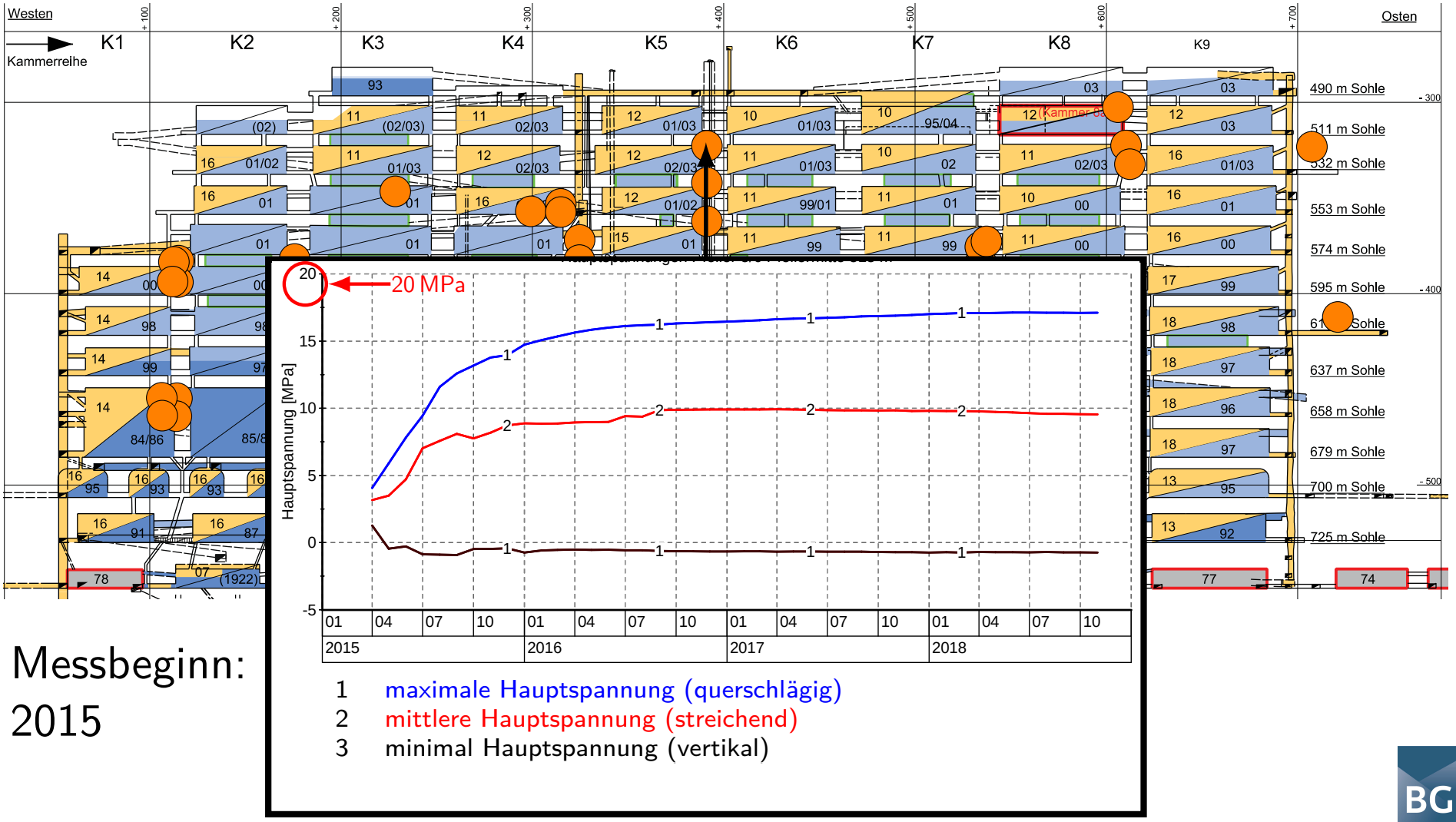
Pfeilermitte, 513 m Teufe – Messwerte



Messbeginn:
2015

Spannungssituation im Pfeiler 5/6

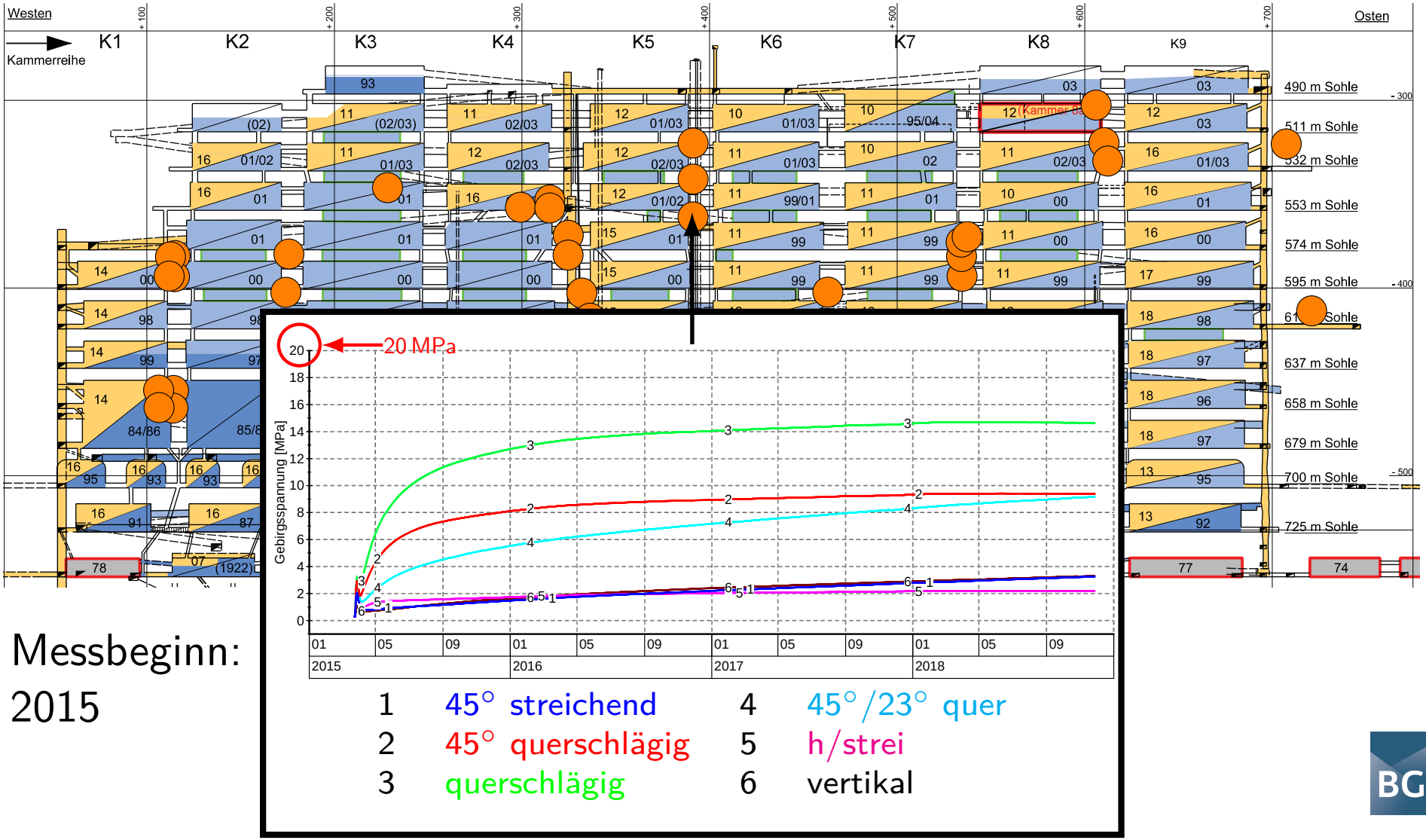
Pfeilermitte, 513 m Teufe – berechnete Hauptspannungen



Messbeginn: 2015

Spannungssituation im Pfeiler 5/6

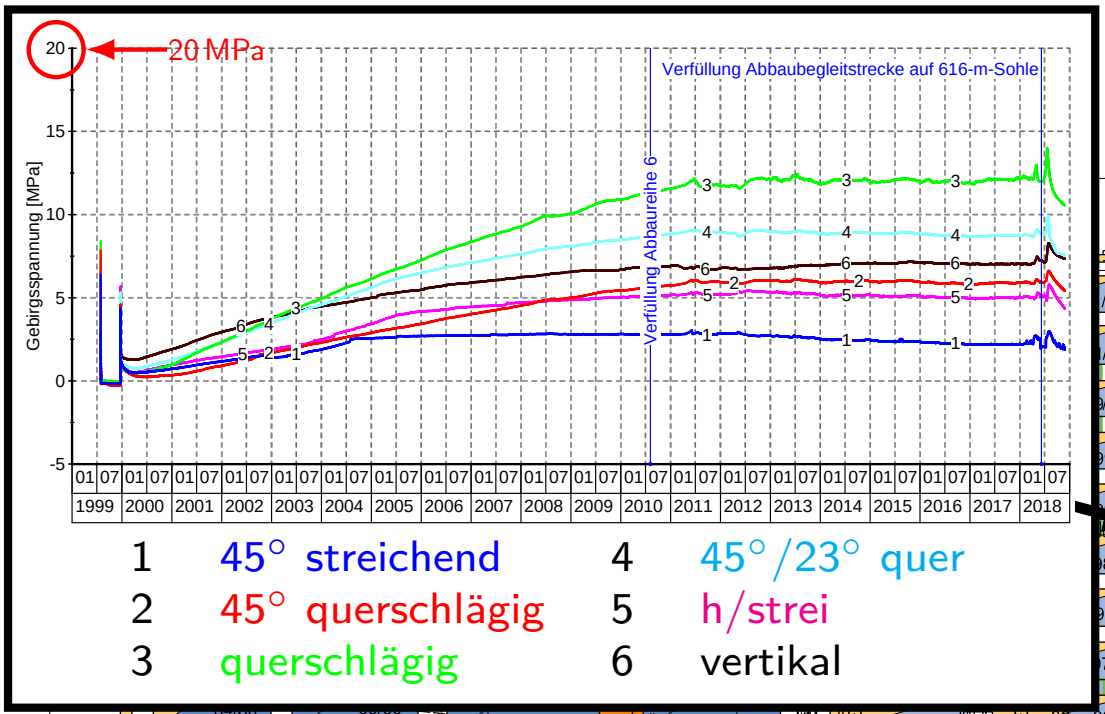
Pfeilermitte, 555 m Teufe – Messwerte

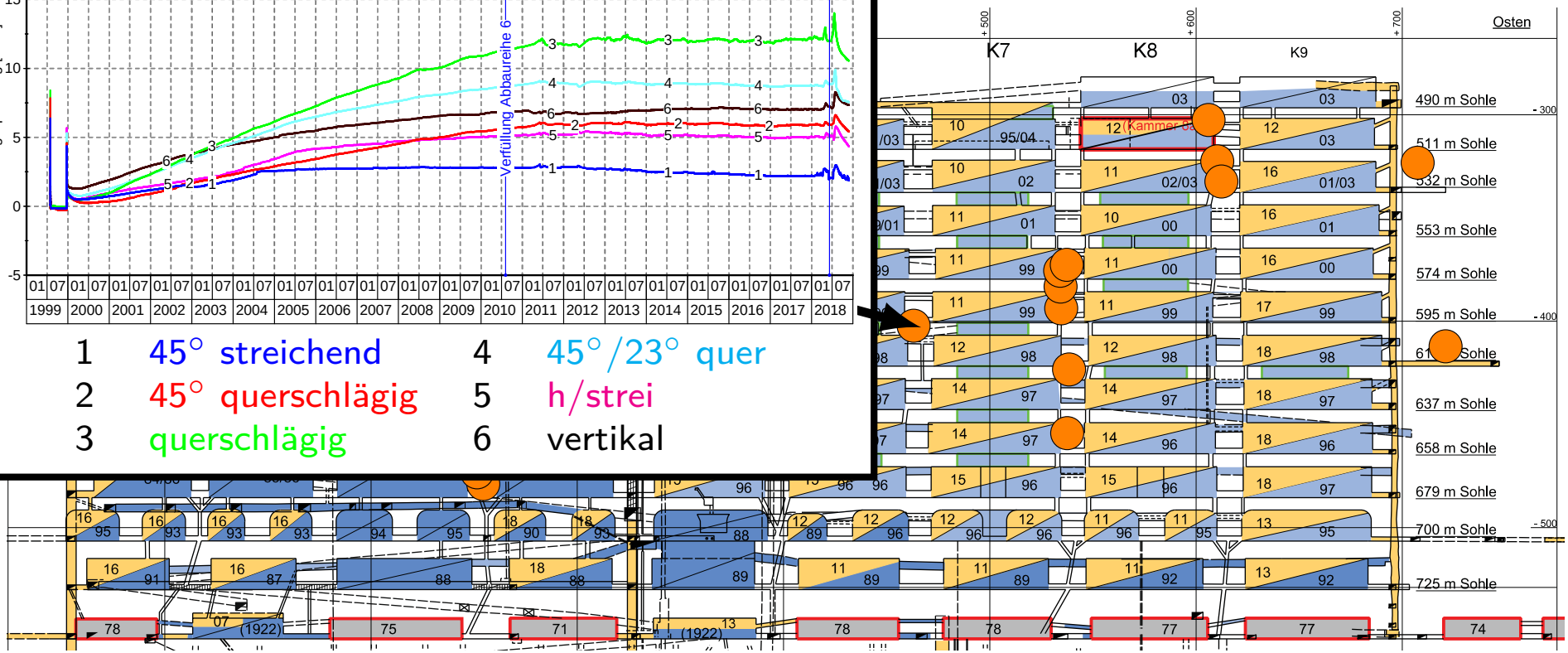


Messbeginn:
2015

Spannungssituation im Pfeiler 6/7

Nördlicher Pfeilerbereich, 599 m Teufe – Messwerte

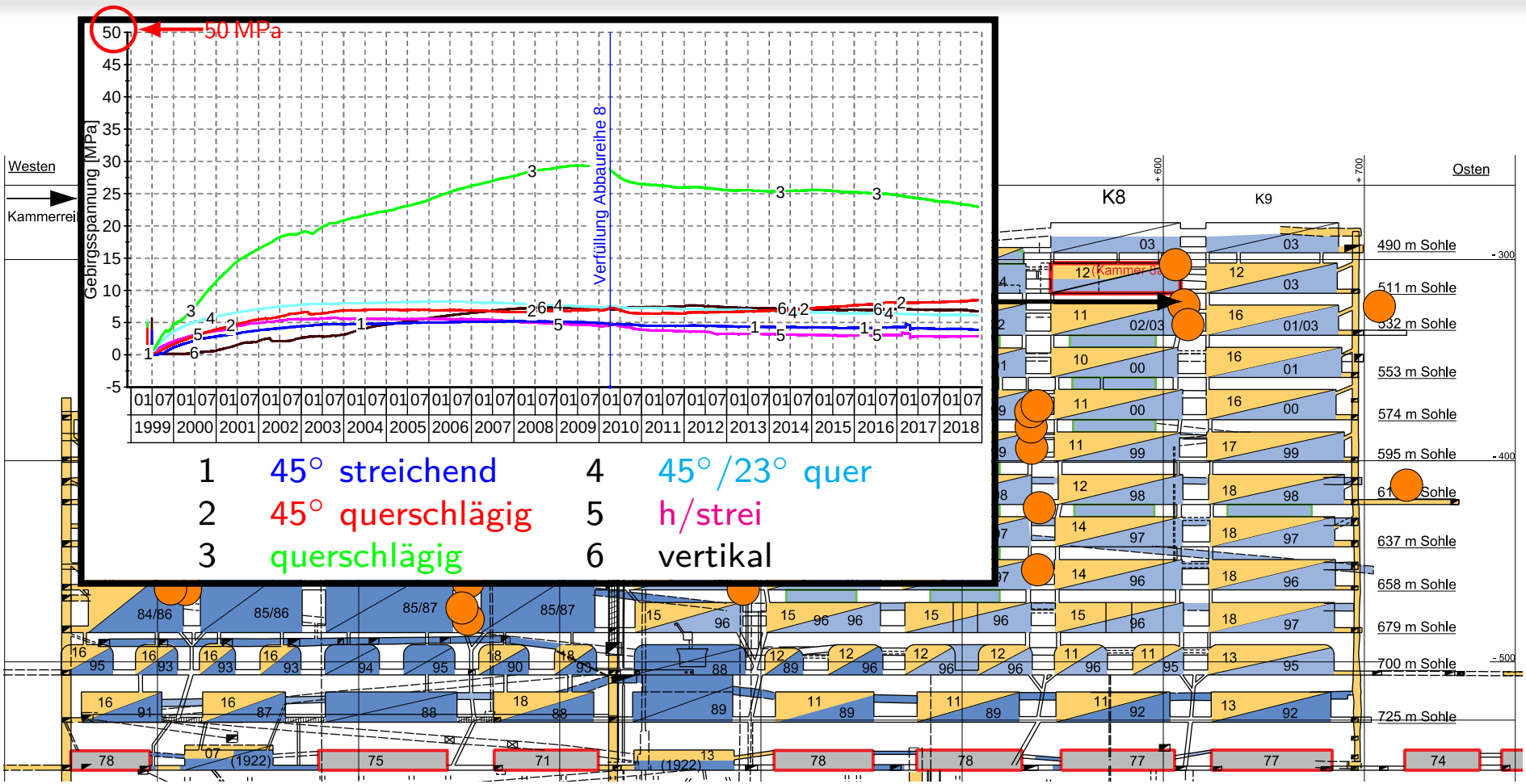




Messbeginn: 1999

Spannungssituation im Pfeiler 8/9

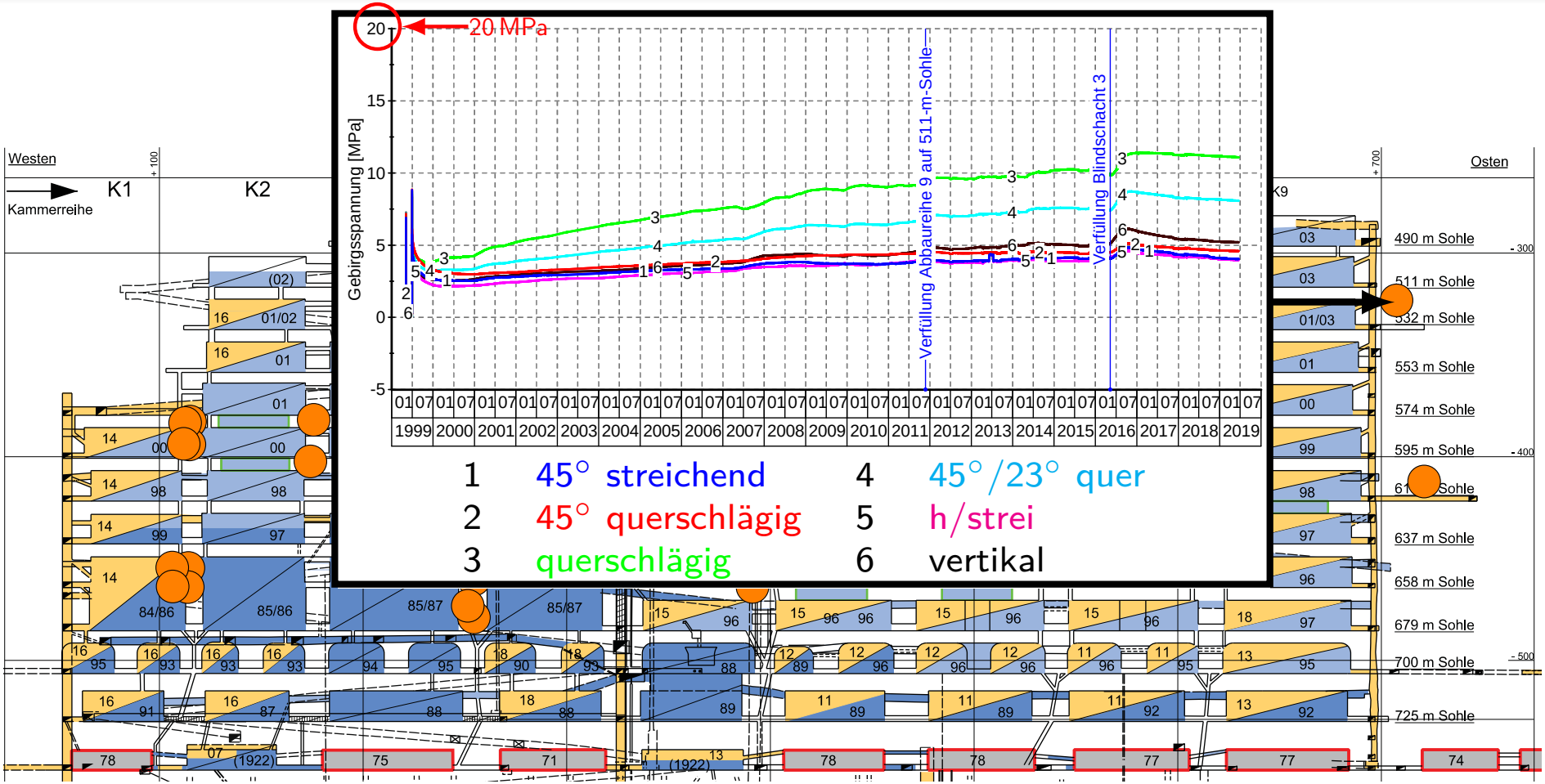
Pfeilermitte, 514 m Teufe – Messwerte



Messbeginn: 1999

Spannungssituation am östlichen Baufeldrand

514 m Teufe – Messwerte



Messbeginn: 1999

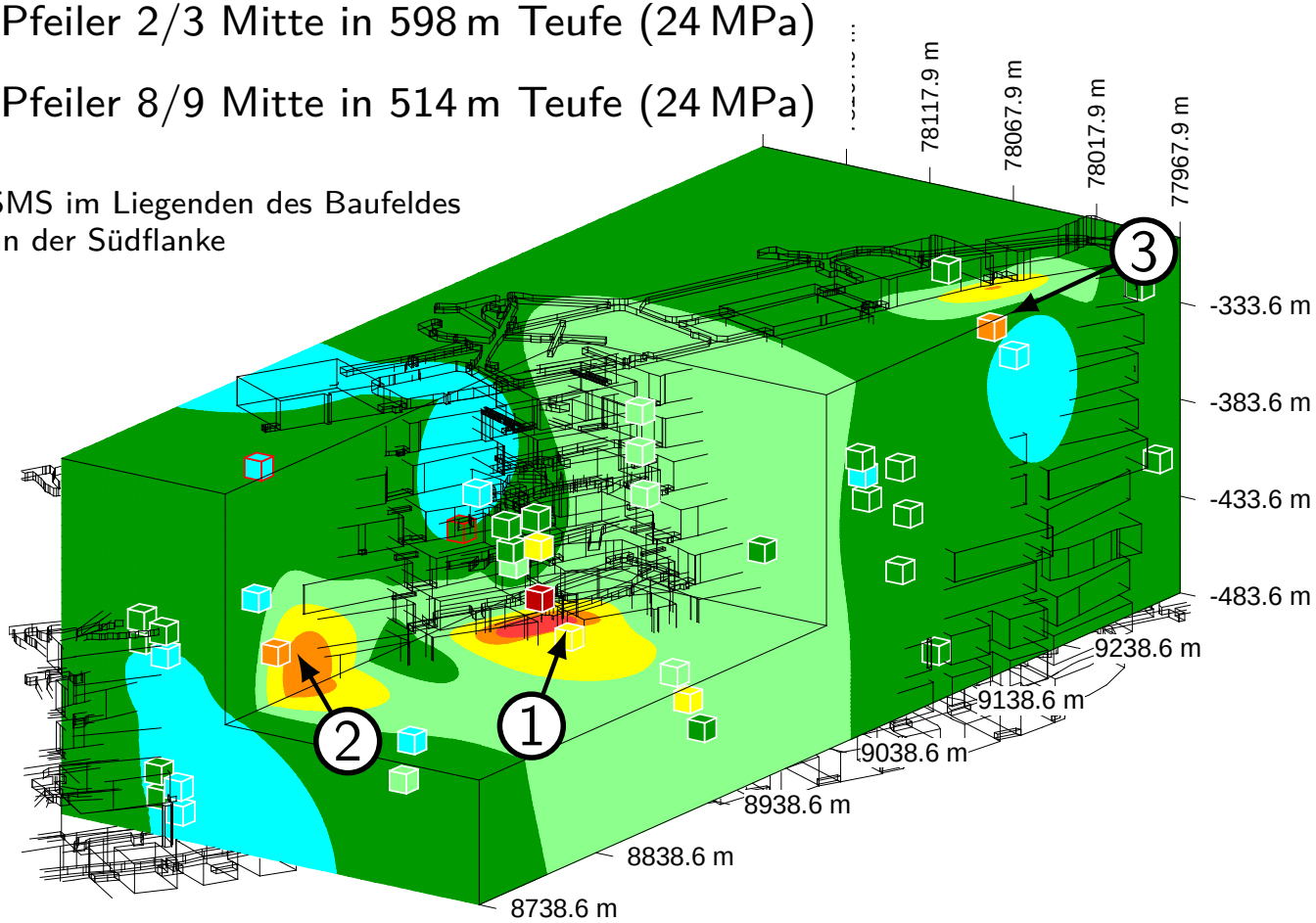
Maximalspannungsmesswerte 11/2017

① Pfeiler 4/5 Süd in 566 m Teufe (35 MPa)

② Pfeiler 2/3 Mitte in 598 m Teufe (24 MPa)

③ Pfeiler 8/9 Mitte in 514 m Teufe (24 MPa)

SMS im Liegenden des Baufeldes
an der Südflanke



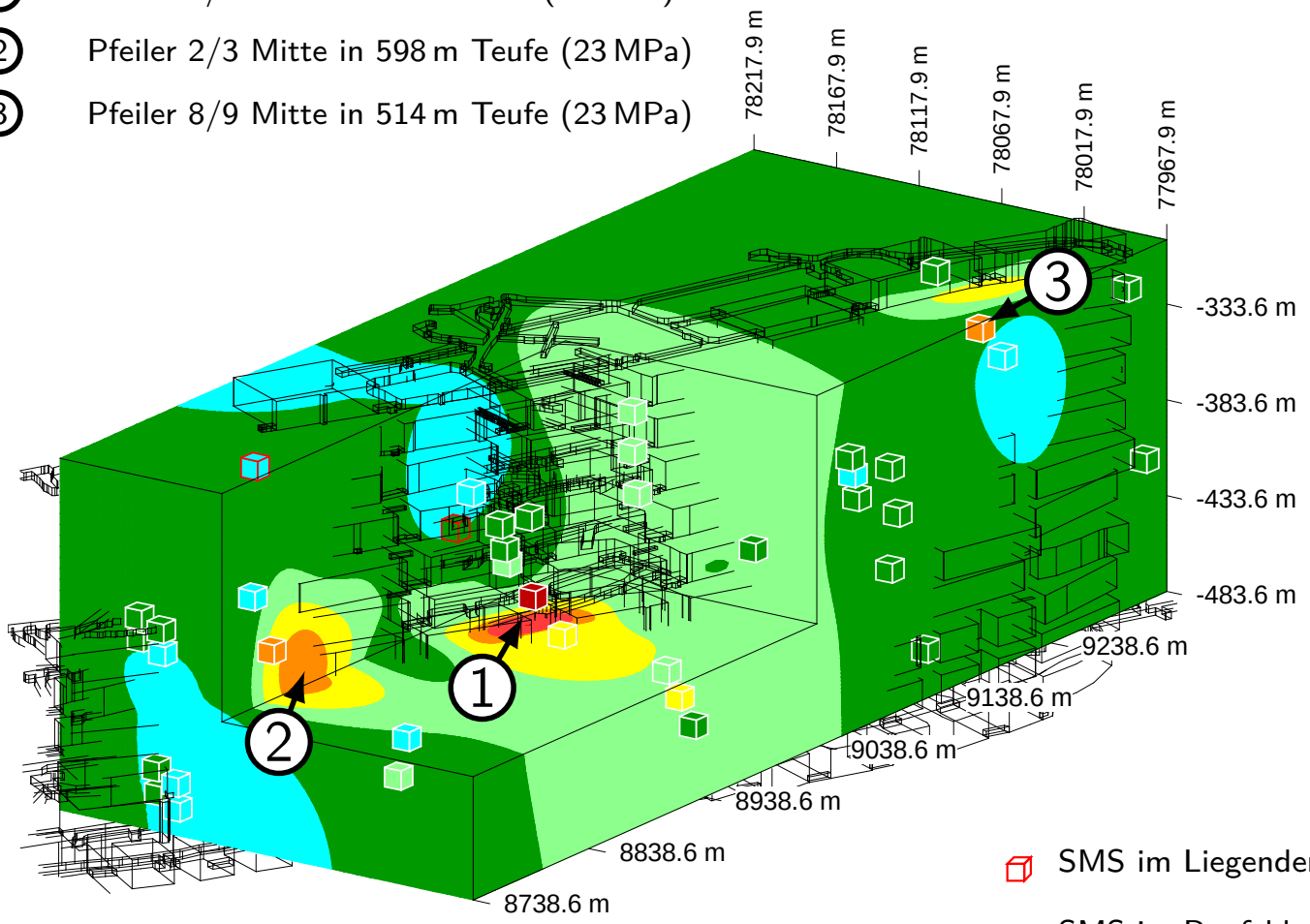
Druckspannung [MPa]
40.0
35.0
30.0
25.0
20.0
15.0
10.0
5.0
0.0
Stationen mit
mehr als einem Messwert

Maximalspannungsmesswerte 11/2018

① Pfeiler 4/5 Süd in 566 m Teufe (33 MPa)

② Pfeiler 2/3 Mitte in 598 m Teufe (23 MPa)

③ Pfeiler 8/9 Mitte in 514 m Teufe (23 MPa)



Druckspannung [MPa]

40.0
35.0
30.0
25.0
20.0
15.0
10.0
5.0
0.0

Stationen mit
mehr als einem Messwert

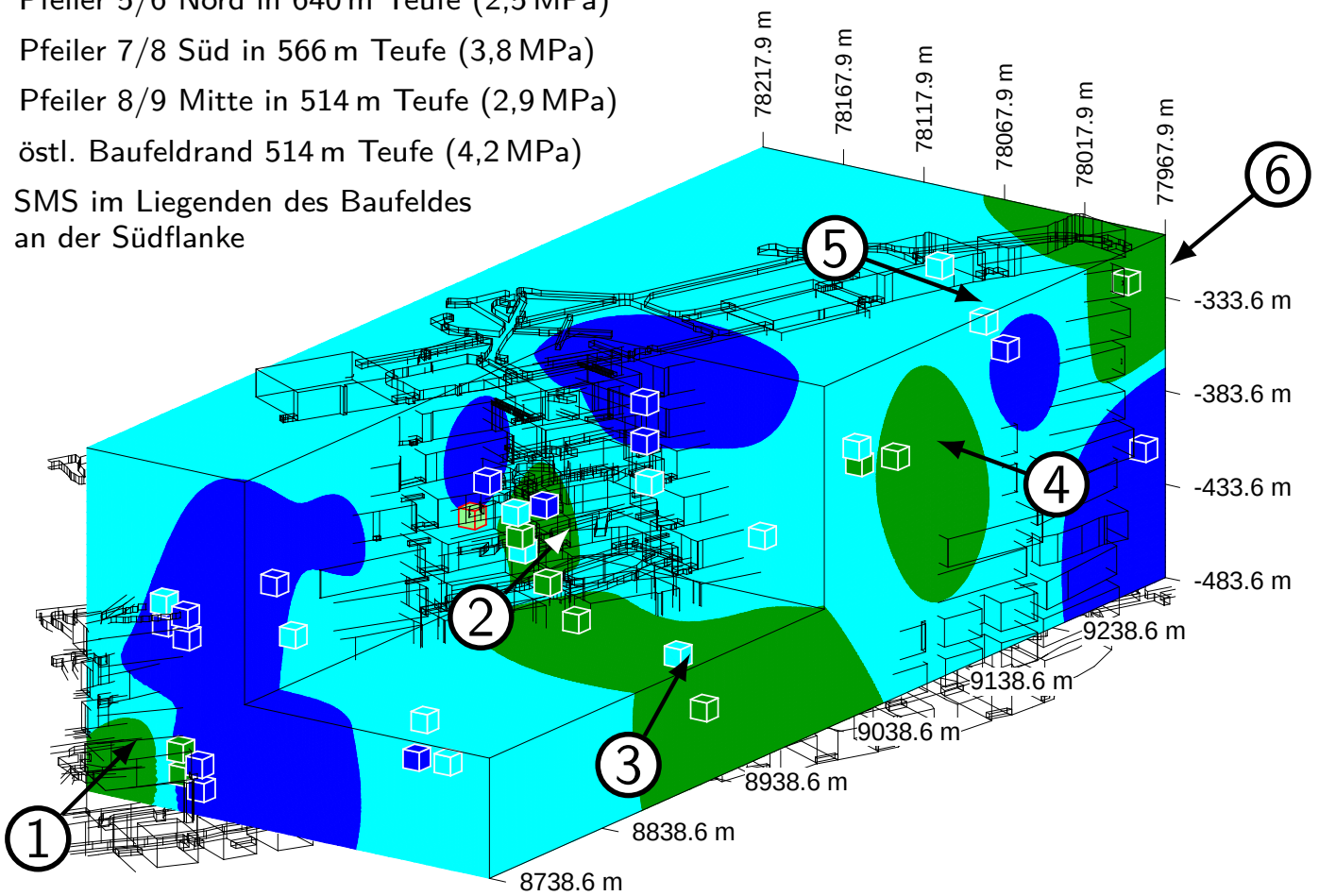
SMS im Liegenden des Baufeldes an der Südflanke

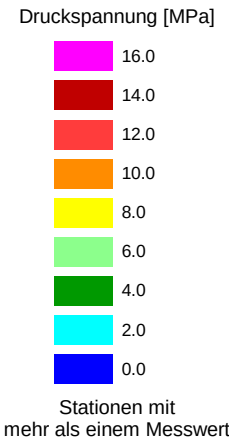
SMS im Baufeld an der Südflanke

Minimalspannungsmesswerte 11/2017

1. Pfeiler 1/2 Nord in 651 m Teufe (3,8 MPa)
2. Pfeiler 4/5 Nord in 577 m Teufe (3,8 MPa)
3. Pfeiler 5/6 Nord in 640 m Teufe (2,5 MPa)
4. Pfeiler 7/8 Süd in 566 m Teufe (3,8 MPa)
5. Pfeiler 8/9 Mitte in 514 m Teufe (2,9 MPa)
6. östl. Baufeldrand 514 m Teufe (4,2 MPa)

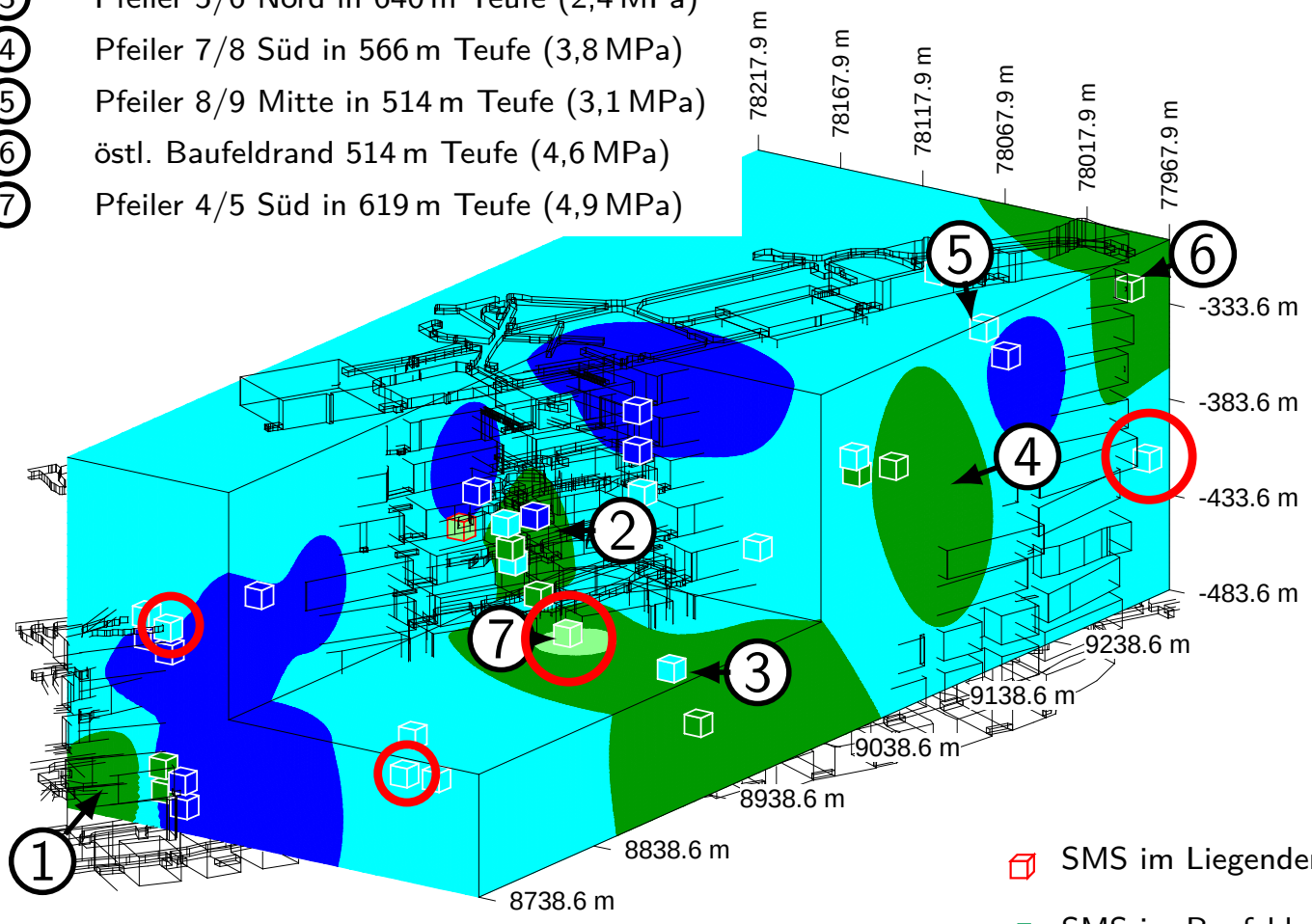
SMS im Liegenden des Baufeldes an der Südflanke

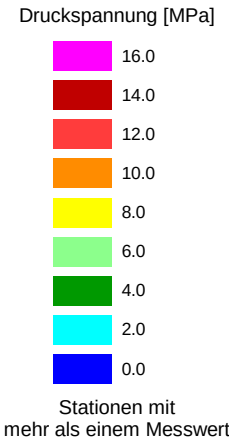




Minimalspannungsmesswerte 11/2018

① Pfeiler 1/2 Nord in 651 m Teufe (3,8 MPa)
② Pfeiler 4/5 Nord in 577 m Teufe (3,9 MPa)
③ Pfeiler 5/6 Nord in 640 m Teufe (2,4 MPa)
④ Pfeiler 7/8 Süd in 566 m Teufe (3,8 MPa)
⑤ Pfeiler 8/9 Mitte in 514 m Teufe (3,1 MPa)
⑥ östl. Baufeldrand 514 m Teufe (4,6 MPa)
⑦ Pfeiler 4/5 Süd in 619 m Teufe (4,9 MPa)





SMS im Liegenden des Baufeldes an der Südflanke

SMS im Baufeld an der Südflanke

Erhöhung der Minimalspannungen in 2018

Übersicht

1. Spannungsmessungen in den Tragelementen

2. Verformungsmessungen
   - Extensometermessungen
   - Konvergenzmessungen

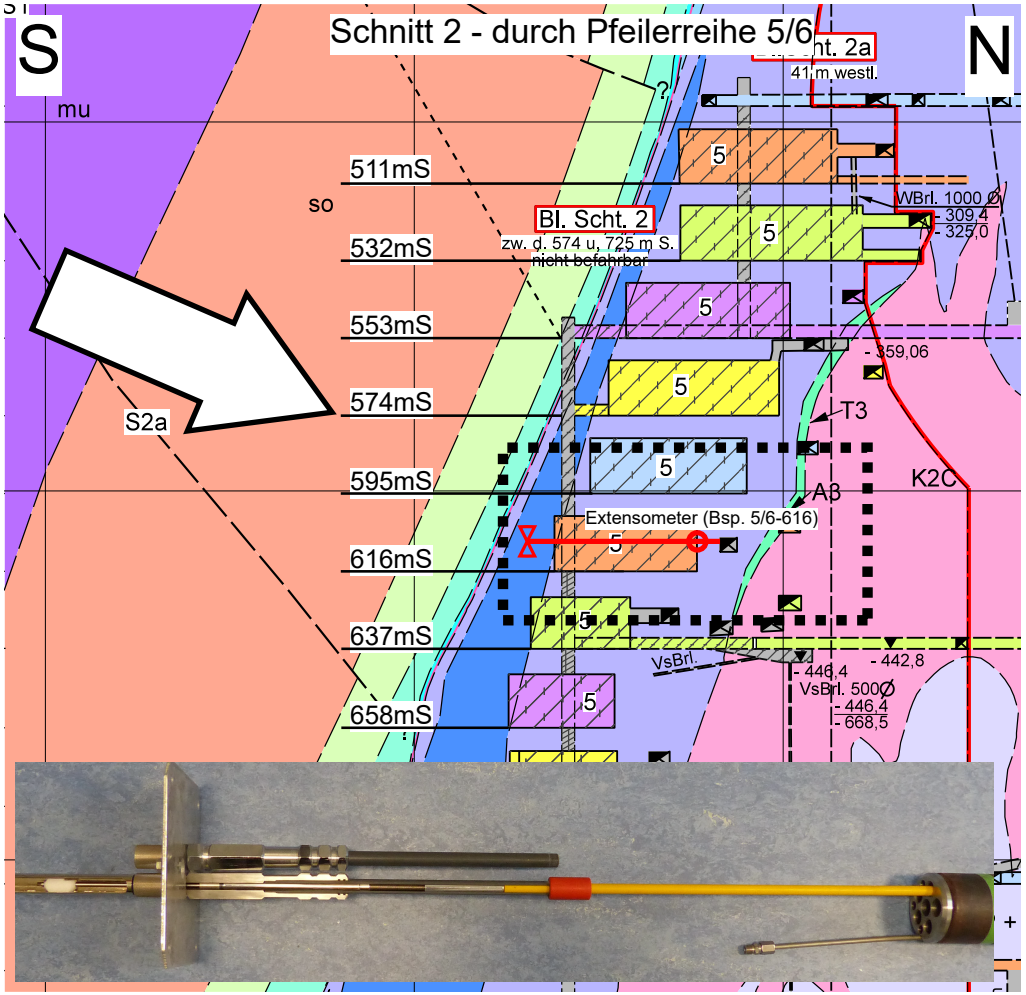
Übersicht

1. Spannungsmessungen in den Tragelementen

2. Verformungsmessungen
   - Extensometermessungen
   - Konvergenzmessungen

Extensometermessungen

Messprinzip der querschlägigen Pfeilerstauchungen

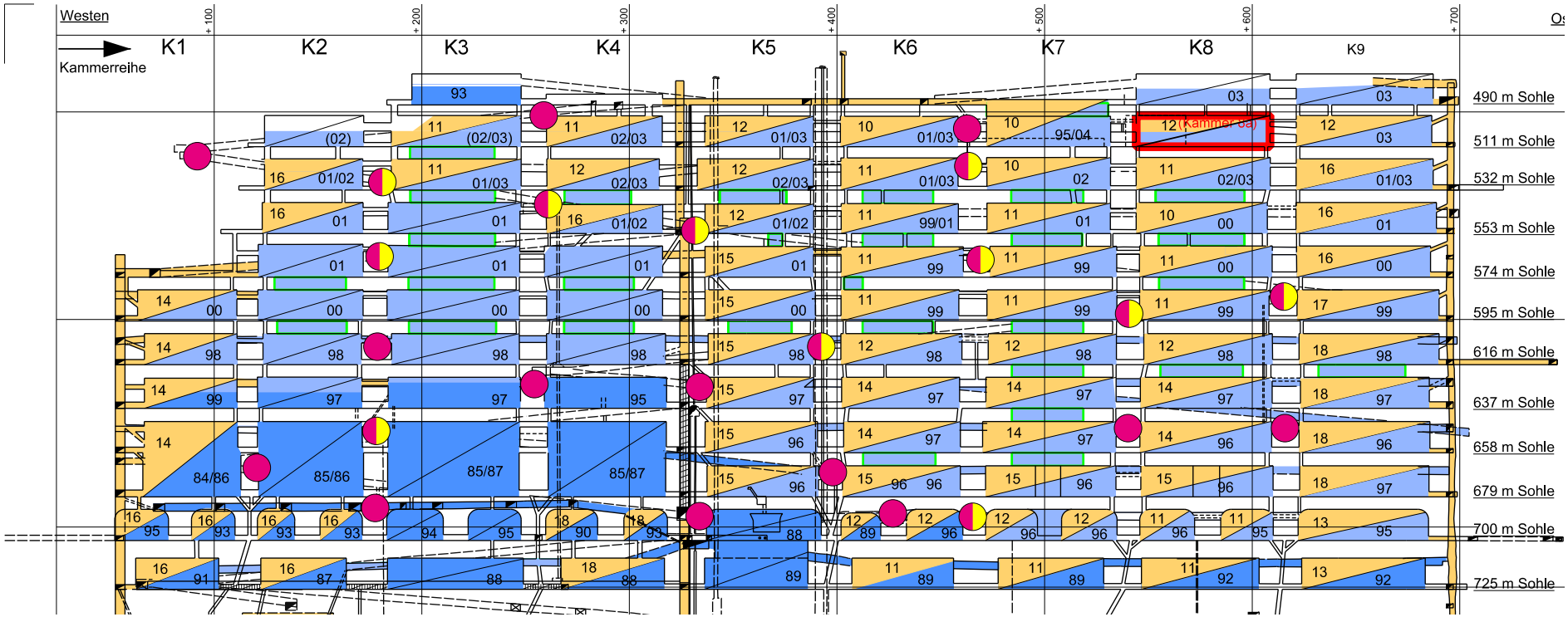


- Bewertung der gebirgsmechanischen Reaktionen im Tragsystem
- Installation von Extensometern in den Pfeilern der Südflanke (Beginn der Messungen 1981)
- Messung der Relativverschiebungen in Nord-Süd-Richtung (querschlägig) in [mm]
- Ableitung der horizontalen Pfeilerstauchungsraten in [mm/a]

Extensometermessungen

Lage der Extensometer Messsysteme in der Südflanke

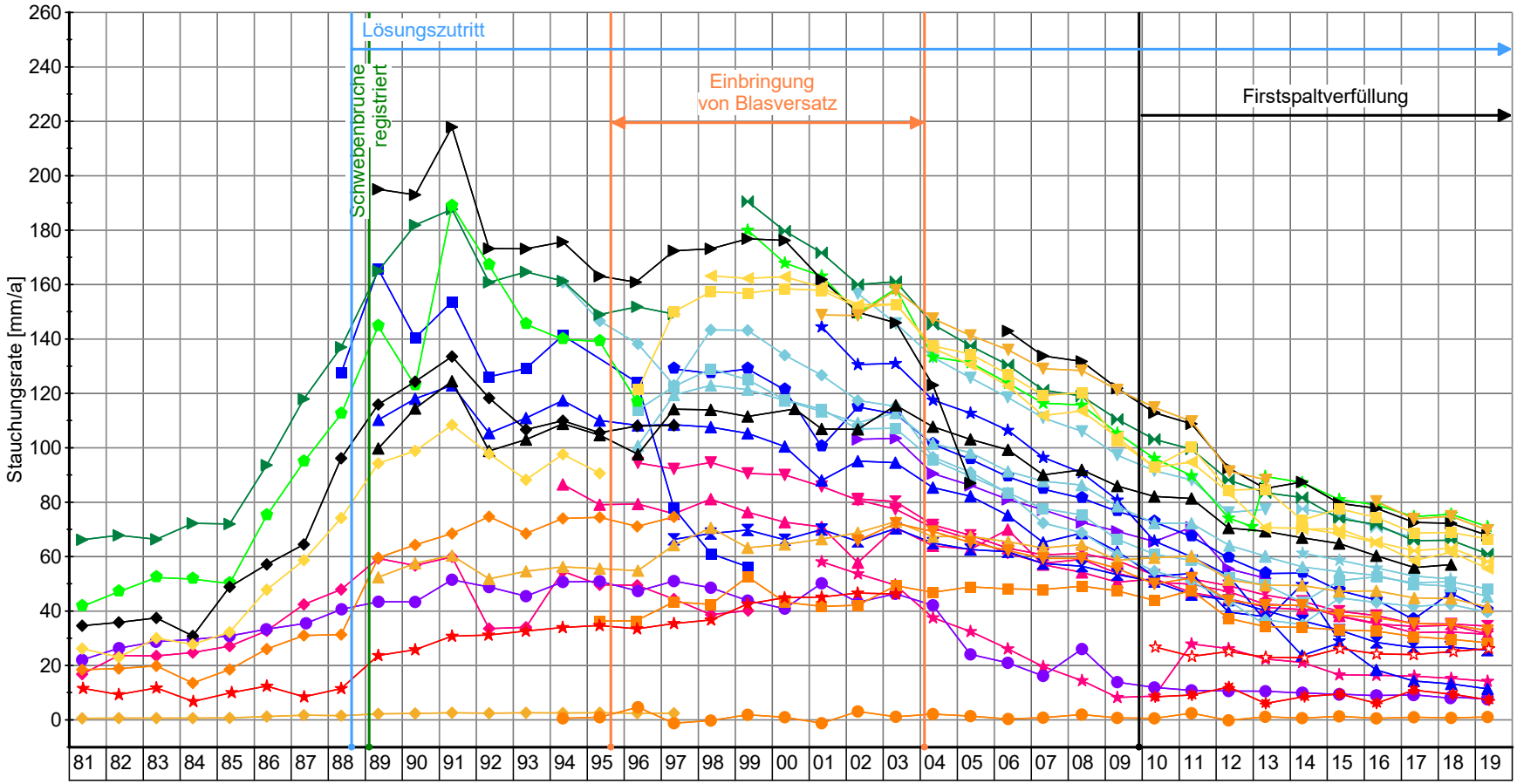
24 aktive querschlägige Extensometer



Extensometermessstellen Extensometer- und Inklinometermessstellen

Extensometermessungen

Zeitreihen der querschlägigen Pfeilerstauchungsraten, Jahresscheiben 05/1981 bis 05/2019 in [mm/a]



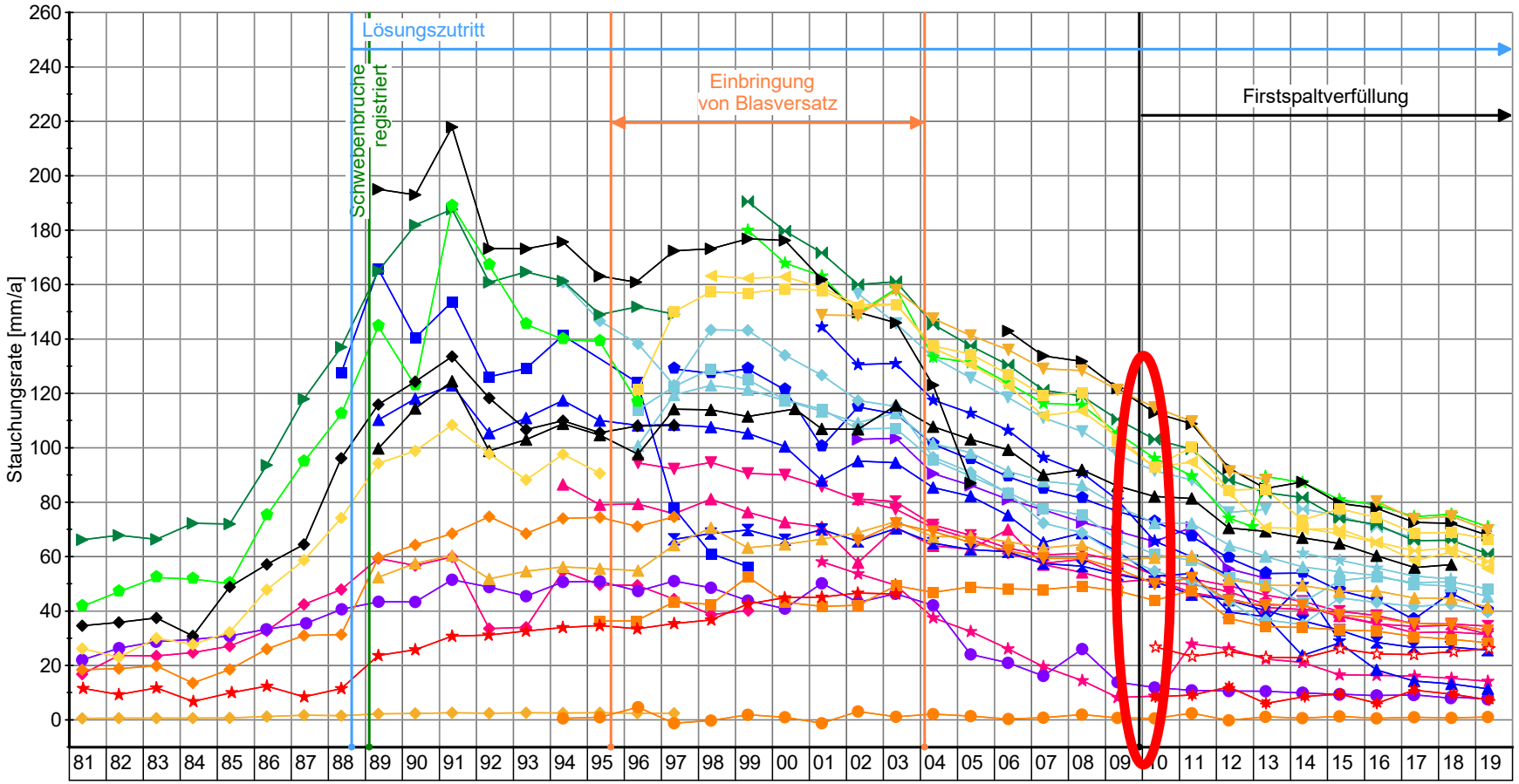
* der Messpunkt 4909 wurde Anfang 2019 durch einen neuen Messpunkt (4933) ersetzt.

490/8-8 [K 8/490]
4903-4904 [K 3/490]
4909-49010 [K 8/490]*
511/3-4 Brg. 511001 [E]
511/4-5 [E]
511/6-7 Brg. 511002 [E]
511/532 Brg. 532014 [E]
532/2-3 Brg. 532013 [E]
532/4-5 [E]
532/6-7 Brg. 532016 [E]
553/3-4 Brg. 553009 [E]
553/4-5 Brg. 553008A [E]
553/4-5 Brg. 553011 [E]
553/4-5 Brg. 553013 [E]
574/2-3 Brg. 574003 [E]
574/4-5 [E]
574/6-7 Brg. 574004 [E]
595/7-8 Brg. 595001 [E]
595/7-8 Brg. 595005 [E]
616/5-6 Brg. 616002 [E]
616/5-6 Brg. 616004 [E]
637/2-3 Brg. 637004 [E]
637/3-4 Brg. 637005 [E]
637/4-5 Brg. 637003 [E]
637/4-5 Brg. 637008 [E]
637/6-7 Brg. 637007 [E]
637/6-7 Brg. 637012 [E]
658/2-3 Brg. 658005 [E]
658/3-4 Brg. 658004 [E]
658/3-4 Brg. 658010 [E]
658/7-8 Brg. 658008 [E]
658/8-9 Brg. 658009 [E]
679/1-2 Brg. 679003 [E]
679/5-6 Brg. 679004 [E]
700/Abr6(11-12) Brg. 700003 [E]
700/2-3(4-5) Brg. 700002
700/4-5(8-9/10) Brg. 700001 [E]
700/4-5(8-9/10) Brg. 700005 [E]
700/6-7(12-13) Brg. 700004 [E]

[E] = Extensometer querschlägig; [K] = Konvergenzmessstelle (horizontal)

Extensometermessungen

Zeitreihen der querschlägigen Pfeilerstauchungsraten, Jahresscheiben 05/1981 bis 05/2019 in [mm/a]



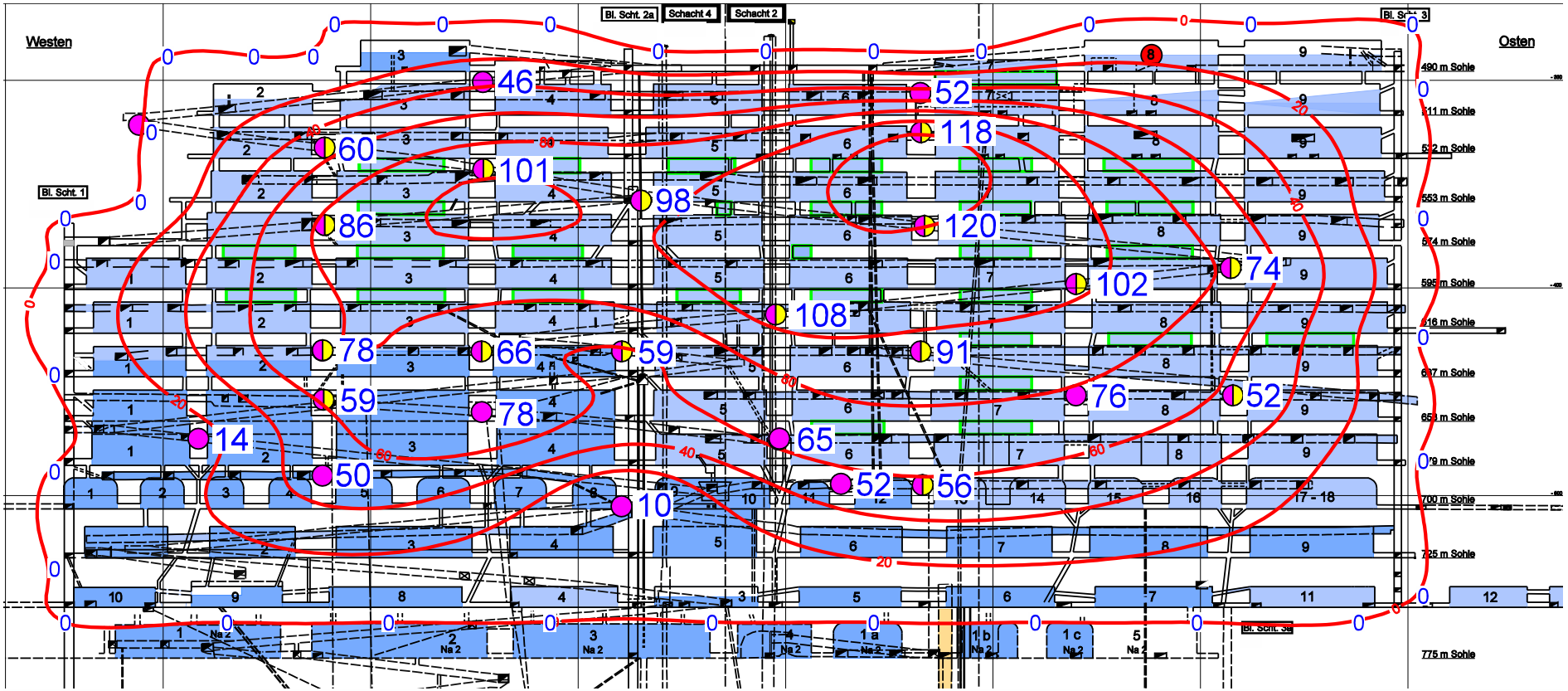
* der Messpunkt 4909 wurde Anfang 2019 durch einen neuen Messpunkt (4933) ersetzt.

490/8-8 [K 8/490]
4903-4904 [K 3/490]
4909-49010 [K 8/490]*
511/3-4 Brg. 511001 [E]
511/4-5 [E]
511/6-7 Brg. 511002 [E]
511/532 Brg. 532014 [E]
532/2-3 Brg. 532013 [E]
532/4-5 [E]
532/6-7 Brg. 532016 [E]
553/3-4 Brg. 553009 [E]
553/4-5 Brg. 553008A [E]
553/4-5 Brg. 553011 [E]
553/4-5 Brg. 553013 [E]
574/2-3 Brg. 574003 [E]
574/4-5 [E]
574/6-7 Brg. 574004 [E]
595/7-8 Brg. 595001 [E]
595/7-8 Brg. 595005 [E]
616/5-6 Brg. 616002 [E]
616/5-6 Brg. 616004 [E]
637/2-3 Brg. 637004 [E]
637/3-4 Brg. 637005 [E]
637/4-5 Brg. 637003 [E]
637/4-5 Brg. 637008 [E]
637/6-7 Brg. 637007 [E]
637/6-7 Brg. 637012 [E]
658/2-3 Brg. 658005 [E]
658/3-4 Brg. 658004 [E]
658/3-4 Brg. 658010 [E]
658/7-8 Brg. 658008 [E]
658/8-9 Brg. 658009 [E]
679/1-2 Brg. 679003 [E]
679/5-6 Brg. 679004 [E]
700/Abr6(11-12) Brg. 700003 [E]
700/2-3(4-5) Brg. 700002
700/4-5(8-9/10) Brg. 700001 [E]
700/4-5(8-9/10) Brg. 700005 [E]
700/6-7(12-13) Brg. 700004 [E]

[E] = Extensometer querschlägig; [K] = Konvergenzmessstelle (horizontal)

Isolinien der querschlägigen Pfeilerstauchungsraten

Jahresraten über 365 Tage für den Zeitraum 08/2008 bis 08/2009 in [mm/a]



Extensometermessstellen

Extensometer- und Inklinometermessstellen

Konvergenzmessstellen

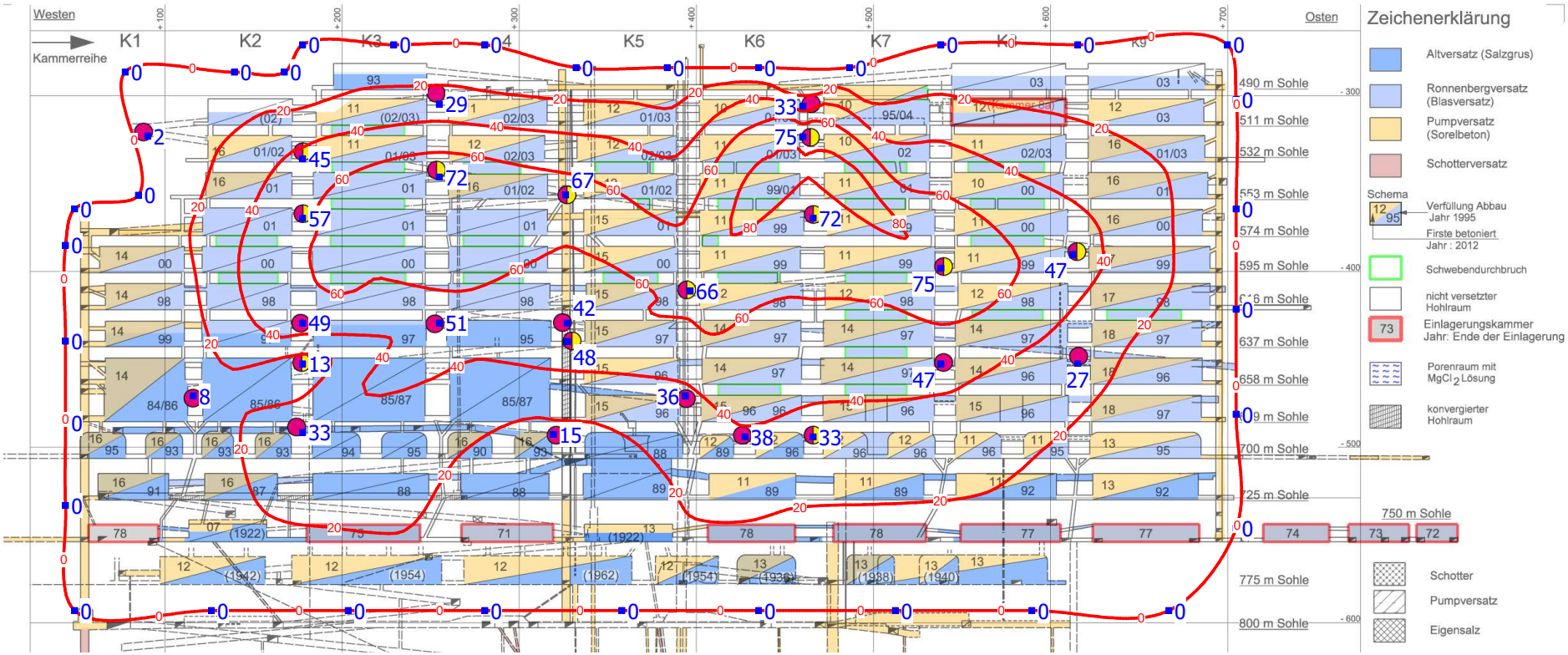
Schwebendurchbruch

Ronnenbergversatz

Eigenversatz

Isolinien der querschlägigen Pfeilerstauchungsraten

Jahresraten über 365 Tage für den Zeitraum 06/2017 bis 06/2018 in [mm/a]



Extensometermessstellen

Extensometer- und Inklinometermessstellen

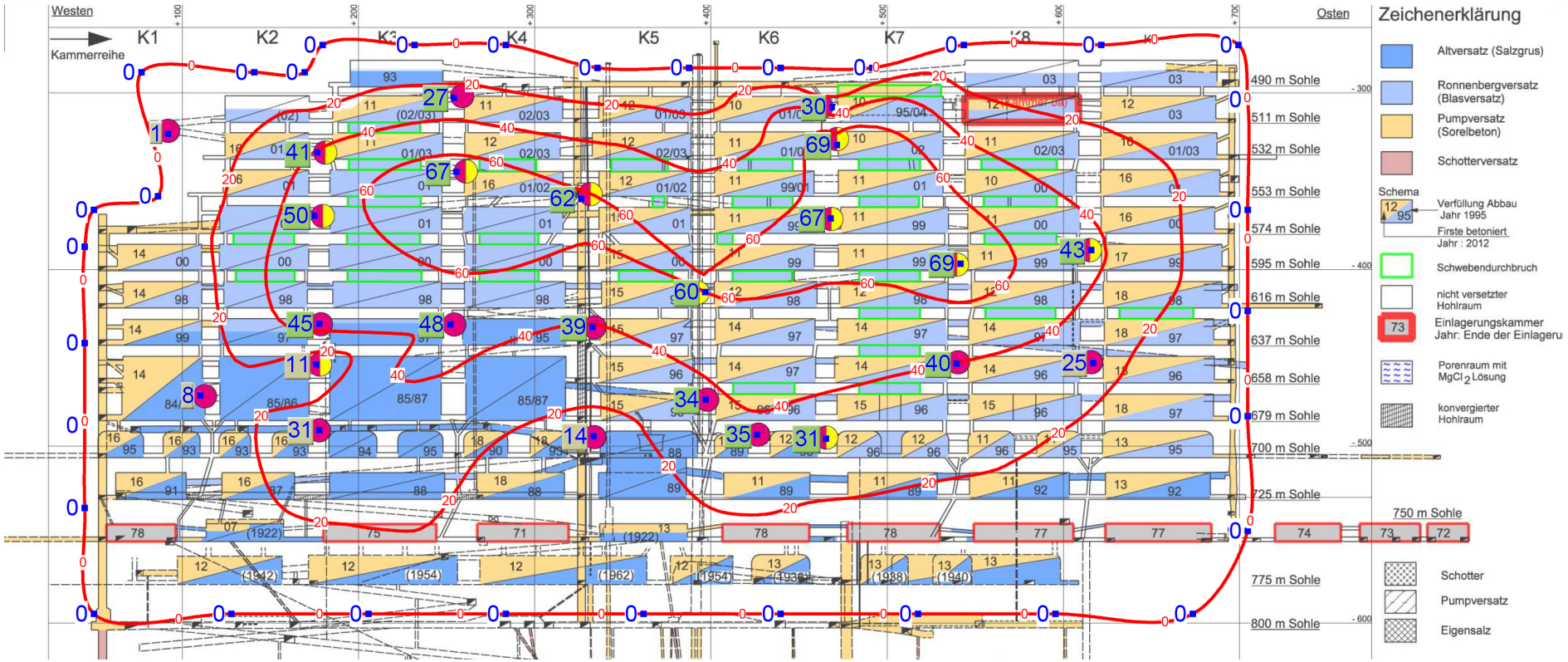
Schwebendurchbruch

Schema
Abbau verfüllt
Firste betoniert

Sorelbeton

Isolinien der querschlägigen Pfeilerstauchungsraten

Jahresraten über 365 Tage für den Zeitraum 06/2018 bis 06/2019 in [mm/a]



Extensometermessstellen

Extensometer- und Inklinometermessstellen

Schwebendurchbruch

Schema
Abbau verfüllt
Firste betoniert

Sorelbeton

Zunahme ≥2 mm/a

Zunahme ≤2 mm/a

Eigenversatz

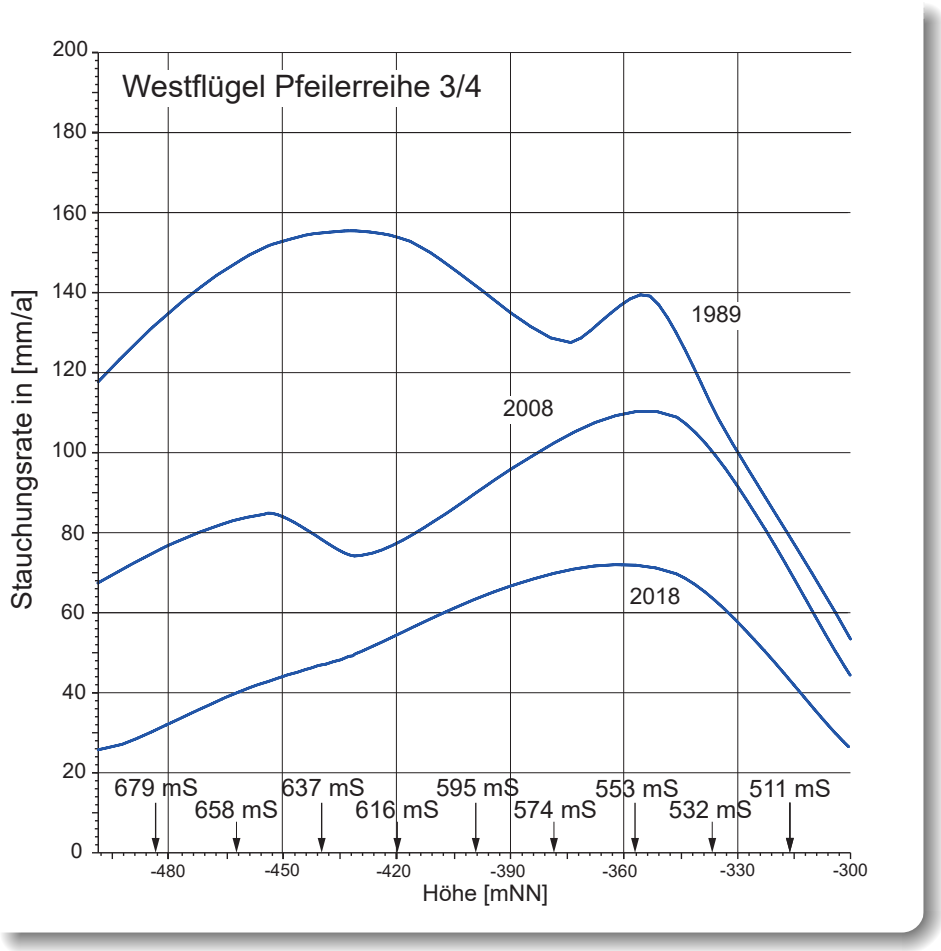
Rückgang ≥2 mm/a

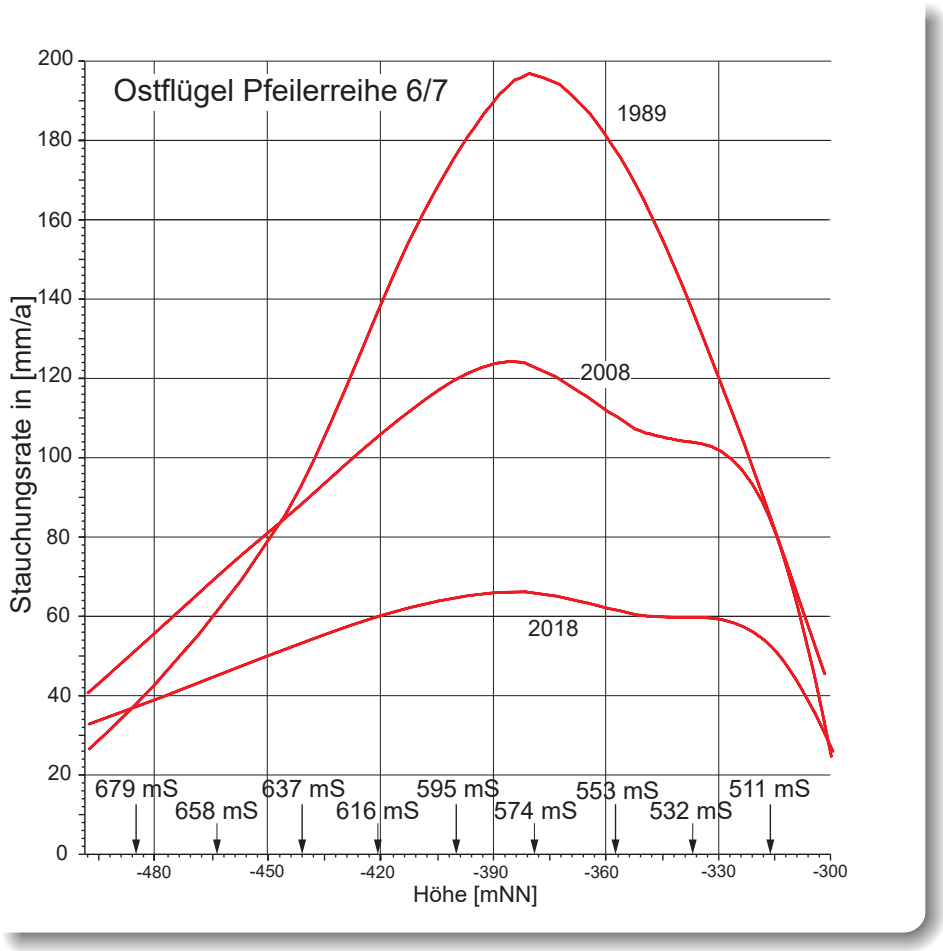
Rückgang ≤2 mm/a

Ronnenbergversatz

Scherbeanspruchung zwischen Oberem und Zentralem Baufeld (West- und Ostflügel)

Vertikaler Schnitt der querschlägigen Pfeilerstauchungsraten für die Jahre 1989, 2008 und 2018





Extensometermessungen

Querschlägige Pfeilerstauchungsraten, Jahresscheiben 2016, 2017 und 2018

Abbaureihe bzw. Pfeilerreihe	Messstelle	Messzeitraum		Stauchung	Stauchungsrate	Berichtszeitraum		Stauchung	Stauchungsrate 2016 [mm/a]	Stauchungsrate 2017 [mm/a]	Stauchungsrate 2018 [mm/a]	Delta 2018 - 2017
		von	bis	[mm]	[mm/a]	von	bis	[mm]				
1	511-WAbb2	11.05.2011	10.06.2019	-2.8	0.3	10.06.2018	10.06.2019	-0.2	1.0	1.6	1.3	-0.3
1/2	679-1/2	10.09.2011	10.06.2019	-69.1	8.9	10.06.2018	10.06.2019	-7.6	8.4	8.0	7.6	-0.4
2/3	532-2/3	05.11.2009	10.06.2019	-468.5	48.8	10.06.2018	10.06.2019	-40.8	44.5	44.7	40.8	-3.8
	574-2/3[4]	05.11.2009	10.06.2019	-621.4	64.7	10.06.2018	10.06.2019	-50.2	55.6	57.2	50.3	-6.9
	637-2/3[1]	23.12.2009	10.06.2019	-536.7	56.7	10.06.2018	10.06.2019	-44.7	49.3	49.2	45.0	-4.1
	658-2/3	23.12.2009	10.06.2019	-261.2	27.6	10.06.2018	10.06.2019	-11.3	13.9	13.3	11.3	-2.0
	700-4/5	11.05.2011	10.06.2019	-292.1	36.1	10.06.2018	10.06.2019	-31.1	31.7	32.7	31.1	-1.6
3/4	511-3/4	07.11.2009	10.06.2019	-323.2	33.7	10.06.2018	10.06.2019	-27.0	29.2	29.2	27.0	-2.3
	553-3/4	05.11.2009	10.06.2019	-740.0	77.1	10.06.2018	10.06.2019	-66.6	69.5	71.5	66.7	-4.8
	637-3/4	20.12.2009	10.06.2019	-488.8	51.6	10.06.2018	10.06.2019	-47.5	50.3	50.9	47.6	-3.3
4/5	553-4/5 (Beton)[6]	26.09.2013	07.06.2019	-390.8	68.6	10.06.2018	07.06.2019	-61.5	65.9	67.0	61.9	-5.1
	637-4/5[*]	18.12.2009	10.06.2019	-384.6	40.6	10.06.2018	10.06.2019	-37.6	41.5	42.4	39.1	-3.3
	700-8/9-10	09.09.2010	10.06.2019	-167.6	19.1	10.06.2018	10.06.2019	-14.1	16.1	15.2	14.0	-1.2
5/6	616-5/6[3]	17.12.2009	10.06.2019	-729.2	76.9	10.06.2018	10.06.2019	-60.0	65.3	65.6	60.1	-5.5
	679-5/6	14.05.2011	10.06.2019	-324.6	40.2	10.06.2018	10.06.2019	-34.0	36.1	36.4	34.0	-2.4
6	700-11/12	01.12.2010	10.06.2019	-366.4	43.0	10.06.2018	10.06.2019	-34.9	37.2	37.6	35.0	-2.6
6/7	511-6/7	31.07.2009	10.06.2019	-383.2	38.8	10.06.2018	10.06.2019	-30.3	33.6	33.3	30.4	-2.9
	532-6/7[3]	31.07.2009	10.06.2019	-845.6	85.7	10.06.2018	10.06.2019	-68.9	73.1	74.6	68.9	-5.7
	574-6/7	31.07.2009	10.06.2019	-818.0	82.9	10.06.2018	10.06.2019	-66.5	71.4	72.1	66.7	-5.4
	700-12/13[5]	21.03.2010	10.06.2019	-359.4	39.0	10.06.2018	10.06.2019	-30.6	33.1	33.2	30.7	-2.5
7/8	595-7/8[3]	05.11.2009	10.06.2019	-755.3	78.7	10.06.2018	10.06.2019	-69.0	73.6	74.6	69.0	-5.6
	658-7/8	14.12.2013	10.06.2019	-241.7	44.0	10.06.2018	10.06.2019	-39.6	38.2	46.6	39.6	-7.0
8/9	595-8/9	07.11.2009	10.06.2019	-514.1	53.6	10.06.2018	10.06.2019	-43.1	46.6	47.2	43.1	-4.1
	658-8/9[2]	15.11.2013	10.06.2019	-159.8	28.7	10.06.2018	10.06.2019	-25.4	26.5	26.8	25.4	-1.4

[1] Messkurve zeigt stufenförmigen Verlauf. Daher große Schwankungen in den Stauchungsraten.

[2] Messwerte am 03.10.2018 durch Gestängekürzungen beeinflusst.

[3] Messwerte durch Gestängekürzung am 01.11.2018 beeinflusst.

[4] Messwerte aufgrund von Umbaumaßnahmen vom 26.03. - 28.03.2019 beeinflusst.

[5] Messwerte vom 02.04.2019 bis zum 23.04.2019 durch ein defektes Kabel beeeinflusst.

[6] Messwerte vom 04.04.2019 bis zum 29.04.2019 durch ein defektes Kabel beeinflusst. Werte werden nur wöchentlich übertragen.

[*] Firstniveau

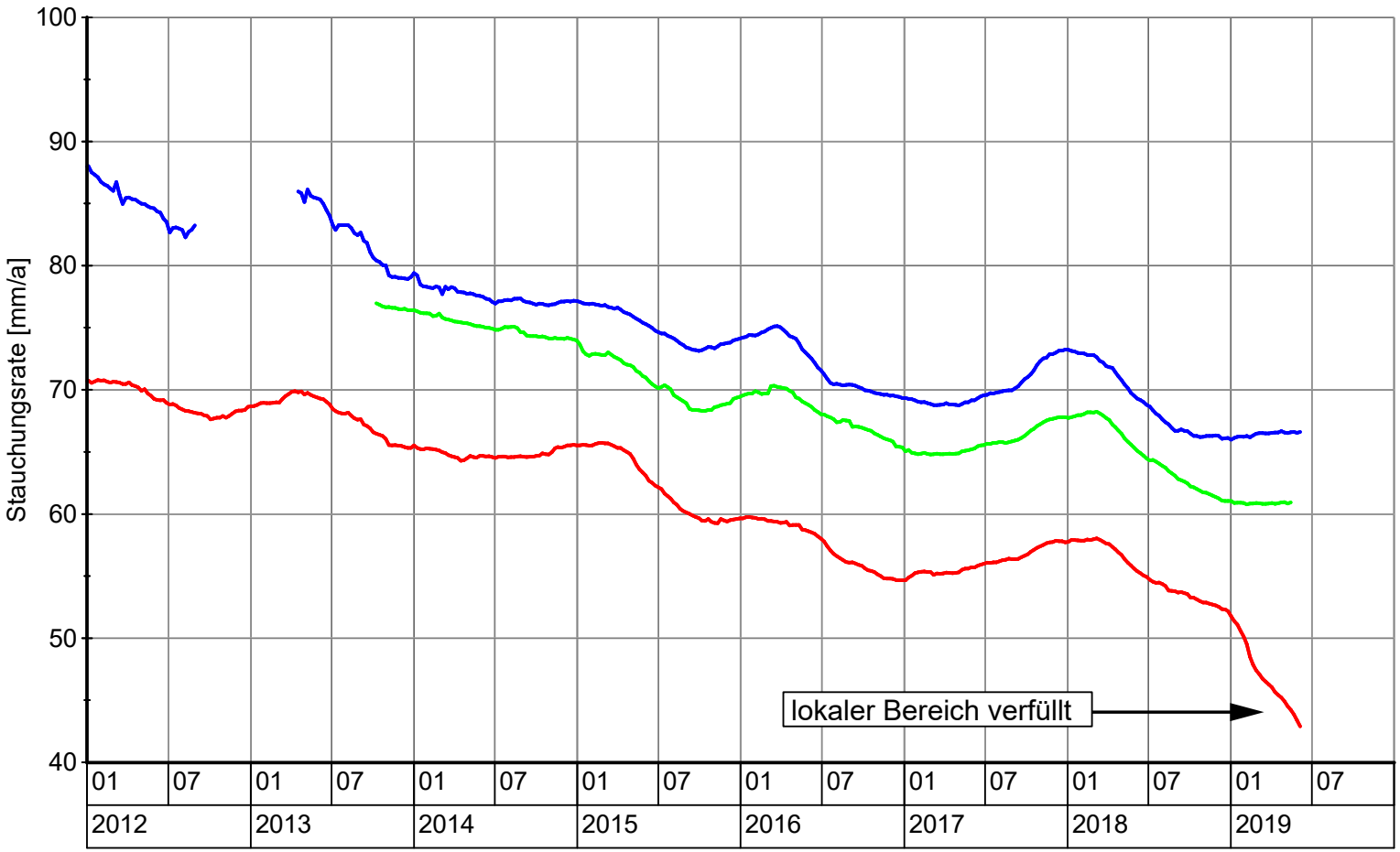
Stauchungsraten werden aus den wöchentlich gemittelten Stauchungen berechnet

- Rückgang der Stauchungsrate von > -2 mm/a
- Rückgang der Stauchungsrate zwischen 0 bis -2 mm/a
- Anstieg der Stauchungsrate zwischen 0 bis 2 mm/a
- Anstieg der Stauchungsrate von > 2 mm/a

in Fett formatiert: Stauchungsrate >= 60 mm/a

Extensometermessungen im Bereich der Stauchungsmaxima

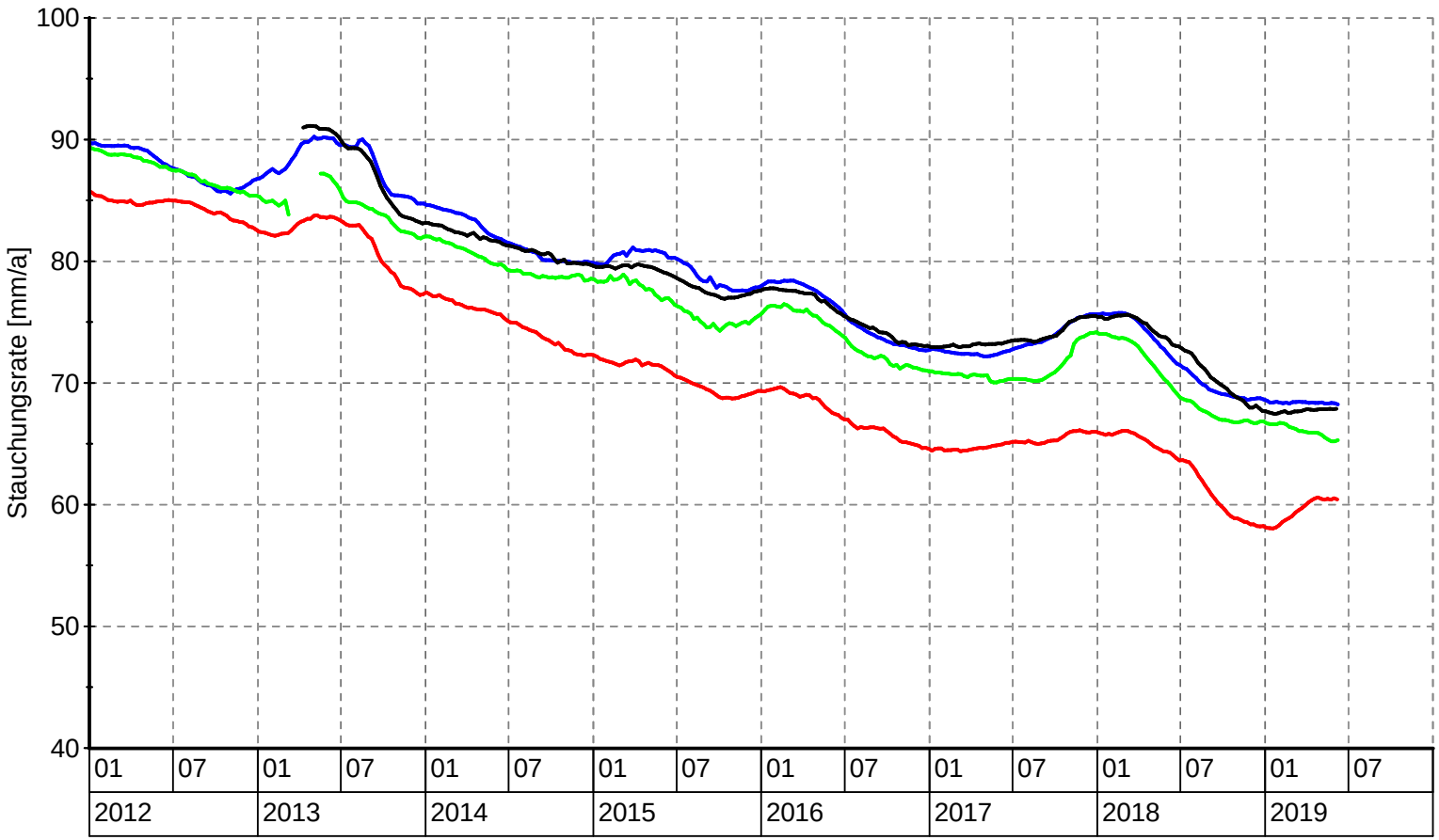
gleitender Mittelwert über die Quartalsraten im Westflügel in [mm/a], Stand: 11.06.2019



Symbol	Messstelle	Bohrung	Pfeiler	Sohle	Einbautiefe	Geologie	Bemerkung
	MFA 490-TA\506	574003	2/3	574-m-Sohle	52,60	Na3/T4	
	MFA 490-TA\504	553009	3/4	553-m-Sohle	58,90	Na3	
	MFA 490-TA\516	553013	4/5 (Beto..	553-m-Sohle	49,20	Na3	

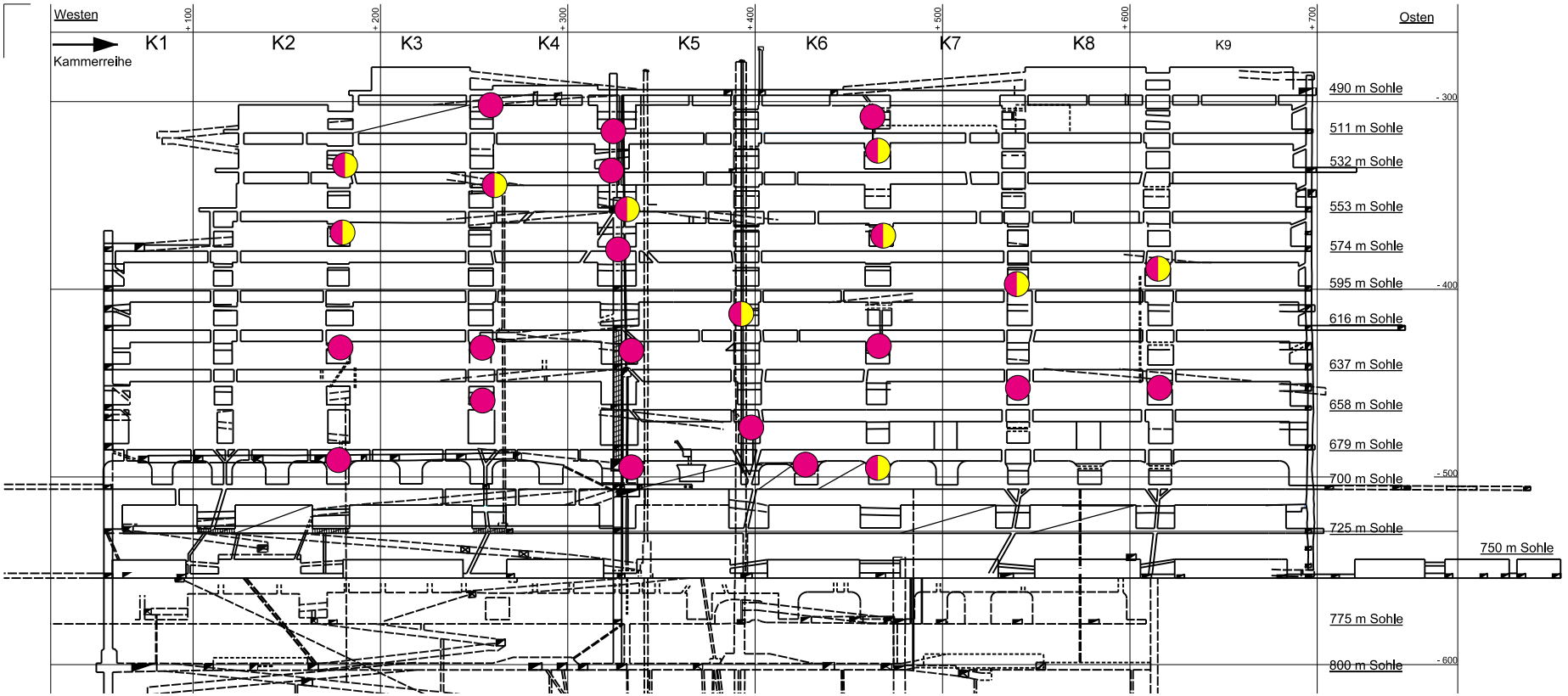
Extensometermessungen im Bereich der Stauchungsmaxima

gleitender Mittelwert über die Quartalsraten im Ostflügel in [mm/a], Stand: 11.06.2019



Symbol	Messstelle	Bohrung	Pfeiler	Sohle	Einbautiefe	Geologie	Bemerkung
	MFA 490-TA\510	616004	5/6	616-m-Sohle	53,40	Na3	
	MFA 490-TA\523	532016	6/7	532-m-Sohle	61,40	Na3	
	MFA 490-TA\516	574004 neu	6/7	574-m-Sohle	47,90	Na2	
	MFA490-TA\508	595005 neu	7/8	595-m-Sohle	49,00	Na3	

Isoliniendarstellung der integralen horizontalen Pfeilerstauchung
Zeitraum Ende der jeweiligen Auffahrung bis Ende Februar 2019 in [m]

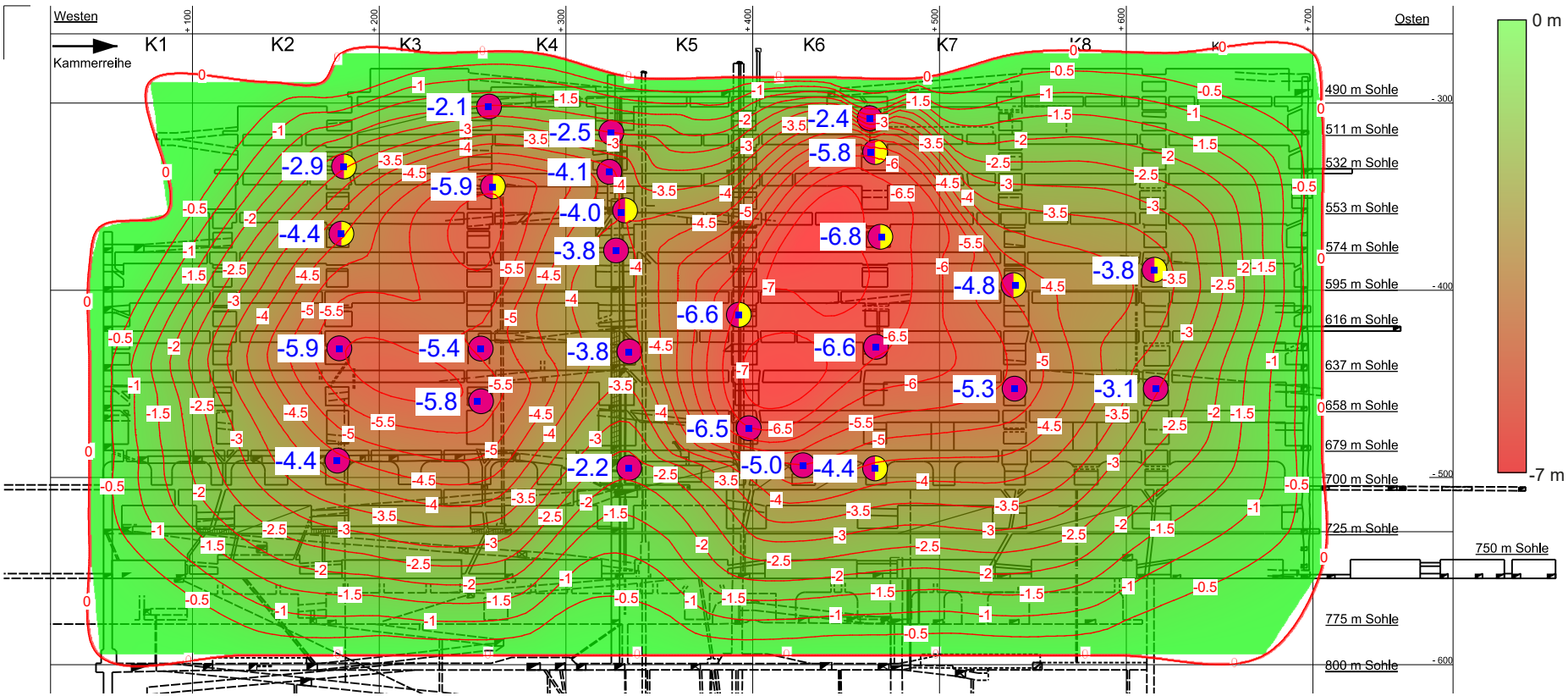


Extensometermessstellen

Extensometer- und Inklinometermessstellen

Isoliniendarstellung der integralen horizontalen Pfeilerstauchung

Zeitraum Ende der jeweiligen Auffahrung bis Ende Februar 2019 in [m]



Extensometermessstellen

Extensometer- und Inklinometermessstellen

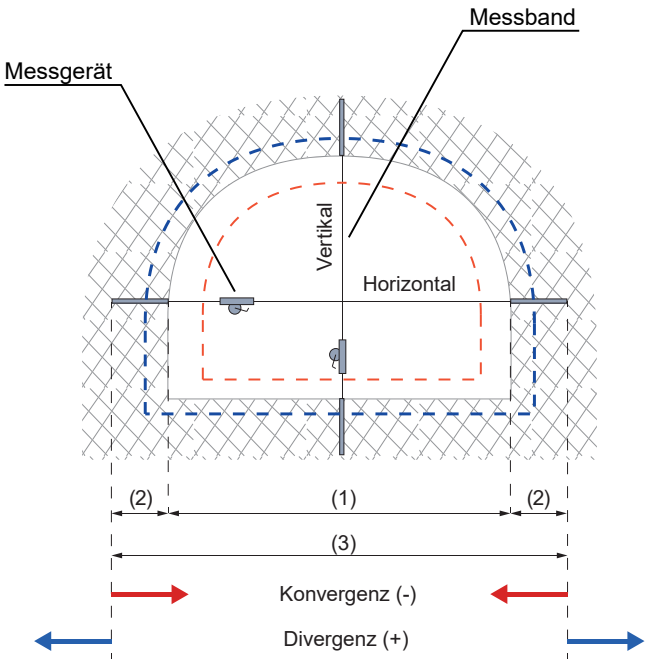
Übersicht

1. Spannungsmessungen in den Tragelementen

2. Verformungsmessungen
   - Extensometermessungen
   - Konvergenzmessungen

Messziele

Messprinzip der Konvergenzmessungen



(1) Messstrecke

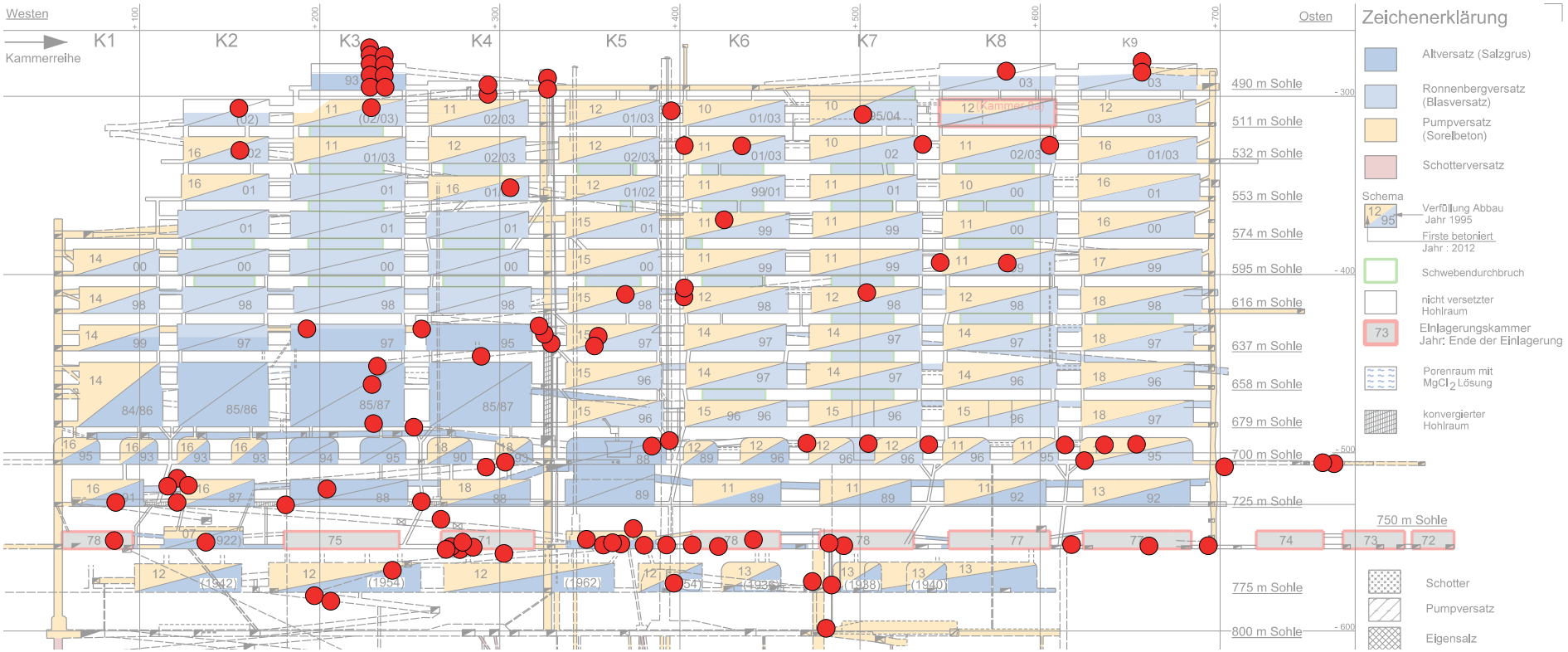
(2) Vermarkungstiefe

(3) Konvergenzstrecke

- Erfassung von Hohlraumverformungen im Grubengebäude der Schachtanlage Asse II
- Monitoring der gebirgsmechanischen Beanspruchung der jeweiligen Bereiche im Grubengebäude (unter Berücksichtigung weiterer Befunde)
- Konvergenzraten zur Bilanzierung der verbleibenden Hohlräume im Grubengebäude
- Planung von Abdichtbauwerken in Streckenabschnitten
- Parameter für nummerische Modellierungen

Lage der Konvergenzmessstellen im Grubengebäude

Stand: 18.03.2019



79 Konvergenzmessquerschnitte

● Konvergenzmessstellen

63 Messquerschnitte in den Strecken
16 Messquerschnitte in den Abbauen

Baufelder: Südflanke, Sattelkern

Bandbreite der Verformungsraten [‰/a] aus den Konvergenzmessstrecken

Stand: 01.11.2017 und 01.11.2018

	Instrumentierungsbereich	2017 Verformungsraten [‰/a] horizontal	2017 Verformungsraten [‰/a] vertikal	2017 Verformungsraten Mittelwert [‰/a] horizontal	2017 Verformungsraten Mittelwert [‰/a] vertikal	2018 Verformungsraten [‰/a] horizontal	2018 Verformungsraten [‰/a] vertikal	2018 Verformungsraten Mittelwert [‰/a] horizontal	2018 Verformungsraten Mittelwert [‰/a] vertikal
1	Südflanke Abbaue/Werkstätten (490- und 511-m-Sohle)								
	● Steinsalz	-0,01 – 0,59	1,40 – 2,49	0,20	1,77	-0,12 – 0,61	1,19 – 2,54	0,16	1,69
2	Südflanke Wendelstrecke (490- bis 700-m-Sohle)								
	● Steinsalz	0,05 – 0,75	0,12 – 0,62	0,25	0,26	-0,11 – 0,89	0,12 – 0,89	0,19	0,35
	● Carnallitit	0,31 – 1,86	0,55 – 2,93	0,99	1,54	0,33 – 1,81	0,66 – 2,74	0,90	1,46
3	Südflanke Söhlige Strecken (490- bis 725-m-Sohle)								
	● Steinsalz	-0,01 – 1,86	0,21 – 2,27	0,68	0,72	-0,02 – 1,67	0,30 – 2,09	0,65	0,82
	● Carnallitit	1,16 – 2,94	1,99 – 4,45	1,84	3,08	1,05 – 2,78	2,10 – 4,61	1,73	3,06
4	Sattelkern Streckensysteme (700- bis 775-m-Sohle)								
	● Steinsalz	0,24 – 0,79	-0,19 – 2,15	0,56	0,81	0,15 – 0,90	-0,06 – 1,87	0,41	0,79
	● Carnallitit	0,17 – 4,01	0,42 – 3,64	1,18	1,41	-0,04 – 4,08	0,46 – 3,87	0,93	1,52
5	Sattelkern ELK 7/725 (Na2) (725-m-Sohle)								
	● Steinsalz	0,47	–	–	–	0,42	–	–	–
6	Sattelkern Füllortbereich (490- und 750-m-Sohle)								
	● Steinsalz	0,62 – 2,20	–	1,41	–	0,68 – 2,04	–	1,34	–
7	Südflanke Streckensystem (750-m-Sohle)								
	● Steinsalz	0,90	–	–	–	1,02	–	–	–

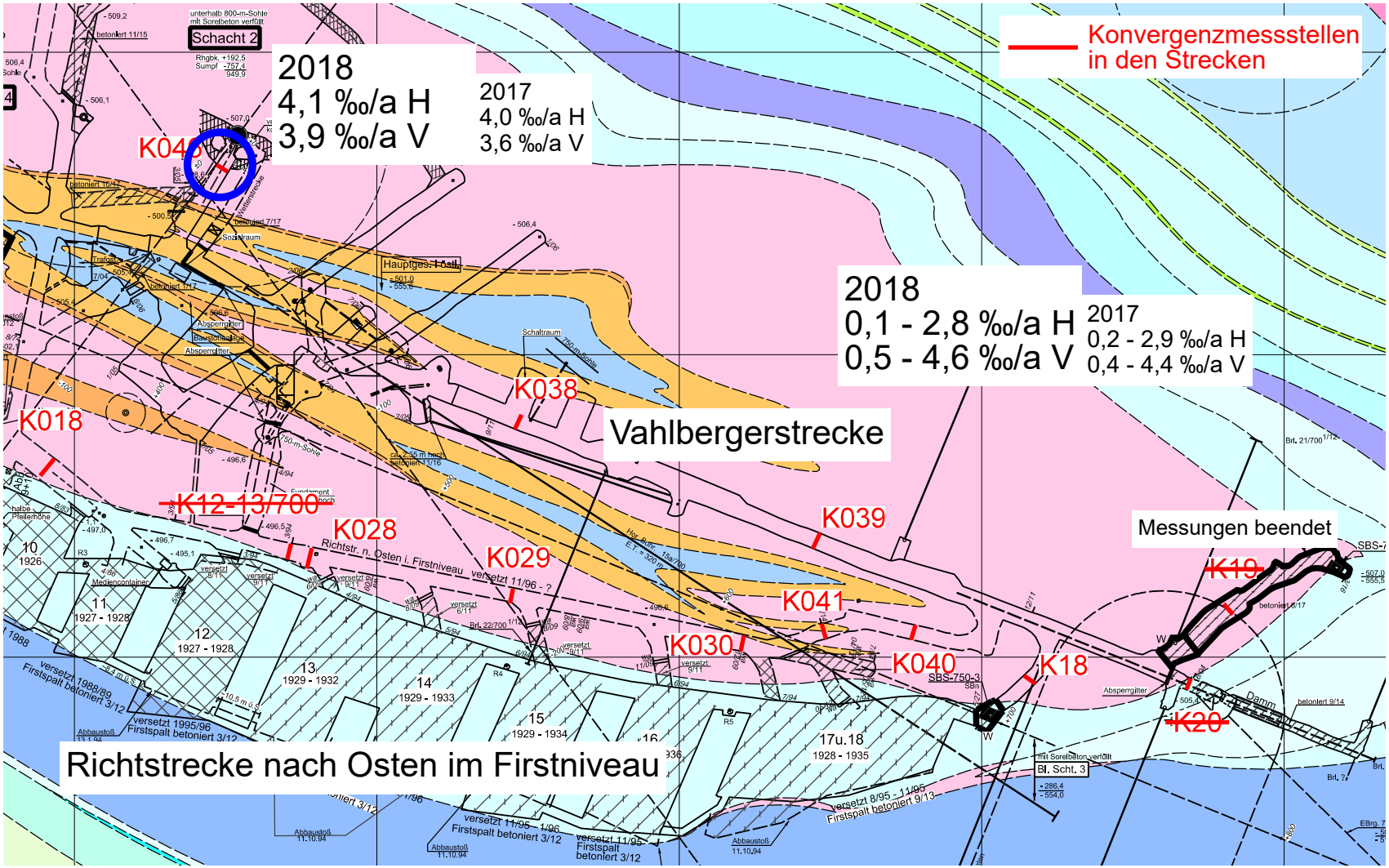
Legende

Änderung der Verformungsrate

- $\leq -0{,}3$ ‰/a
- $\pm 0{,}3$ ‰/a
- $\geq +0{,}3$ ‰/a

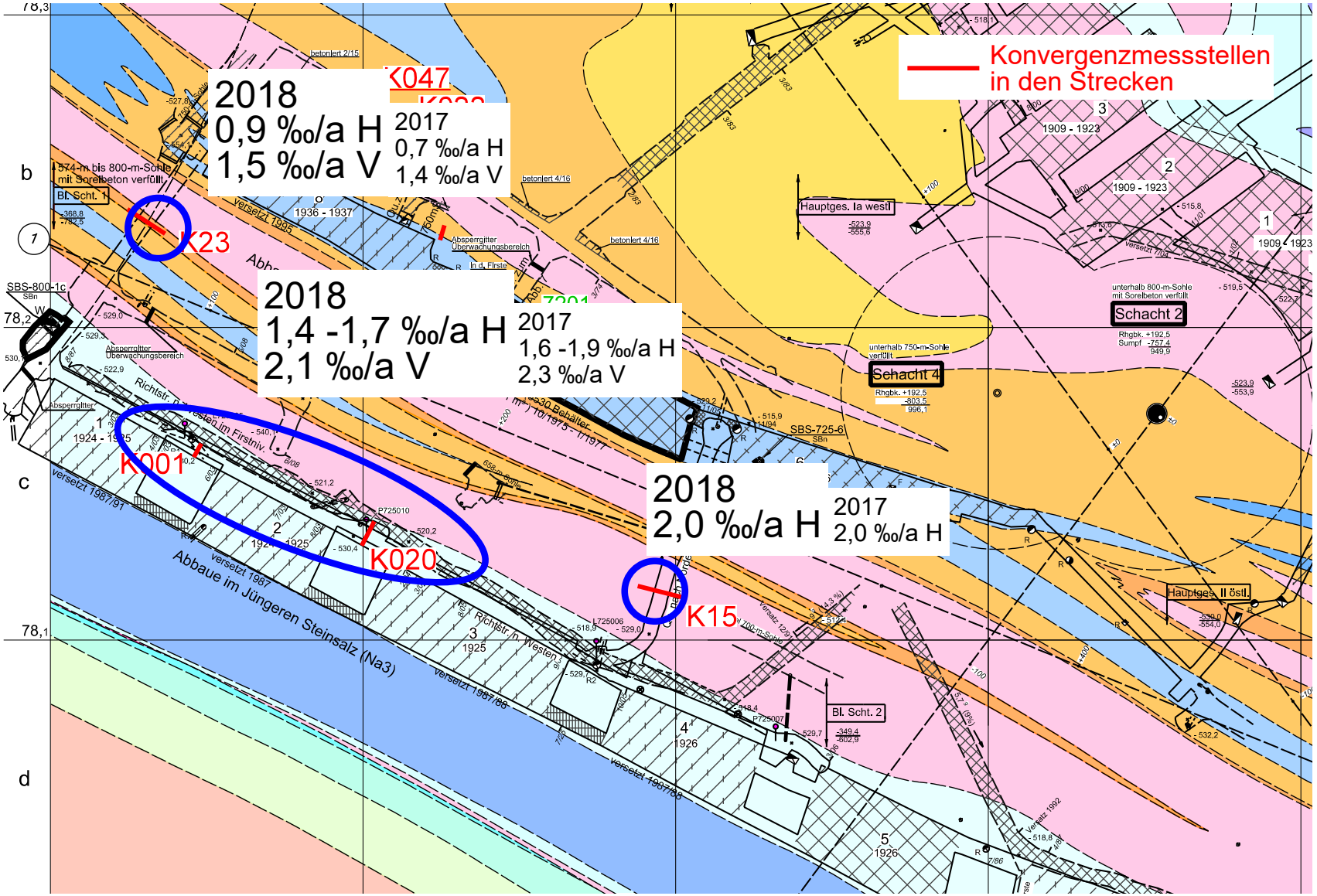
Konvergenzmessungen - Bereiche mit erhöhten Konvergenz-/Verformungsraten

östlicher Bereich auf der 700-m-Sohle



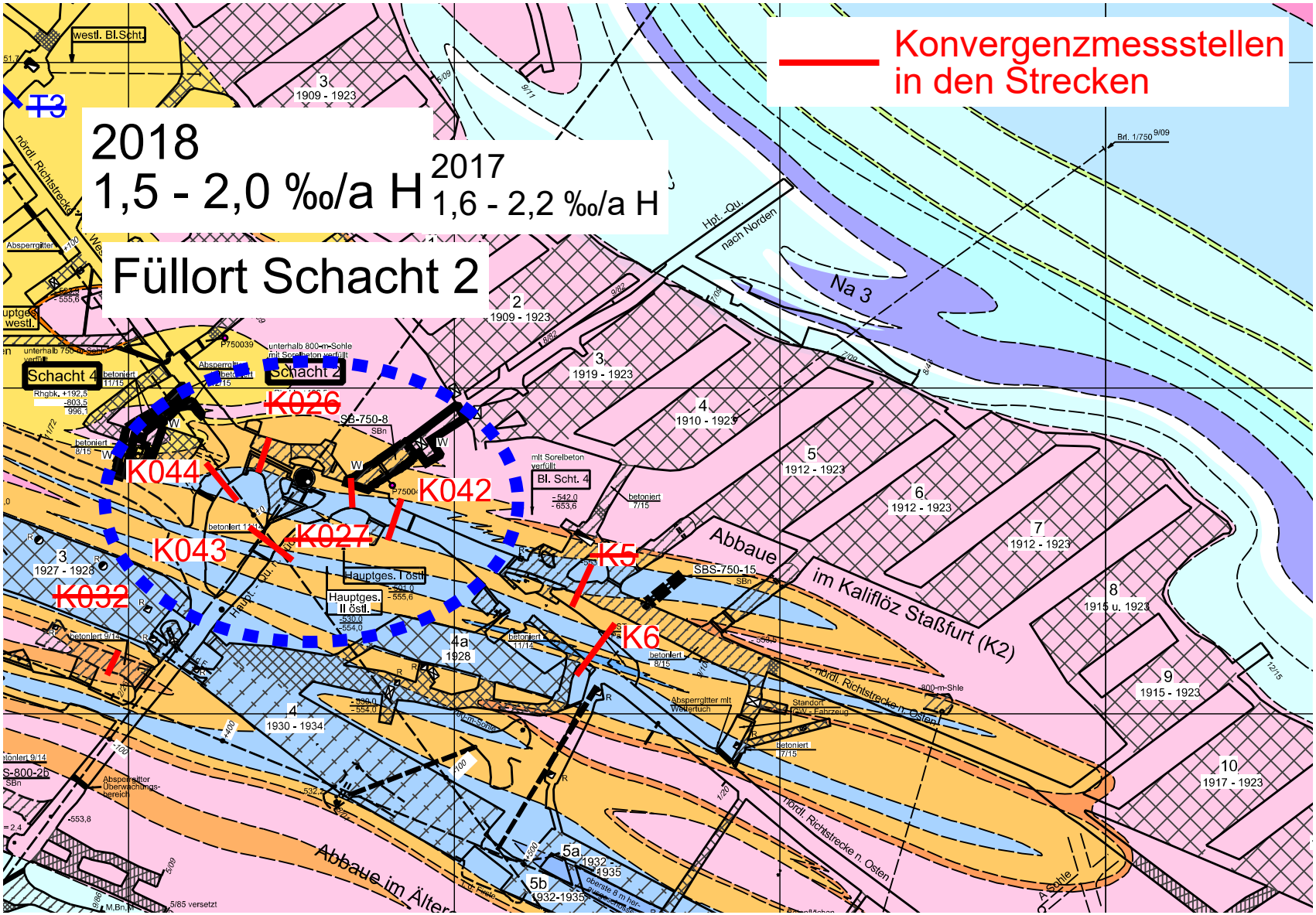
Konvergenzmessungen - Bereiche mit erhöhten Konvergenz-/Verformungsraten

Richtstrecke n. Westen (Gleitbogenausbaustrecke) - 725-m-Sohle



Konvergenzmessungen - Bereiche mit erhöhten Konvergenz-/Verformungsraten

Füllort Schacht 2 - 750-m-Sohle



Teil III

Lastmessungen im Versatz

Übersicht Teil III

1. Messstellen
2. Messergebnisse
3. Zusammenfassung

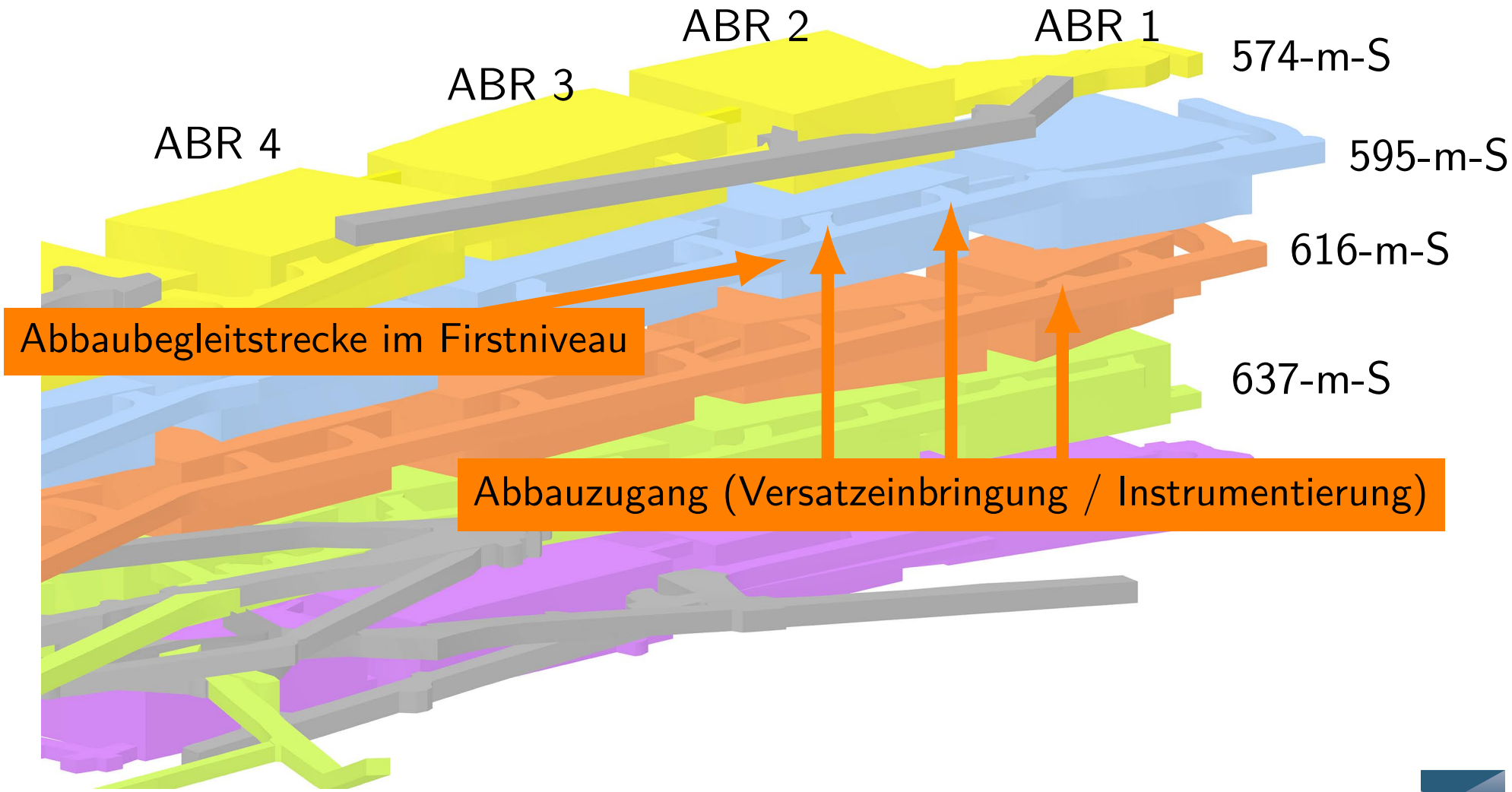
Übersicht

1 Messstellen

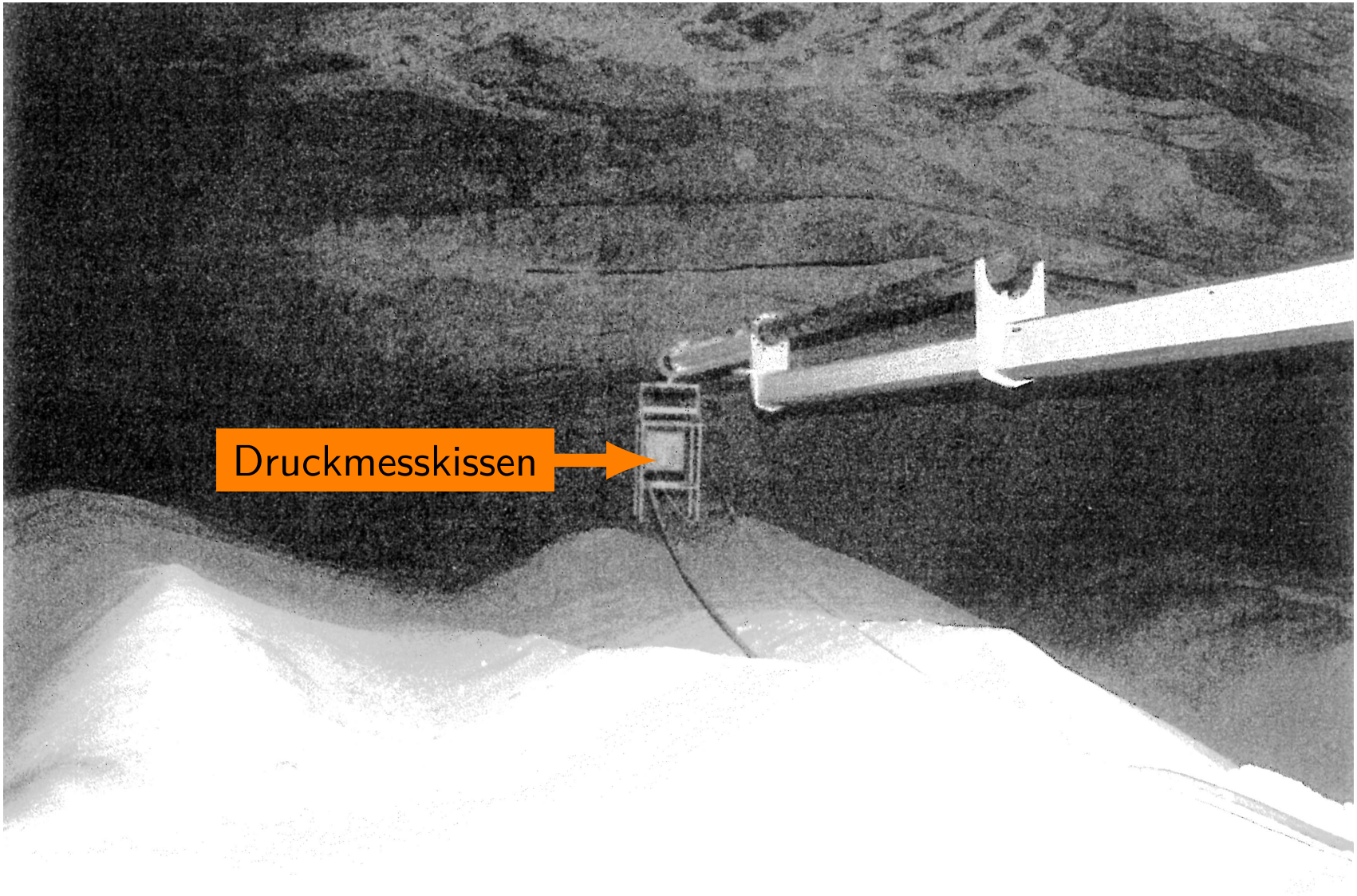
2 Messergebnisse

3 Zusammenfassung

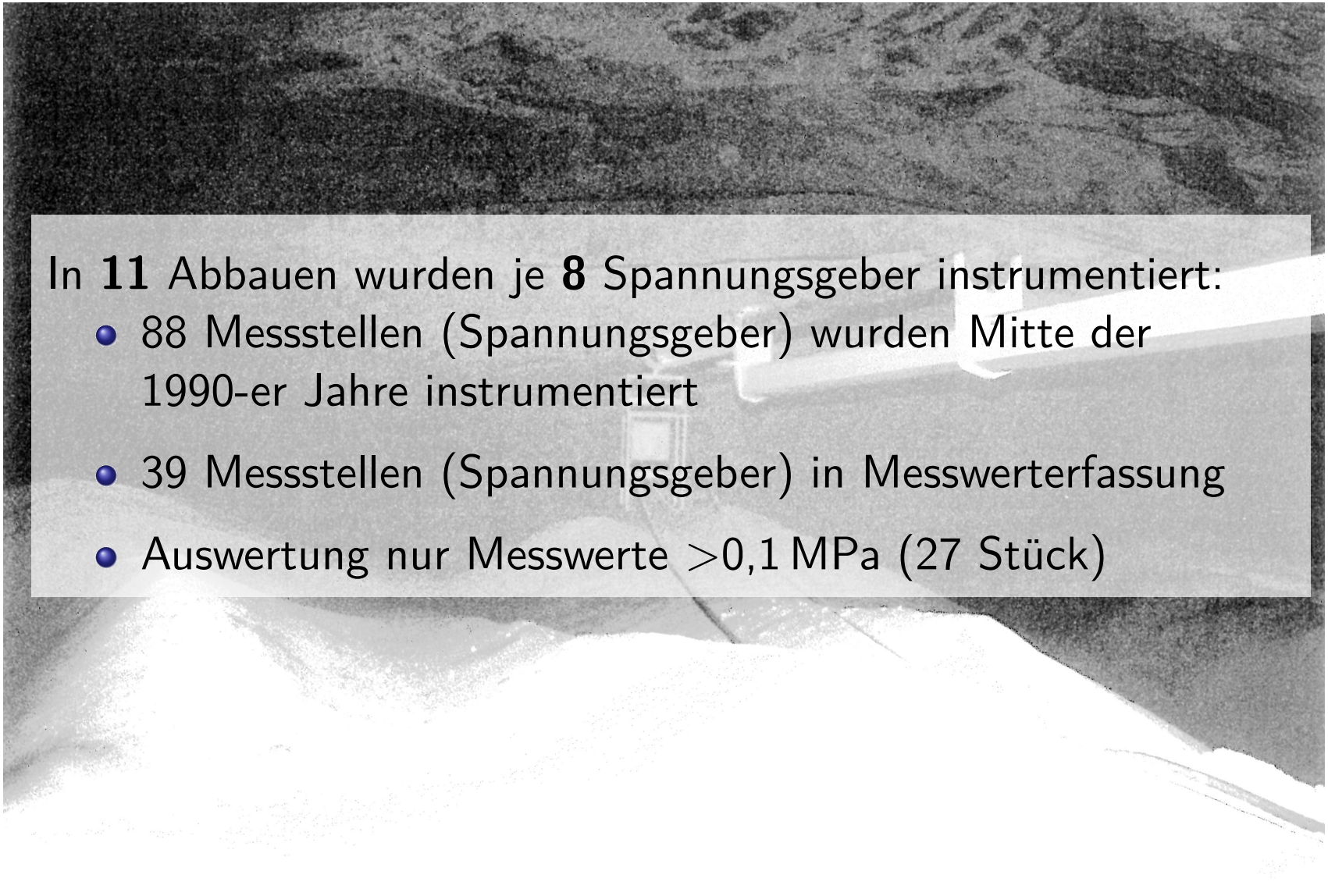
Ausgangssituation – Instrumentierung



Blick in einen zu instrumentierenden Abbau



Blick in einen zu instrumentierenden Abbau



In **11** Abbauen wurden je **8** Spannungsgeber instrumentiert:

- 88 Messstellen (Spannungsgeber) wurden Mitte der 1990-er Jahre instrumentiert
- 39 Messstellen (Spannungsgeber) in Messwerterfassung
- Auswertung nur Messwerte $>0{,}1\,\mathrm{MPa}$ (27 Stück)

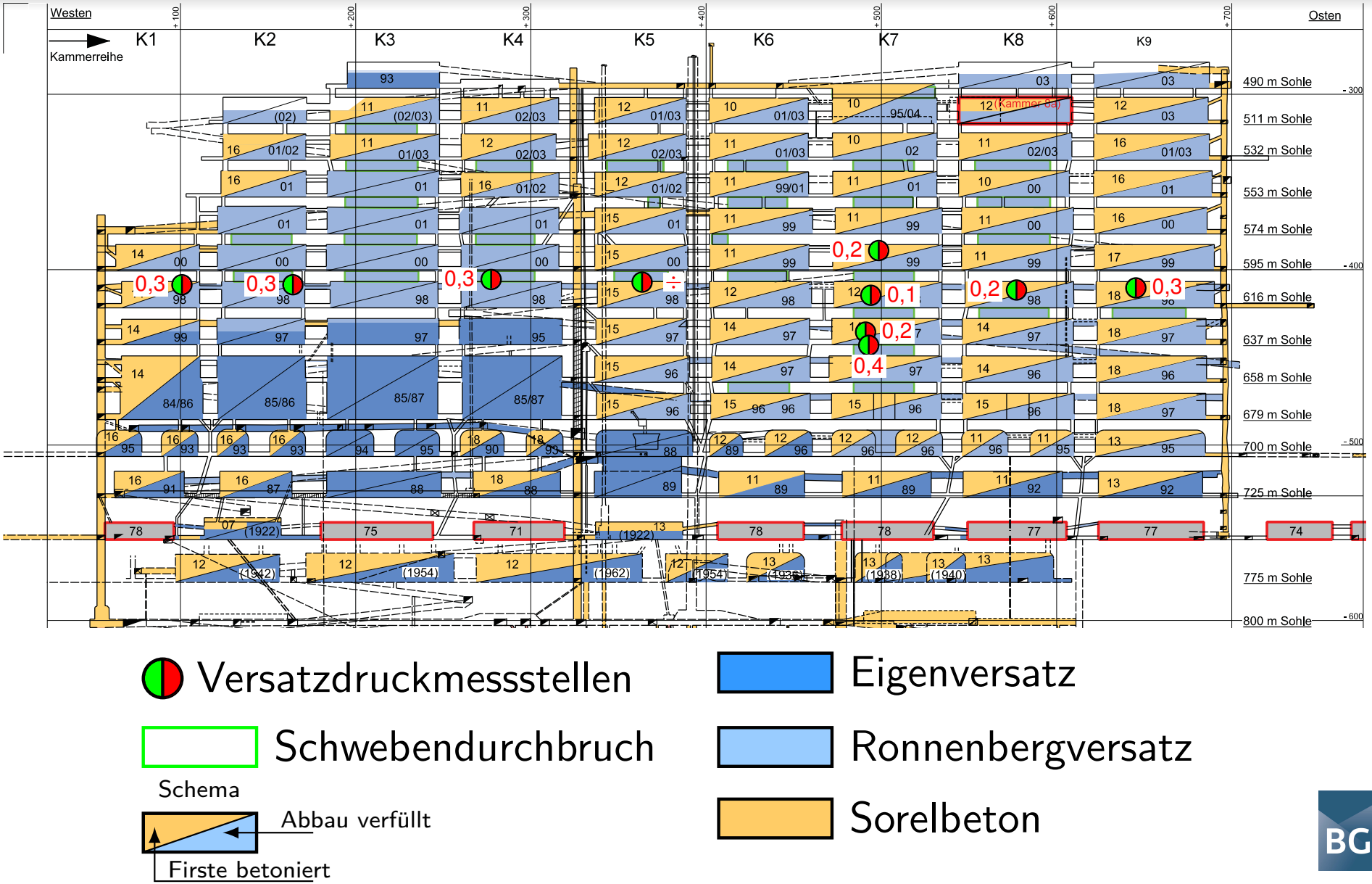
Übersicht

1 Messstellen

2 Messergebnisse

3 Zusammenfassung

Mittlere gemessene Versatzdrücke (12/18)



Übersicht

1 Messstellen

2 Messergebnisse

3 Zusammenfassung

⇒ Ein großer Teil der instrumentierten Versatzdruckgeber ist ausgefallen oder zeigt unsichere Messwerte.

⇒ Der Mittelwert aller signifikanter Messstellen im Jahr 2018 liegt bei 0,3 MPa (2017: 0,3MPa).

⇒ Geringfügig fortschreitende Stützwirkung des Versatzes auf die Pfeiler; dies zeigen auch die steigenden Gebirgsspannungen (SMS) in streichender und vertikaler Richtung

Teil IV

Mikroseismische Überwachung

Übersicht Teil IV

1. Mikroseismiknetz
2. Zeitliche Entwicklung der Mikroseismizität (Überblick)
3. Aktuelle Mikroseismizität
4. Cluster bei der Einlagerungskammer 6/750
5. Cluster bei der Einlagerungskammer 4/750
6. Cluster im Bereich des Sattelkerns (700- und 750-m-Sohle)
7. Zusammenfassung

Übersicht

1 Mikroseismiknetz

2 Zeitliche Entwicklung der Mikroseismizität (Überblick)

3 Aktuelle Mikroseismizität

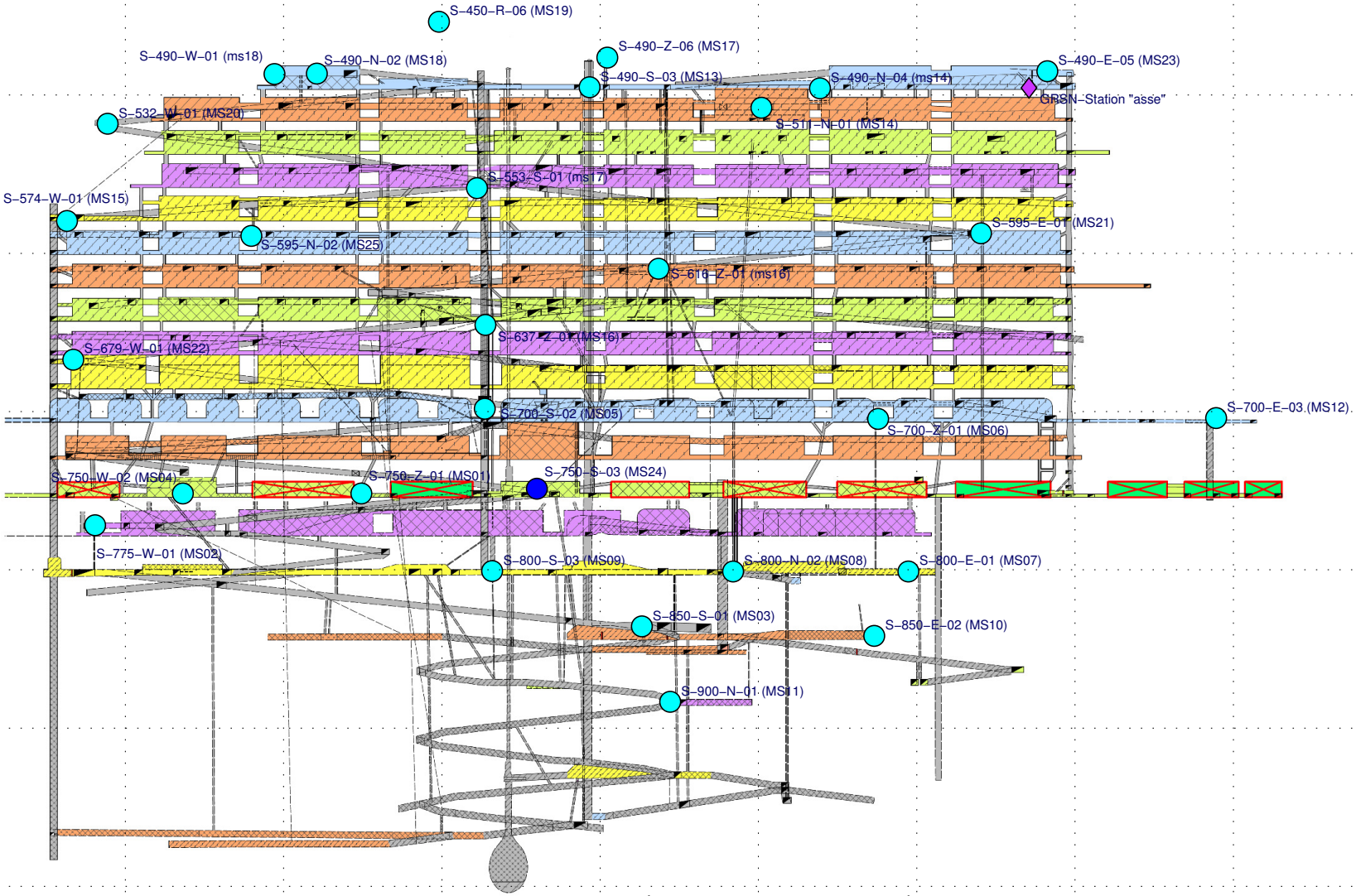
4 Cluster bei der Einlagerungskammer 6/750

5 Cluster bei der Einlagerungskammer 4/750

6 Cluster im Bereich des Sattelkerns (700- und 750-m-Sohle)

7 Zusammenfassung

Netzgeometrie: Lage der Mikroseismikstationen



hellblaue Kreise: 28 aktuell in Betrieb befindliche Mikroseismiksonden (S-700-E-03 seit Juli 2018)
dunkelblauer Kreis: Seit Oktober 2018 dauerhaft ausgefallene Sonde S-750-S-03
violette Raute: Breitbandstation im Deutschen Seismologischen Regionalnetz

Hintergrundbild (Grubengebäude): Auszug aus dem Risswerk (Stand: 15.03.2018)

Übersicht

1 Mikroseismiknetz

2 Zeitliche Entwicklung der Mikroseismizität (Überblick)

3 Aktuelle Mikroseismizität

4 Cluster bei der Einlagerungskammer 6/750

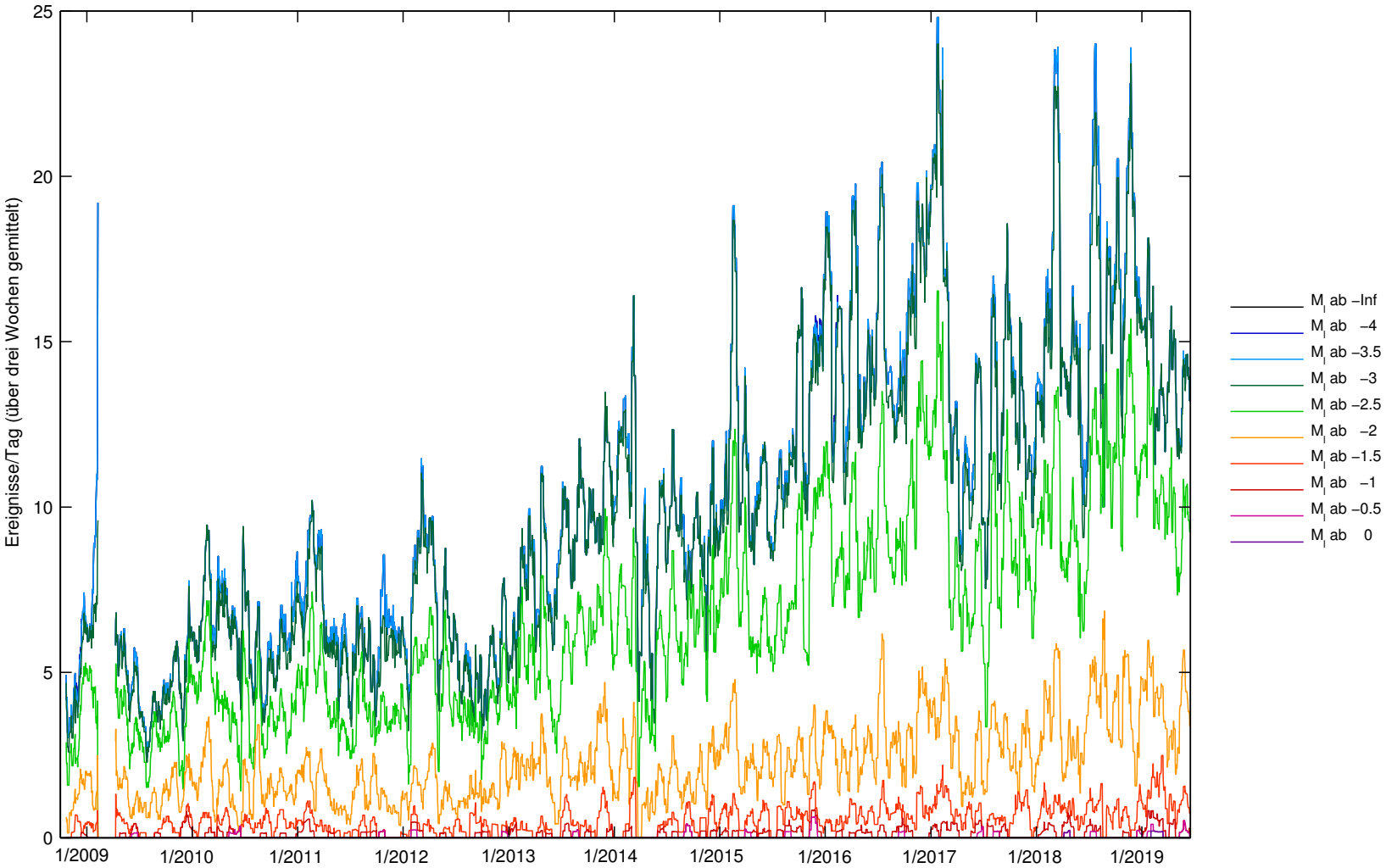
5 Cluster bei der Einlagerungskammer 4/750

6 Cluster im Bereich des Sattelkerns (700- und 750-m-Sohle)

7 Zusammenfassung

Ereignisrate im gesamten überwachten Bereich

(Mittelung über drei Wochen, aus Betriebsruhephasen auf die Gesamtzeit hochgerechnet, Automatik, 01.10.2008 bis 17.06.2019)

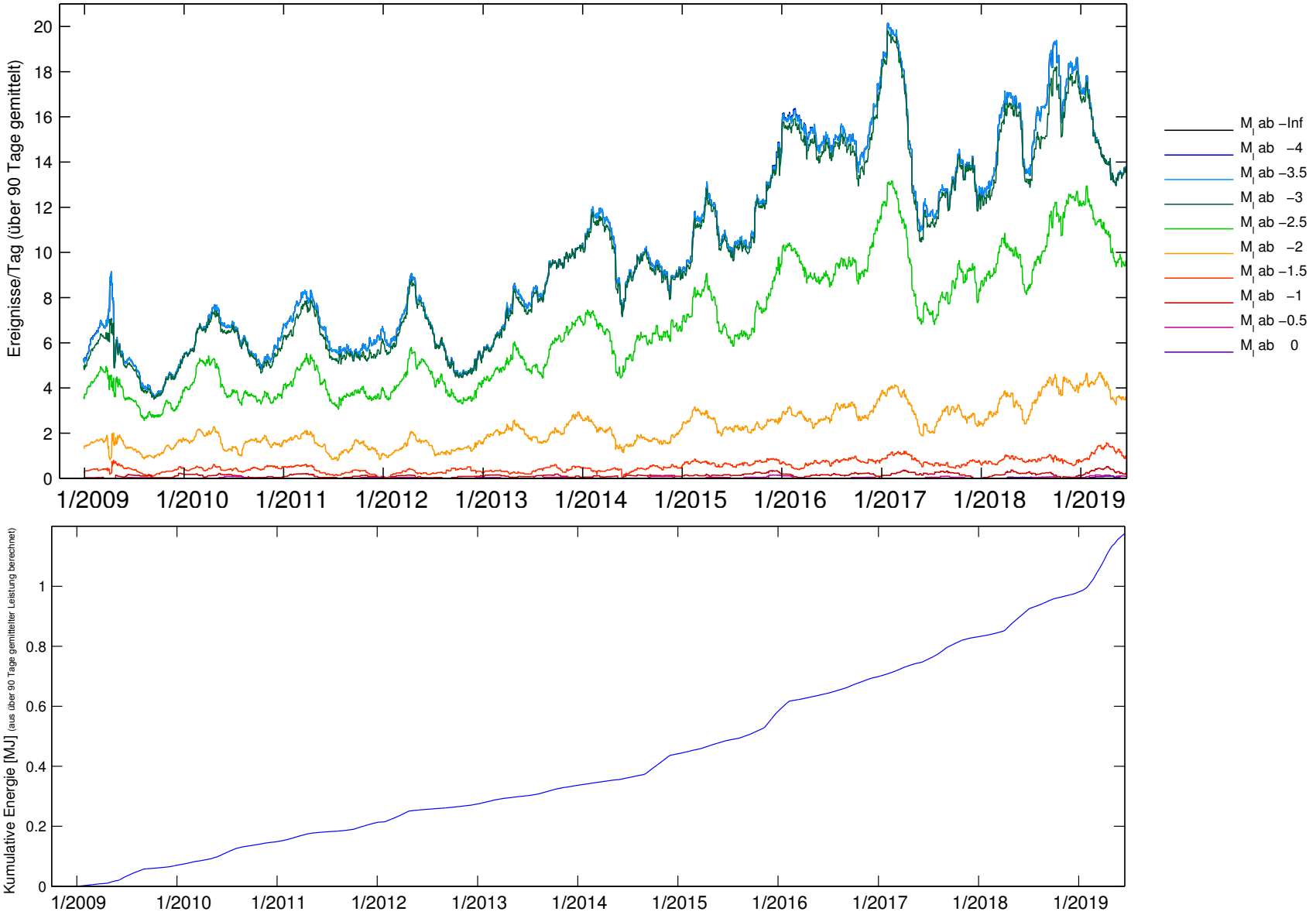


Die Gesamtereignisrate unterliegt deutlichen Schwankungen. Im langfristigen Mittel ist sie angestiegen.

In den Berichtszeiträumen 2016, 2017 und 2018 schwankte die Gesamtereignisrate um etwa 15 Ereignisse pro Tag.

Ereignisrate und kumulative Energie im gesamten überwachten Bereich

(Mittelung über 90 Tage, aus Betriebsruhephasen auf die Gesamtzeit hochgerechnet, Automatik, 01.10.2008 bis 17.06.2019)



Übersicht

1 Mikroseismiknetz

2 Zeitliche Entwicklung der Mikroseismizität (Überblick)

3 Aktuelle Mikroseismizität

4 Cluster bei der Einlagerungskammer 6/750

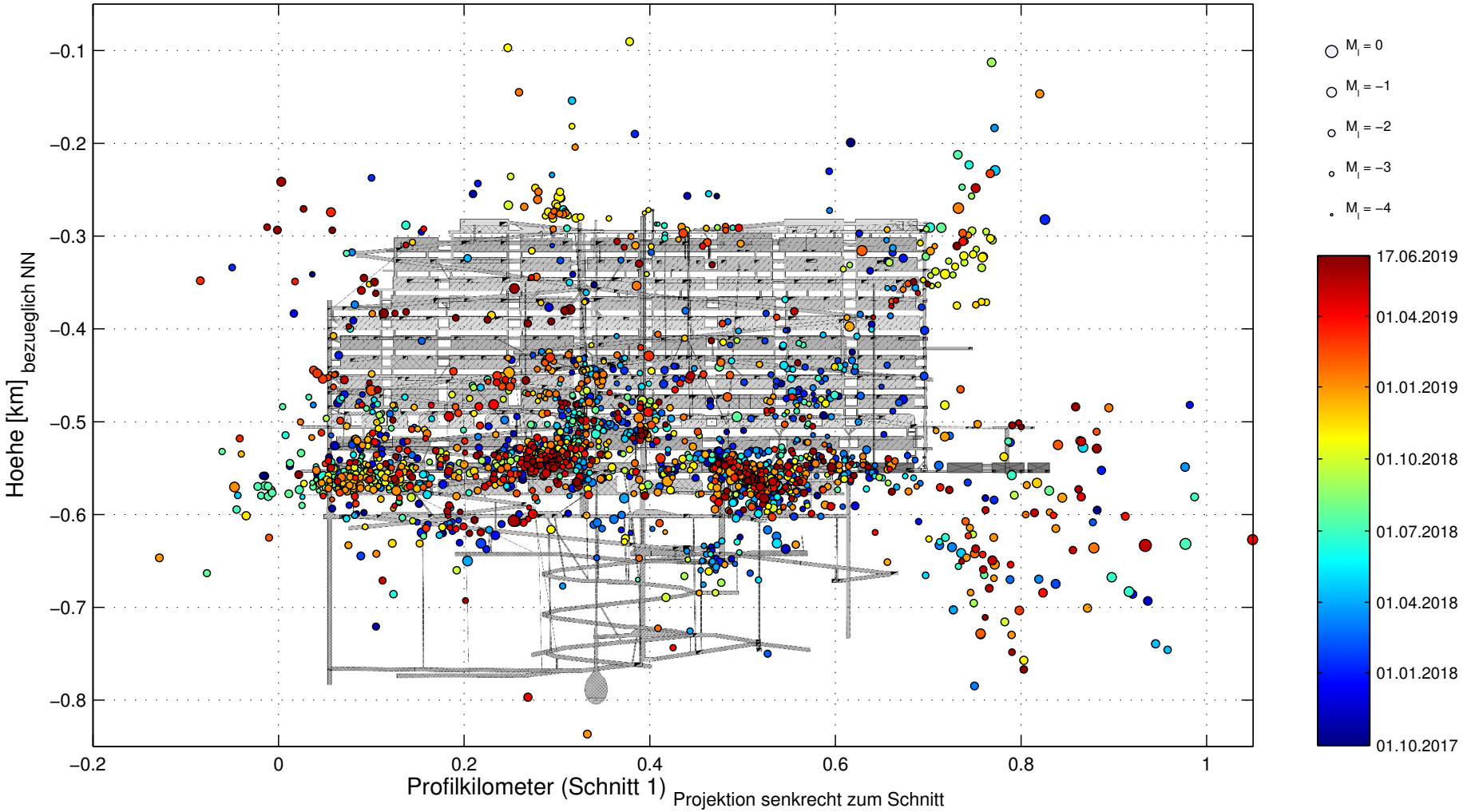
5 Cluster bei der Einlagerungskammer 4/750

6 Cluster im Bereich des Sattelkerns (700- und 750-m-Sohle)

7 Zusammenfassung

Mikroseismizität vom 1. Oktober 2017 bis 17. Juni 2019

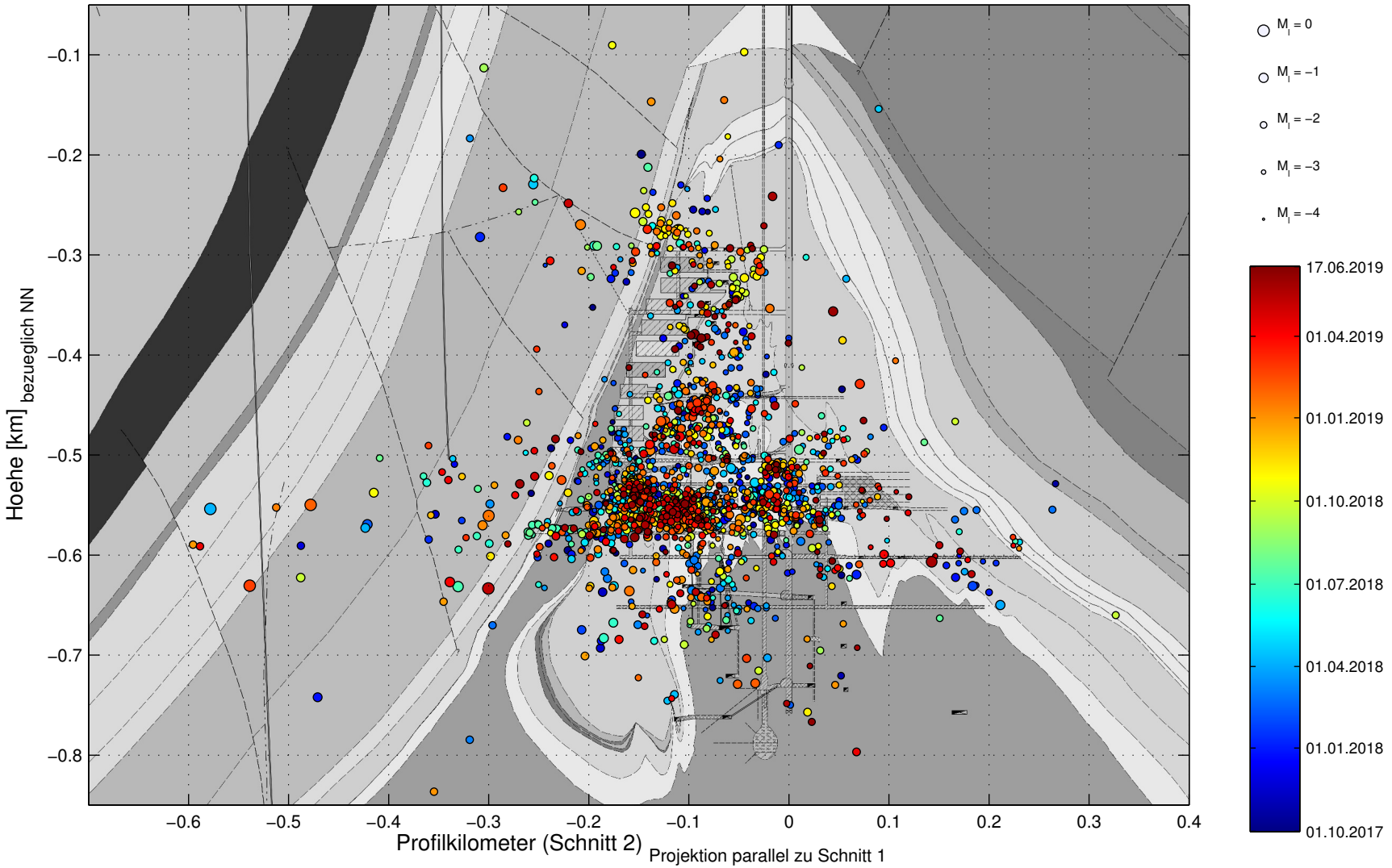
Automatik, Zeiträume ohne bergmännische Aktivitäten („Betriebsruhe“), Profilmeter (Schnitt 1): -200 m bis 1050 m, Höhe bezüglich NN: -850 bis -50



Hintergrundbild: Auszug aus dem Risswerk (Stand: 15.03.2018)

Mikroseismizität vom 1. Oktober 2017 bis 17. Juni 2019

Automatik, Zeiträume ohne bergmännische Aktivitäten („Betriebsruhe“), Profilmeter (Schnitt 2): -700 m bis 400 m, Höhe bezüglich NN: -850 bis -50



Hintergrundbild: Auszug aus dem Risswerk (Stand: 15.03.2018)

Übersicht

1 Mikroseismiknetz

2 Zeitliche Entwicklung der Mikroseismizität (Überblick)

3 Aktuelle Mikroseismizität

4 Cluster bei der Einlagerungskammer 6/750

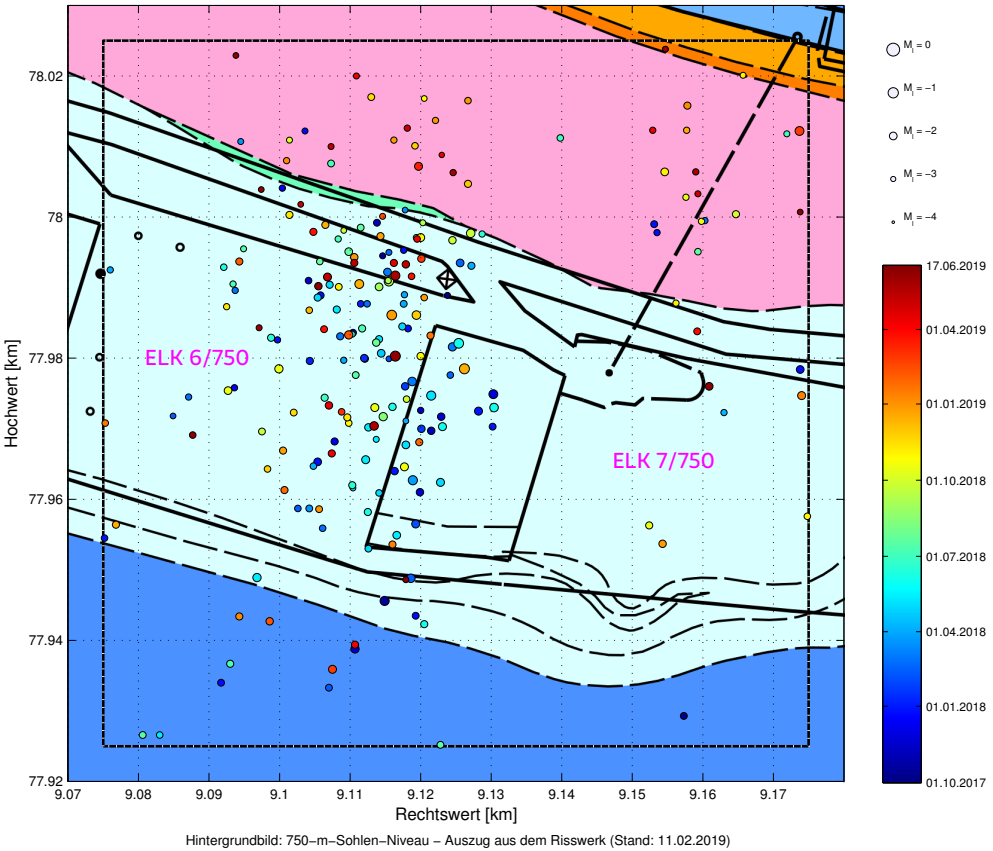
5 Cluster bei der Einlagerungskammer 4/750

6 Cluster im Bereich des Sattelkerns (700- und 750-m-Sohle)

7 Zusammenfassung

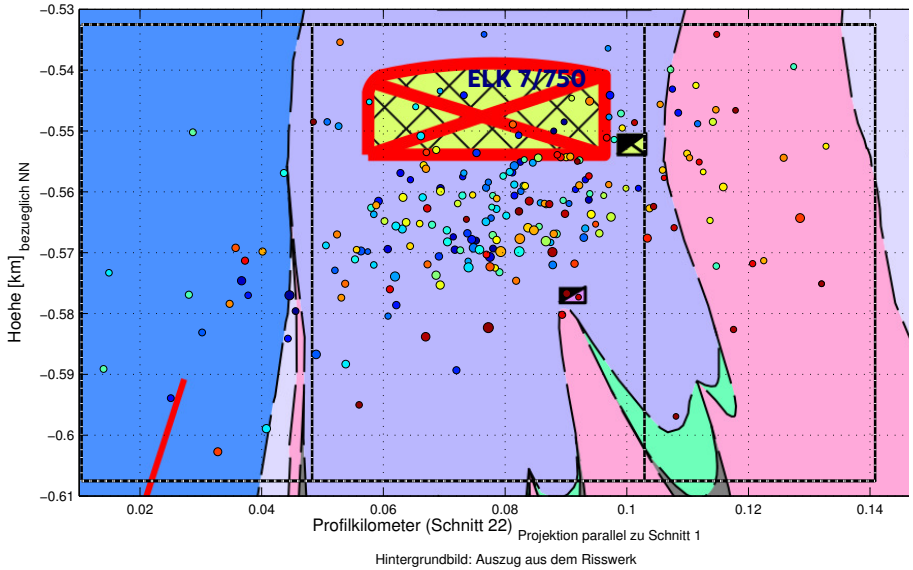
Cluster im Bereich der ELK 6/750 (Betriebsruhe, Automatik, 01.10.2017 bis 17.06.2019)

Draufsicht auf die 750-m-Sohle



Hintergrundbild: 750–m–Sohlen–Niveau – Auszug aus dem Risswerk (Stand: 11.02.2019)

Schnitt senkrecht zum Streichen durch Abbaureihe 8



Hintergrundbild: Auszug aus dem Risswerk

Die Aktivität im Bereich der ELK 6/750 hat sich 2018 ähnlich dem Vorjahr fortgesetzt.

Der Schwerpunkt des Clusters liegt weiterhin etwas unterhalb des östlichen Teils der ELK 6/750.

Übersicht

1 Mikroseismiknetz

2 Zeitliche Entwicklung der Mikroseismizität (Überblick)

3 Aktuelle Mikroseismizität

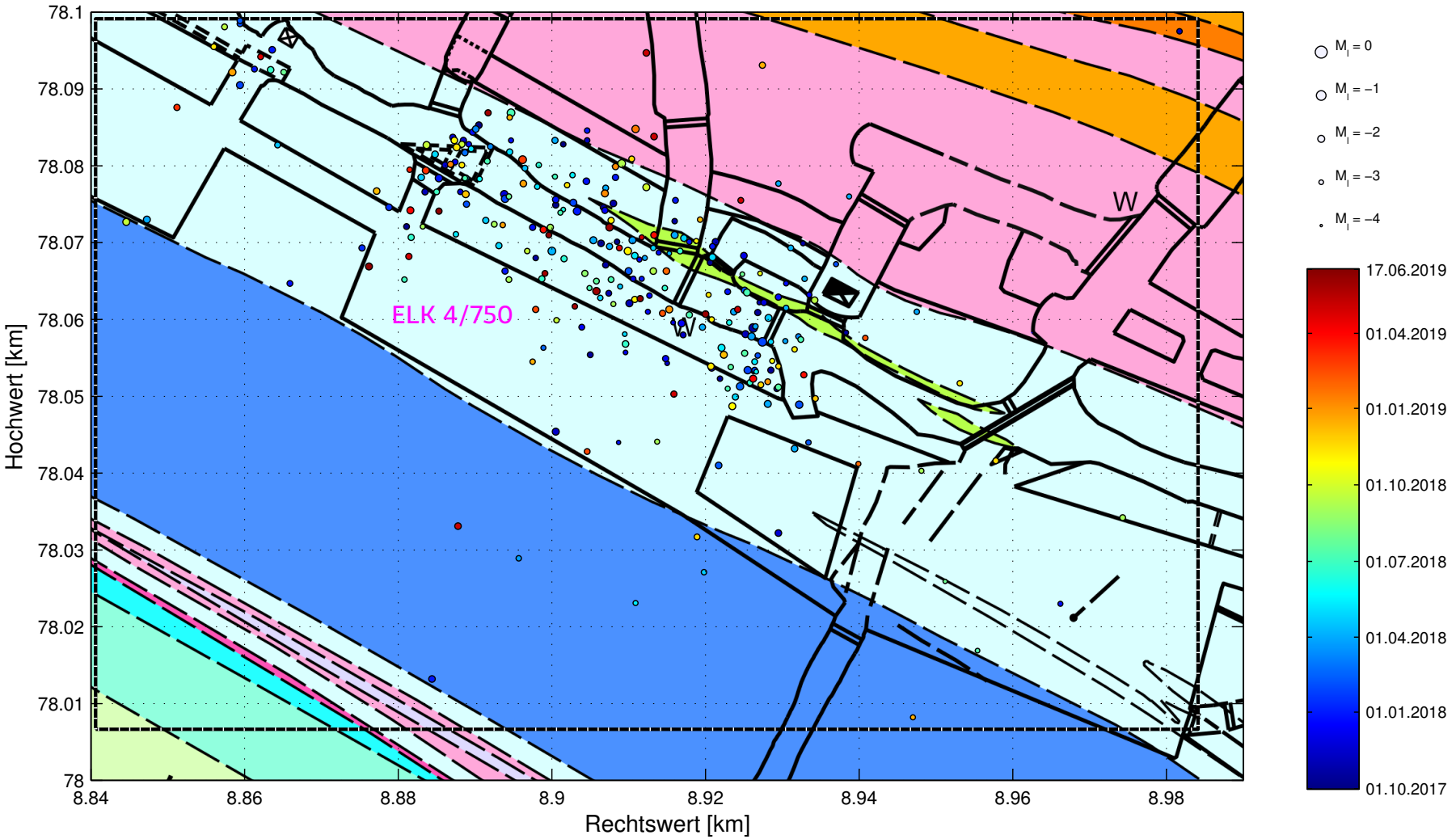
4 Cluster bei der Einlagerungskammer 6/750

5 Cluster bei der Einlagerungskammer 4/750

6 Cluster im Bereich des Sattelkerns (700- und 750-m-Sohle)

7 Zusammenfassung

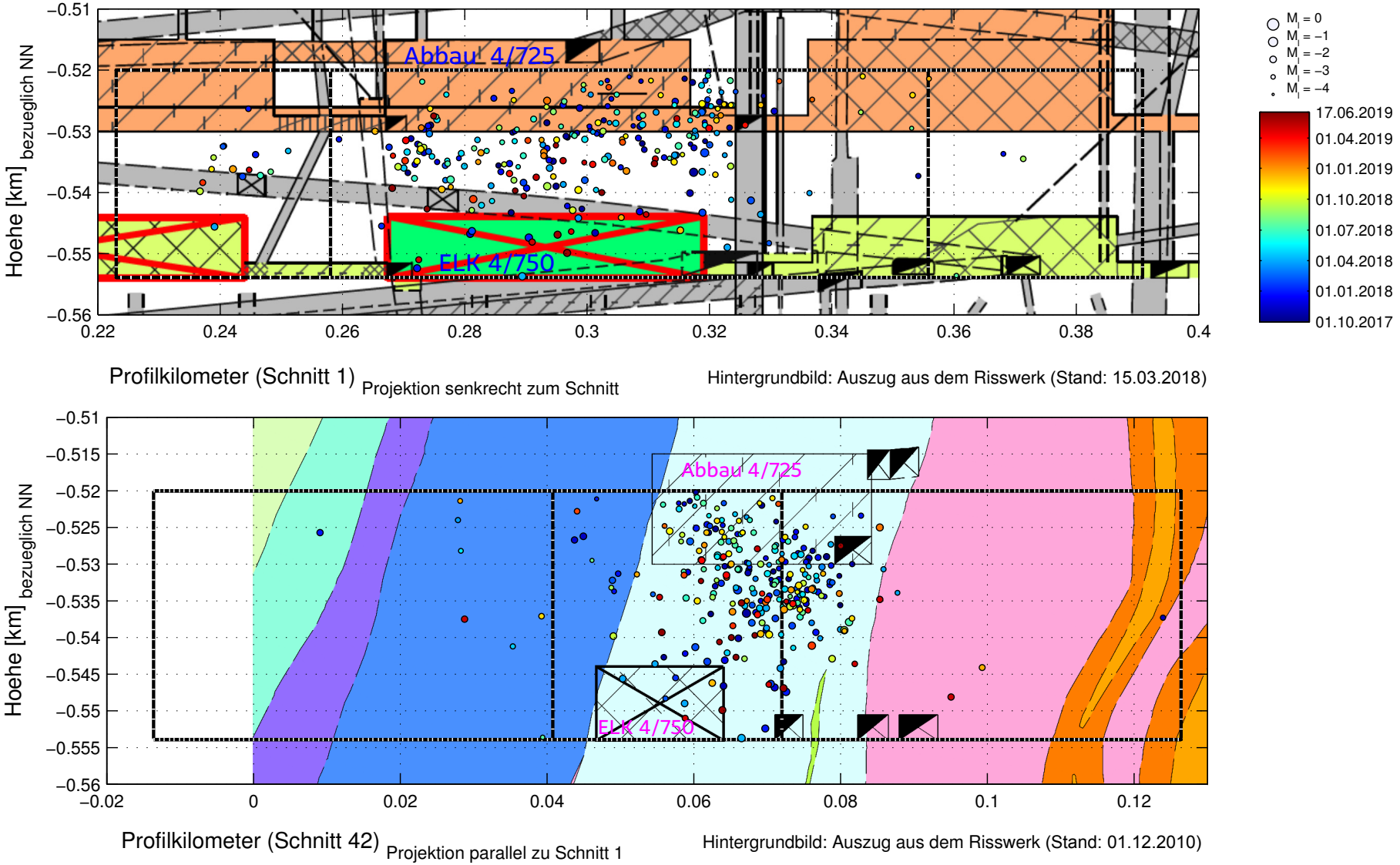
Cluster bei der ELK 4/750 (Betriebsruhe, Automatik, 01.10.2017 bis 17.06.2019)



Hintergrundbild: 750–m–Sohlen–Niveau – Auszug aus dem Risswerk (Stand: 11.02.2019)

Der Schwerpunkt des Clusters liegt weiterhin nördlich der ELK 4/750 entlang der verfüllten 2. südlichen Richtstrecke nach Westen auf der 750-m-Sohle.

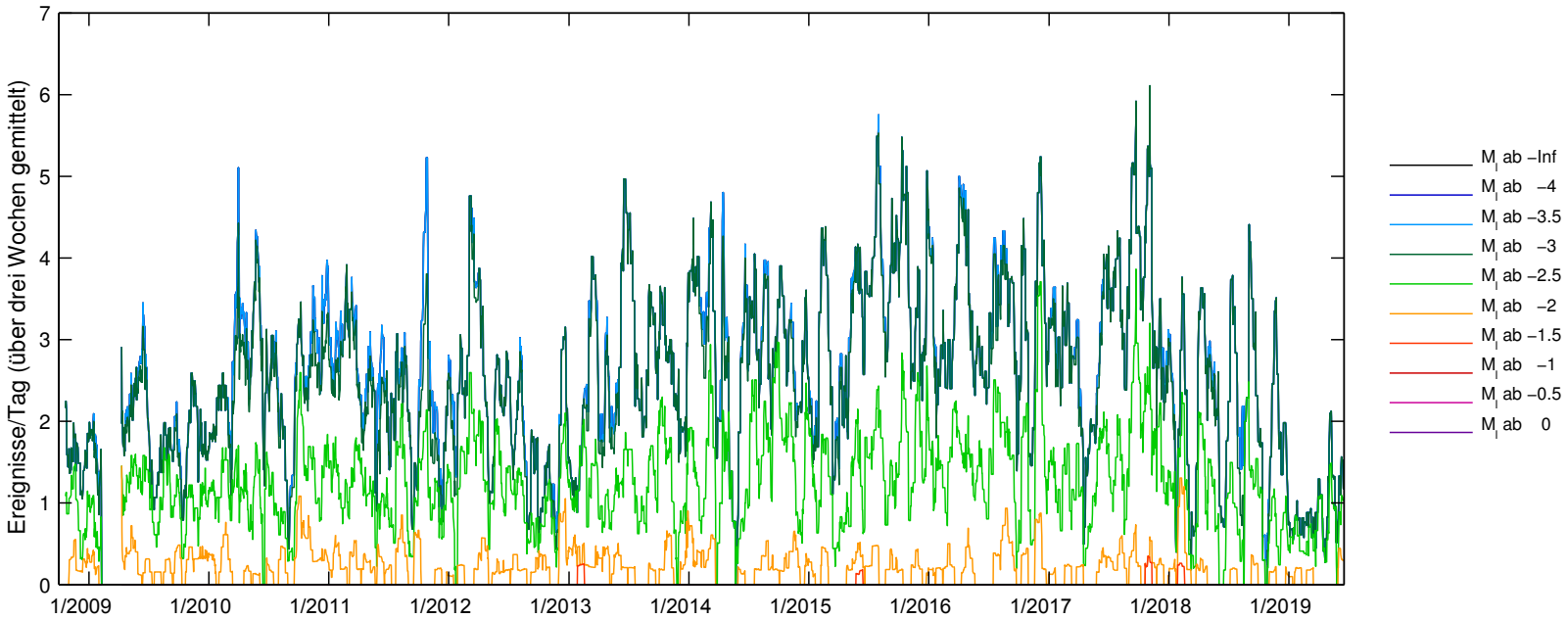
Cluster bei der ELK 4/750 (Betriebsruhe, Automatik, 01.10.2017 bis 17.06.2019)

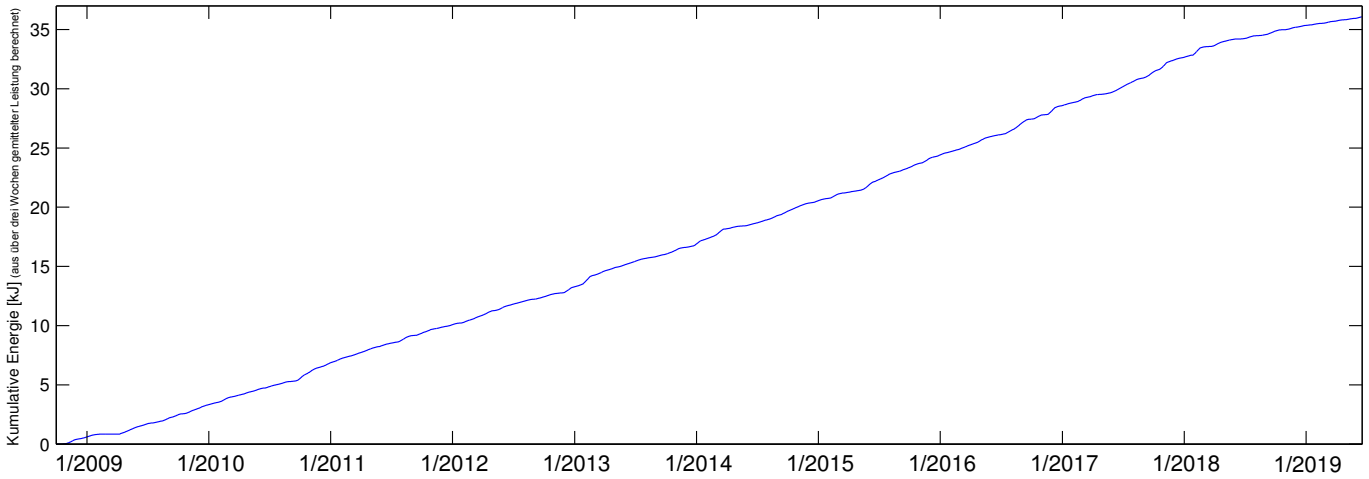


Der Schwerpunkt des Clusters liegt weiterhin zwischen Abbau 4/725 und ELK 4/750 bzw. 2. südlicher Richtstrecke nach Westen auf der 750-m-Sohle.

Ereignisrate und kumulative Energie bei der ELK 4/750

(Mittelung über drei Wochen, aus Betriebsruhephasen auf die Gesamtzeit hochgerechnet, Automatik, 01.10.2008 bis 17.06.2019)





Der Anstieg der kumulativen Energie hat sich ab etwa April 2018 verlangsamt.

Cluster bei der ELK 4/750 — Projektion auf den Riss der 750-m-Sohle

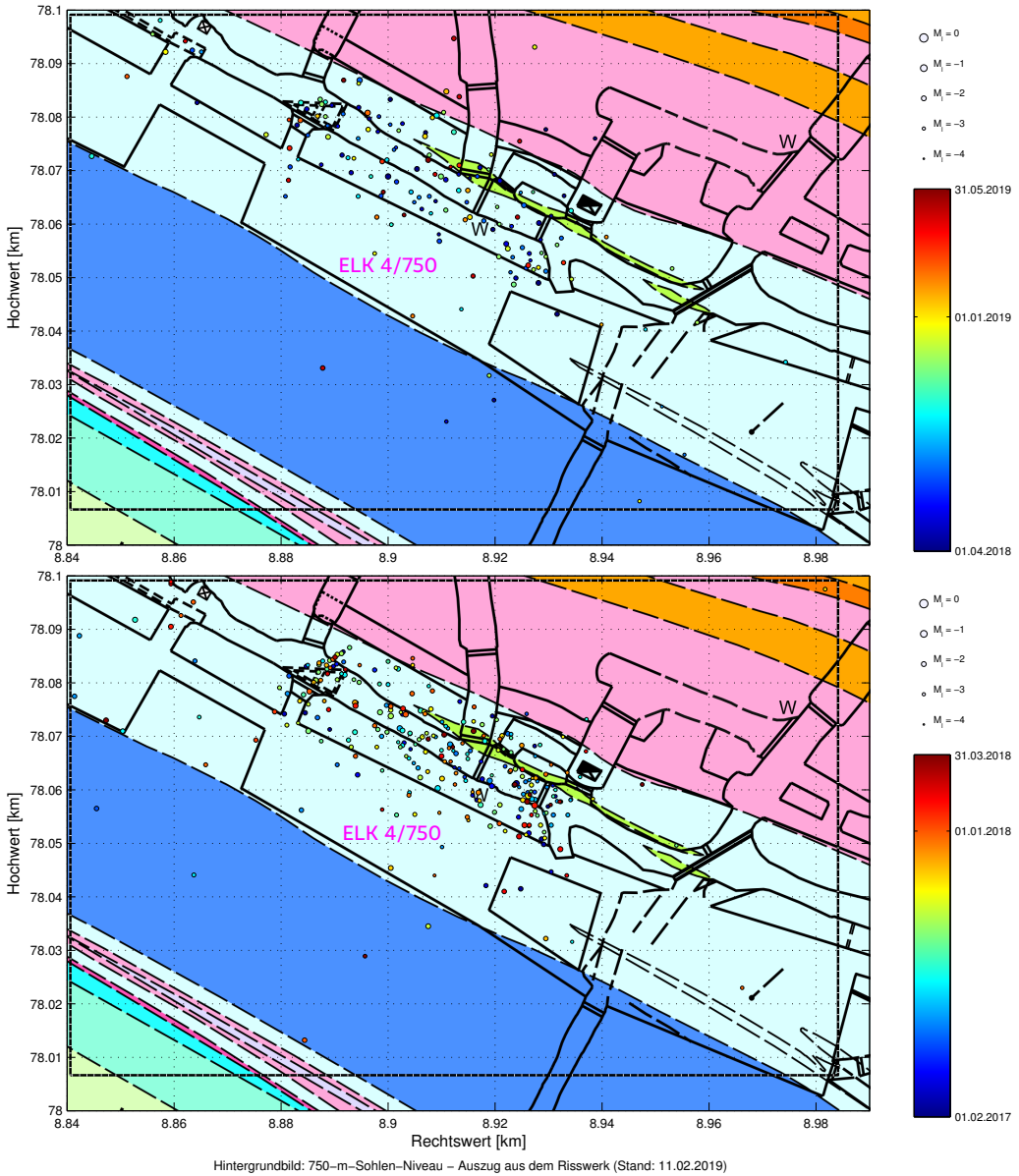
(Betriebsruhe, Automatik, Vergleich der Zeiträume 01.02.2017 bis 31.03.2018 und 01.04.2018 bis 31.05.2019)

Ereignisse ab dem 1. April 2018,
d. h. ab der Abnahme des Anstiegs der kumulativen Energie

(Zeitraum: 01.04.2018 bis 31.05.2019)

Ereignisse vor dem 1. April 2018,
d. h. vor der Abnahme des Anstiegs der kumulativen Energie

(Zeitraum:01.02.2017 bis 31.03.2018)

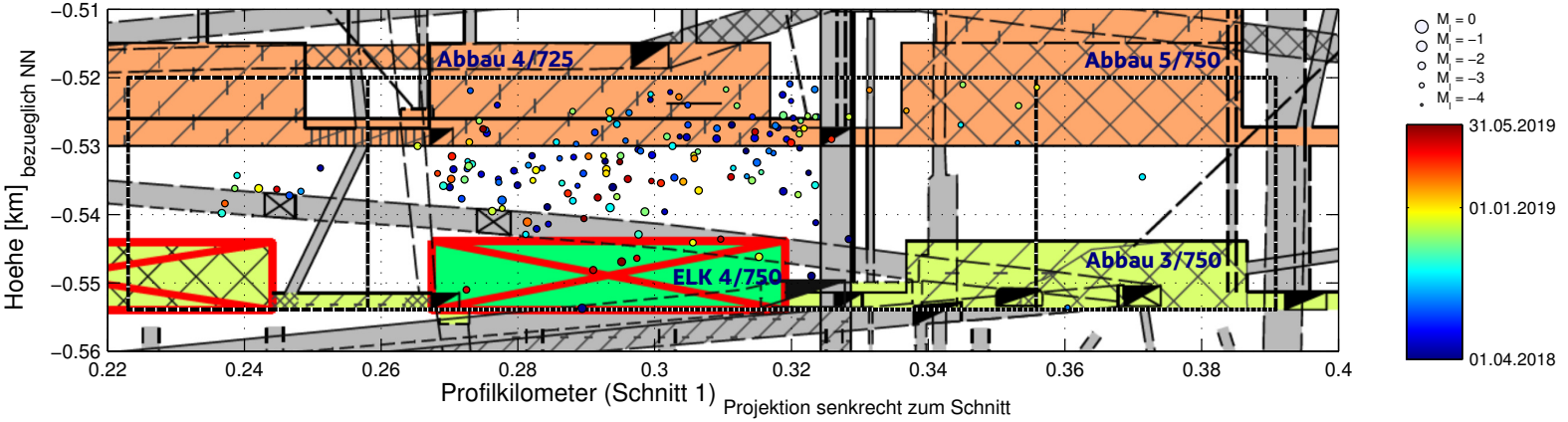


Hintergrundbild: 750–m–Sohlen–Niveau – Auszug aus dem Risswerk (Stand: 11.02.2019)

Cluster bei der ELK 4/750 — Projektion auf einen Schnitt durch Abbaureihe 4, senkrecht zum Streichen

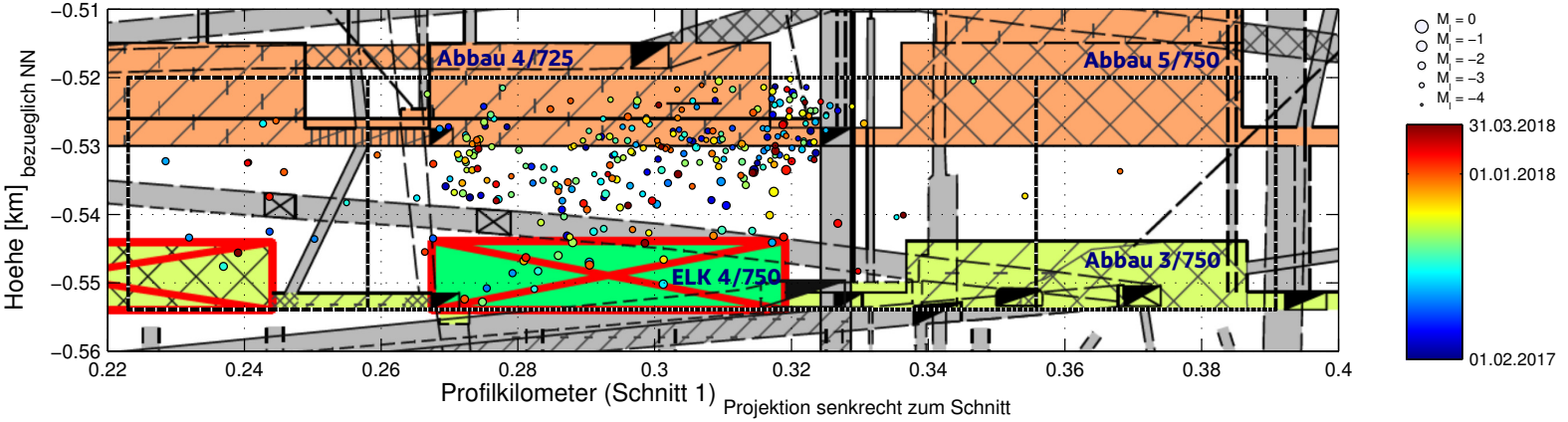
(Betriebsruhe, Automatik, Vergleich der Zeiträume 01.02.2017 bis 31.03.2018 und 01.04.2018 bis 31.05.2019)

Ereignisse ab dem 1. April 2018, d. h. ab der Abnahme des Anstiegs der kumulativen Energie
(Zeitraum: 01.04.2018 bis 31.05.2019)



Hintergrundbild: Auszug aus dem Risswerk (Stand: 15.03.2018)

Ereignisse vor dem 1. April 2018, d. h. vor der Abnahme des Anstiegs der kumulativen Energie
(Zeitraum:01.02.2017 bis 31.03.2018)

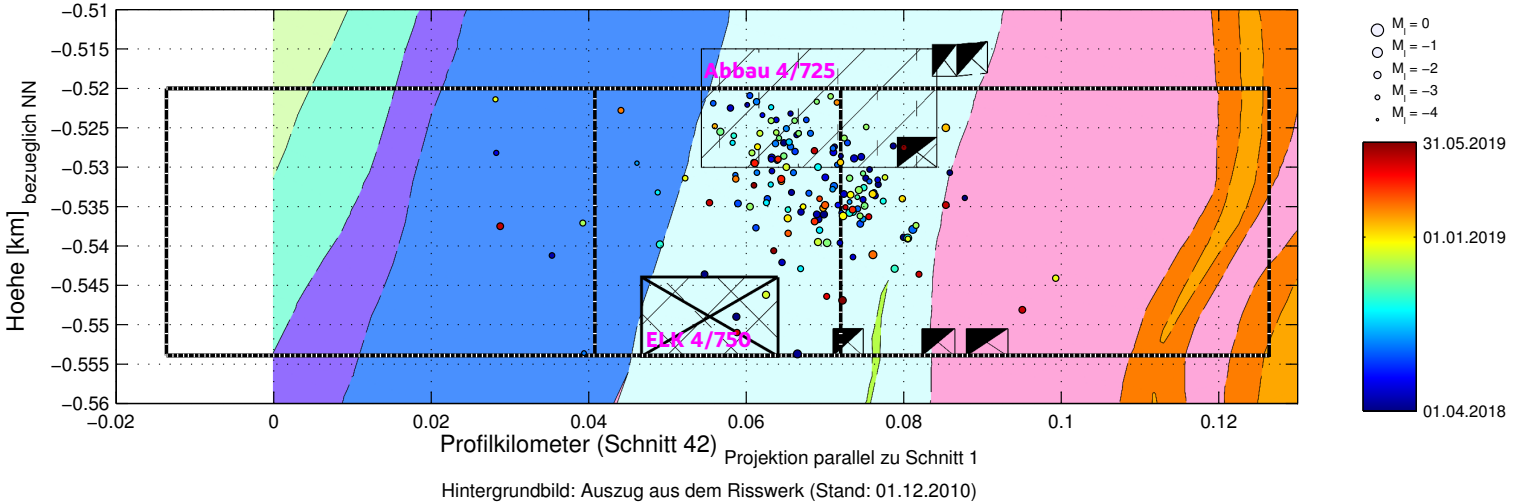


Hintergrundbild: Auszug aus dem Risswerk (Stand: 15.03.2018)

Cluster bei der ELK 4/750 — Projektion auf einen Schnitt durch das Baufeld an der Südflanke, parallel zum Streichen

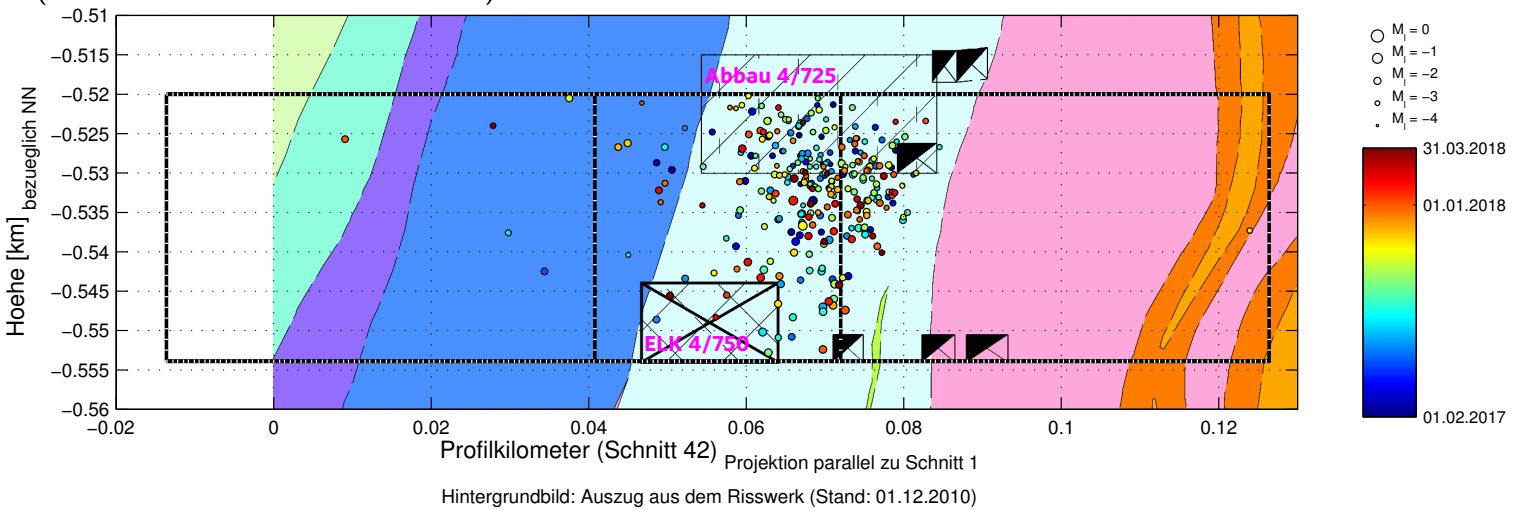
(Betriebsruhe, Automatik, Vergleich der Zeiträume 01.02.2017 bis 31.03.2018 und 01.04.2018 bis 31.05.2019)

Ereignisse ab dem 1. April 2018, d. h. ab der Abnahme des Anstiegs der kumulativen Energie
(Zeitraum: 01.04.2018 bis 31.05.2019)



Hintergrundbild: Auszug aus dem Risswerk (Stand: 01.12.2010)

Ereignisse vor dem 1. April 2018, d. h. vor der Abnahme des Anstiegs der kumulativen Energie
(Zeitraum:01.02.2017 bis 31.03.2018)



Hintergrundbild: Auszug aus dem Risswerk (Stand: 01.12.2010)

Übersicht

1 Mikroseismiknetz

2 Zeitliche Entwicklung der Mikroseismizität (Überblick)

3 Aktuelle Mikroseismizität

4 Cluster bei der Einlagerungskammer 6/750

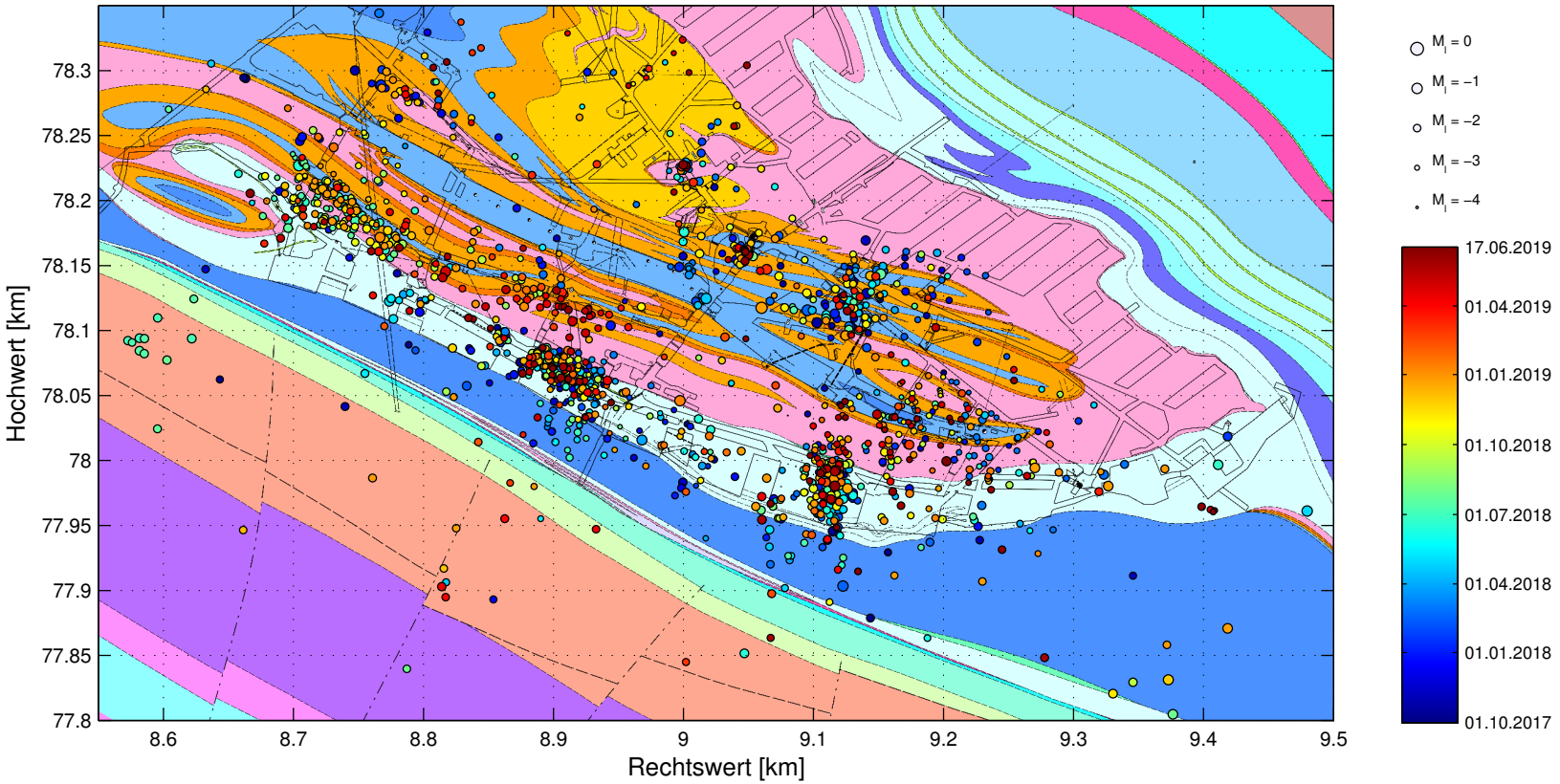
5 Cluster bei der Einlagerungskammer 4/750

6 Cluster im Bereich des Sattelkerns (700- und 750-m-Sohle)

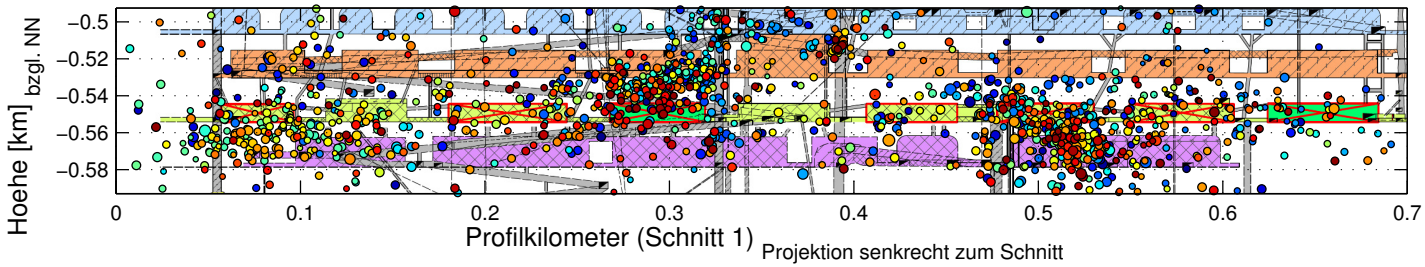
7 Zusammenfassung

Mikroseismizität im Bereich der 700- bis 775-m-Sohle

insbesondere Cluster im Bereich der 1. südlichen Richtstrecke nach Westen und bei der Gabelung der nördlichen und 2. nördlichen Richtstrecke nach Osten auf der 750-m-Sohle sowie beim Füllort des Schachts 2 auf der 700-m-Sohle



Hintergrundbild: 750–m–Sohlen–Niveau – Auszug aus dem Risswerk (Stand: 11.02.2019)



Hintergrundbild: Auszug aus dem Risswerk (Stand 15.03.2018)

Übersicht

1 Mikroseismiknetz

2 Zeitliche Entwicklung der Mikroseismizität (Überblick)

3 Aktuelle Mikroseismizität

4 Cluster bei der Einlagerungskammer 6/750

5 Cluster bei der Einlagerungskammer 4/750

6 Cluster im Bereich des Sattelkerns (700- und 750-m-Sohle)

7 Zusammenfassung

Zusammenfassung (Mikroseimizität und Stabilisierung)

Die mikroseismische Aktivität liegt insgesamt weiter auf hohem Niveau.

Ursachen der Mikroseismizität sind

- Vorschädigungen,
- geologisch vorgeprägte Trennflächen,
- hohe Beanspruchung,
- ungünstige Geometrie,
- hoher Durchbauungsgrad,
- lange Standzeit

bzw. deren Zusammenspiel.

Stabilisierungsmaßnahmen sind notwendig, um weitere Schädigungsprozesse zu begrenzen.

Ausreichende Stabilisierungsmaßnahmen führen auf lange Sicht zum Rückgang der Mikroseismizität.

Zusammenfassung (Mikroseismizität)

- **Die mikroseismische Aktivität im Deckgebirge, insbesondere südlich der Abbaureihe 3, ist gering.**

  Ein Zusammenhang der mikroseimischen Ereignisse mit Veränderungen der Lösungsfassungsrate ist nicht ersichtlich.

- **Das Cluster bei der ELK 4/750 ist weiterhin aktiv.**

  Die Aktivität ist nach Stabilisierungen in der Umgebung ab etwa April 2018 signifikant zurückgegangen.

Teil V

Lokale Monitoringprogramme

Übersicht Teil V

1. Oberer Baufeldrand
2. Nebenabbaue auf der 532-m-Sohle
3. Westflügel der 553- und 574-m-Sohle (Abbaureihe 3)
4. Wendelstrecke im Bereich der 616- bis zur 775-m-Sohle
5. Monitoring 700-m-Sohle
6. 750-m-Sohle: Füllorte Schacht 2 und Schacht 4
7. 750-m-Sohle: nördliche Richtstrecken nach Osten

Übersicht

1 Oberer Baufeldrand

2 Nebenabbaue auf der 532-m-Sohle

3 Westflügel der 553- und 574-m-Sohle (Abbaureihe 3)

4 Wendelstrecke im Bereich der 616- bis zur 775-m-Sohle

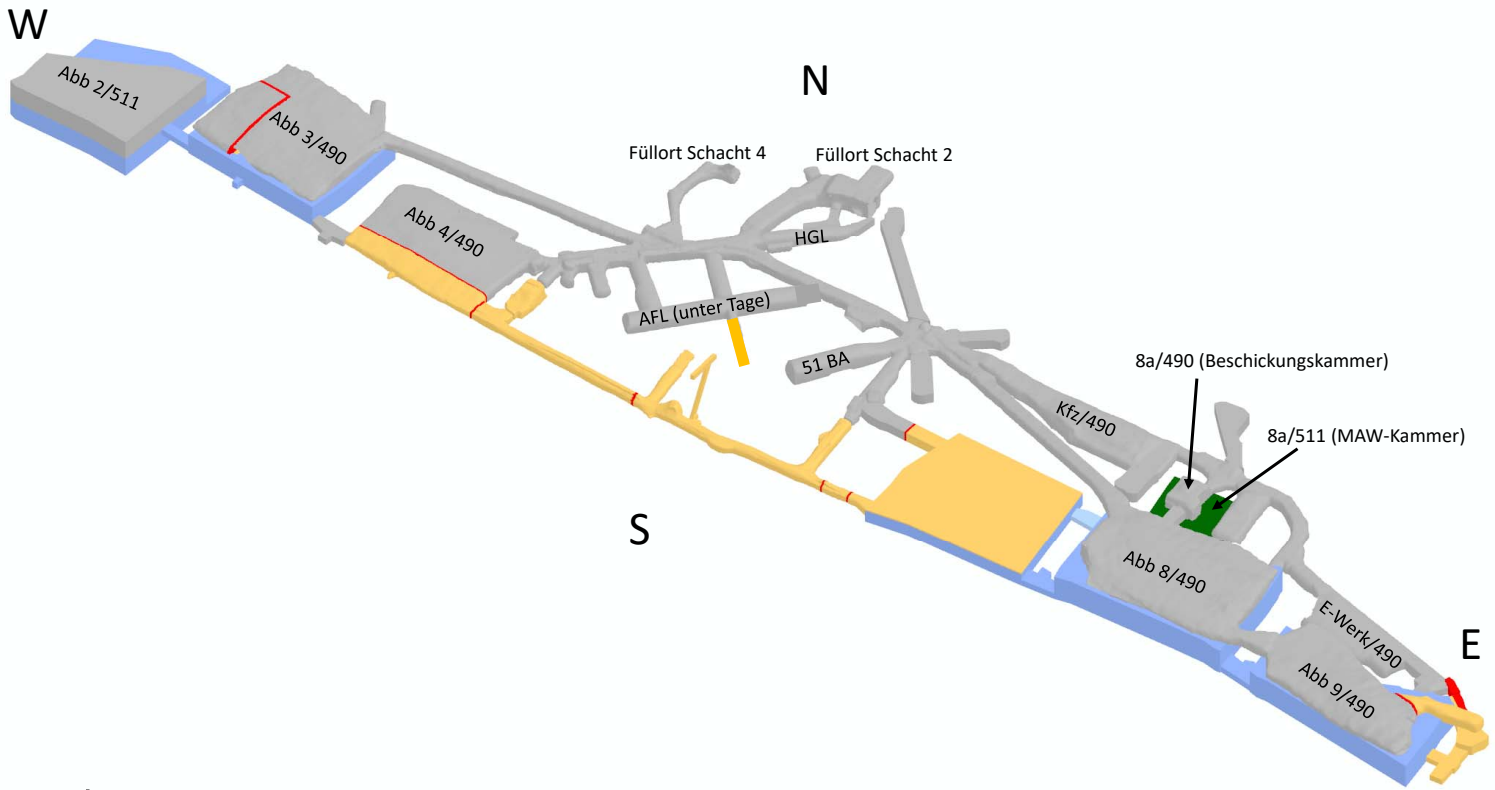
5 Monitoring 700-m-Sohle

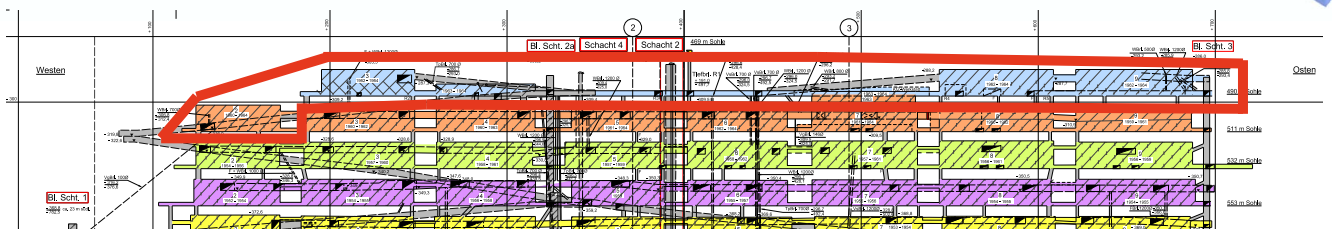
6 750-m-Sohle: Füllorte Schacht 2 und Schacht 4

7 750-m-Sohle: nördliche Richtstrecken nach Osten

Oberer Baufeldrand

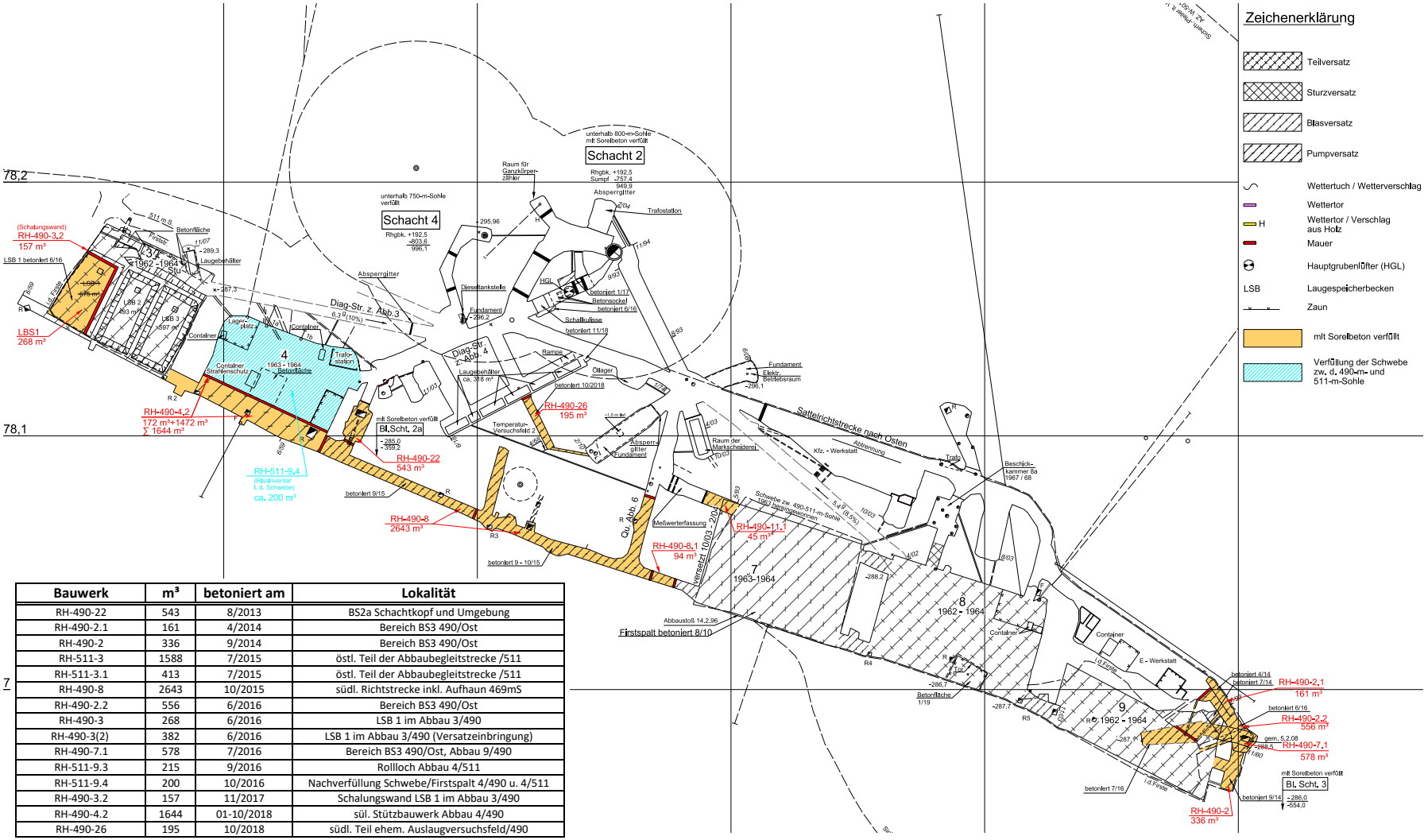
Grundriss der 490-m-Sohle (Monitoringplan) und Schnitt 1





Oberer Baufeldrand

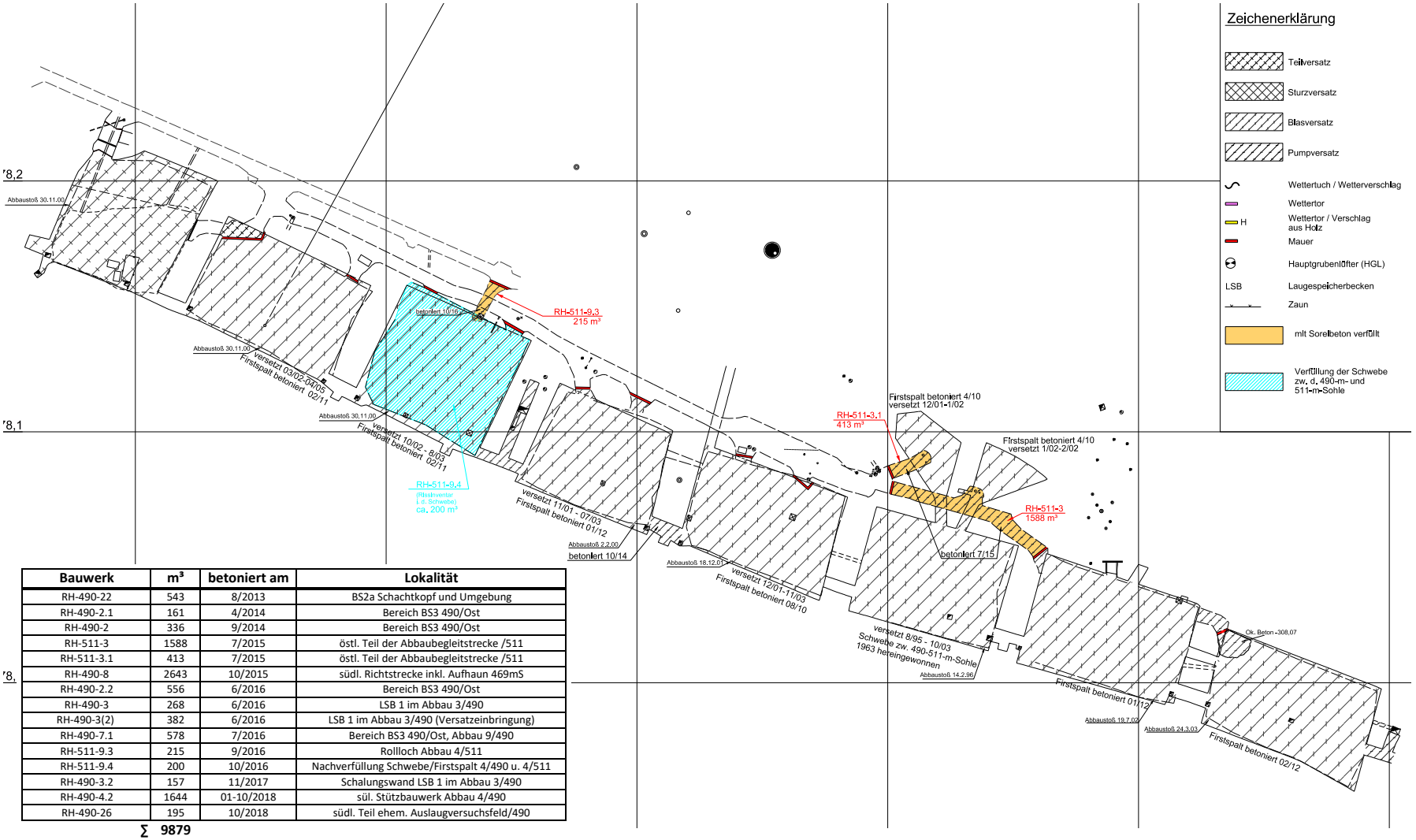
490-m-Sohle Stabilisierungsmaßnahmen 2013 bis heute



Bauwerk	m³	betoniert am	Lokalität
RH-490-22	543	8/2013	BS2a Schachtkopf und Umgebung
RH-490-2.1	161	4/2014	Bereich BS3 490/Ost
RH-490-2	336	9/2014	Bereich BS3 490/Ost
RH-511-3	1588	7/2015	östl. Teil der Abbaubegleitstrecke /511
RH-511-3.1	413	7/2015	östl. Teil der Abbaubegleitstrecke /511
RH-490-8	2643	10/2015	südl. Richtstrecke inkl. Aufhaun 469mS
RH-490-2.2	556	6/2016	Bereich BS3 490/Ost
RH-490-3	268	6/2016	LSB 1 im Abbau 3/490
RH-490-3(2)	382	6/2016	LSB 1 im Abbau 3/490 (Versatzeinbringung)
RH-490-7.1	578	7/2016	Bereich BS3 490/Ost, Abbau 9/490
RH-511-9.3	215	9/2016	Rollloch Abbau 4/511
RH-511-9.4	200	10/2016	Nachverfüllung Schwebe/Firstspalt 4/490 u. 4/511
RH-490-3.2	157	11/2017	Schalungswand LSB 1 im Abbau 3/490
RH-490-4.2	1644	01-10/2018	sül. Stützbauwerk Abbau 4/490
RH-490-26	195	10/2018	südl. Teil ehem. Auslaugversuchsfeld/490
	Σ 9879		

Oberer Baufeldrand

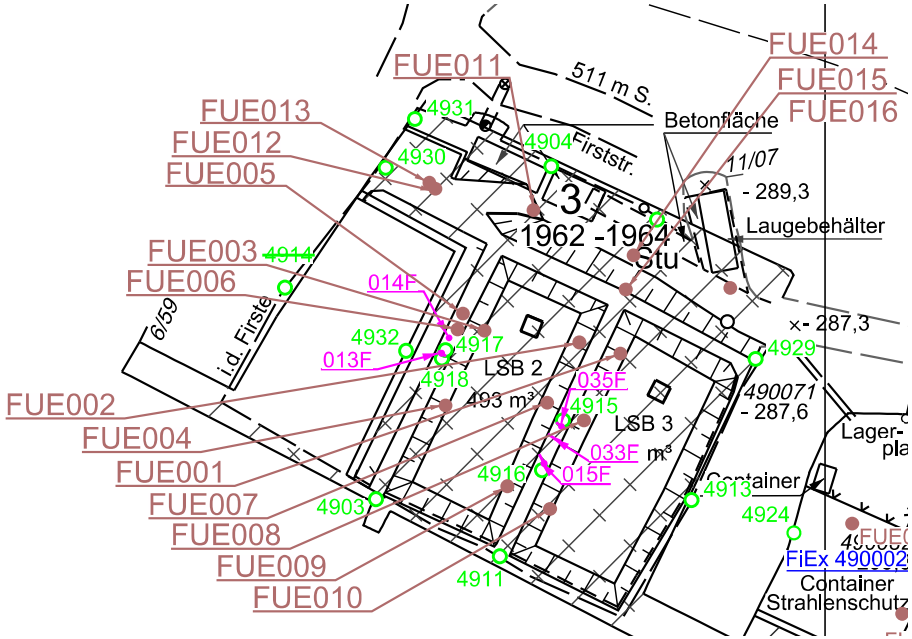
511-m-Sohle Stabilisierungsmaßnahmen 2013 bis heute



Bauwerk	m³	betoniert am	Lokalität
RH-490-22	543	8/2013	BS2a Schachtkopf und Umgebung
RH-490-2.1	161	4/2014	Bereich BS3 490/Ost
RH-490-2	336	9/2014	Bereich BS3 490/Ost
RH-511-3	1588	7/2015	östl. Teil der Abbaubegleitstrecke /511
RH-511-3.1	413	7/2015	östl. Teil der Abbaubegleitstrecke /511
RH-490-8	2643	10/2015	südl. Richtstrecke inkl. Aufhaun 469mS
RH-490-2.2	556	6/2016	Bereich BS3 490/Ost
RH-490-3	268	6/2016	LSB 1 im Abbau 3/490
RH-490-3(2)	382	6/2016	LSB 1 im Abbau 3/490 (Versatzeinbringung)
RH-490-7.1	578	7/2016	Bereich BS3 490/Ost, Abbau 9/490
RH-511-9.3	215	9/2016	Rollloch Abbau 4/511
RH-511-9.4	200	10/2016	Nachverfüllung Schwebe/Firstspalt 4/490 u. 4/511
RH-490-3.2	157	11/2017	Schalungswand LSB 1 im Abbau 3/490
RH-490-4.2	1644	01-10/2018	sül. Stützbauwerk Abbau 4/490
RH-490-26	195	10/2018	südl. Teil ehem. Auslaugversuchsfeld/490
	Σ 9879		

Oberer Baufeldrand

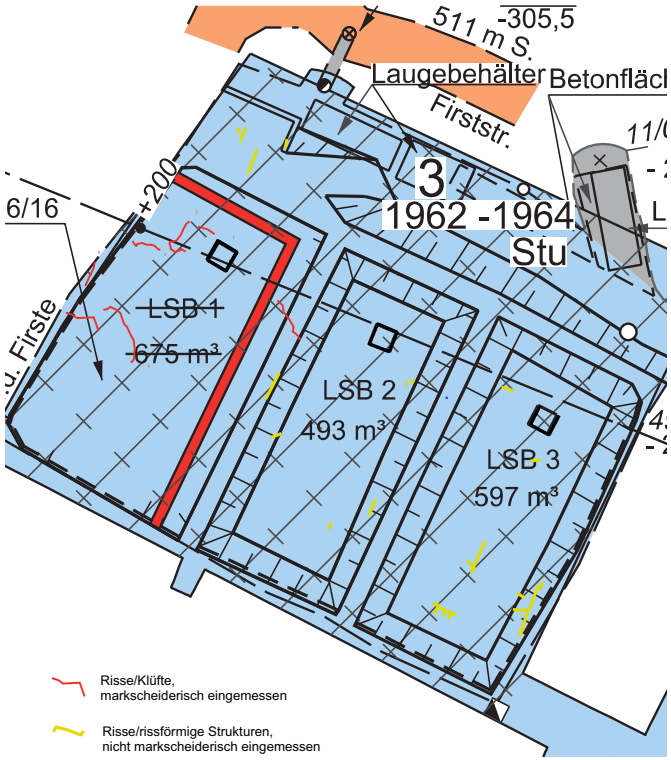
Abbau 3/490 (Laugespeicherbecken und Pumptechnik) - Monitoring



- Konvergenzmessungen (vertikal + horizontal)
- Firstkontrollbohrungen
- Fissurometermessungen
- Firstüberwachungspunkte

Oberer Baufeldrand

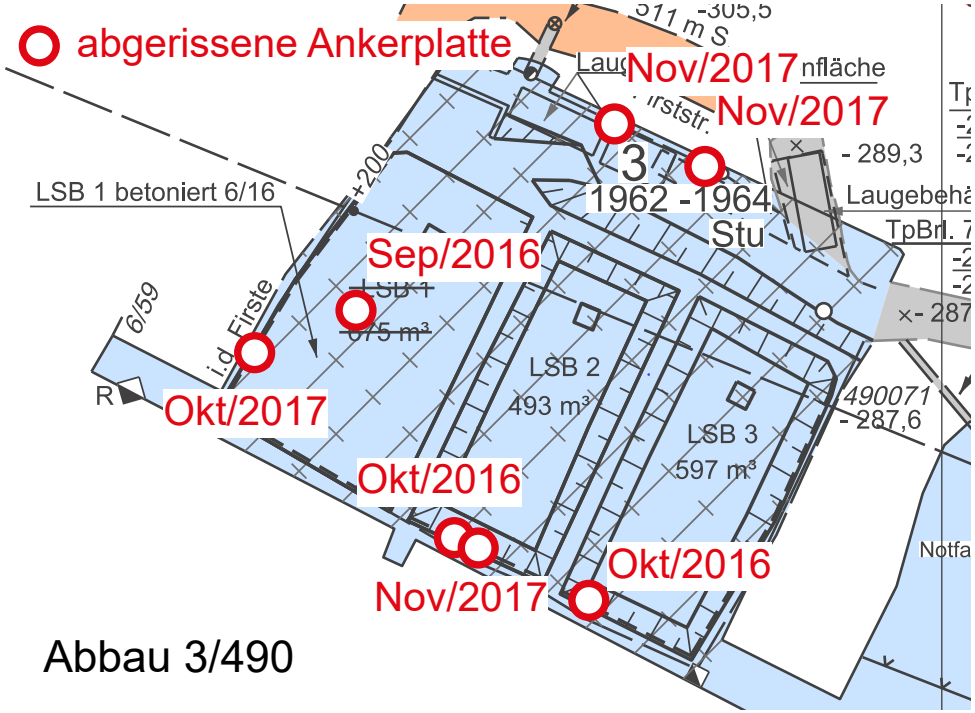
Abbau 3/490 - Rissbildungen im Firstbereich

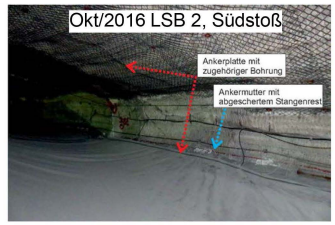


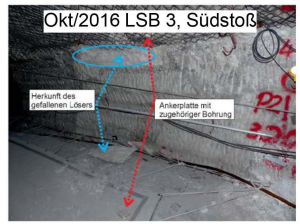
Abbau 3/490 Schalungswand LSB 1

Oberer Baufeldrand

Abbau 3/490 - Abgerissene Ankerplatten Abbau 3/490



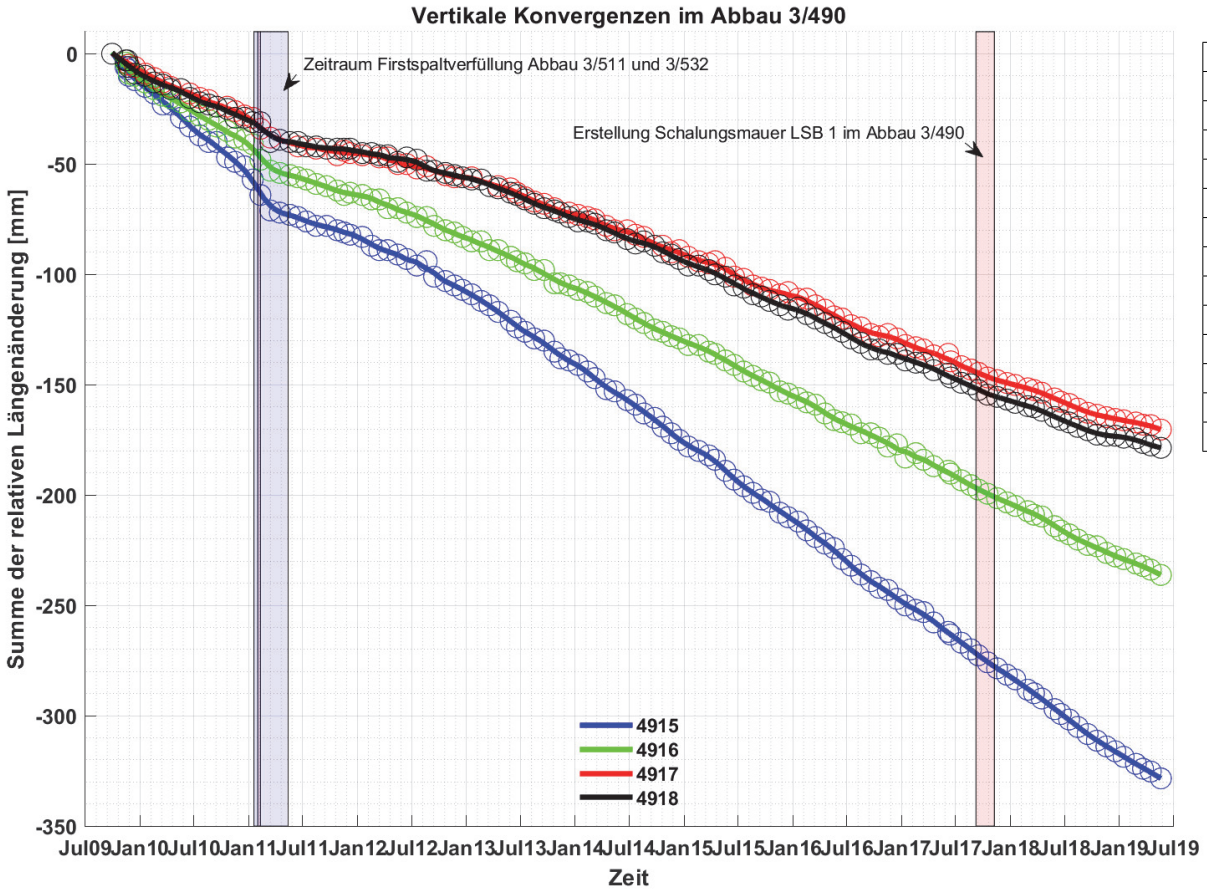




Es wurden seit November 2017 keine weiteren Ankerdefekte festgestellt

Oberer Baufeldrand

Abbau 3/490 - Vertikale Konvergenzmessungen

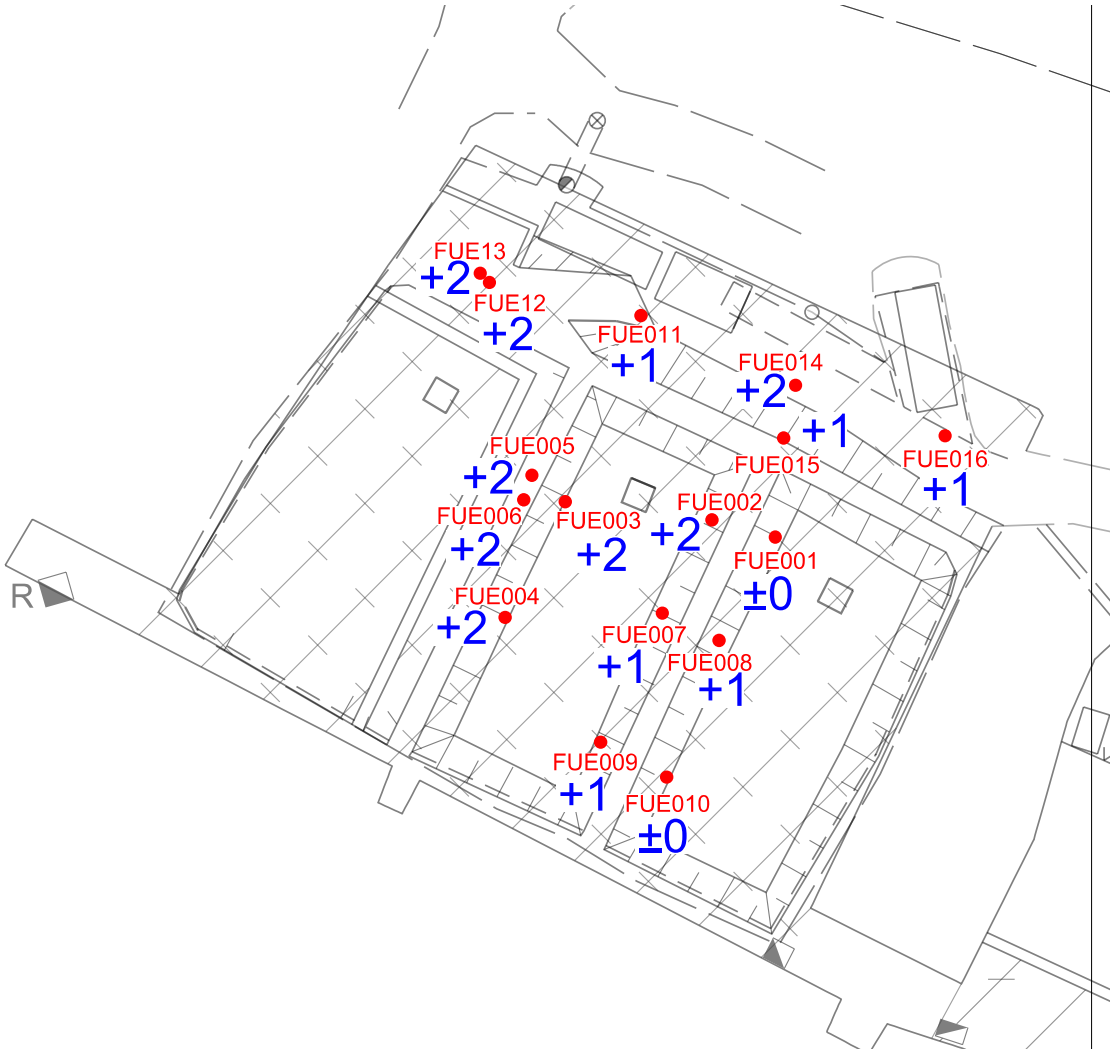


		Messstellenbezeichnung			
Jahr	**Tage**	**4915**	**4916**	**4917**	**4918**
		Jahresmittelwerte der Konvergenzraten in mm/a			
2009	94	54	48	30	37
2010	365	42	30	22	21
2011	365	28	23	16	14
2012	366	25	19	11	12
2013	365	33	23	17	19
2014	365	36	24	18	19
2015	365	35	25	19	21
2016	366	37	25	21	22
2017	365	34	24	19	20
2018	365	35	24	16	16
2019	141	29	21	12	13

- Konvergenz in horizontal querschlägiger Richtung: 8-12 mm/a

Oberer Baufeldrand

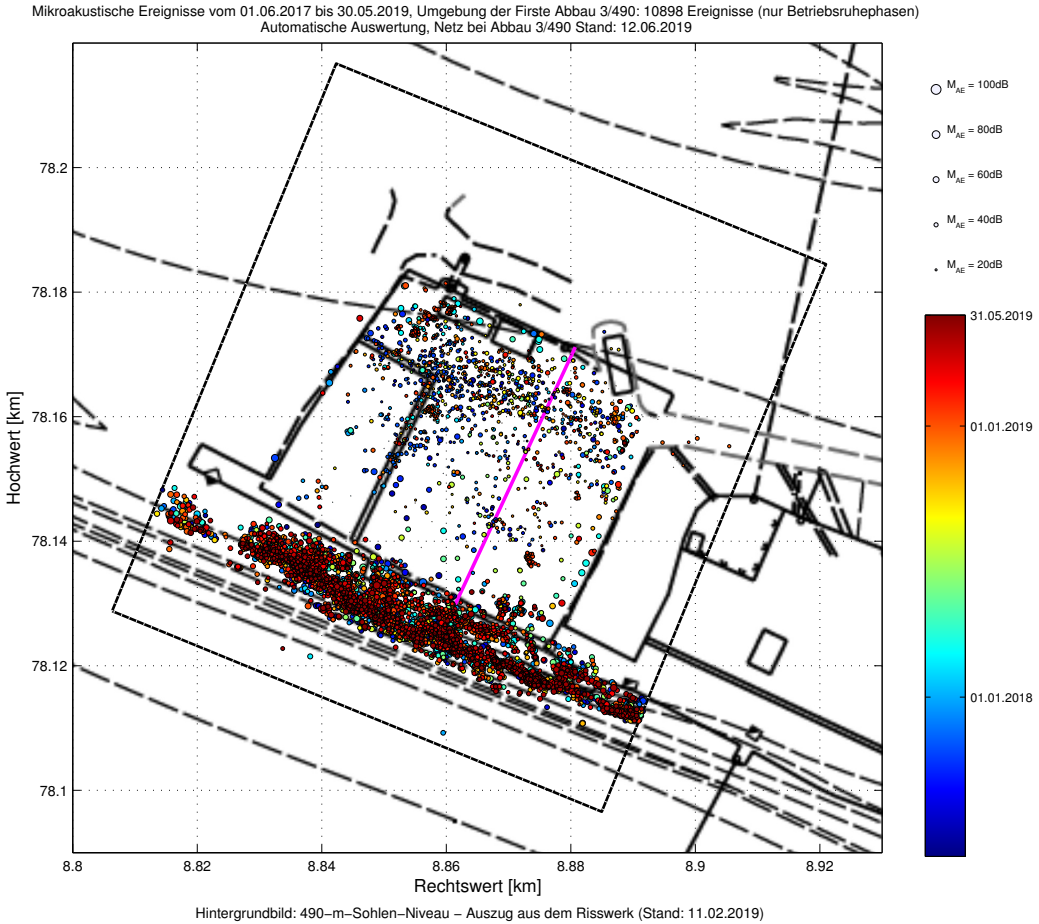
Abbau 3/490 - Firstüberwachungspunkte

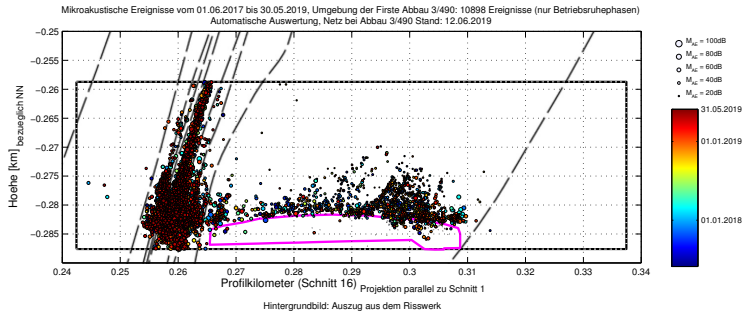


- Messungen seit 2018
- kein eindeutiges Bewegungsbild (Hebung/Senkung) der Firstüberwachungspunkte
- vertikale Konvergenzmessungen deuten auf eine „ruhende“ Firste hin

Oberer Baufeldrand

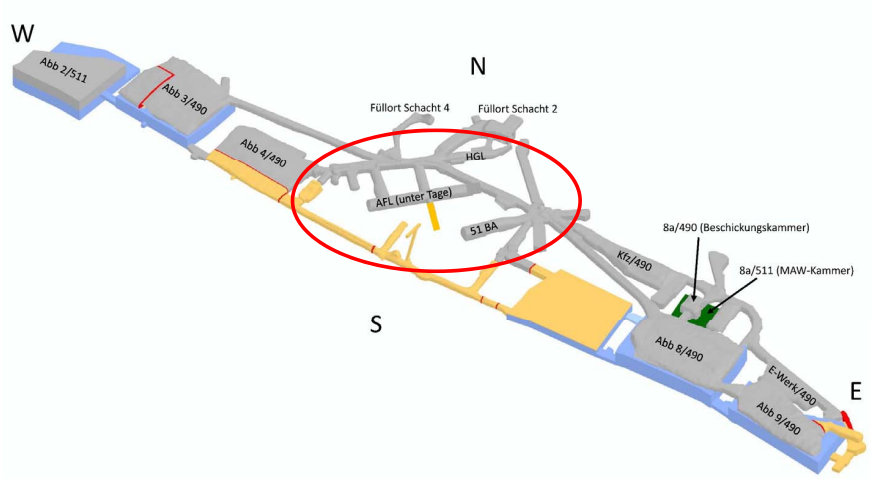
Abbau 3/490 - Mikroakustische Überwachung (01.06.2017–30.05.2019)





Oberer Baufeldrand

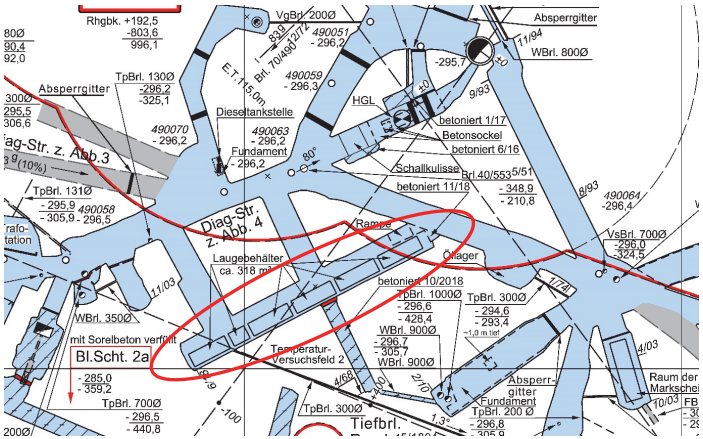
„Neue“ Infrastrukturbereiche und Sanierungen auf der 490-m-Sohle



- Untertägige Annahmestelle für Lösungen (AFL uT) im ehemaligen Temperaturversuchsfeld II (ersetzt zukünftig Abbau 3/490)
- Standorteinrichtung für die Baustoffanlage 51 BA
- Umfangreiche Nachschnittarbeiten im Bereich der Diagonalstrecke zum Abbau 4/490 und in der Sattelrichtstrecke nach Osten (08/2018 – 04/2019)

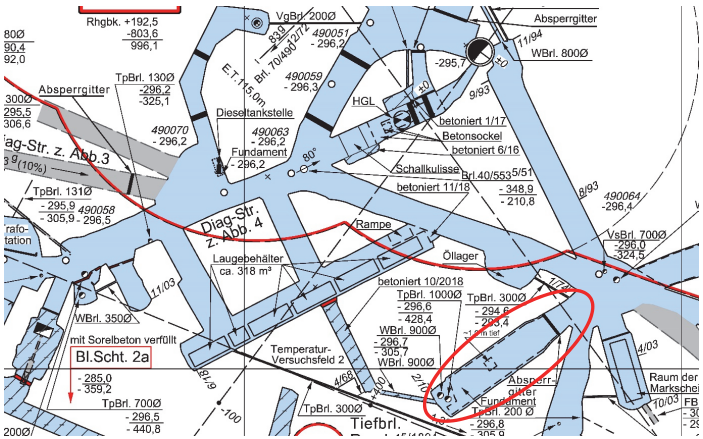
Oberer Baufeldrand

Untertägige Annahmestelle für Lösungen (AFL unter Tage)



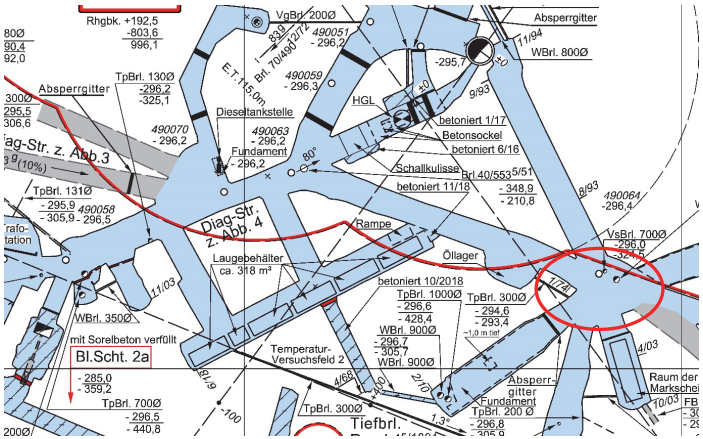
Oberer Baufeldrand

Standort Baustoffanlage 51 BA



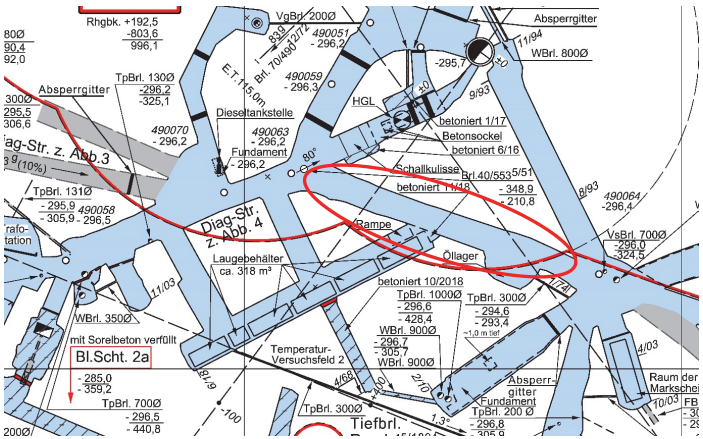
Oberer Baufeldrand

Streckenkreuz Sattelrichtstrecke – Querschlag Abbau 6 auf der 490-m-Sohle



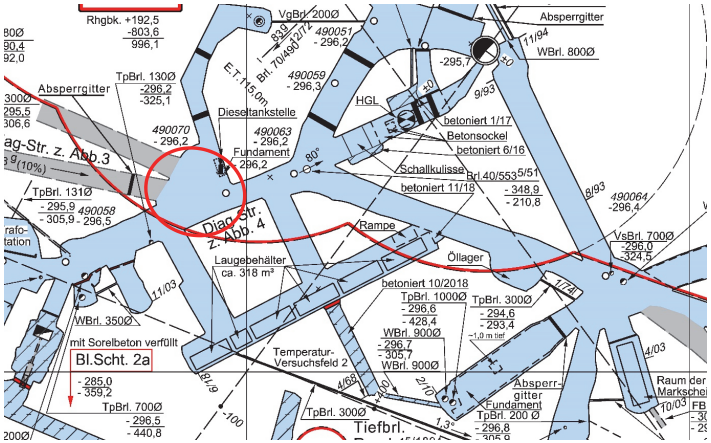
Oberer Baufeldrand

Streckenkreuz Sattelrichtstrecke – Querschlag Abbau 6 auf der 490-m-Sohle



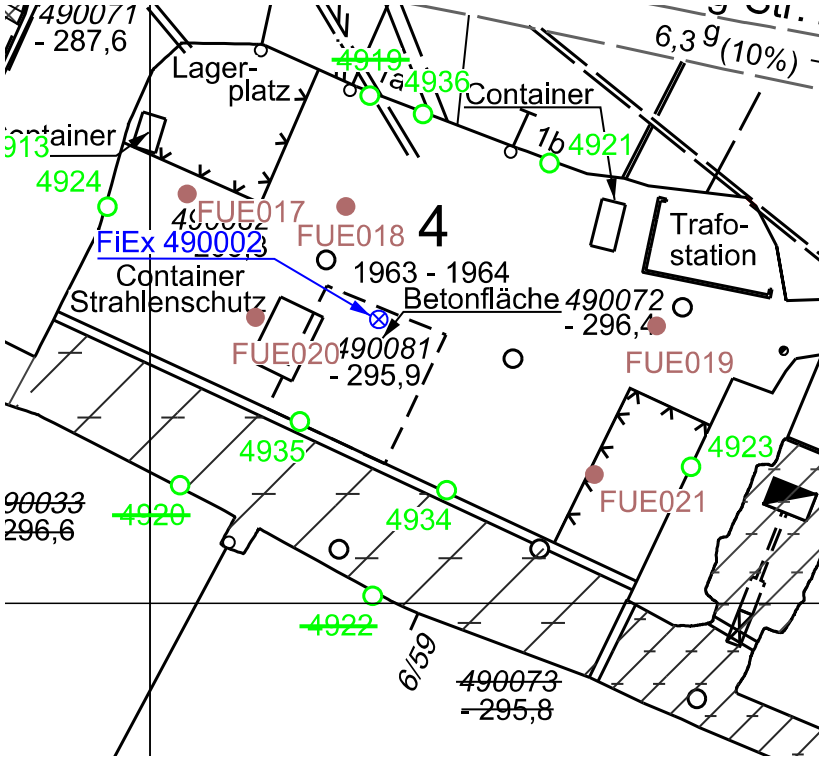
Oberer Baufeldrand

Streckenkreuz – Bereich Diagonalstrecke Abbau 4/490



Oberer Baufeldrand

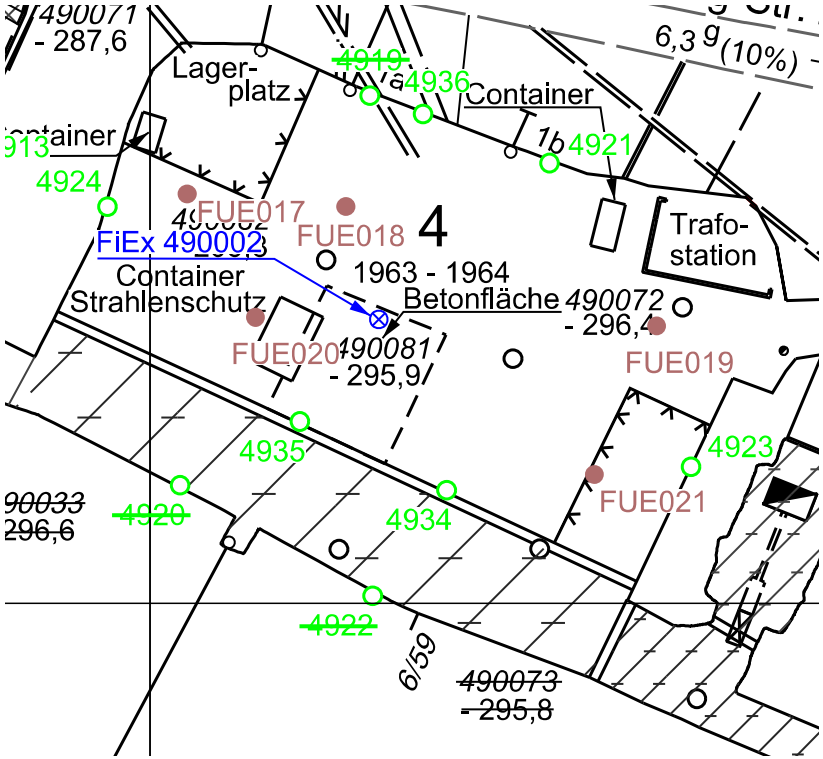
Abbau 4/490 - Monitoring



- Konvergenzmessungen (horizontal)
- Firstkontrollbohrungen
- Firstextensometer
- Firstüberwachungspunkte
- Georadarmessungen

Oberer Baufeldrand

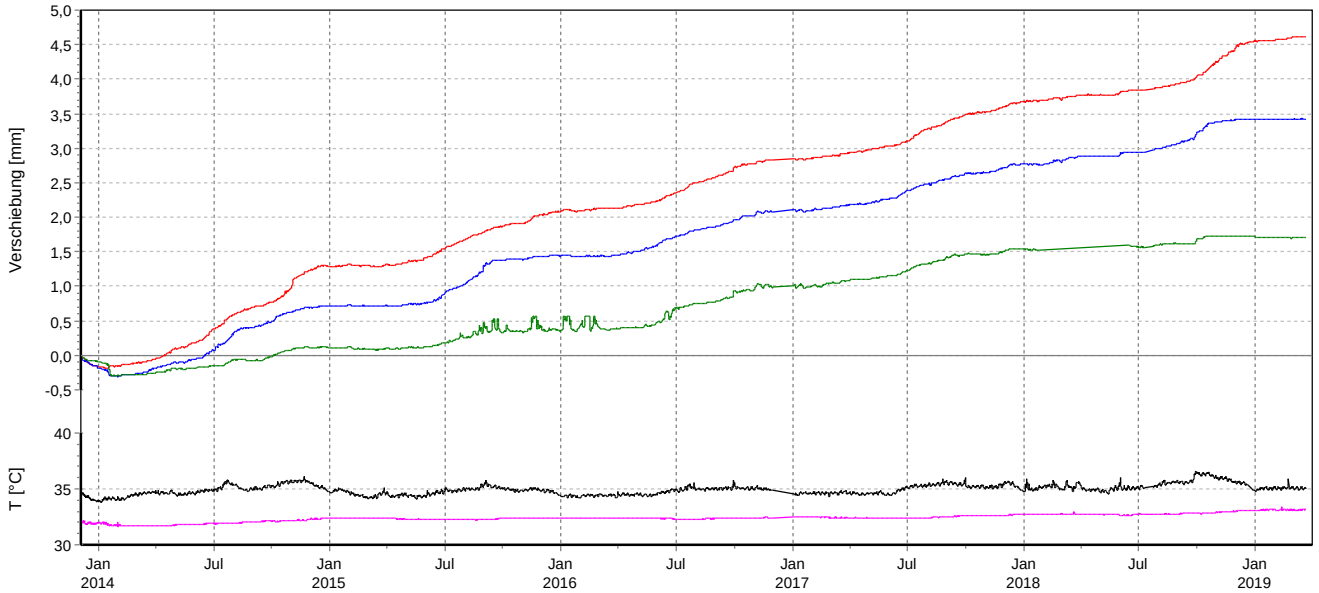
Abbau 4/490 - Monitoring



- Konvergenzmessungen (horizontal)
- Firstkontrollbohrungen
- Firstextensometer
- Firstüberwachungspunkte
- Georadarmessungen

Oberer Baufeldrand

Abbau 4/490 - Firstextensometer FiEx490002

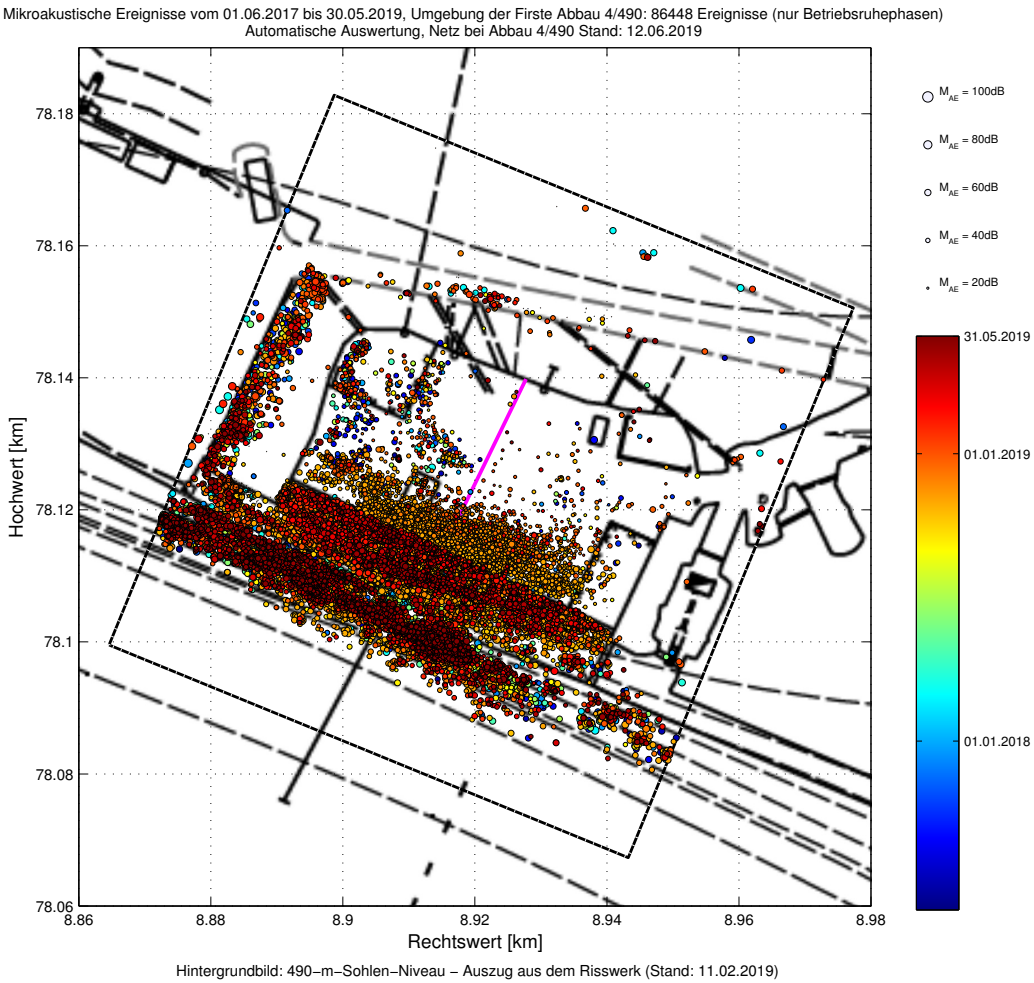


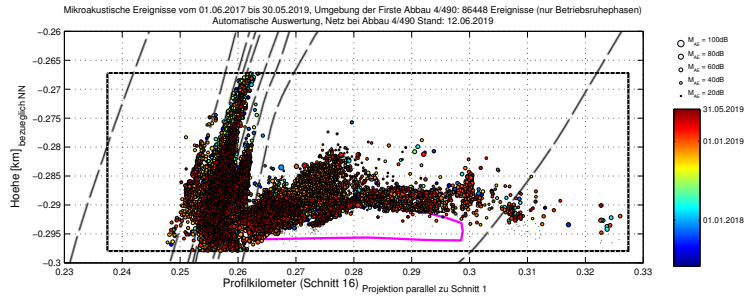
Kurve	Messstelle	Messart	Messrichtung	Lokation	Einbautiefe	Höhe	Zeitraum
	FiExBrg. 490002_01	Extensometer	axial	Firste Abbau 4/490	09,00 m	-280,81 mNN	03.12.13 10:01:12 - 21.03.19 07:15:11
	FiExBrg. 490002_02	Extensometer	axial	Firste Abbau 4/490	06,00 m	-283,81 mNN	03.12.13 10:05:25 - 21.03.19 07:15:23
	FiExBrg. 490002_03	Extensometer	axial	Firste Abbau 4/490	03,00 m	-286,81 mNN	03.12.13 10:05:38 - 21.03.19 07:15:35
	FiExBrg. 490002_04	Temperatur	–	Firste Abbau 4/490	09,00 m	-280,81 mNN	03.12.13 10:05:50 - 21.03.19 07:15:47
	FiExBrg. 490002_05	Temperatur	–	Firste Abbau 4/490	Kopfpunkt	-289,81 mNN	03.12.13 10:06:01 - 21.03.19 07:15:59

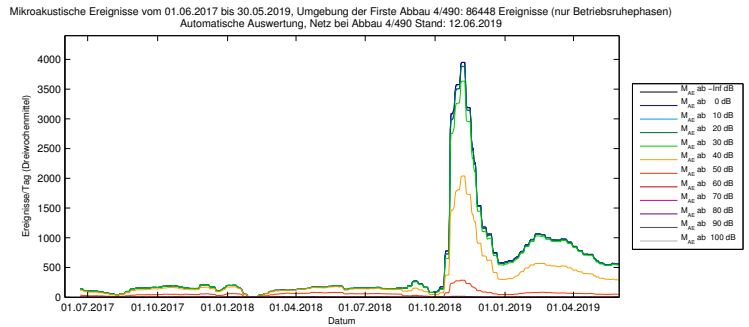
		FiEx-490002		
		$\Delta_{0-3\,m}$	$\Delta_{3-6\,m}$	$\Delta_{6-9\,m}$
Jahr	Tage	Verformungsrate [‰/a]		
2014	365	0,07	0,23	0,20
2015	365	0,09	0,16	0,02
2016	366	0,22	0,00	0,04
2017	365	0,18	0,04	0,06
2018	365	0,09	0,12	0,08

Oberer Baufeldrand

Abbau 4/490 - Mikroakustische Überwachung (01.06.2017–30.05.2019)

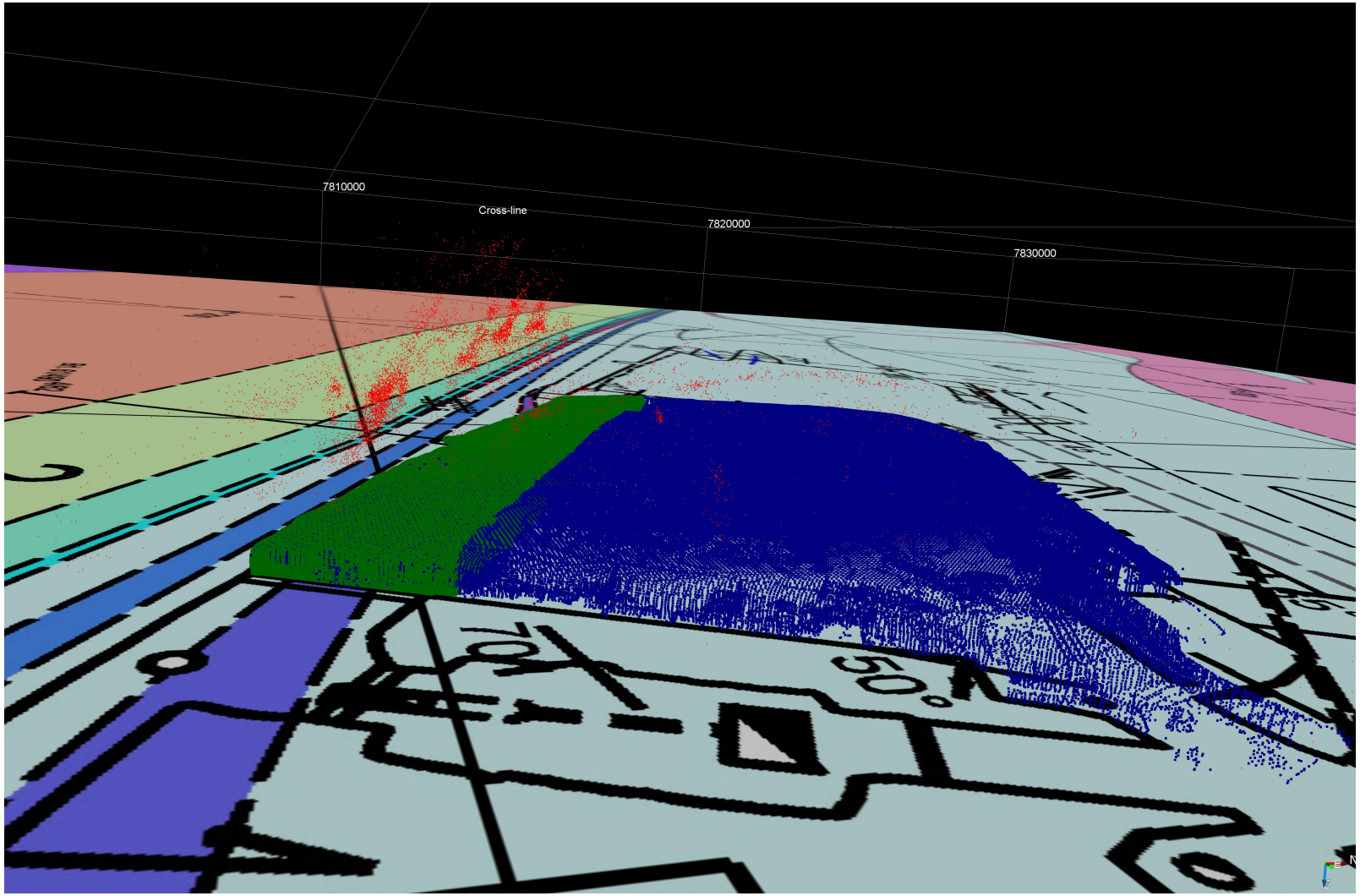






Oberer Baufeldrand

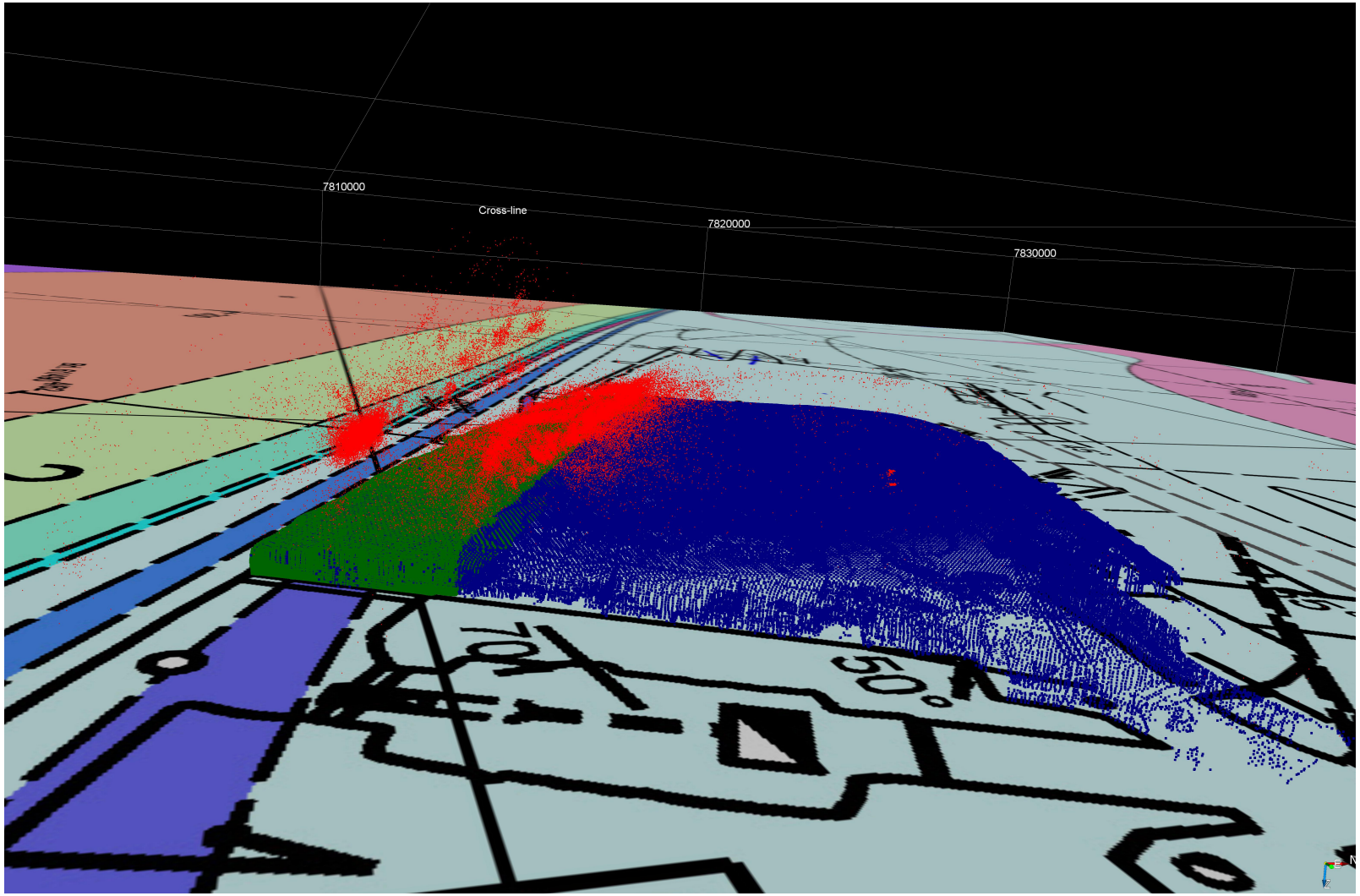
Abbau 4/490 - Mikroakustische Überwachung (01.04.2019–01.06.2019)



Juli/August 2018

Oberer Baufeldrand

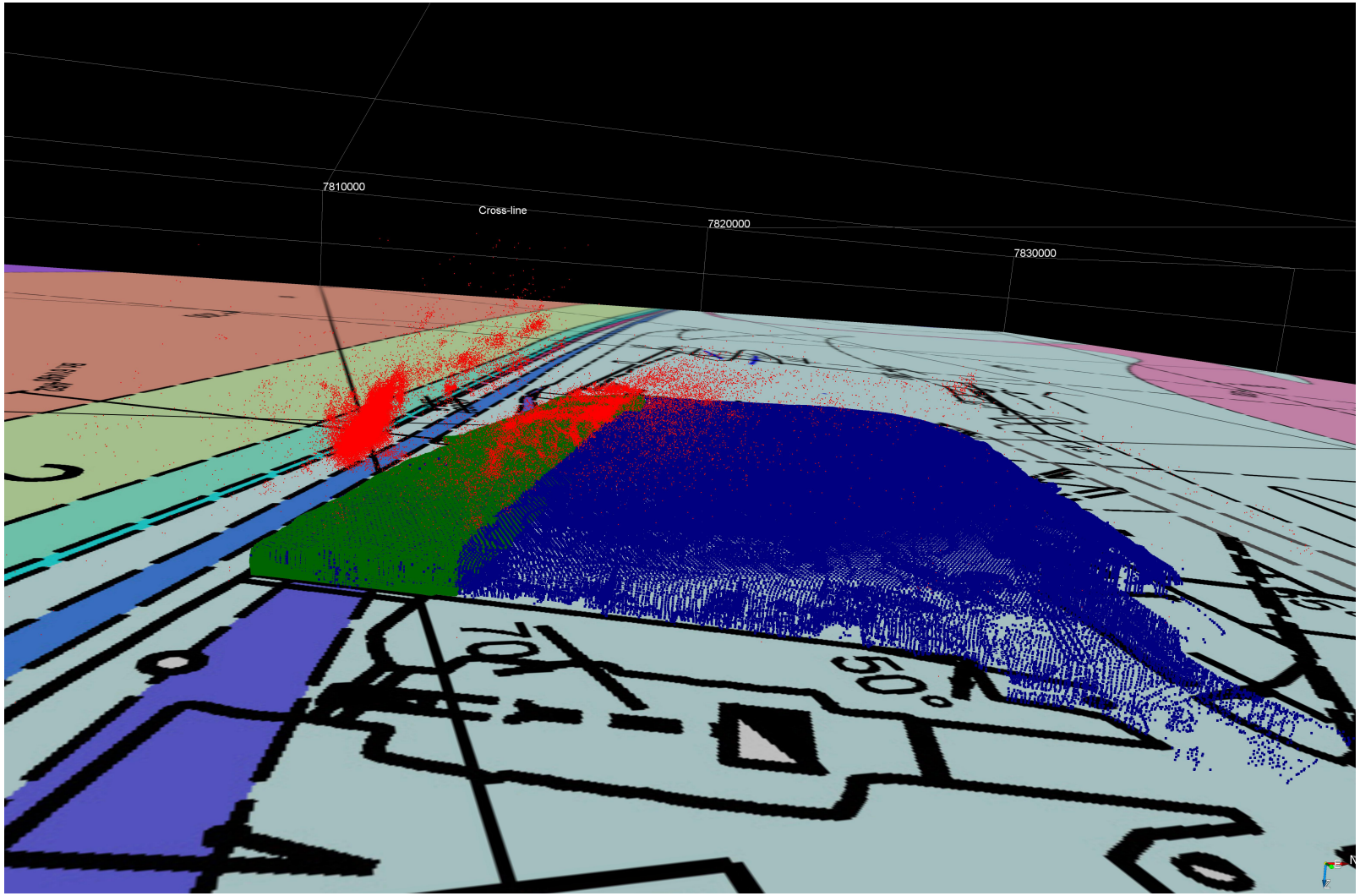
Abbau 4/490 - Mikroakustische Überwachung (01.04.2019–01.06.2019)



September/Oktober 2018

Oberer Baufeldrand

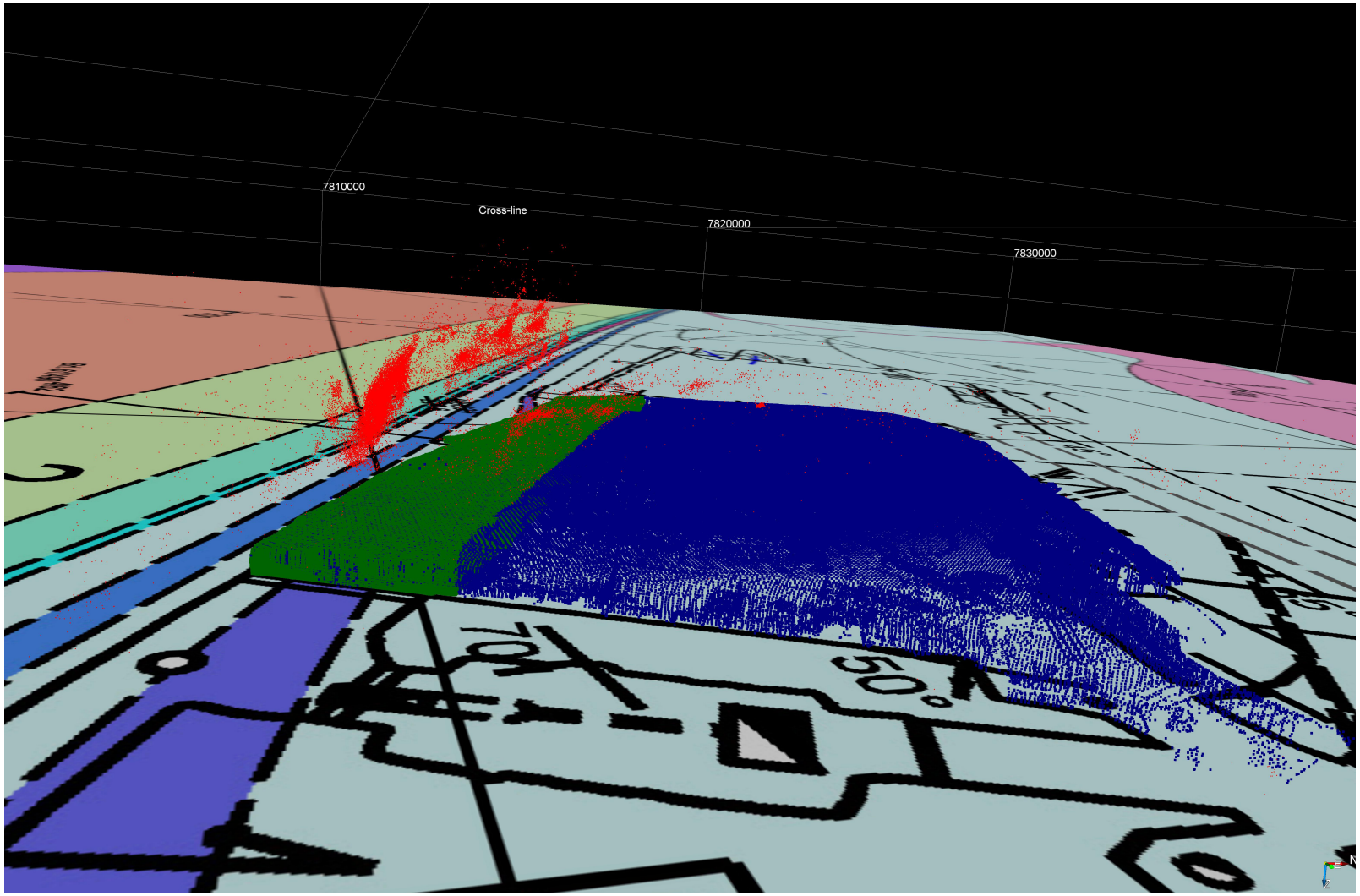
Abbau 4/490 - Mikroakustische Überwachung (01.04.2019–01.06.2019)



November/Dezember 2018

Oberer Baufeldrand

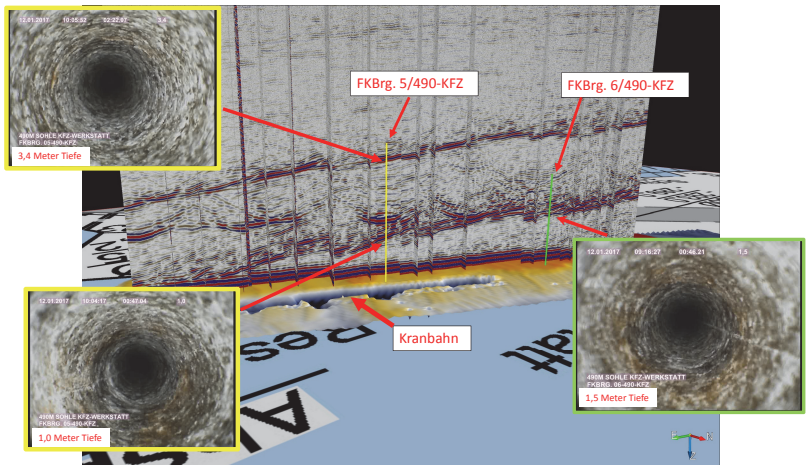
Abbau 4/490 - Mikroakustische Überwachung (01.04.2019–01.06.2019)

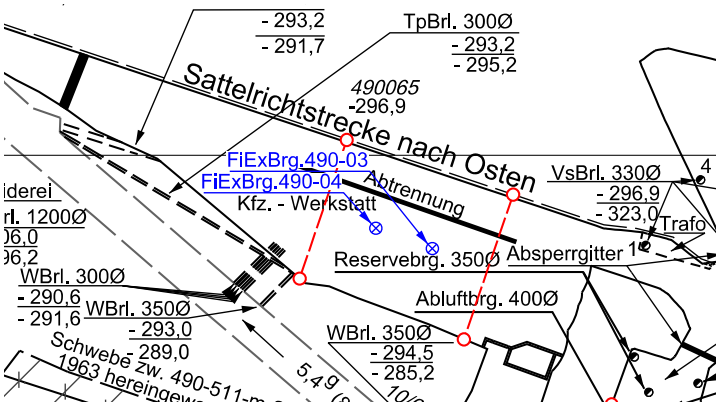


April/Mai 2019

Oberer Baufeldrand

Kfz-Werkstatt/490 - GPR Jan 2017 und Firstextensometer

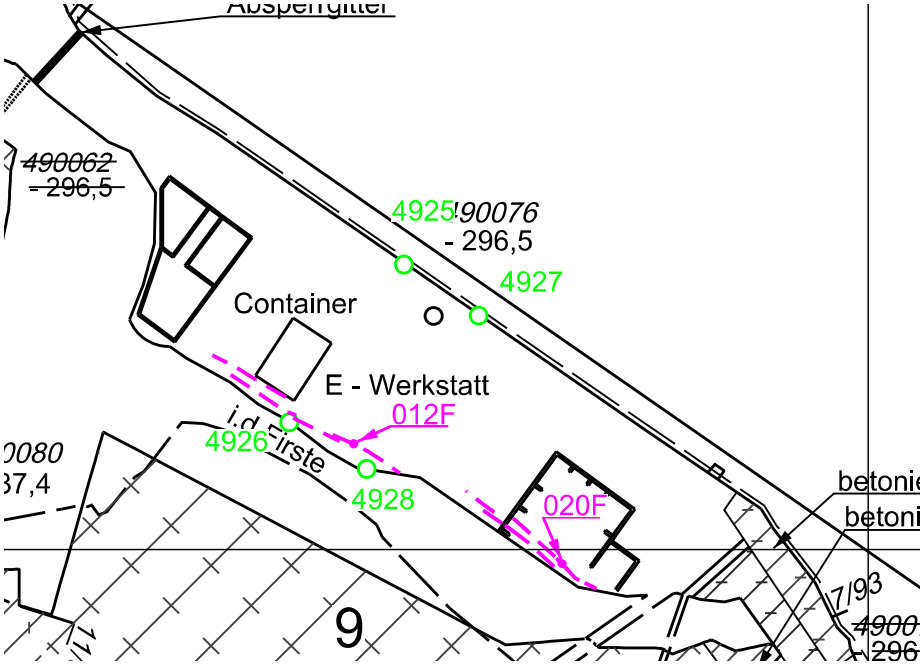




Die Firstextensometer (Ankerpunkte in 2, 4 und 6 Metern Tiefe) sind seit Dezember 2018 in Betrieb.

Oberer Baufeldrand

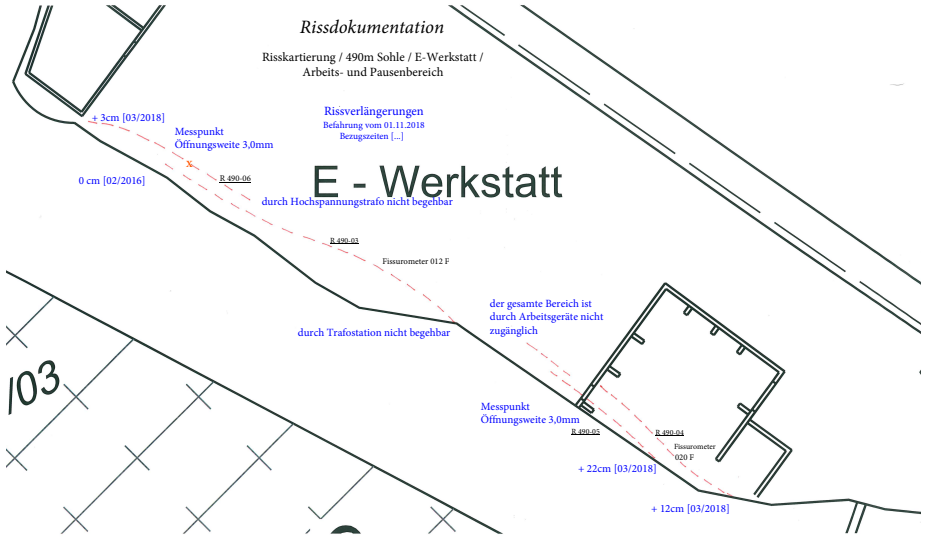
E-Werkstatt/490 - Monitoring



- Firstkontrollbohrungen
- Konvergenzmessungen
- Fissurometermessungen

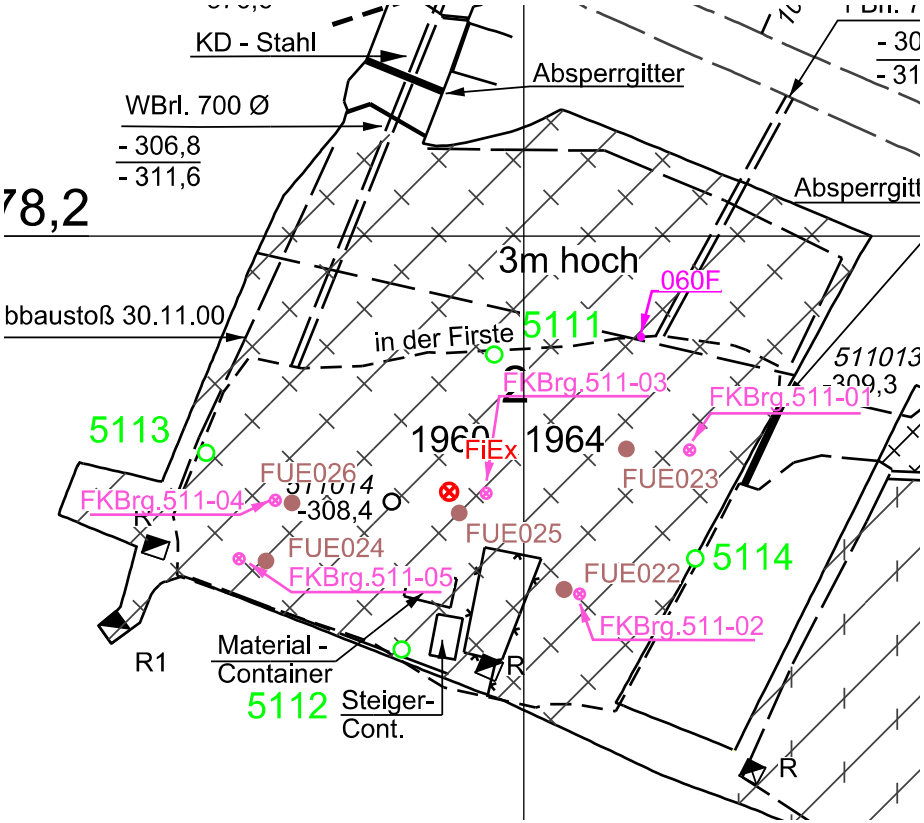
Oberer Baufeldrand

E-Werkstatt/490 - Rissüberwachung



Oberer Baufeldrand

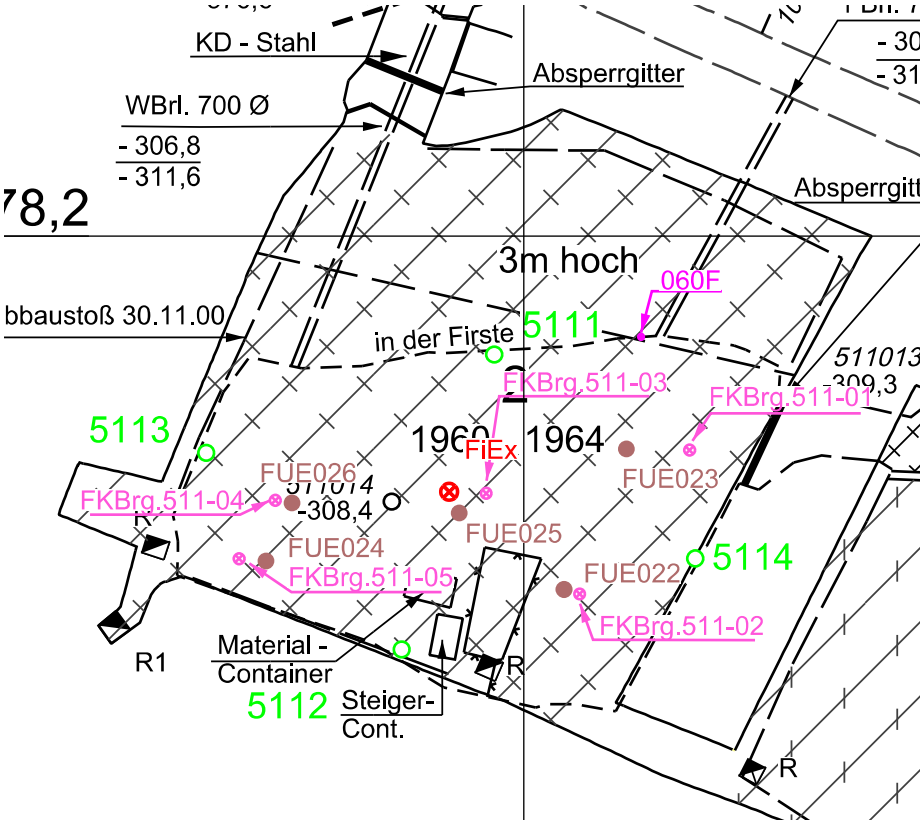
Abbau 2/511



- Firstkontrollbohrungen
- Konvergenzmessungen
- Georadarmessungen
- Fissurometermessung

Oberer Baufeldrand

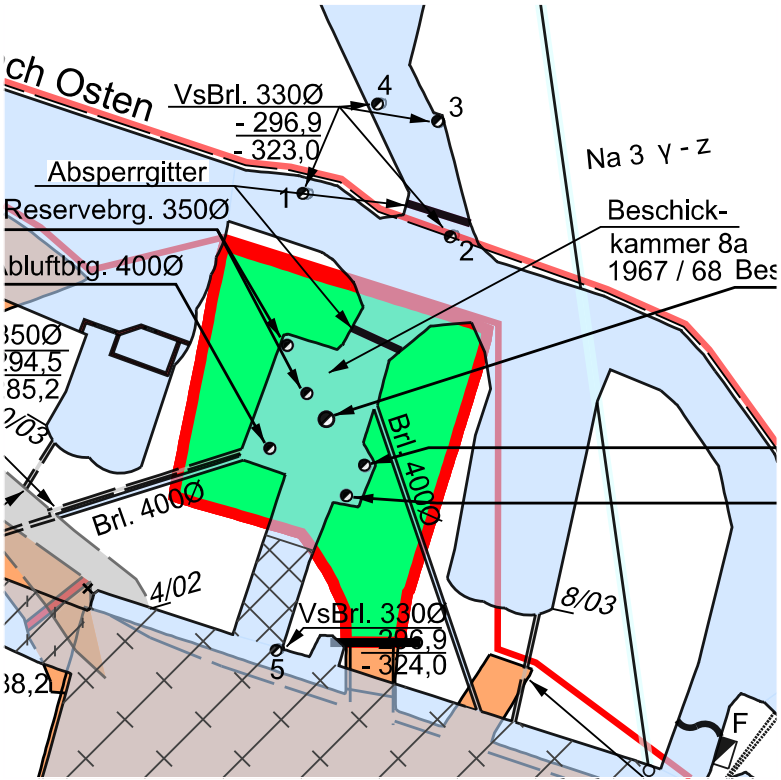
Abbau 2/511



- Firstkontrollbohrungen
- Konvergenzmessungen
- Georadarmessungen
- Fissurometermessung

Oberer Baufeldrand

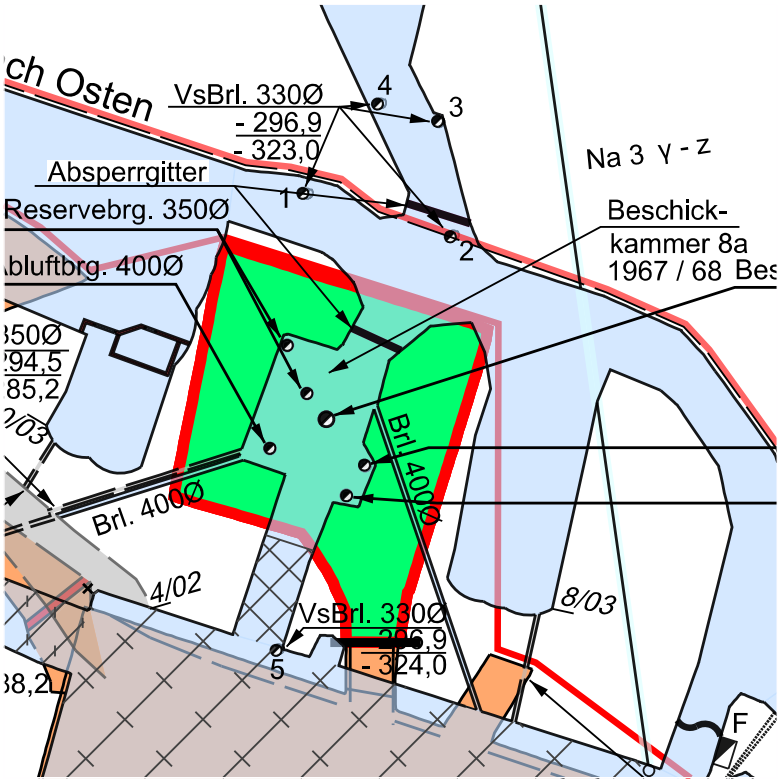
Beschickungskammer/490, MAW-Kammer/511



- Radiologisches Ereignis im September 2015
- Der Bereich Beschickungskammer/490 und MAW-Kammer/511 wurde ins Monitoringprogramm am oberen Baufeldrand aufgenommen
- Georadarmessungen zur Untersuchung der Schwebe zwischen der Beschickungskammer/490 und MAW-Kammer/511

Oberer Baufeldrand

Beschickungskammer/490, MAW-Kammer/511

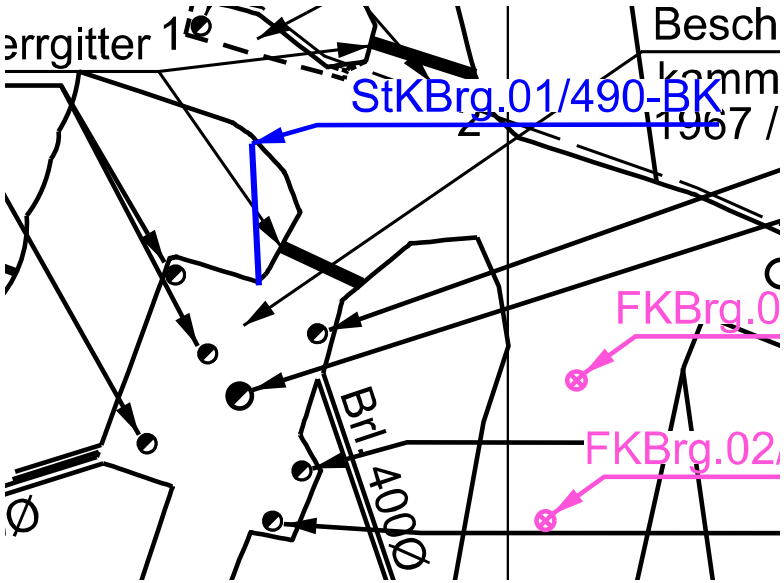


Beschickungskammer 490-m-Sohle

MAW-Kammer 511-m-Sohle, Jahr: 1984

Oberer Baufeldrand

Beschickungskammer/490 - Nordwestlicher Pfeiler



Nordwestlicher Pfeiler im Zugangsbereich

Kamerainspektion vom Juli 2018

Oberer Baufeldrand

Zusammenfassung & Fazit

Große Teile der 490-m-Sohle wurden im Berichtszeitraum saniert. Insbesondere wurden das Streckensystem nachgeschnitten und eine gebirgsmechanisch günstige Firstkontur hergestellt. Weiterhin wurden Infrastrukturbereiche geschaffen, um den Rückzug aus Abbau 3/490 vornehmen und den Bereich der Baustoffanlage auf der 700-m-Sohle verkleinern zu können.

Abbau 3/490

- Firstbewegung gering, keine ungleichförmigen Absenkungen $\Longrightarrow$ Hieraus keine Ablösungen erkennbar!
- Firstkontrollbohrungen ohne neue Befunde. Ankerung im Norwesten erweitert.
- Mikroakustische Aktivität insbesondere im südlichen angrenzenden Übergangsbreich Salz–Deckgebirge.

Abbau 4/490

- Keine Hinweise auf aktuelle Rissbildungen in der Firste (Firstkontrollbohrungen).
- Mikroakustische Aktivität auf Grund der Stützbauwerkerstellung temporär stark erhöht. Aktuell abnehmend.

Abbau 8, Abbau 9, Kfz-Werkstatt & E-Werkstatt (490-m-Sohle)

- Keine Hinweise auf aktuelle Rissbildungen in Firstkontrollbohrungen.
- Risslängenwachstum in der E-Werkstatt setzt sich langsam fort.

Abbau 2/511

- Keine Hinweise auf aktuelle Rissbildungen in Firstkontrollbohrungen.

Beschickungskammer/MAW-Kammer

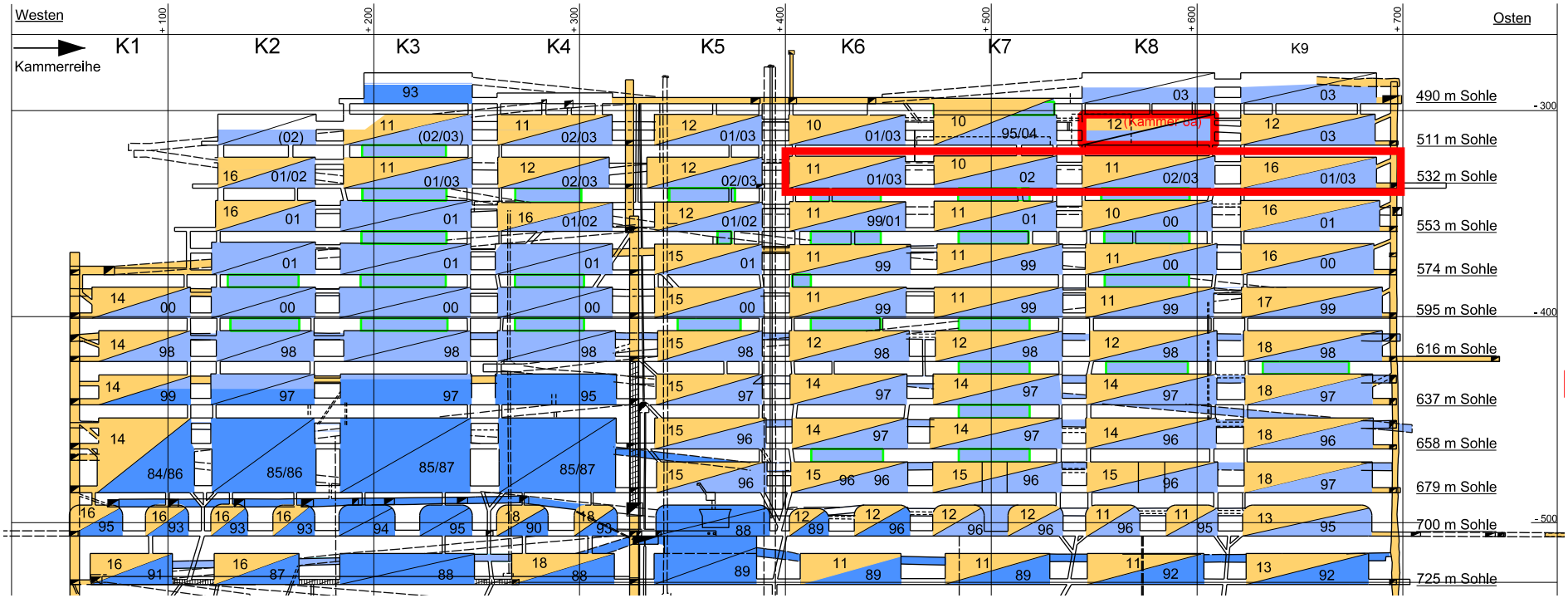
- Georadarmessungen (2016) zeigten wenig Reflektoren im Kernbereich der Schwebe.
- Nordwestlicher Pfeiler der Beschickungskammer zeigt Pfeilerbeanspruchungen in Form von Abschalungen.
- Eine Inspektion der vorhandenen Bohrungen in der Schwebe zwischen der Beschickungskammer und MAW-Kammer ist zur Bewertung der Situation erforderlich.

Übersicht

1. Oberer Baufeldrand
2. Nebenabbaue auf der 532-m-Sohle
3. Westflügel der 553- und 574-m-Sohle (Abbaureihe 3)
4. Wendelstrecke im Bereich der 616- bis zur 775-m-Sohle
5. Monitoring 700-m-Sohle
6. 750-m-Sohle: Füllorte Schacht 2 und Schacht 4
7. 750-m-Sohle: nördliche Richtstrecken nach Osten

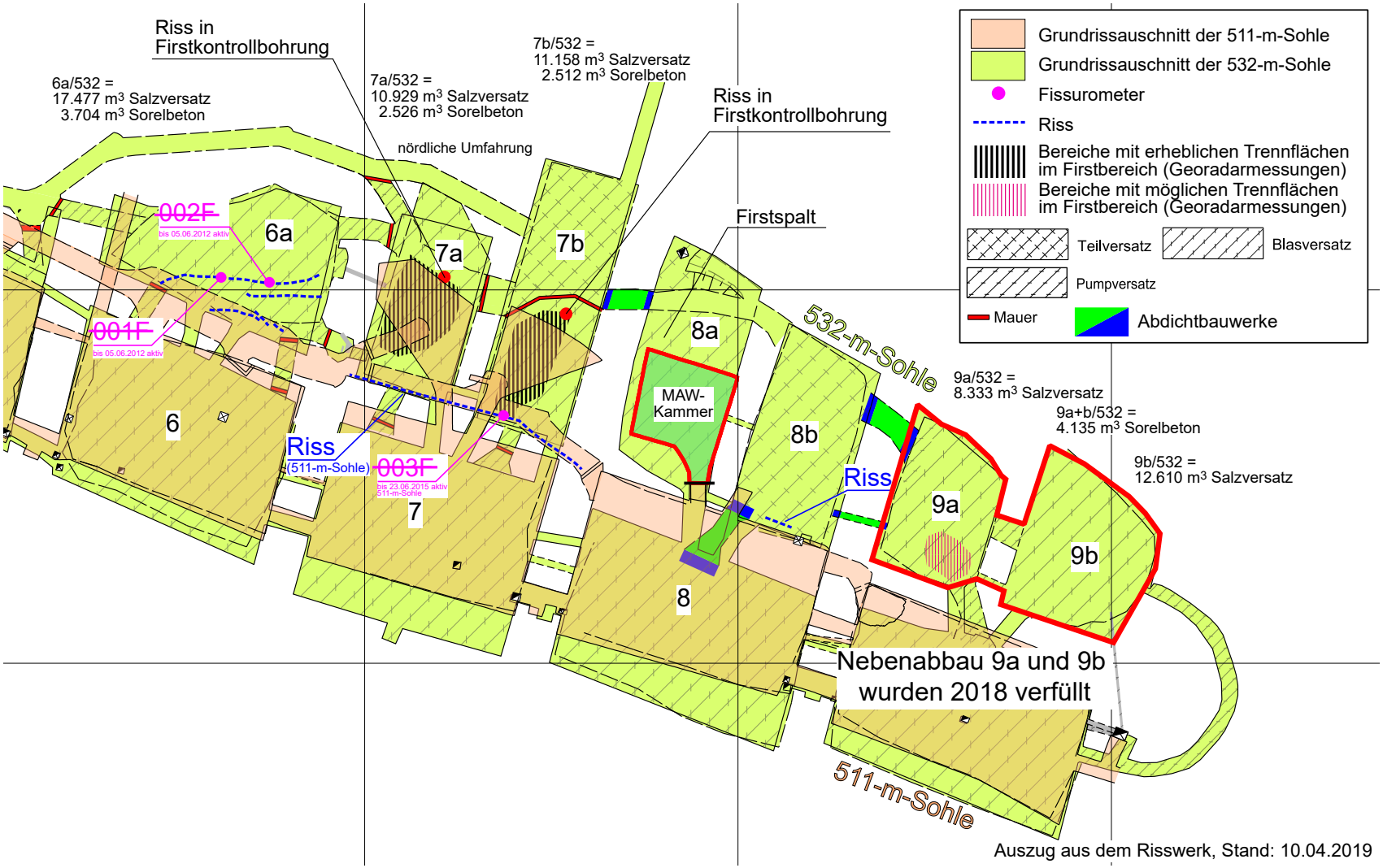
Nebenabbaue auf der 532-m-Sohle

Firstspaltverfüllung im Schnitt 1 (Stand 05/2019)



Nebenabbaue auf der 532-m-Sohle

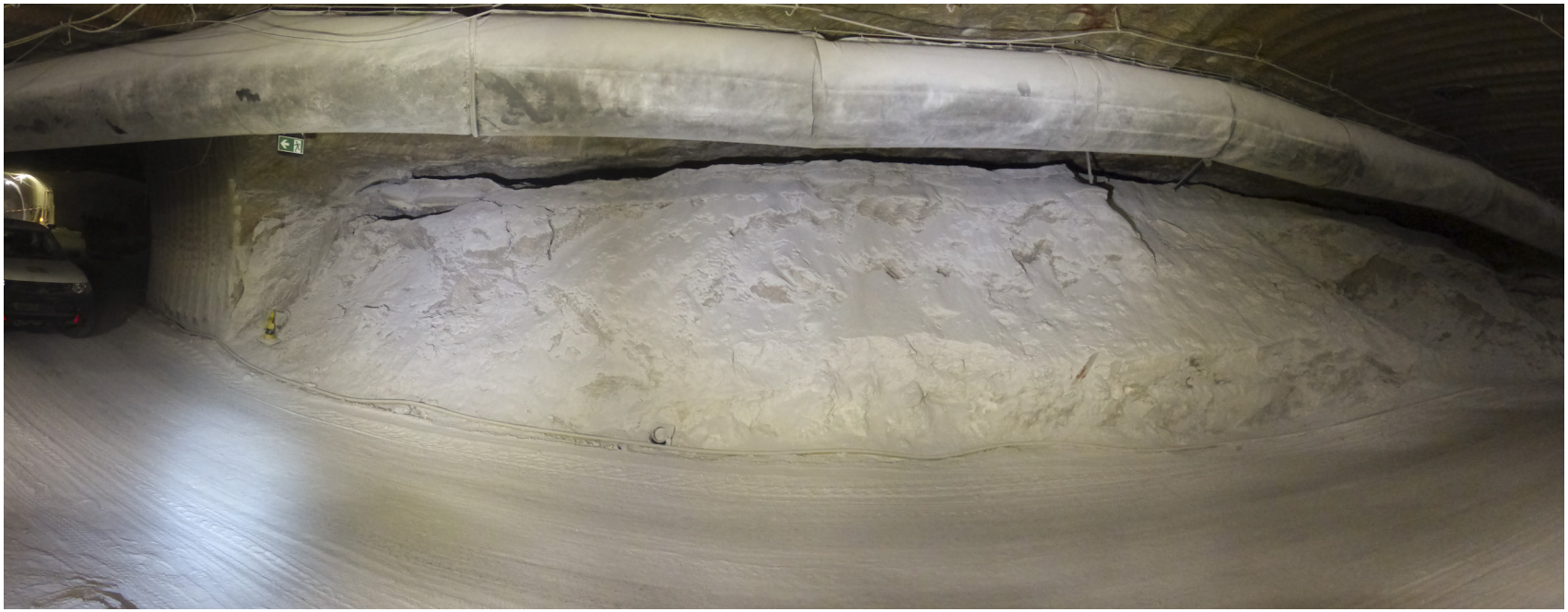
Grundrissausschnitte der 511- und 532-m-Sohle



Auszug aus dem Risswerk, Stand: 10.04.2019

Nebenabbaue auf der 532-m-Sohle

Nebenabbau 8a/532



- Blick in den südlichen Bereich des Nebenabbaus 8a/532 unterhalb der MAW-Kammer, Stand: 08.03.2019.
- Gebirgsmechanische Situation der Schwebe zwischen den Abbauen 8a/511 und 8a/532 vgl. mit Situation im Bereich der Abbaue 7a/532 und 7b/532.
- Verfüllung mit Salzversatz Anfang der 1980er Jahre und Firstspalt Anfang der 2000er Jahre teilweise mit Beton verfüllt.
- Es besteht weiterhin ein flächiger Firstspalt oberhalb des Salzversatzes.

Nebenabbaue auf der 532-m-Sohle

Nebenabbau 8b/532

- Blick in den südlichen Bereich des Nebenabbaus 8b/532 mit Durchhieb im Firstniveau zum Abbau 8/532, Stand: 08.03.2019.
- Die geotechnischen Bauwerke werden derzeit für die Verfüllung vorbereitet.

Nebenabbaue auf der 532-m-Sohle

Nebenabbau 9a und 9b/532

- Bereich um den nordwestlichen Zugang des Nebenabbaus 9a/532 mit erstem Betonfundament zur Erstellung der Abdichtbauwerke, Stand: 21.02.2018.

- Abgeschlossene Verfüllung des Zuganges zum Nebenabbau 9a/532, Stand: 08.03.2019.

Nebenabbaue 532-m-Sohle

Bewertung

- Im Jahr 2018 wurden die Nebenabbaue 9a/532 und 9b/532 vollständig verfüllt.
- Erstellung der geotechnischen Bauwerke läuft.
- Verfüllung der Nebenabbaue 7b/532 bis 8b/532 in Vorbereitung.
- Die Resthohlraumverfüllung der Abbaubegleitstrecke der 532-m-Sohle ist geplant.

$\Rightarrow$ Um weiteren Schädigungsprozessen, in diesem nahe der MAW-Kammer liegenden Bereich, entgegenzuwirken, ist die Verfüllung von noch bestehenden Resthohlräumen und der vollständiger Rückzug von der 532-m-Sohle erforderlich.

Übersicht

1 Oberer Baufeldrand

2 Nebenabbaue auf der 532-m-Sohle

3 Westflügel der 553- und 574-m-Sohle (Abbaureihe 3)

4 Wendelstrecke im Bereich der 616- bis zur 775-m-Sohle

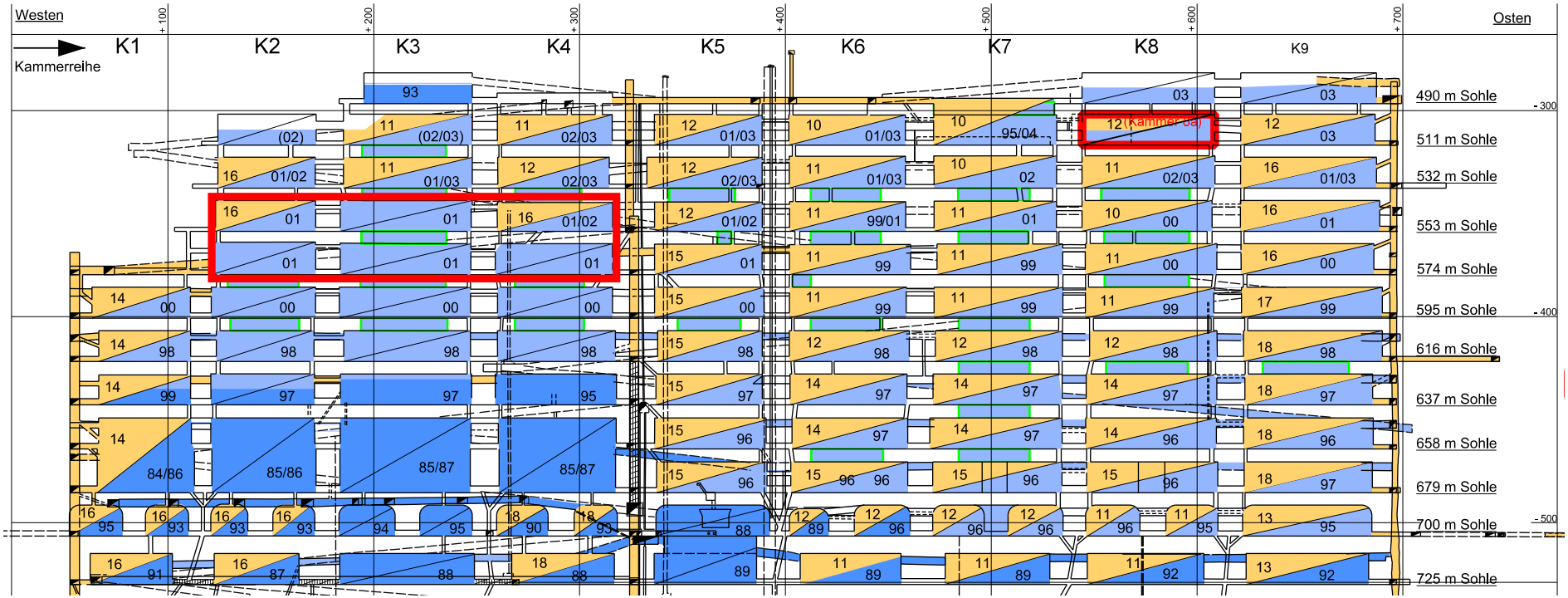
5 Monitoring 700-m-Sohle

6 750-m-Sohle: Füllorte Schacht 2 und Schacht 4

7 750-m-Sohle: nördliche Richtstrecken nach Osten

Westflügel der 553- und 574-m-Sohle

Firstspaltverfüllung im Schnitt 1 (Stand 05/2019)



Eigenversatz

Ronnenbergversatz

Sorelbeton

Schwebendurchbruch

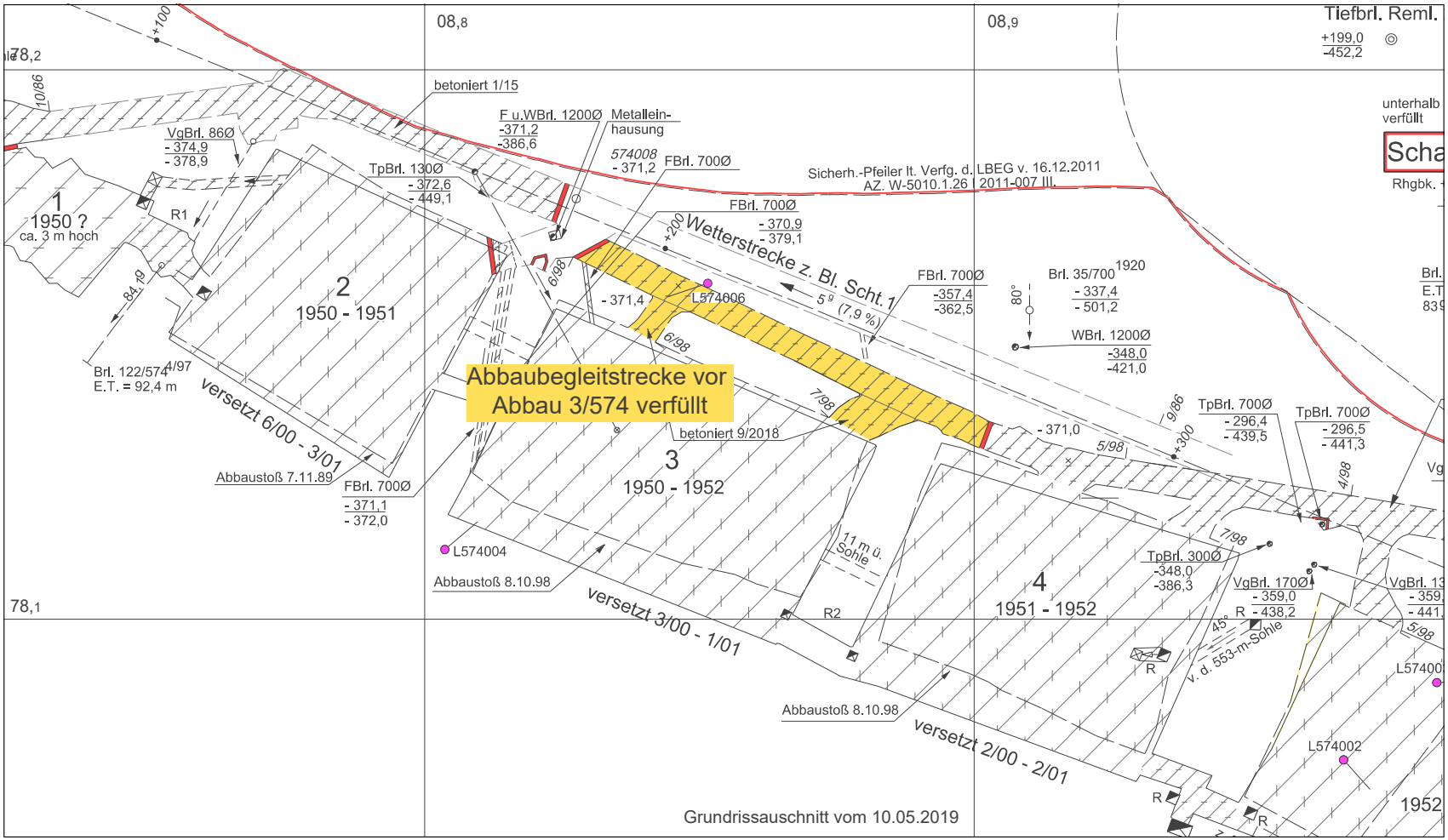
Schema

Abbau verfüllt

Firste betoniert

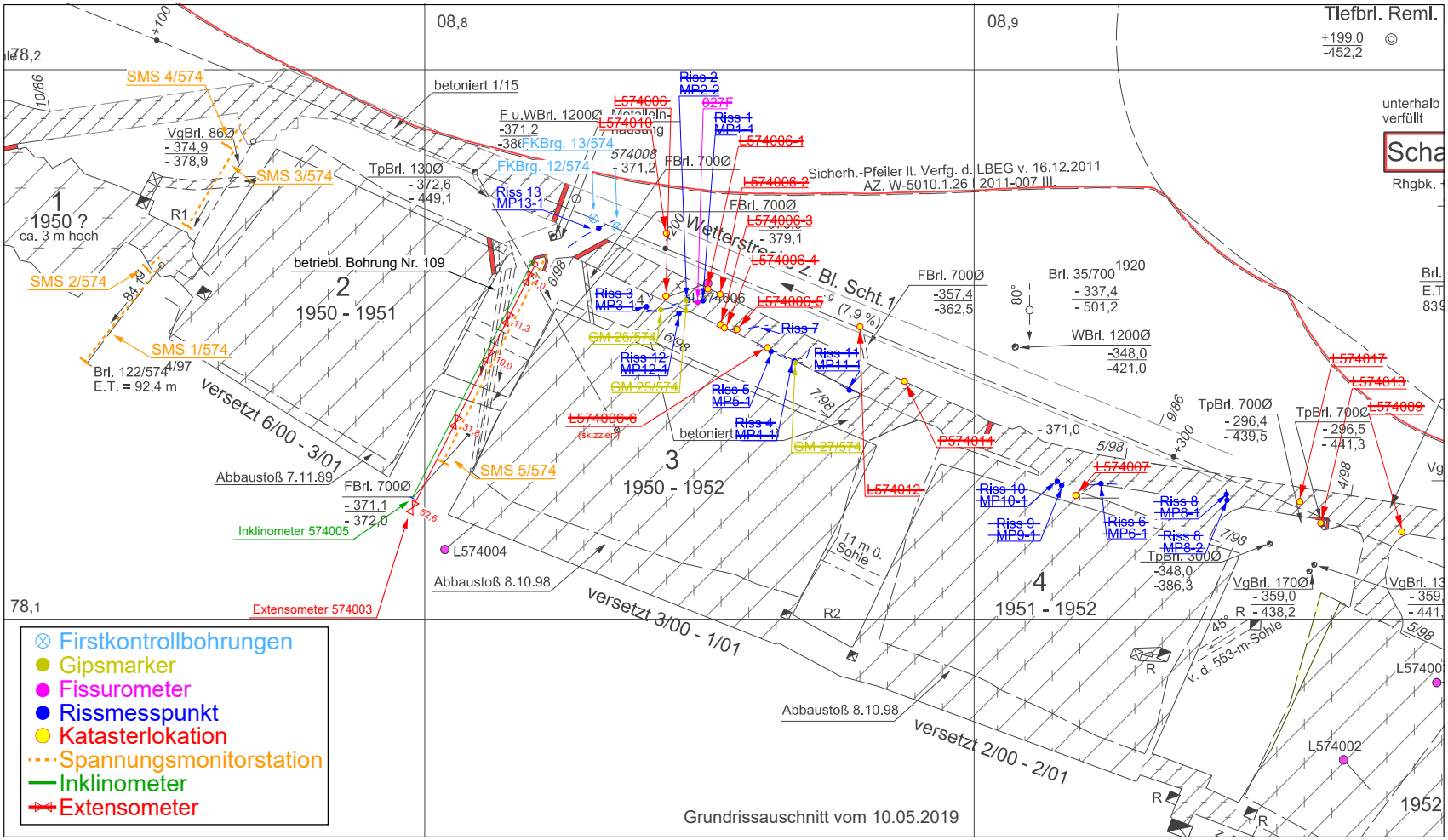
Westflügel der 574-m-Sohle

Verfüllungen im Jahr 2018 auf der 574-m-Sohle



Westflügel der 574-m-Sohle

Monitoringprogramm



Westflügel der 574-m-Sohle

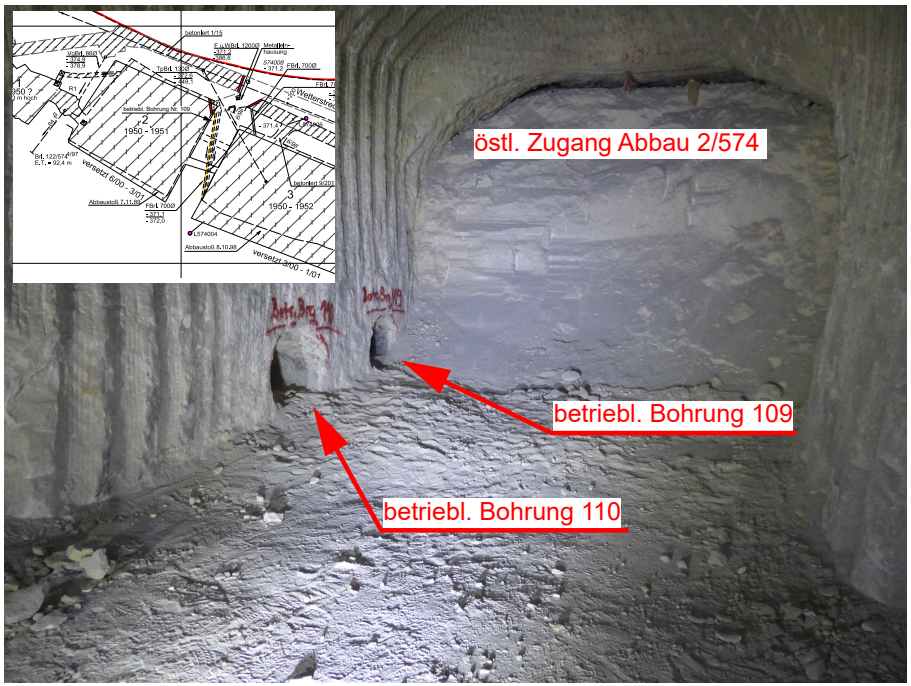
Abbaubegleitstrecke vor Abbau 3/574

- Blick von der Abbaubegleitstrecke nach Südwesten auf den östl. Stoß im Zugang Abbau 3/574, Stand 21.02.2018
- Rissstrukturen entlang der Firste und am östlichen Stoß

- Verschluss Bauwerk zur Abbaubegleitstrecke auf der 574-m-Sohle, Stand: 08.03.2019.

Westflügel der 574-m-Sohle

Fortschreitende Schädigung

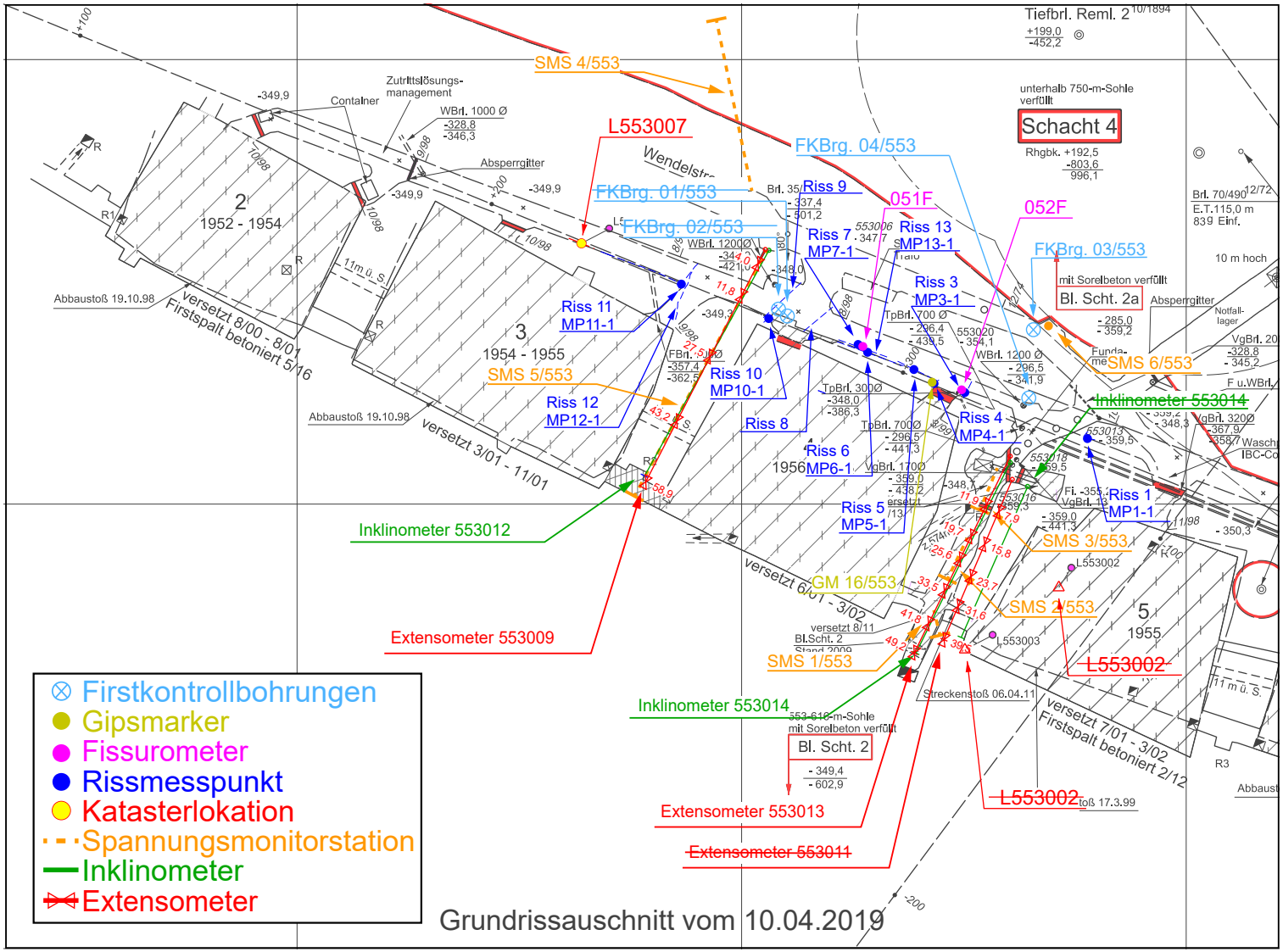


- Blick in den Zugang zum Abbau 2/574 mit den betrieblichen Bohrungen 109 und 110 mit Stand: 08.03.2019

- Kamerabefahrung der betrieblichen Bohrung 109 vom 13.11.2018
- Querschlägige Rissstrukturen bei ca. 28 m zeigen weitere Schädigung und hohe Beanspruchung der Pfeiler in diesem Bereich.

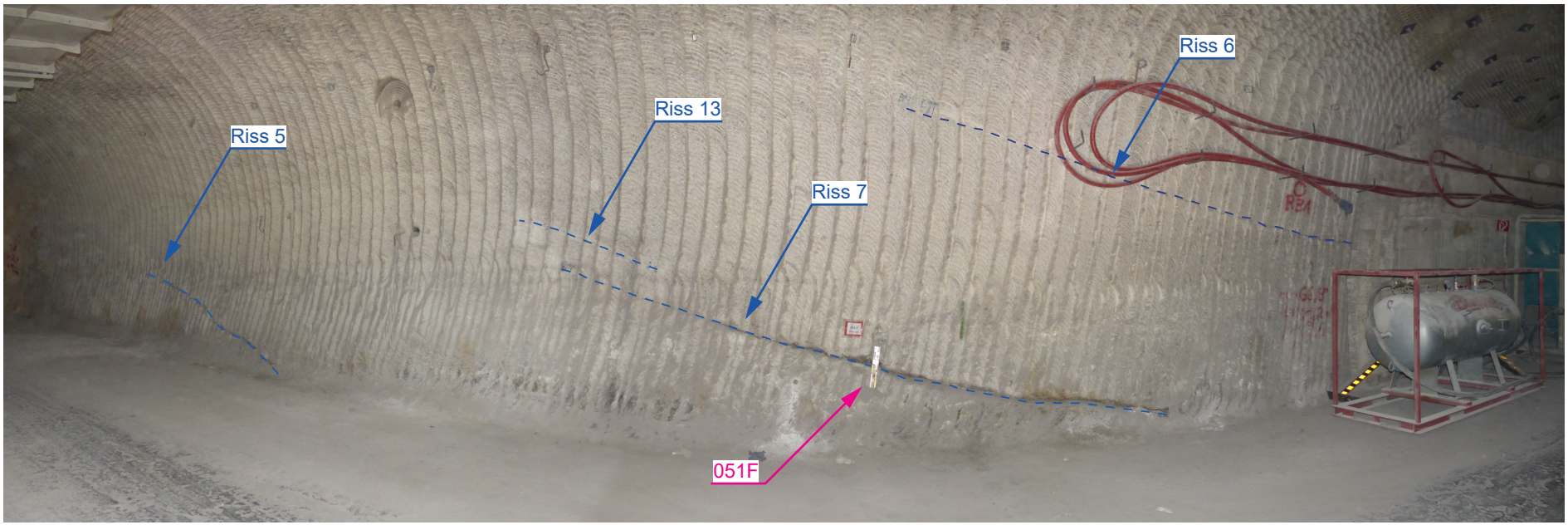
Westflügel der 553-m-Sohle

Monitoringprogramm



Westflügel der 553-m-Sohle

Schädigung am Südstoß von Abbau 4/553



- Rissstrukturen am Südstoß vor Abbau 4/553, Stand 18.03.2019
- Im Jahr 2018 wurden Verlängerungen der Risse im cm-Bereich festgestellt.

Westflügel der 553- und 574-m-Sohle

Fazit und Bewertung

- Der Bereich um die Abbaureihe 3 auf der 553- und 574-m-Sohle befindet sich in einem stark geschädigten Bereich (Verformungsmaximum im Westflügel).
- Die Pfeiler befinden sich im Nachbruchbereich und die Schweben sind überwiegend gebrochen.
- Zur Stabilisierung wurde die Abbaubegleitstrecke vor Abbau 3/574 im Jahr 2018 verfüllt.
- Verfüllung der Wetterstrecke zum Blindschacht 1 auf der 574-m-Sohle ist vorbereitet.

⇒ Zur Stabilisierung des Tragsystems ist zusätzlich eine zeitnahe Firstspaltverfüllung in der Abbaureihen 2 bis 4 auf der 553- und 574-m-Sohle und eine Verfüllung des westlichen Abschnitts der Abbaubegleitstrecke auf der 553-m-Sohle zu empfehlen.

Übersicht

1 Oberer Baufeldrand

2 Nebenabbaue auf der 532-m-Sohle

3 Westflügel der 553- und 574-m-Sohle (Abbaureihe 3)

4 Wendelstrecke im Bereich der 616- bis zur 775-m-Sohle
- Wendelstrecke im Bereich der 616-m-Sohle
- Wendelstrecke im Bereich der 637- bis 658-m-Sohle
- Wendelstrecke im Bereich der 725- bis 750-m-Sohle
- Wendelstrecke im Bereich der 750- bis 775-m-Sohle

5 Monitoring 700-m-Sohle

6 750-m-Sohle: Füllorte Schacht 2 und Schacht 4

Übersicht

1 Oberer Baufeldrand

2 Nebenabbaue auf der 532-m-Sohle

3 Westflügel der 553- und 574-m-Sohle (Abbaureihe 3)

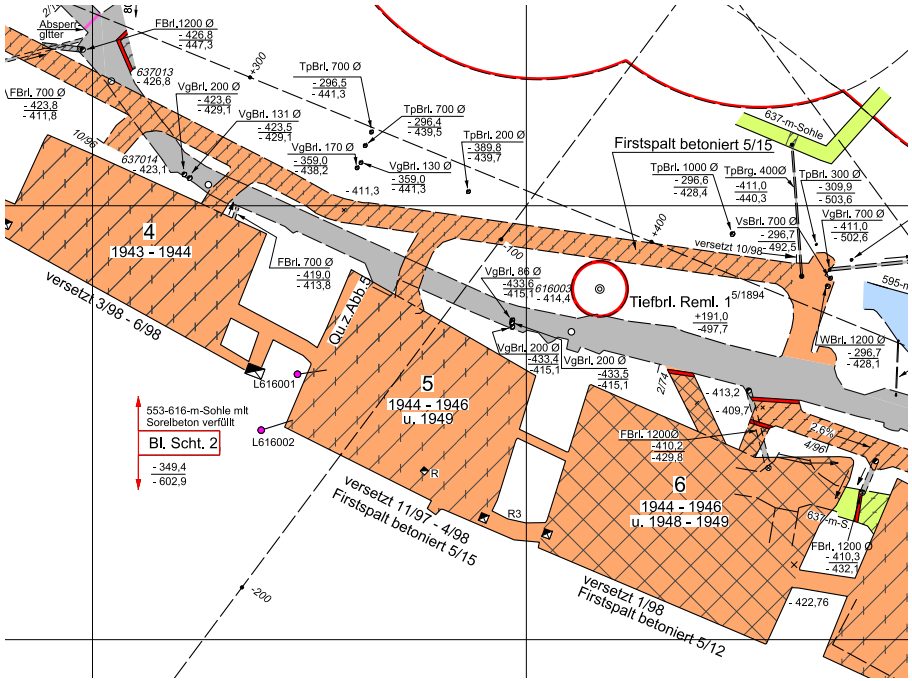
4 Wendelstrecke im Bereich der 616- bis zur 775-m-Sohle
- Wendelstrecke im Bereich der 616-m-Sohle
- Wendelstrecke im Bereich der 637- bis 658-m-Sohle
- Wendelstrecke im Bereich der 725- bis 750-m-Sohle
- Wendelstrecke im Bereich der 750- bis 775-m-Sohle

5 Monitoring 700-m-Sohle

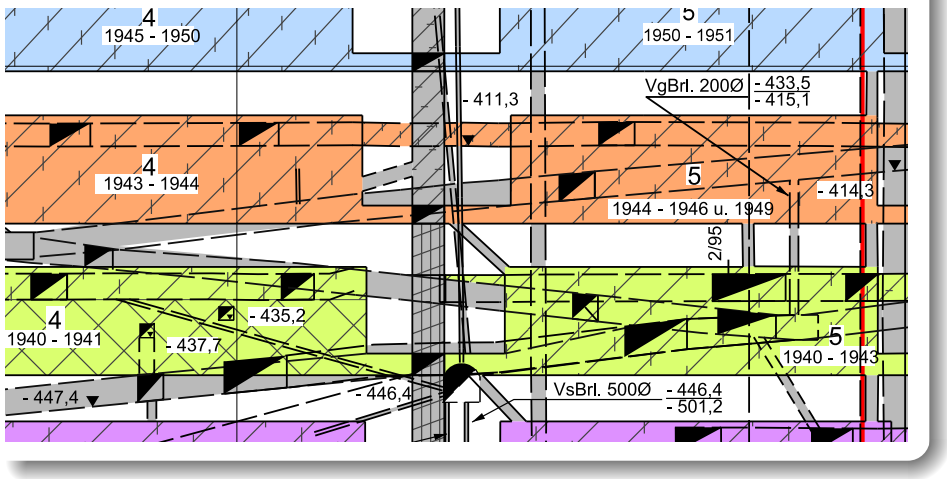
6 750-m-Sohle: Füllorte Schacht 2 und Schacht 4

Wendelstrecke 616, P 4/5: Übersicht des Monitoringbereiches

Grundrissausschnitt 616-m-Sohle

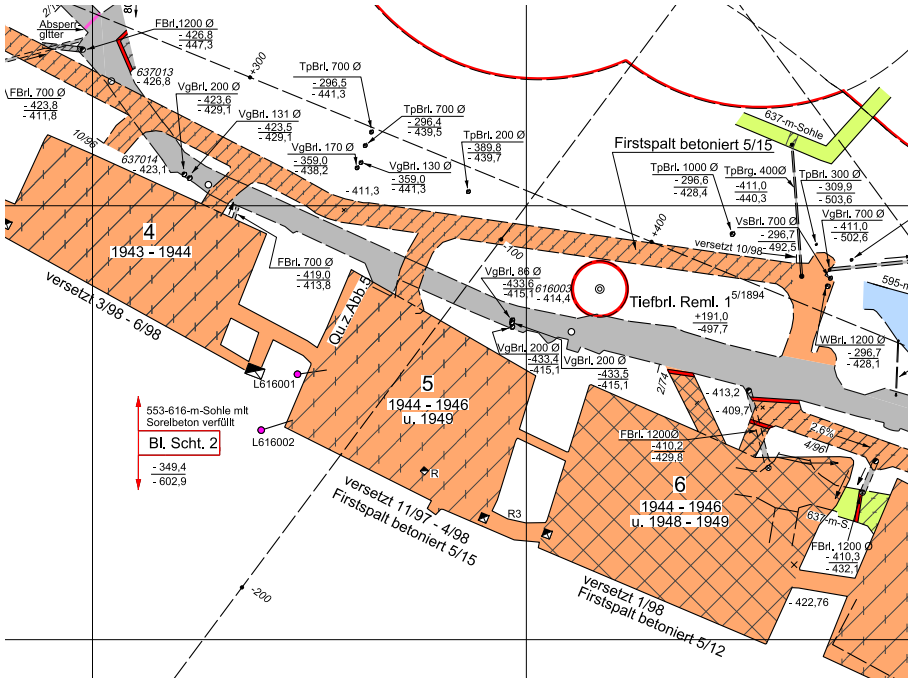


Schnitt

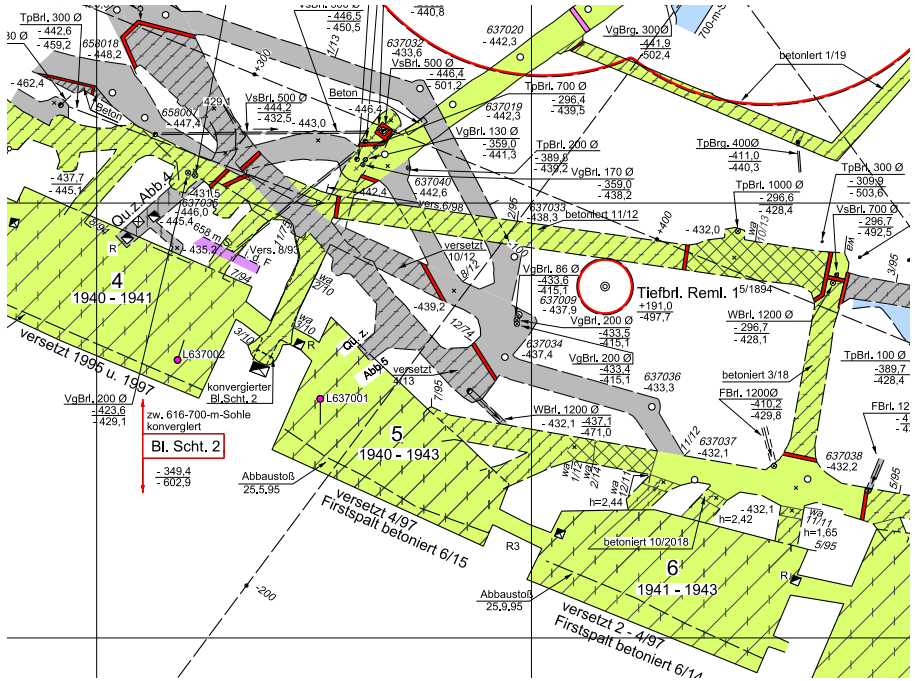


Wendelstrecke 616, P 4/5: Übersicht des Monitoringbereiches

Grundrissausschnitt 616-m-Sohle



Grundrissausschnitt 637-m-Sohle



Fotodokumentation

Fotodokumentation

Fotodokumentation

Übersicht

1 Oberer Baufeldrand

2 Nebenabbaue auf der 532-m-Sohle

3 Westflügel der 553- und 574-m-Sohle (Abbaureihe 3)

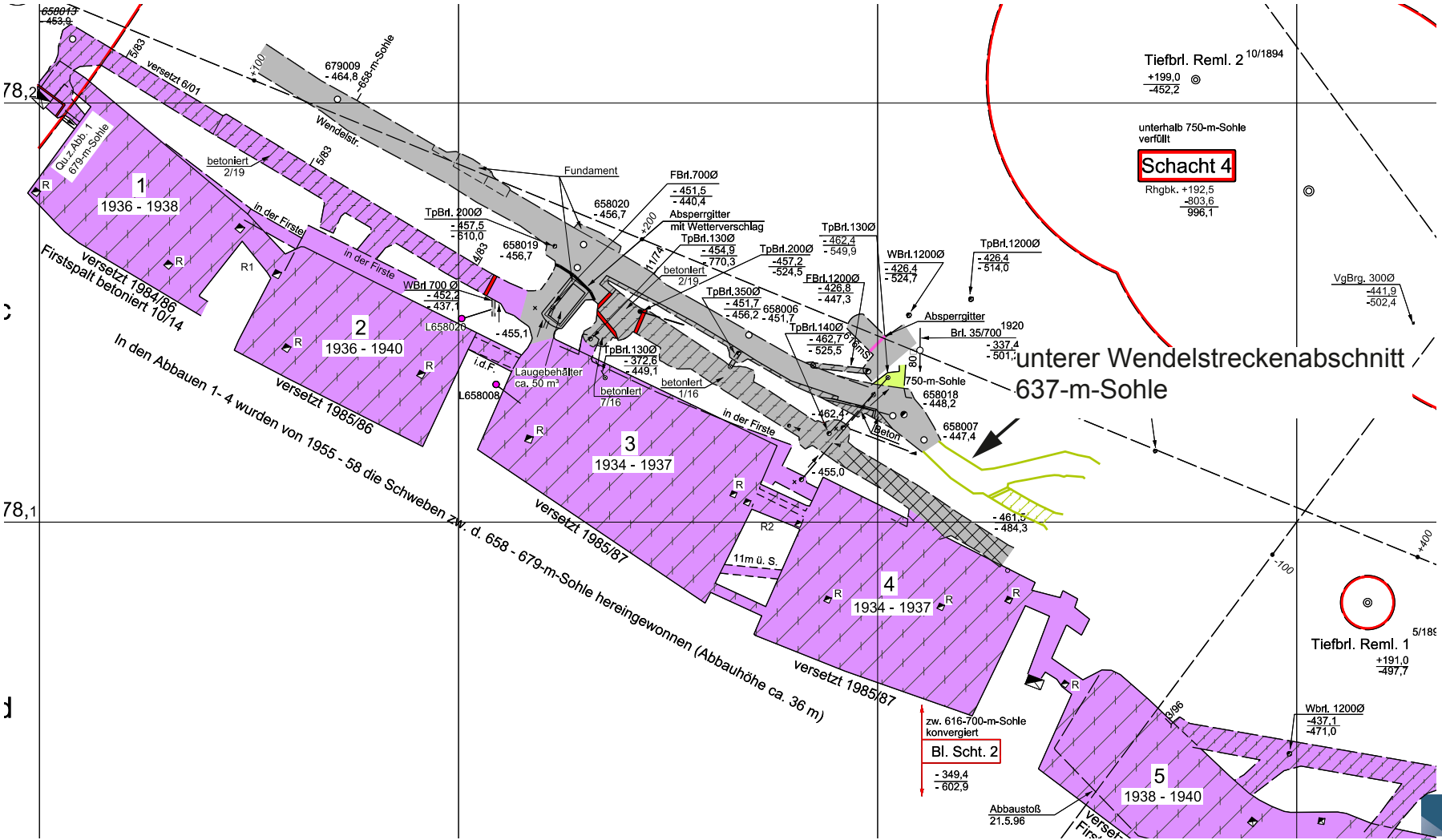
4 Wendelstrecke im Bereich der 616- bis zur 775-m-Sohle
- Wendelstrecke im Bereich der 616-m-Sohle
- Wendelstrecke im Bereich der 637- bis 658-m-Sohle
- Wendelstrecke im Bereich der 725- bis 750-m-Sohle
- Wendelstrecke im Bereich der 750- bis 775-m-Sohle

5 Monitoring 700-m-Sohle

6 750-m-Sohle: Füllorte Schacht 2 und Schacht 4

Wendelstrecke 637–658: Übersicht des Monitoringbereiches

Grundausschnitt der 658/637-m-Sohle



Wendelstrecke 637–658: Abschnitt westl. der unteren Streckenumfahrung bis Zugang Abb. 3/658

Schädigungen

- Blick nach Südwesten
- Abschalungen (Südstoßbereich abgesperrt)

Sanierung

- Blick nach Südwesten
- Sanierung erfolgt/in Umsetzung

Übersicht

1 Oberer Baufeldrand

2 Nebenabbaue auf der 532-m-Sohle

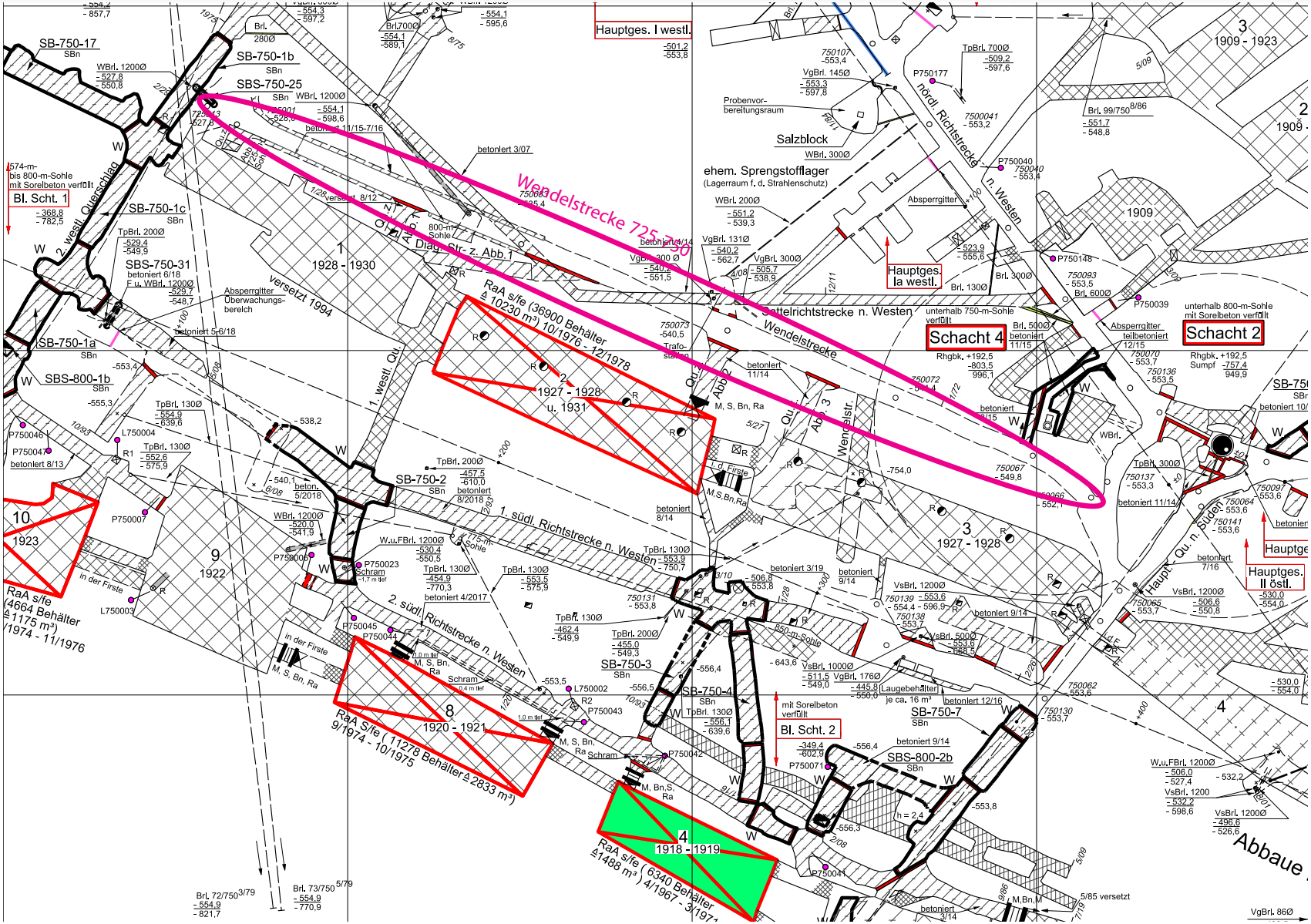
3 Westflügel der 553- und 574-m-Sohle (Abbaureihe 3)

4 Wendelstrecke im Bereich der 616- bis zur 775-m-Sohle
- Wendelstrecke im Bereich der 616-m-Sohle
- Wendelstrecke im Bereich der 637- bis 658-m-Sohle
- Wendelstrecke im Bereich der 725- bis 750-m-Sohle
- Wendelstrecke im Bereich der 750- bis 775-m-Sohle

5 Monitoring 700-m-Sohle

6 750-m-Sohle: Füllorte Schacht 2 und Schacht 4

Wendelstrecke 725–750: Übersicht des Monitoringbereiches



Wendelstrecke 725–750: westlicher Abschnitt (oberer Teil)

Festgestellte Schädigungen und Sanierungsmaßnahmen

Schädigungen

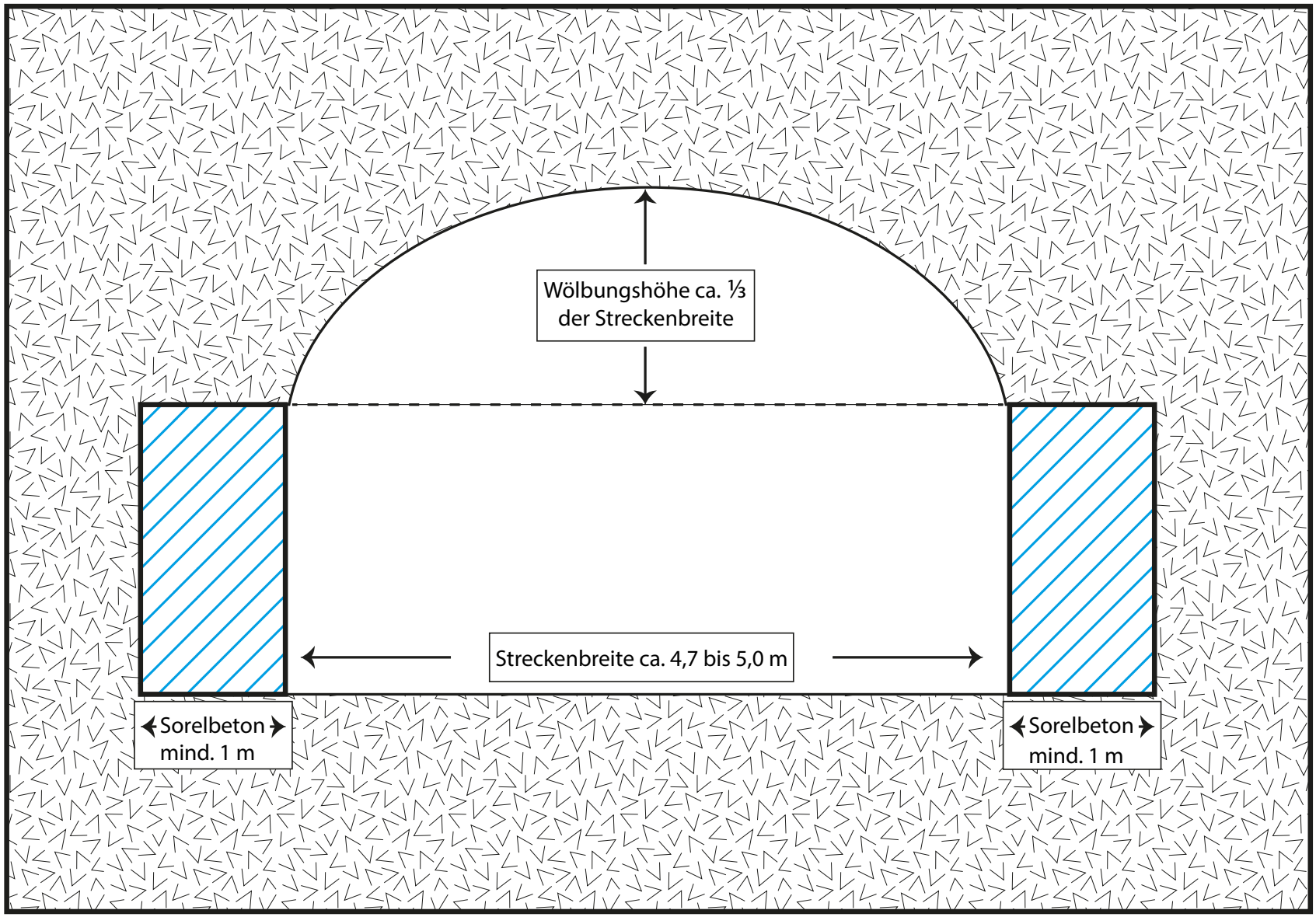
- Blick nach Südosten
- intensive Abschalungen an den Stößen

Sanierung

- Blick nach Südosten
- Süd- und Nordstoß, stabilisiert durch beidseitige Stützmauern

Wendelstrecke 725–750: westlicher Abschnitt (oberer Teil)

Prinzipskizze Stützbauwerk



Wendelstrecke 725–750: östlicher Abschnitt (unterer Teil)

Festgestellte Schädigungen und Sanierungsmaßnahmen

Schädigungen

- Blick nach Südosten
- intensive Abschalungen an den Stößen

- Blick nach Südosten
- Nachgeschnittene Kontur
- erneut fortschreitende Schädigungen

Übersicht

1 Oberer Baufeldrand

2 Nebenabbaue auf der 532-m-Sohle

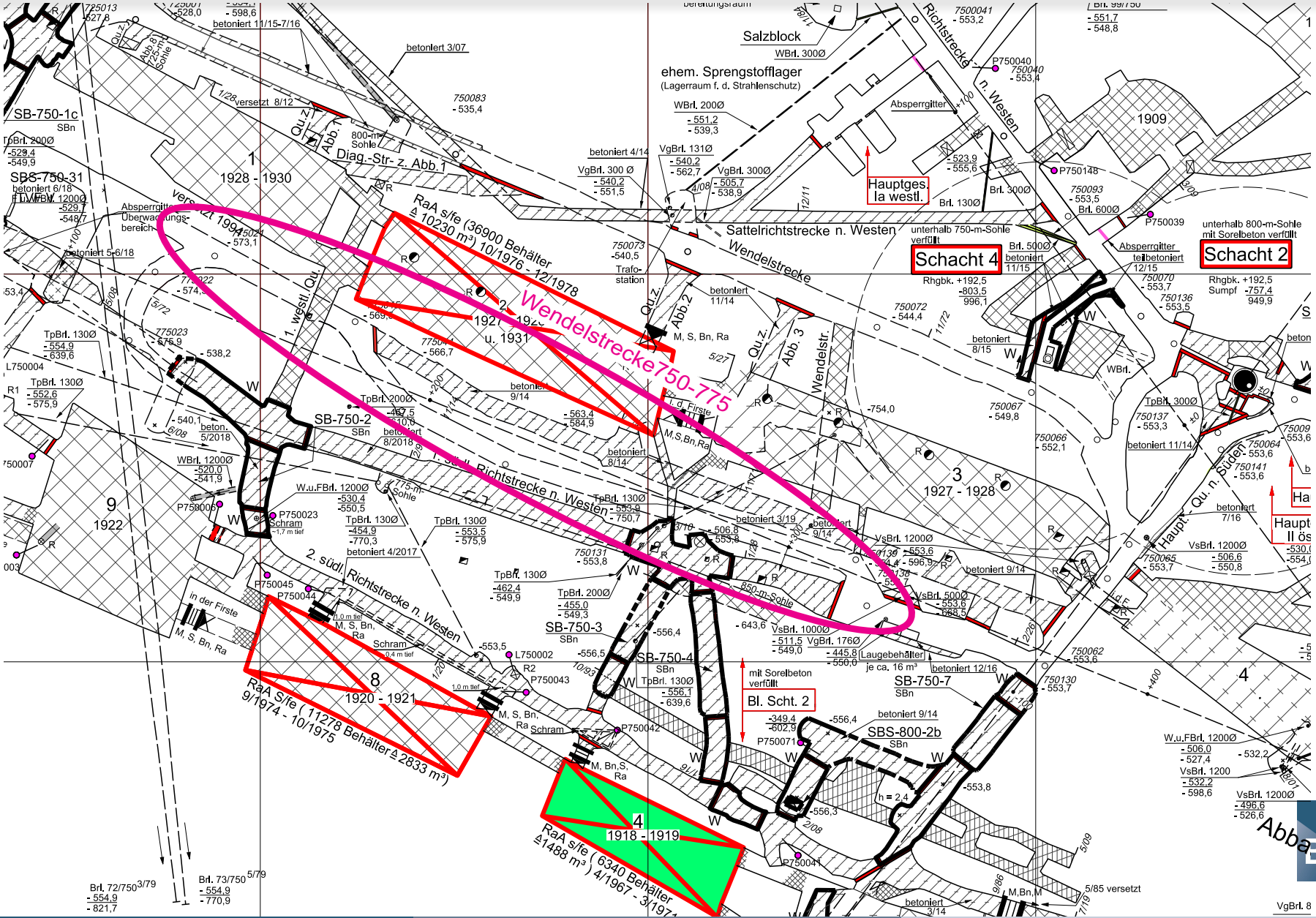
3 Westflügel der 553- und 574-m-Sohle (Abbaureihe 3)

4 Wendelstrecke im Bereich der 616- bis zur 775-m-Sohle
- Wendelstrecke im Bereich der 616-m-Sohle
- Wendelstrecke im Bereich der 637- bis 658-m-Sohle
- Wendelstrecke im Bereich der 725- bis 750-m-Sohle
- Wendelstrecke im Bereich der 750- bis 775-m-Sohle

5 Monitoring 700-m-Sohle

6 750-m-Sohle: Füllorte Schacht 2 und Schacht 4

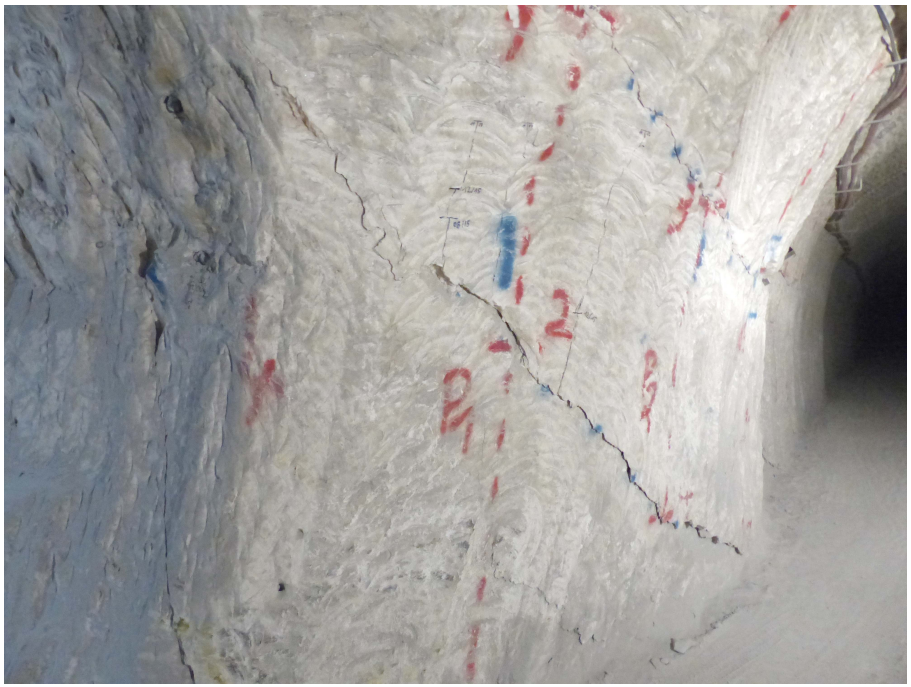
Wendelstrecke 725–750: Übersicht des Monitoringbereiches



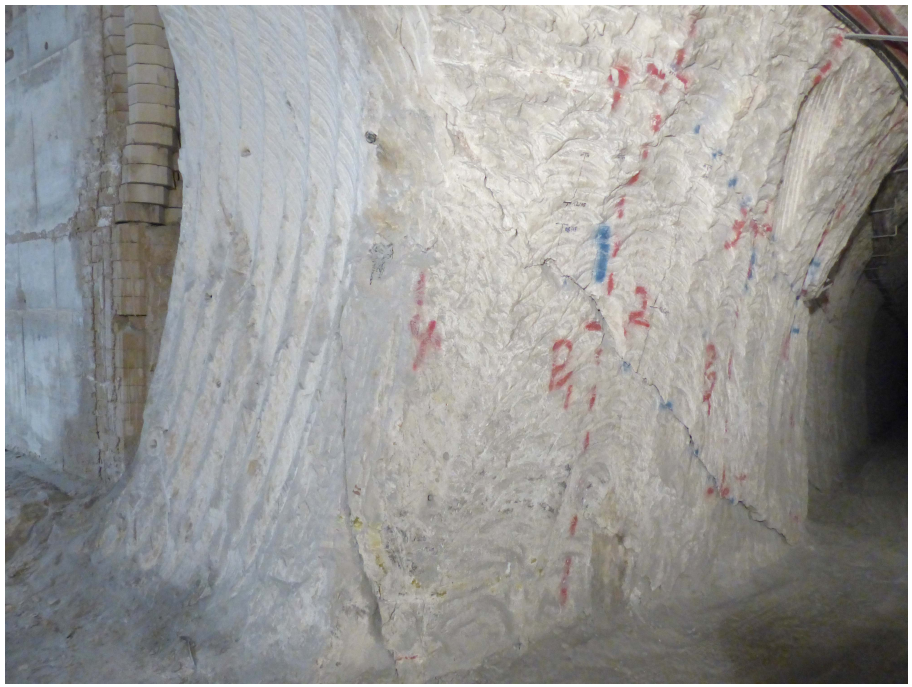
Wendelstrecke 750–775: 2014 aufgefahrener Abschnitt

Festgestellte Schädigungen – Oberer Abschnitt

Aufnahme vom 14.06.2018



Aufnahme vom 14.06.2019



Übersicht

1 Oberer Baufeldrand

2 Nebenabbaue auf der 532-m-Sohle

3 Westflügel der 553- und 574-m-Sohle (Abbaureihe 3)

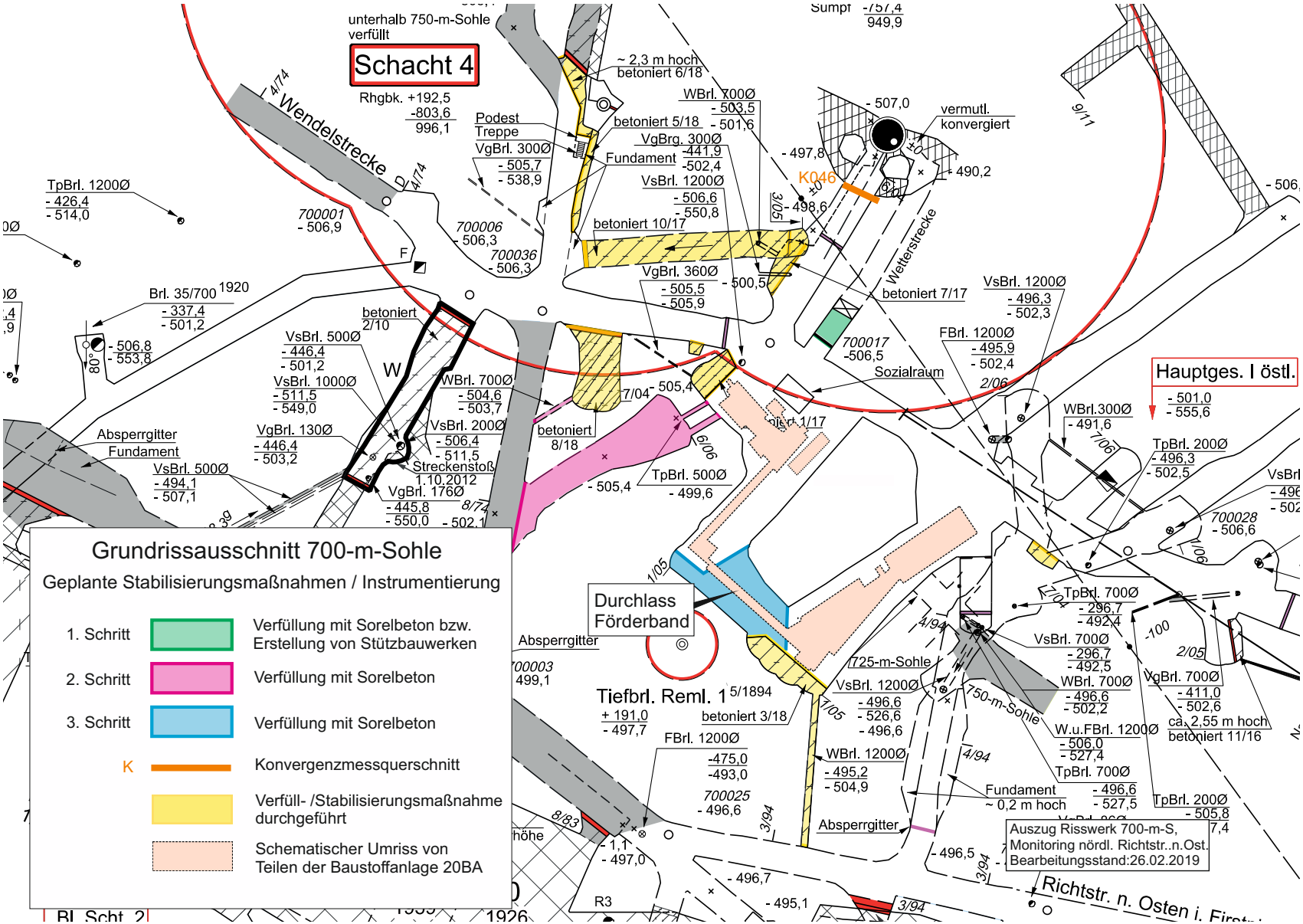
4 Wendelstrecke im Bereich der 616- bis zur 775-m-Sohle

5 Monitoring 700-m-Sohle

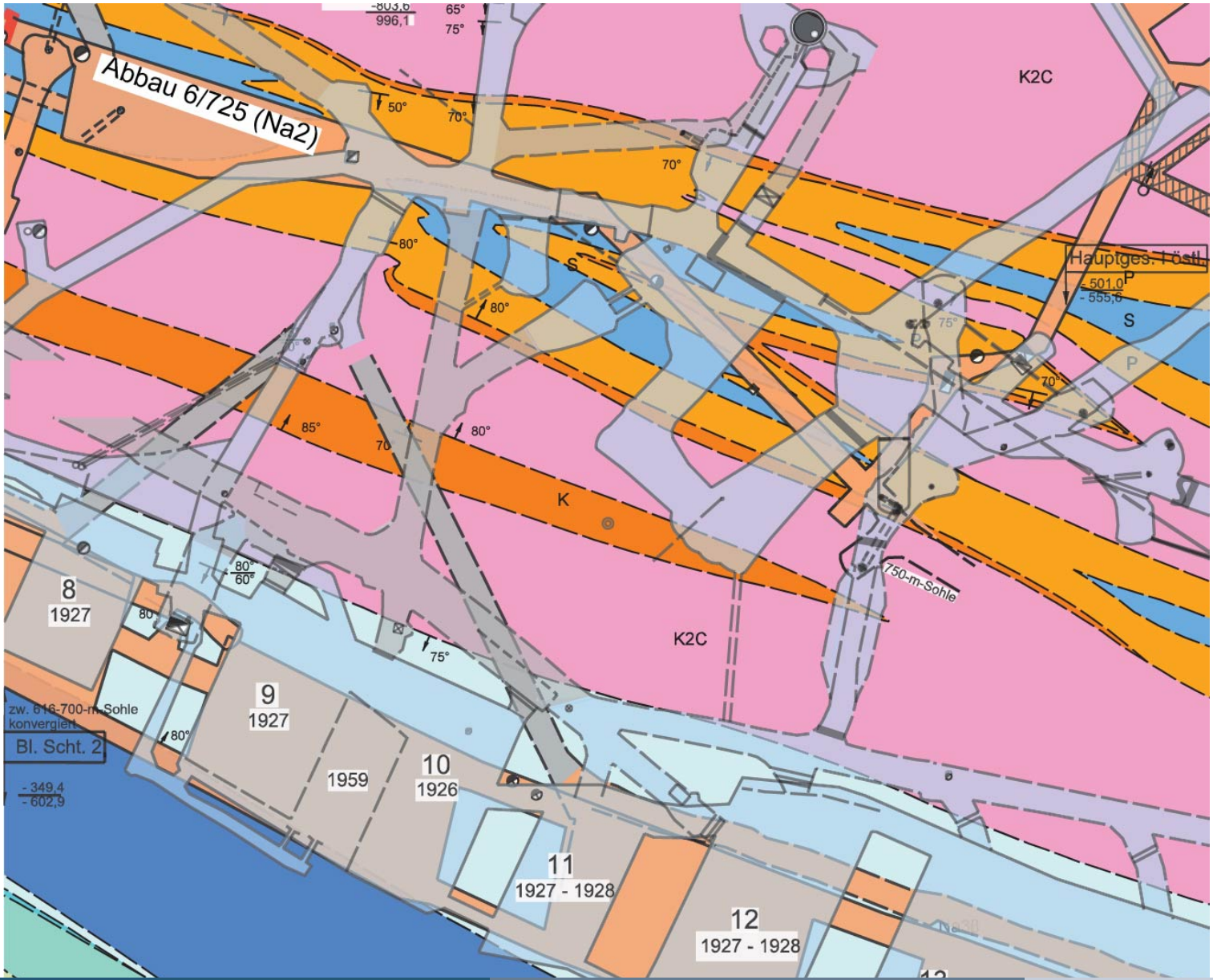
6 750-m-Sohle: Füllorte Schacht 2 und Schacht 4

7 750-m-Sohle: nördliche Richtstrecken nach Osten

Grundriss der 700-m-Sohle



Geologischer Grundriss 700- und 725-m-Sohle



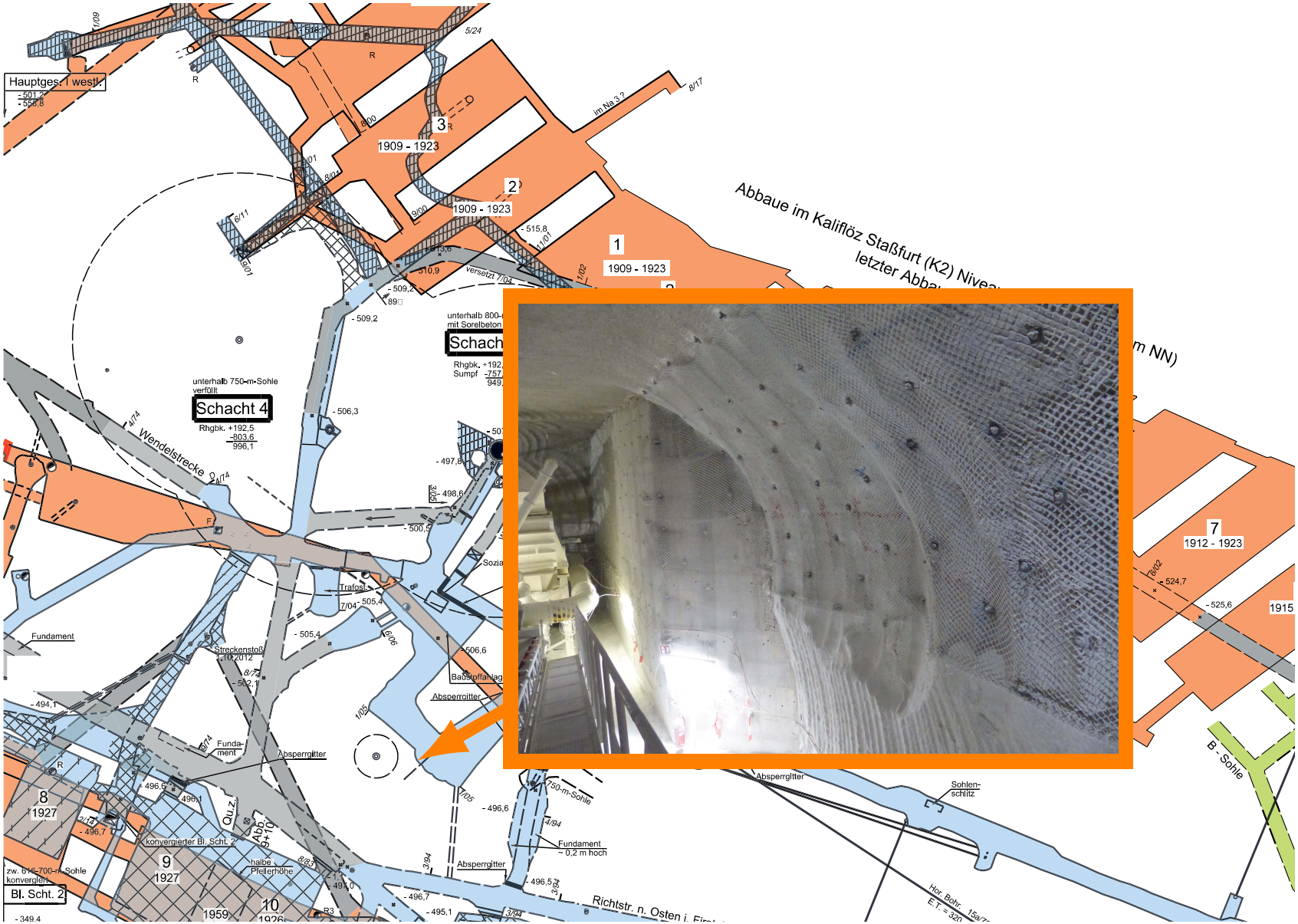
700-m-S

725-m-S

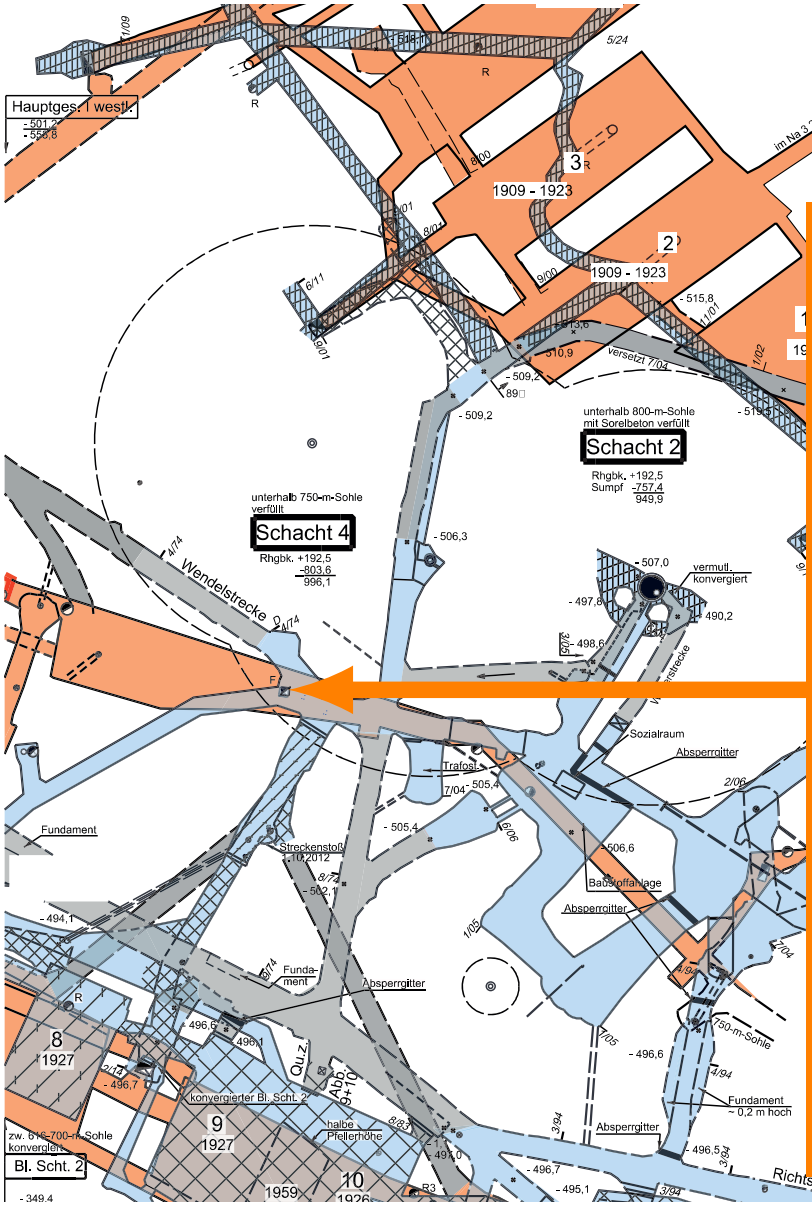
Fotos der Schädigungen / Sanierungen

Fotos der Schädigungen

Fotos der Schädigungen



Fotos der Schädigungen



Rollloch in der Firste des Abbaus 6/725 mit horizontalen Rissen

Fazit

- Es sind zunehmende Schädigungen im zentralen Teil der 700-m-Sohle insbesondere im Bereich der Baustoffanlage festzustellen.

$\Longrightarrow$ Maßnahmen zum Erhalt der Gebrauchstauglichkeit in Umsetzung bzw. Planung.

$\Rightarrow$ Schnellstmögliche Verfüllung des Resthohlraumes in Abbau 6/725.

Übersicht

1 Oberer Baufeldrand

2 Nebenabbaue auf der 532-m-Sohle

3 Westflügel der 553- und 574-m-Sohle (Abbaureihe 3)

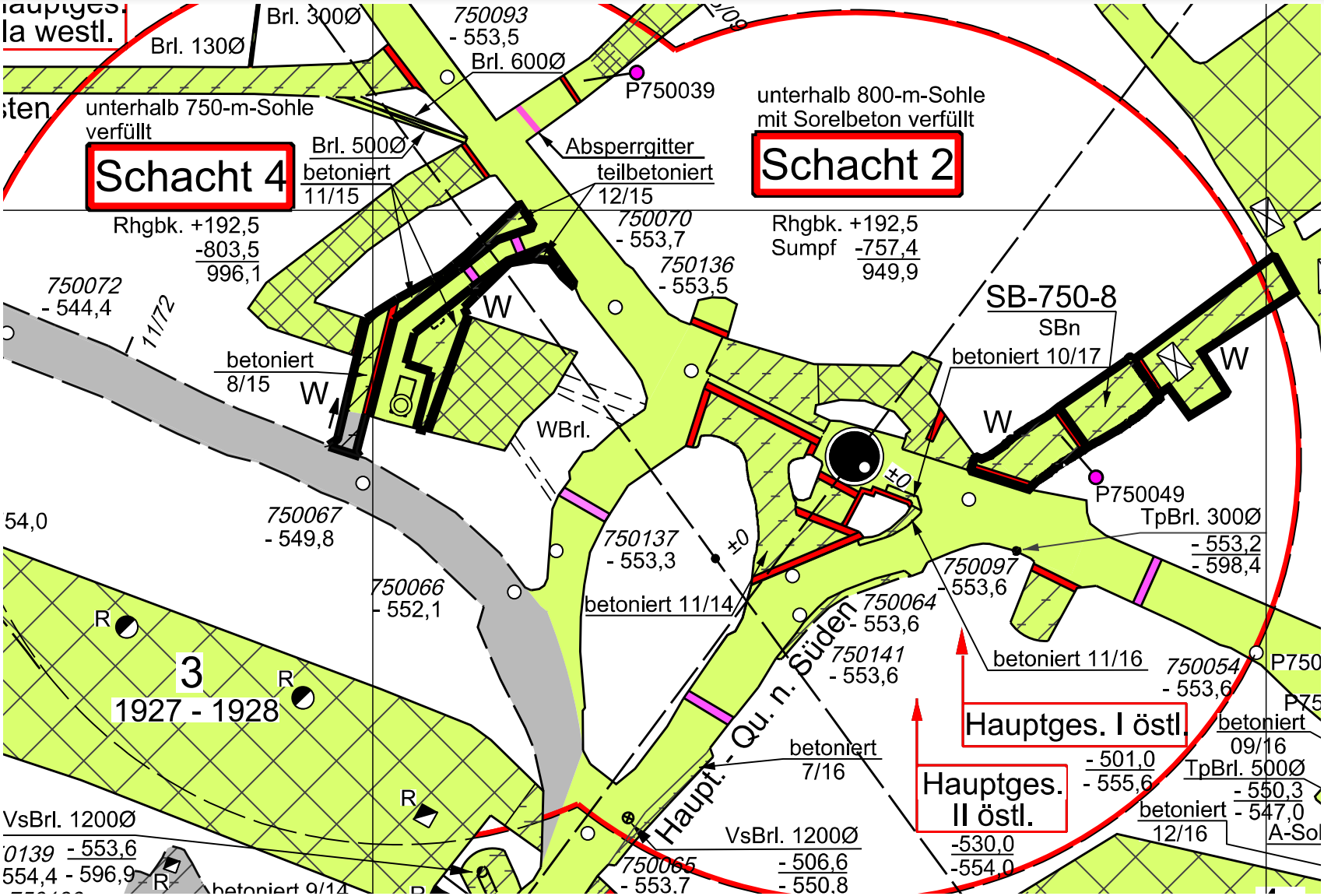
4 Wendelstrecke im Bereich der 616- bis zur 775-m-Sohle

5 Monitoring 700-m-Sohle

6 750-m-Sohle: Füllorte Schacht 2 und Schacht 4
- Füllort Schacht 2
- Füllort Schacht 4

7 750-m-Sohle: nördliche Richtstrecken nach Osten

Übersicht des Monitoringbereiches



Übersicht

1 Oberer Baufeldrand

2 Nebenabbaue auf der 532-m-Sohle

3 Westflügel der 553- und 574-m-Sohle (Abbaureihe 3)

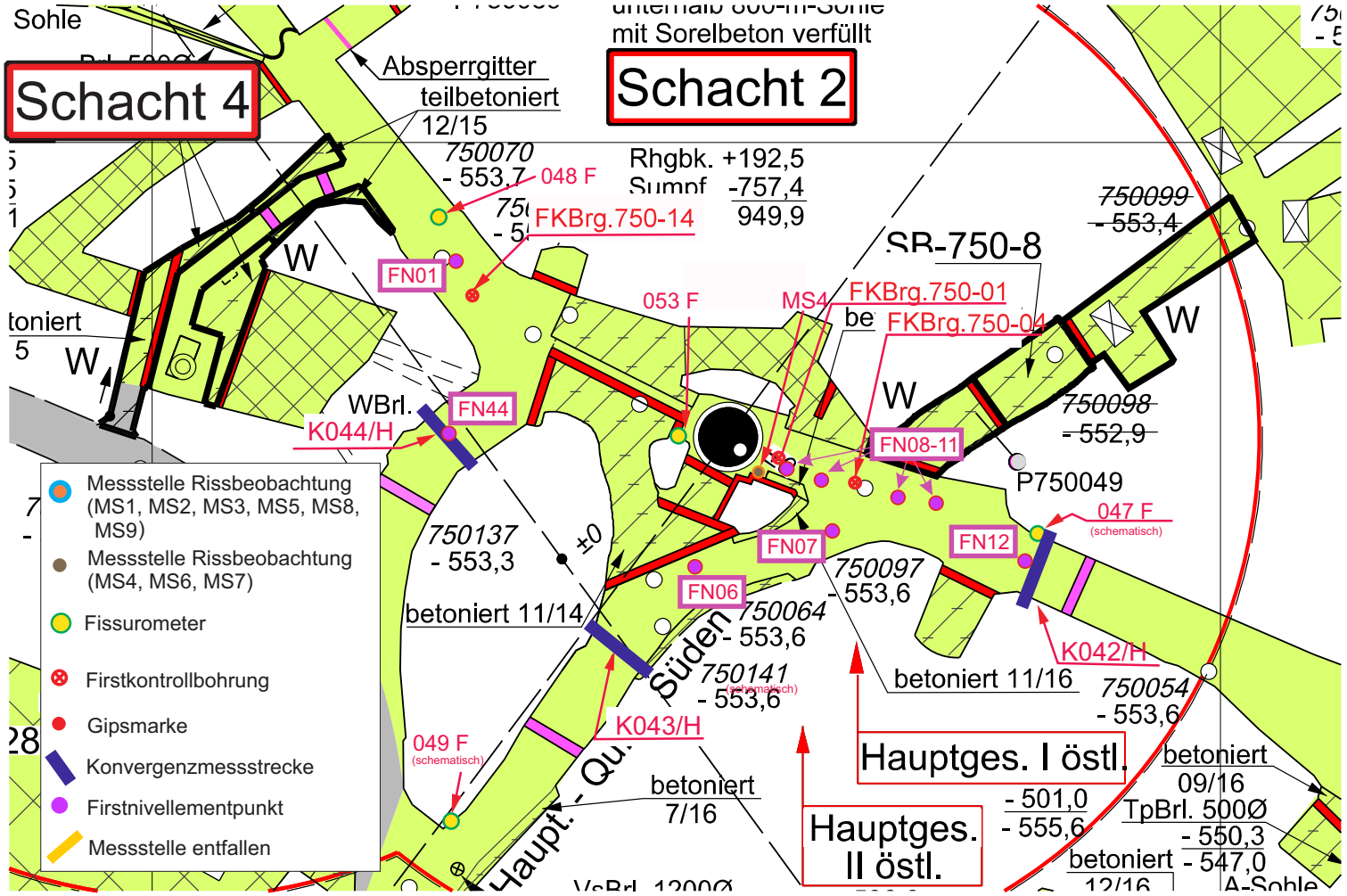
4 Wendelstrecke im Bereich der 616- bis zur 775-m-Sohle

5 Monitoring 700-m-Sohle

6 750-m-Sohle: Füllorte Schacht 2 und Schacht 4
- Füllort Schacht 2
- Füllort Schacht 4

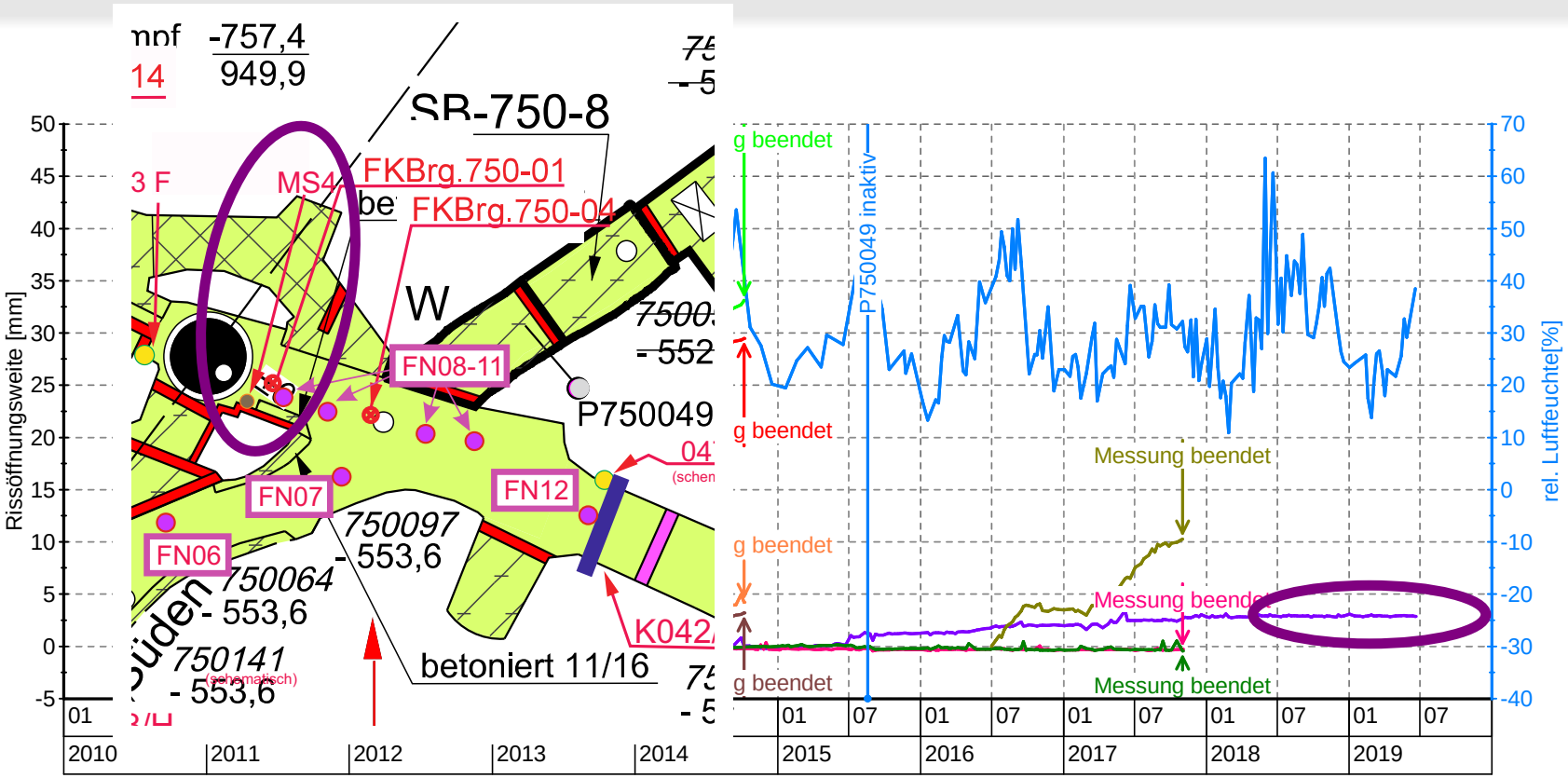
7 750-m-Sohle: nördliche Richtstrecken nach Osten

Messstellen im Bereich Füllort Schacht 2, 750-m-Sohle



750-m-Sohle: Füllort Schacht 2 – Rissentwicklung

Stand: 19.06.2019



Symbol	Messstelle	Messrichtung	Lage	Bemerkung
	Messstelle 1	Rissöffnungsweite	Südost	Ersetzt durch Messstelle 5
	Messstelle 2	Rissöffnungsweite	Südwest	
	Messstelle 3	Rissöffnungsweite	Südwest	
	Messstelle 4	Rissöffnungsweite	Nordost	
	Messstelle 5	Rissöffnungsweite	Südost	
	Messstelle 6	Rissöffnungsweite	Südwest	
	Messstelle 7	Rissöffnungsweite	Südwest	
	Messstelle 8	Rissöffnungsweite	Südost	
	Messstelle 9	Rissöffnungsweite	Nordwest	
	P750049		Hauptquerschlag nach Norden	Handmessungen erfolgen in unmittelbarer Nähe

Fortschreitende Entfestigung

Nördl. Pfeiler an Schachtbühne

- Stand: 14.06.2019
- Deutlich entfestigter Pfeiler mit Rissen und Abschalungen

Südöstlicher Pfeiler

- Stand: 14.06.2019
- Stützbauwerk

Übersicht

1 Oberer Baufeldrand

2 Nebenabbaue auf der 532-m-Sohle

3 Westflügel der 553- und 574-m-Sohle (Abbaureihe 3)

4 Wendelstrecke im Bereich der 616- bis zur 775-m-Sohle

5 Monitoring 700-m-Sohle

6 750-m-Sohle: Füllorte Schacht 2 und Schacht 4
- Füllort Schacht 2
- Füllort Schacht 4

7 750-m-Sohle: nördliche Richtstrecken nach Osten

750-m-Sohle: Sanierter Füllort Schacht 4

Übersicht

1 Oberer Baufeldrand

2 Nebenabbaue auf der 532-m-Sohle

3 Westflügel der 553- und 574-m-Sohle (Abbaureihe 3)

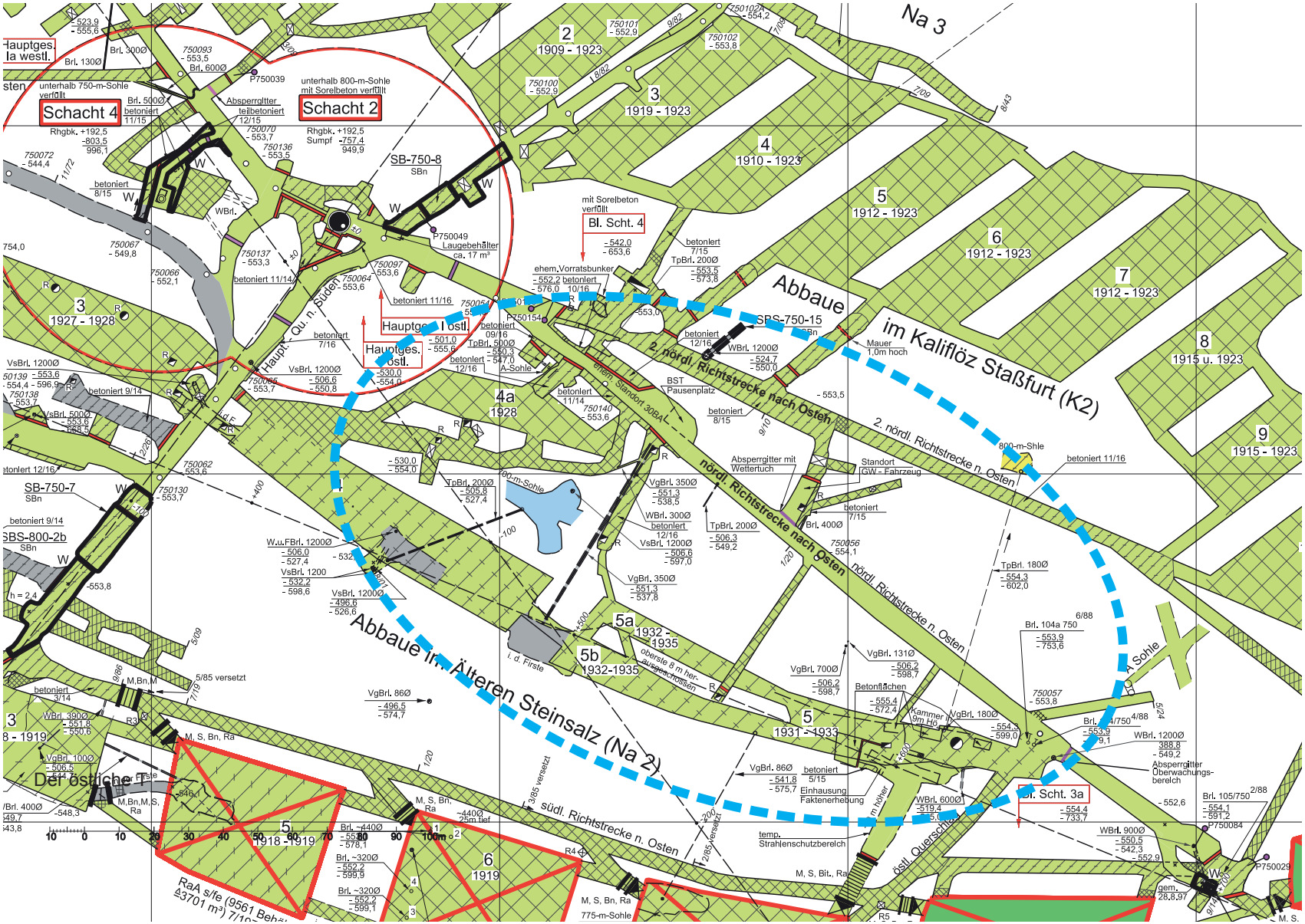
4 Wendelstrecke im Bereich der 616- bis zur 775-m-Sohle

5 Monitoring 700-m-Sohle

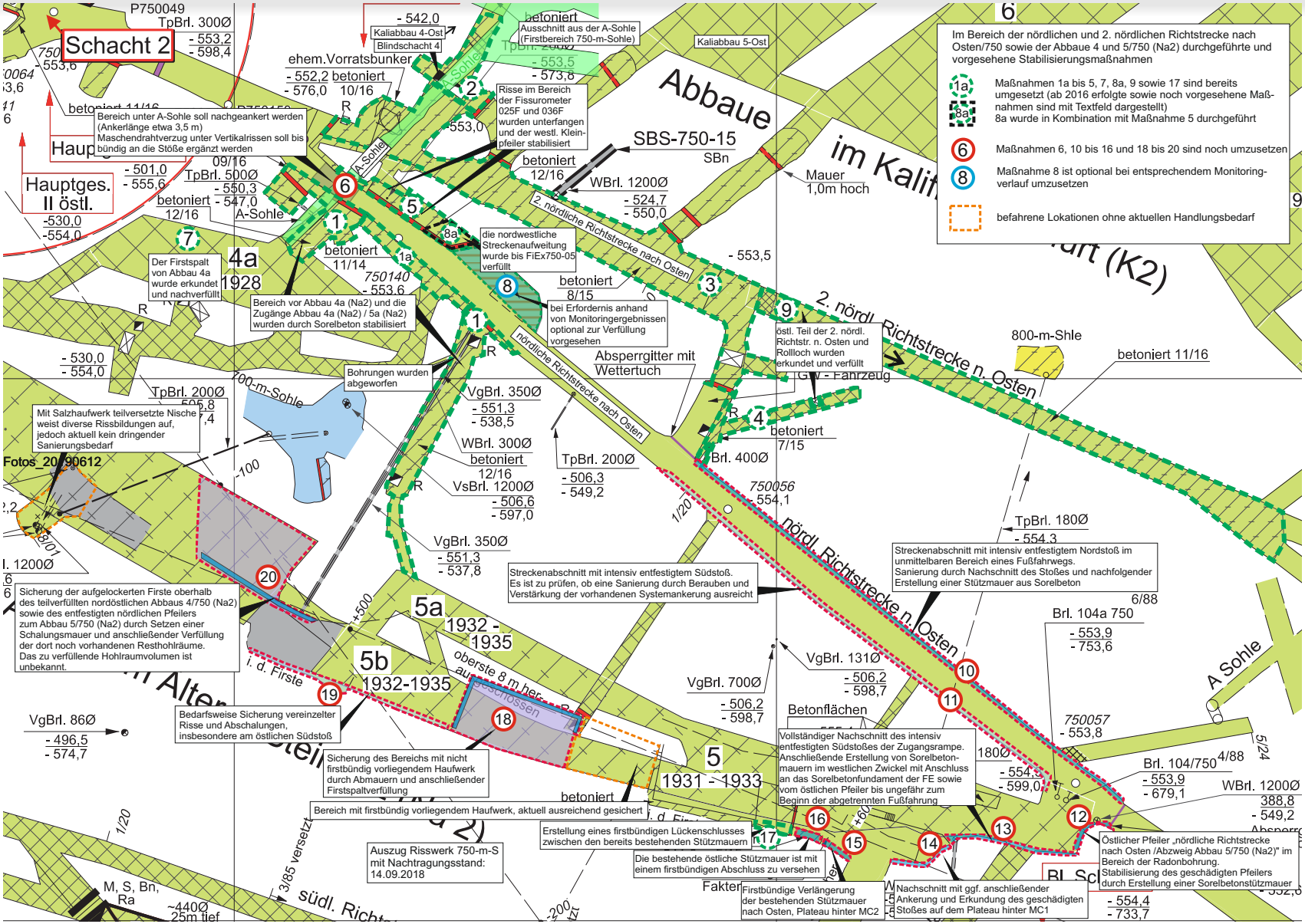
6 750-m-Sohle: Füllorte Schacht 2 und Schacht 4

7 750-m-Sohle: nördliche Richtstrecken nach Osten

Übersicht des Monitoringbereiches



Vorgesehene / umgesetzte Stabilisierungsmaßnahmen



Fotodokumentation

Nr. 10

Fotodokumentation

Nr. 13

Fotodokumentation

Nr. 15 bis 17

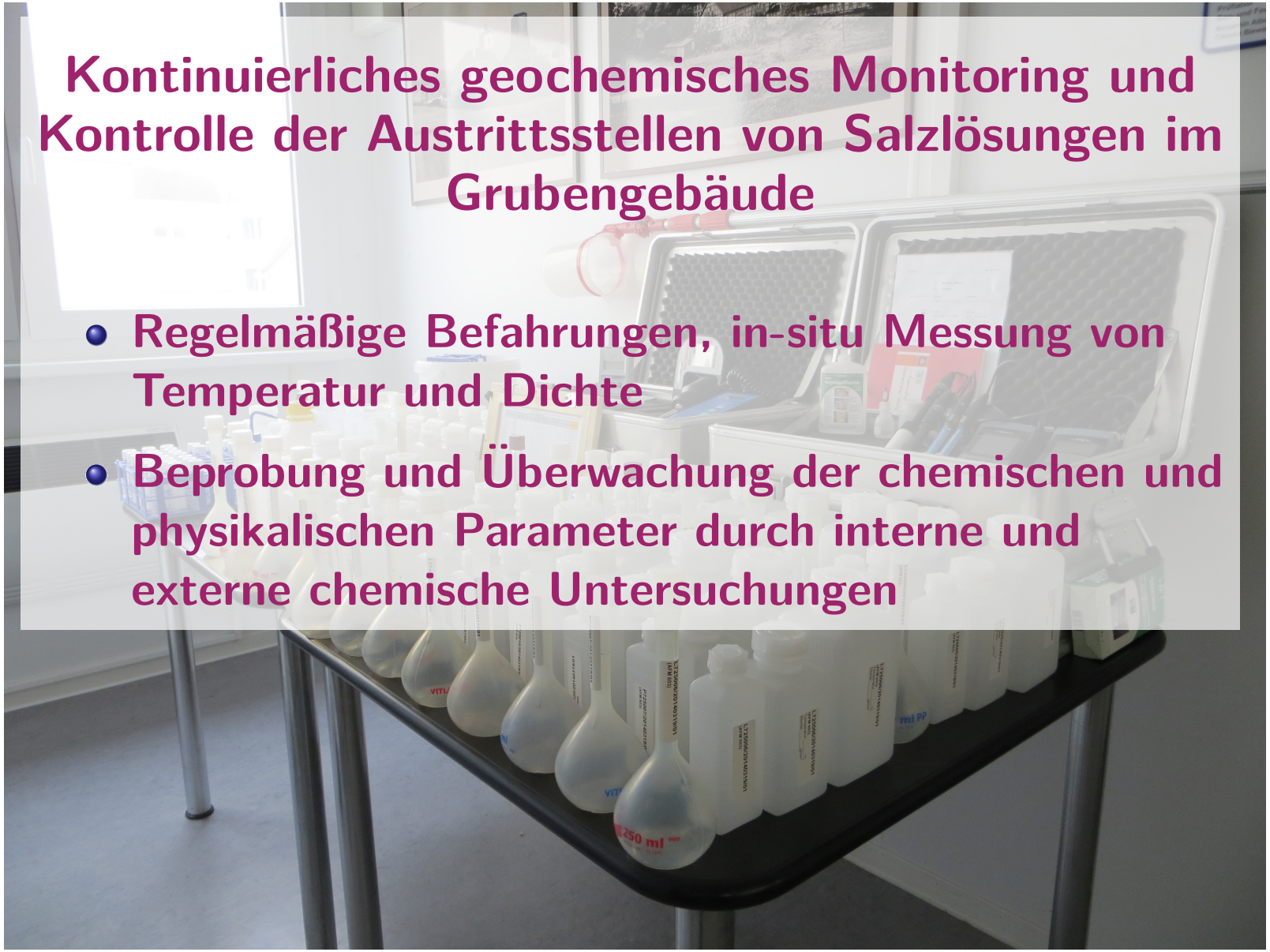
Teil VI

Salzlösungsmonitoring

Übersicht Teil VI

1. Baufeld an der Südflanke
2. Carnallititbaufeld
3. Tiefenaufschluss
4. Zusammenfassung – Salzlösungsmonitoring

Bericht zur Situation 2018 und aktuelle Entwicklungen



Kontinuierliches geochemisches Monitoring und Kontrolle der Austrittsstellen von Salzlösungen im Grubengebäude

- **Regelmäßige Befahrungen, in-situ Messung von Temperatur und Dichte**
- **Beprobung und Überwachung der chemischen und physikalischen Parameter durch interne und externe chemische Untersuchungen**

Übersicht

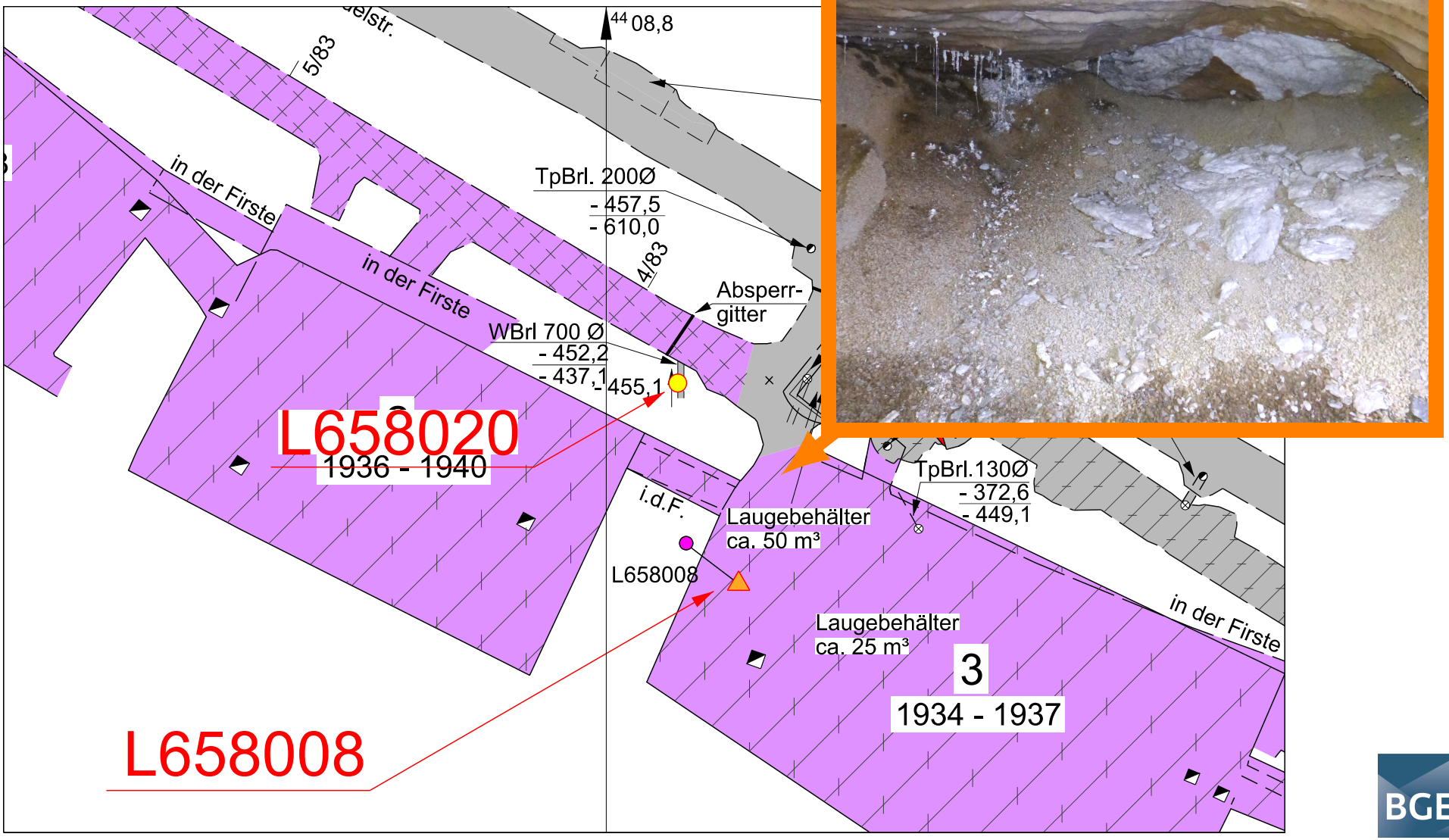
1. Baufeld an der Südflanke
   - Lösungen 637-/658-m-Sohle
   - 725-m-Sohle: Sammelstellen in der Richtstrecke nach Westen
   - 750-m-Sohle: Sammelstellen östl. Abbau 9, nördlich ELK 8 und ELK 4 sowie nördlich Blindschacht 2
   - 750-m-Sohle: Bereich vor der ELK 12/750
2. Carnallititbaufeld
3. Tiefenaufschluss
4. Zusammenfassung – Salzlösungsmonitoring

Übersicht

1. Baufeld an der Südflanke
   - Lösungen 637-/658-m-Sohle
   - 725-m-Sohle: Sammelstellen in der Richtstrecke nach Westen
   - 750-m-Sohle: Sammelstellen östl. Abbau 9, nördlich ELK 8 und ELK 4 sowie nördlich Blindschacht 2
   - 750-m-Sohle: Bereich vor der ELK 12/750
2. Carnallititbaufeld
3. Tiefenaufschluss
4. Zusammenfassung – Salzlösungsmonitoring

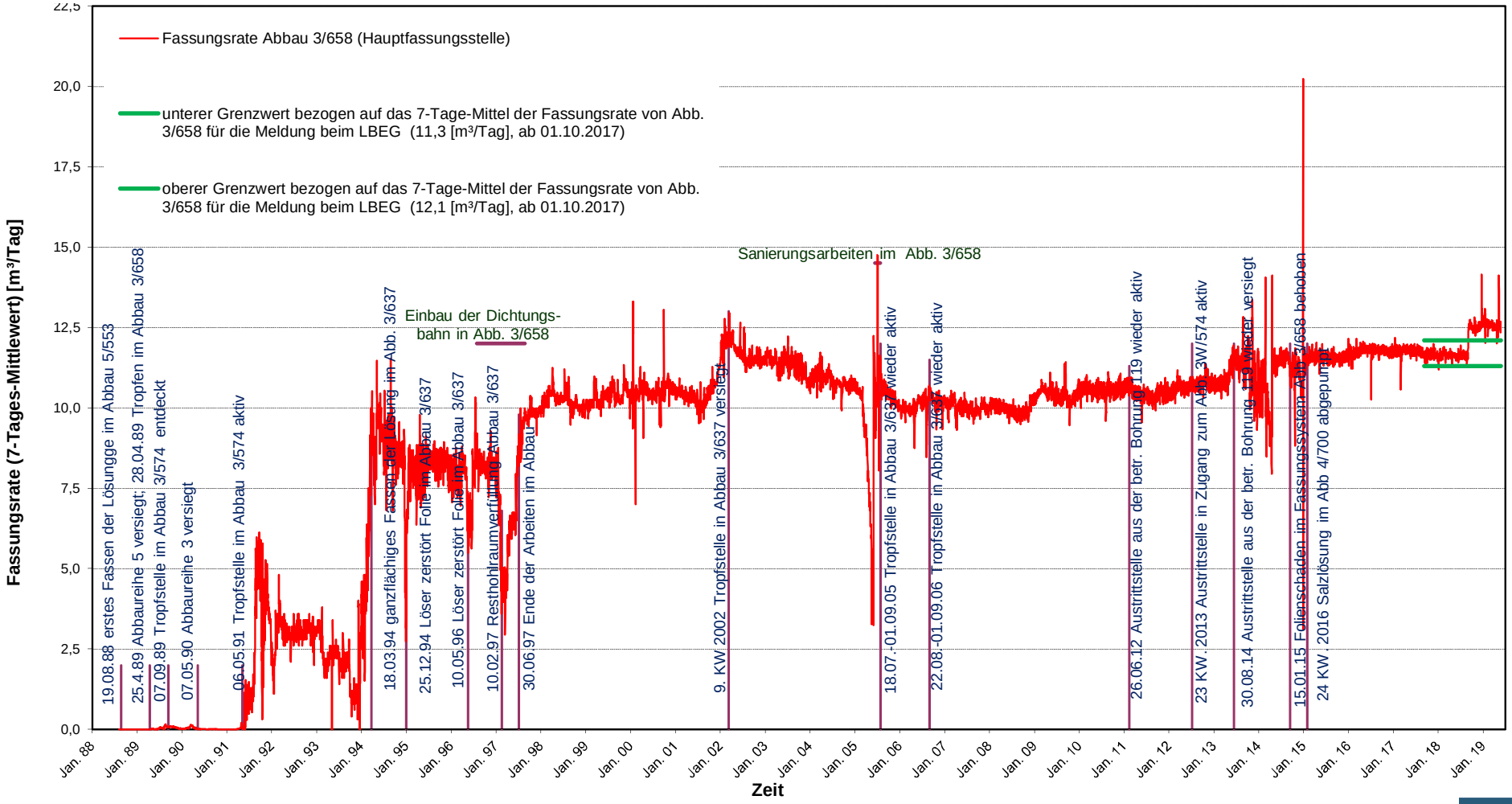
Hauptsammelstelle im Abbau 3/658 und betr. Bohrung 119

Lokalitäten L658008 (Abbau 3/658) L658020 (Brg. 119)



Fassungsraten Abbau 3/658 (L658008)

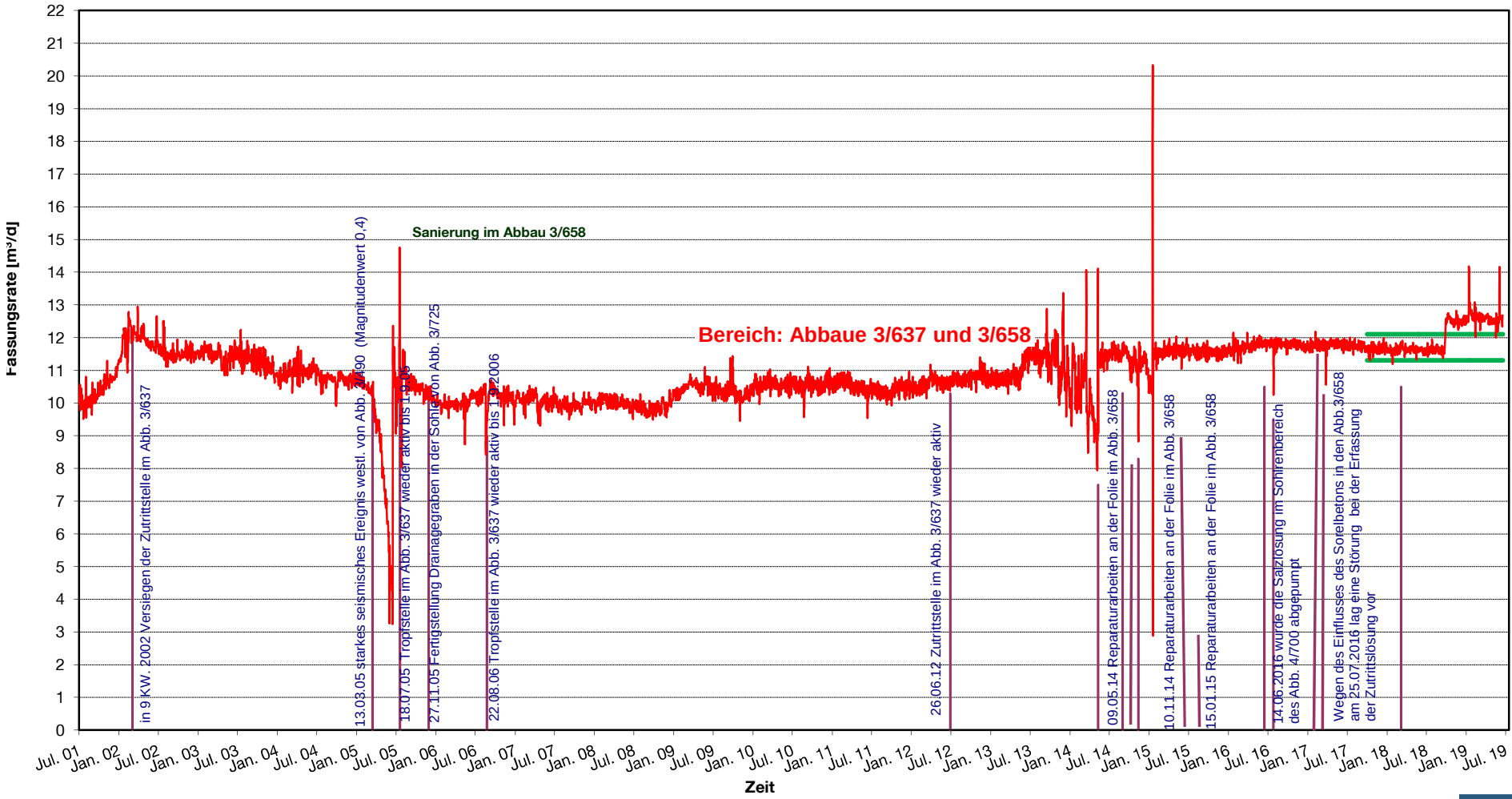
vom 01.08.1988 bis 17.06.2019



Diana Müller/Dr. Zakharchuk

Fassungsraten Abbau 3/637 (L658020) und 3/658 (L658008)

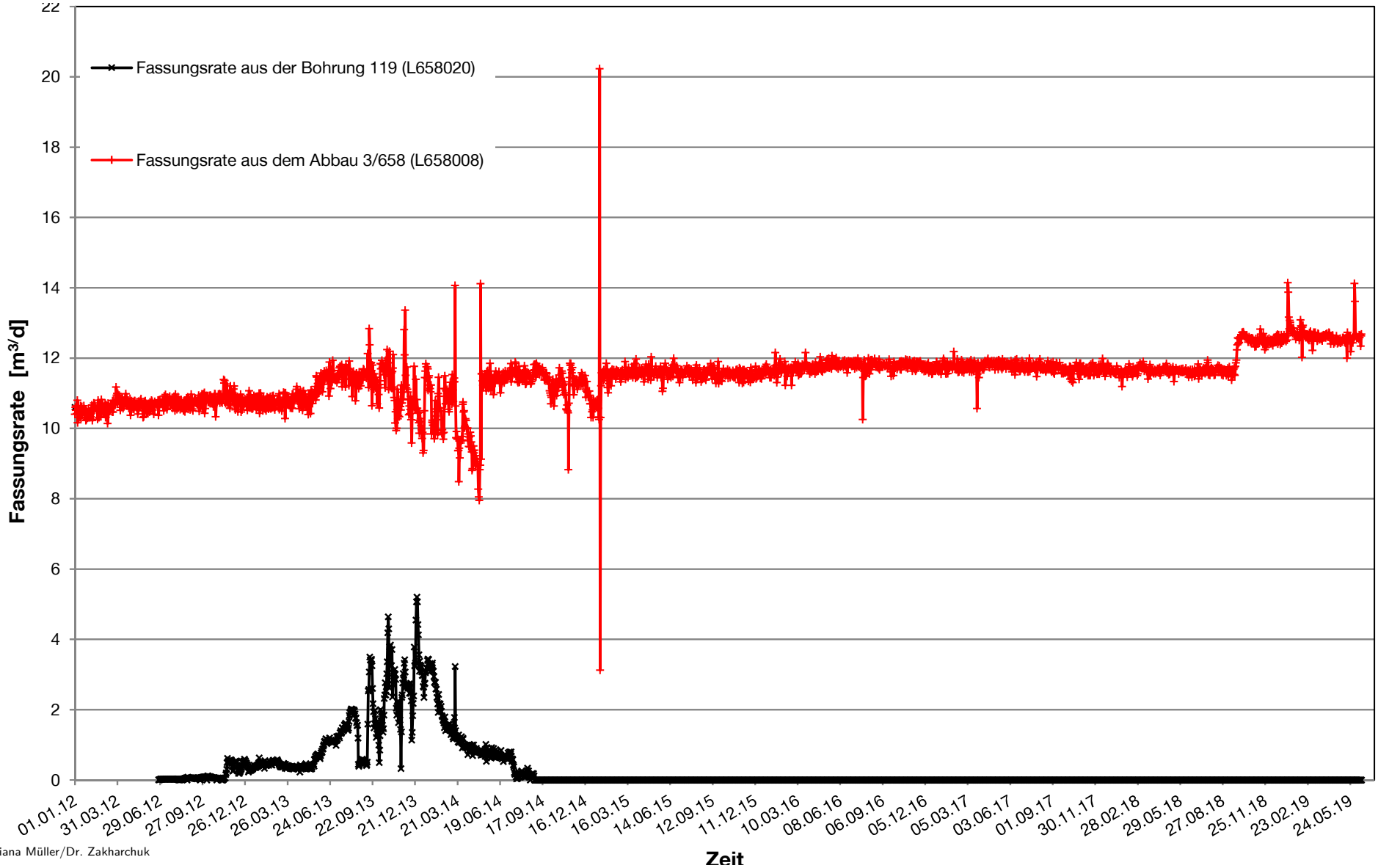
von 01.07.2001 bis 17.06.2019



Diana Müller/Dr. Zakharchuk

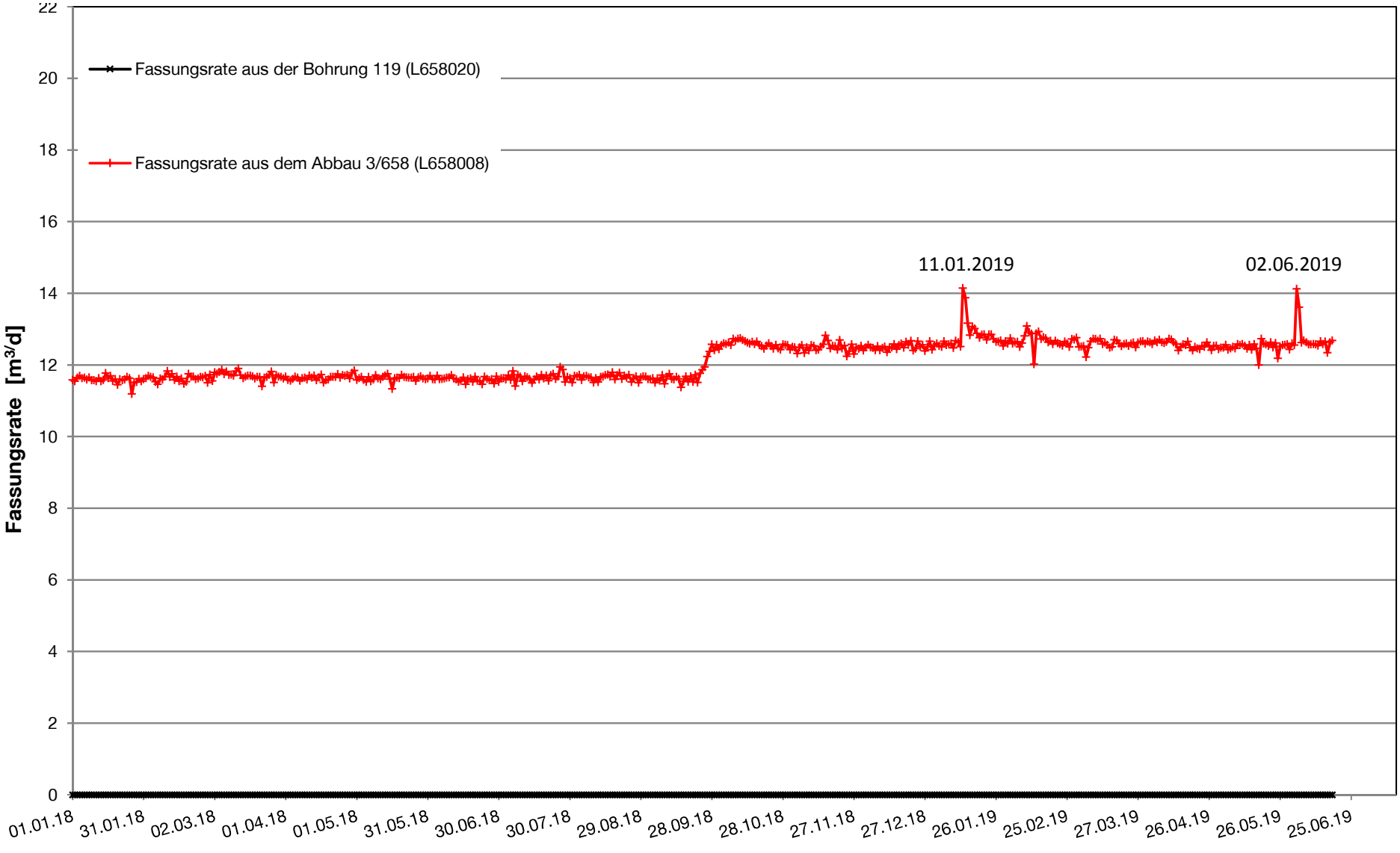
Fassungsraten Abbau 3/637 (L658020) und 3/658 (L658008)

vom 01.01.2012 bis 17.06.2019



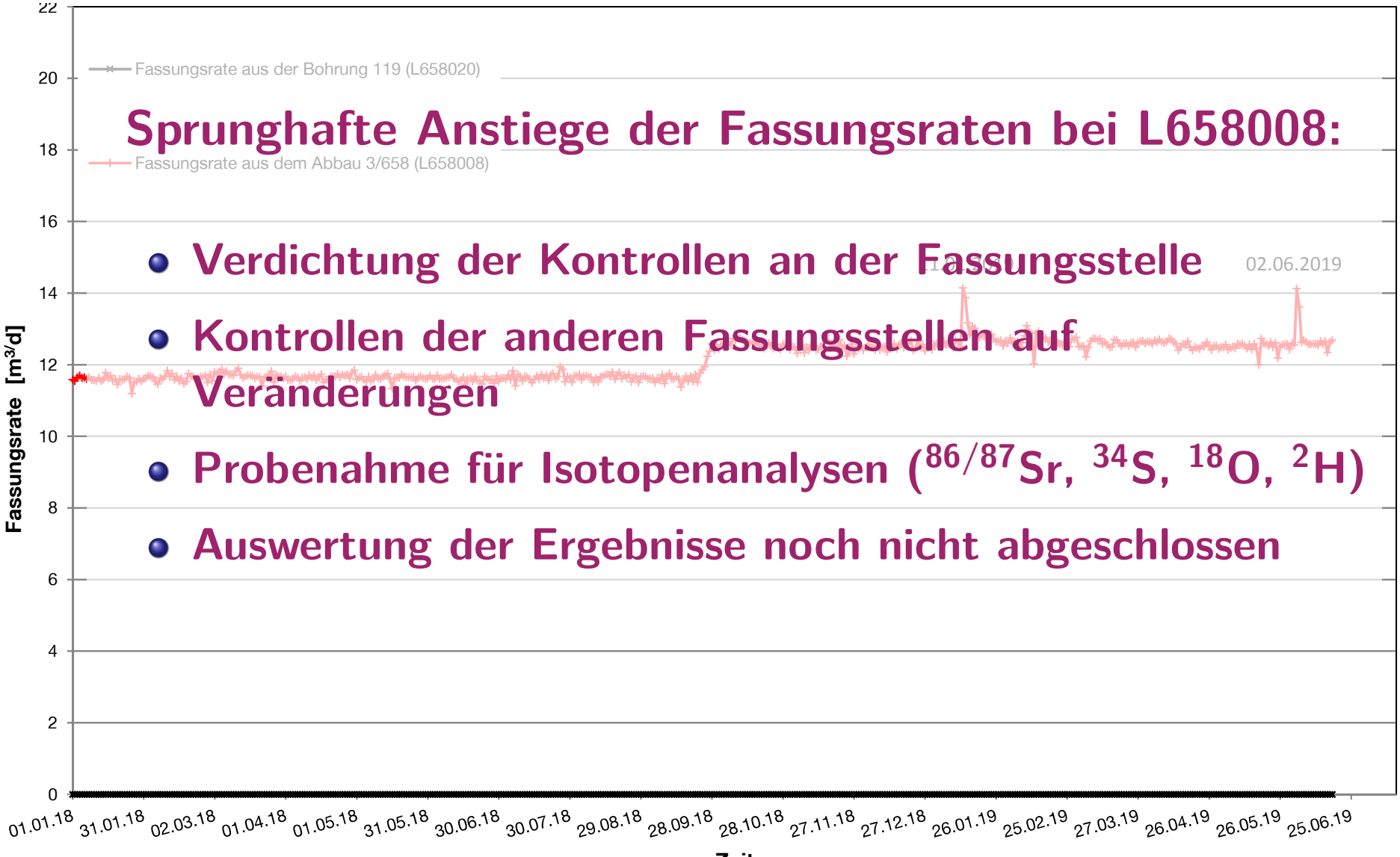
Diana Müller/Dr. Zakharchuk

Fassungsraten Abbau 3/637 (L658020) und 3/658 (L658008)
vom 01.01.2018 bis 17.06.2019



Diana Müller/Dr. Zakharchuk

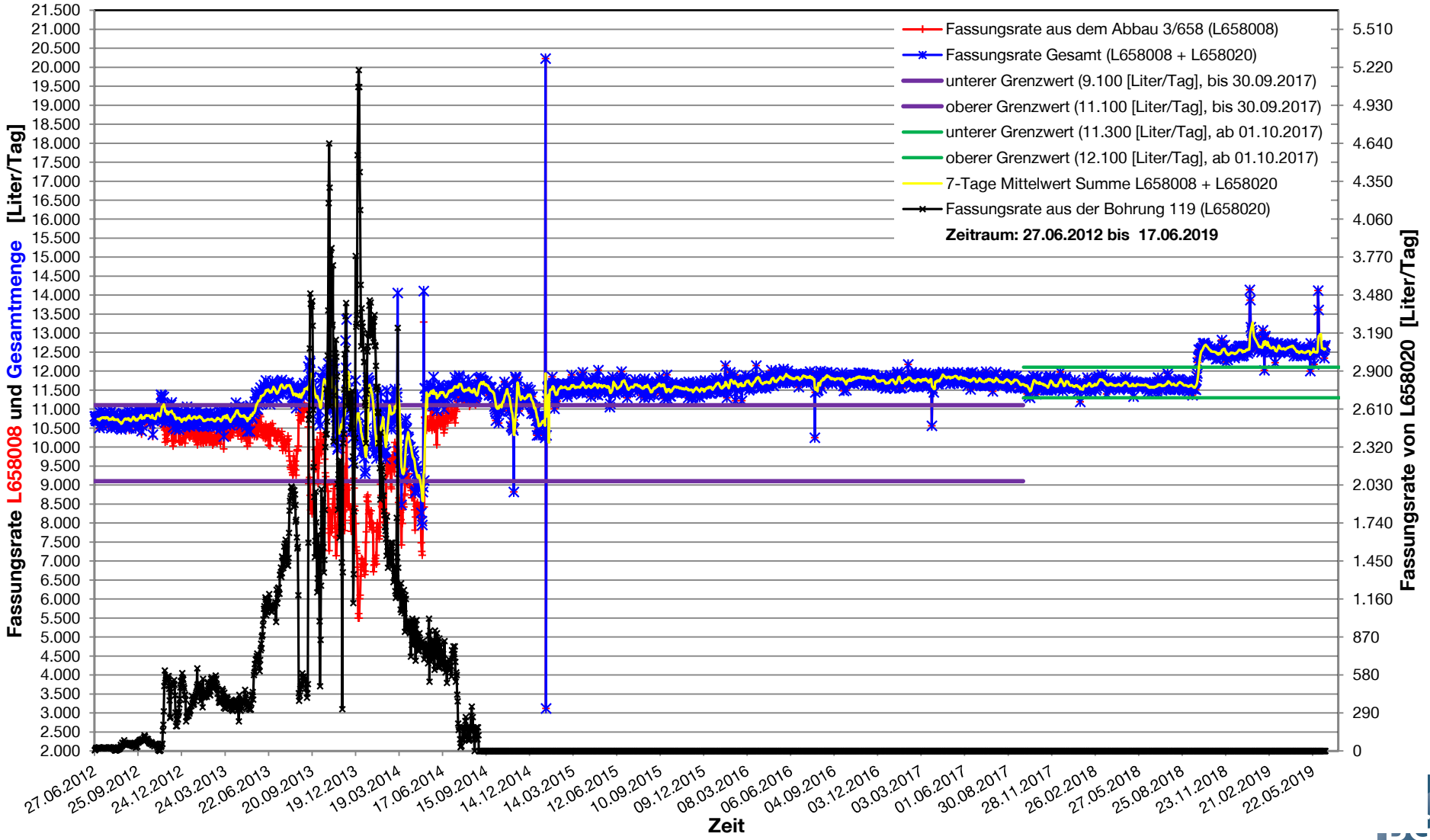
Fassungsraten Abbau 3/637 (L658020) und 3/658 (L658008)
vom 01.01.2018 bis 17.06.2019



Diana Müller/Dr. Zakharchuk

Fassungsraten Abbau 3/637 (L658020) und 3/658 (L658008)

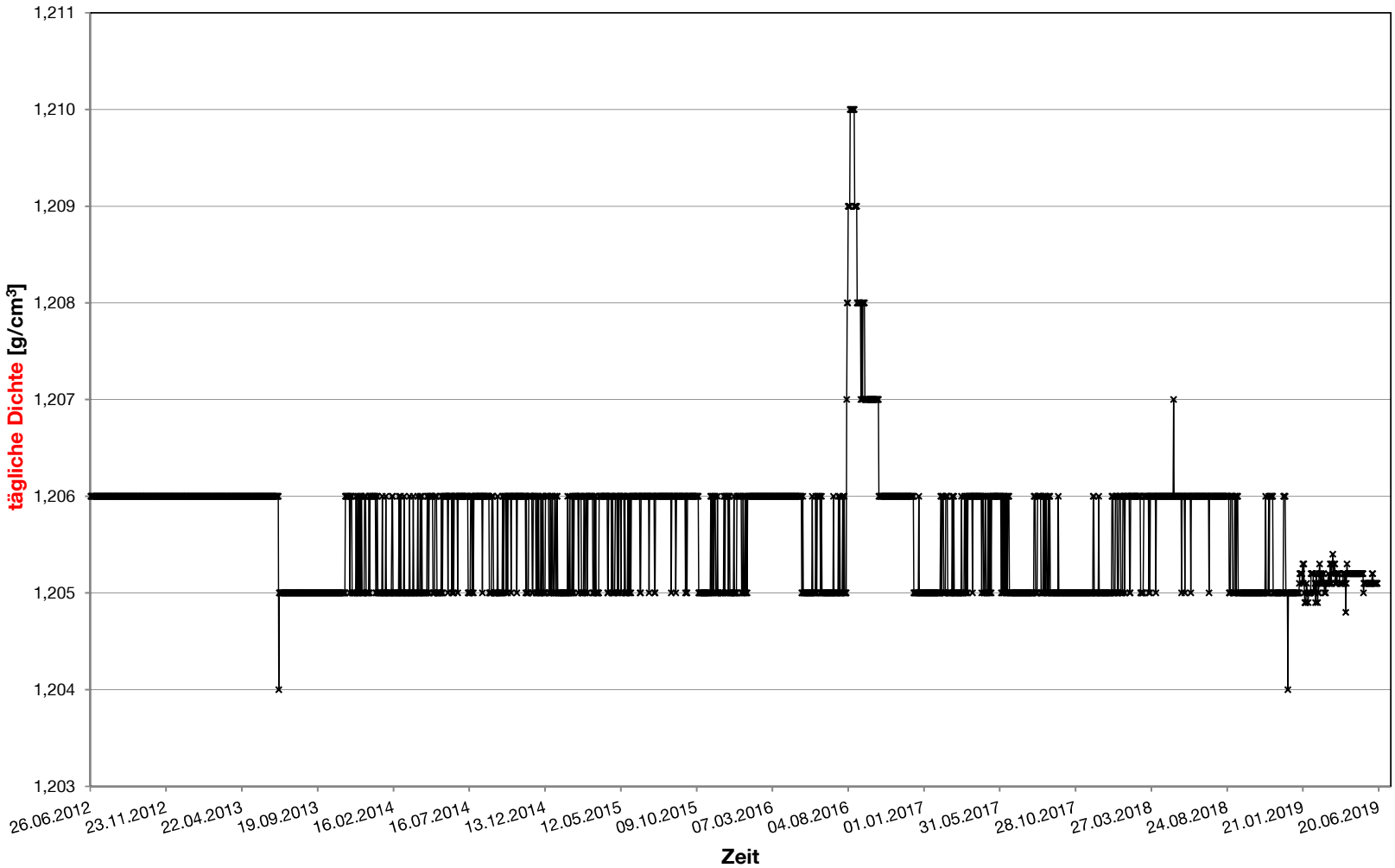
von 27.06.2012 bis 17.06.2019



Diana Müller/Dr. Zakharchuk

Abbau 3/658 (L658008)

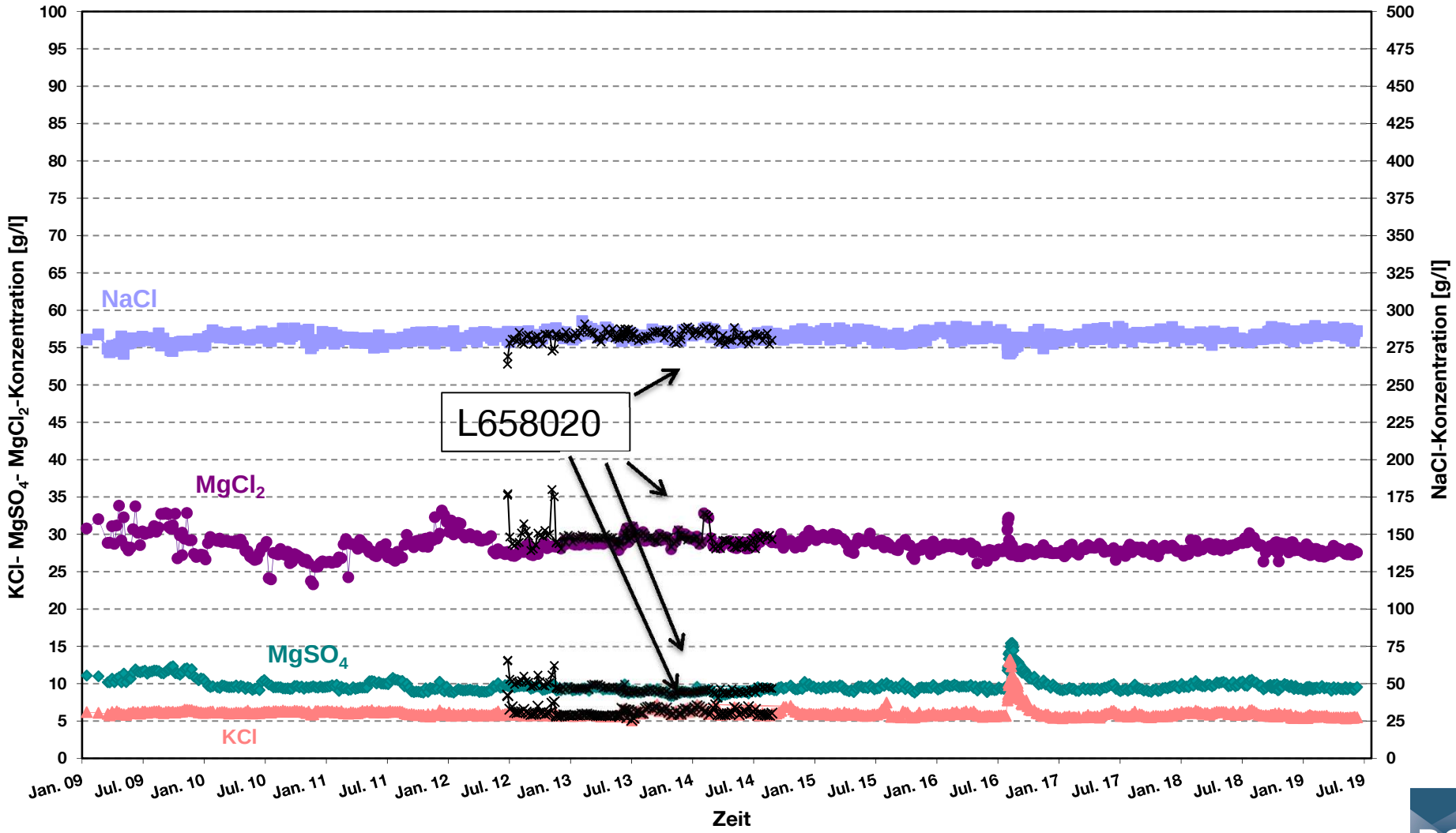
Dichteverlauf (Stand: 17.06.2019)



Diana Müller/Dr. Zakharchuk

Konzentration der Salzlösungen (L658008 und L658020)

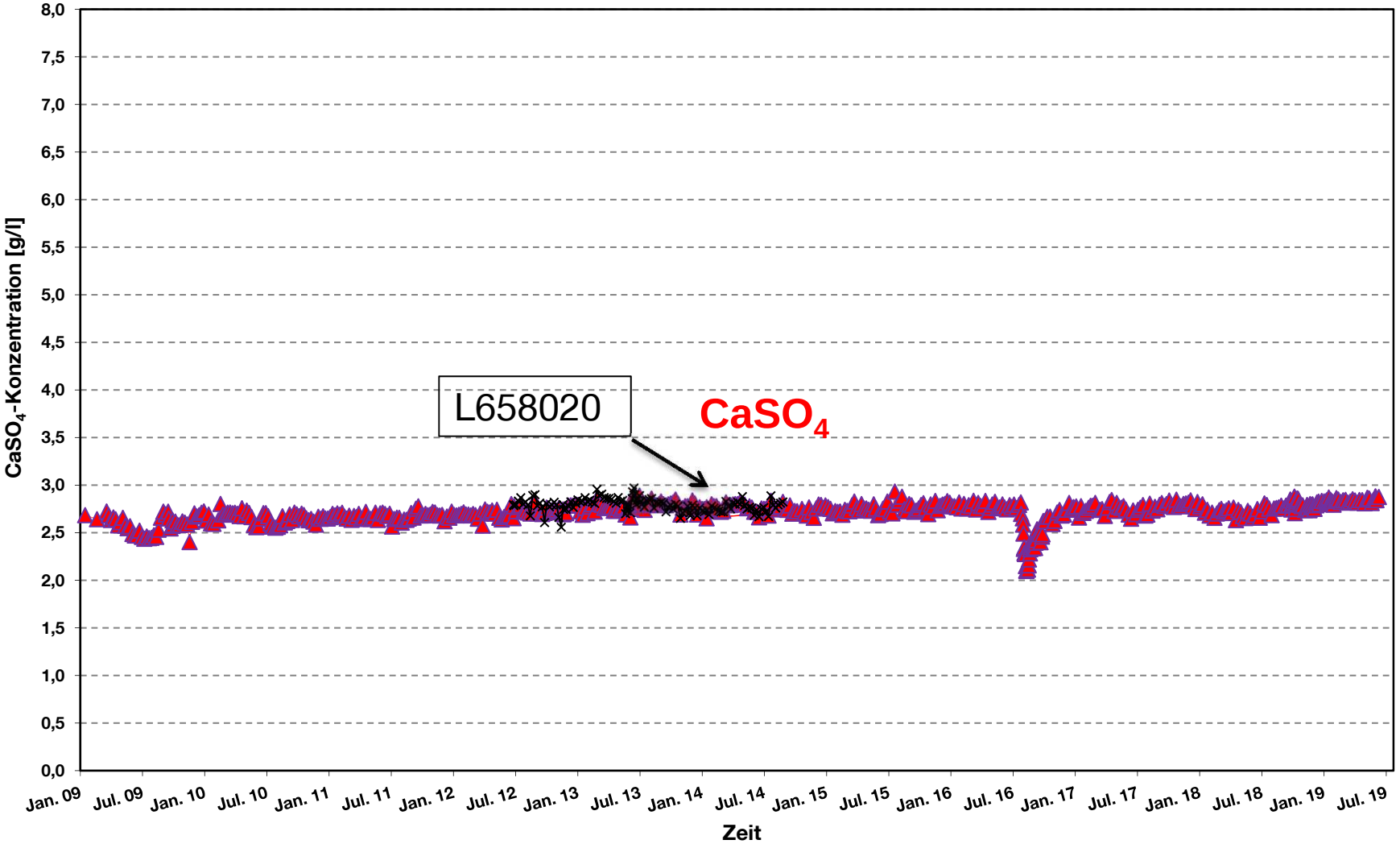
von 01.01.2009 bis 17.06.2019



Dr. Zakharchuk

Konzentration der Salzlösungen (L658008 und L658020)

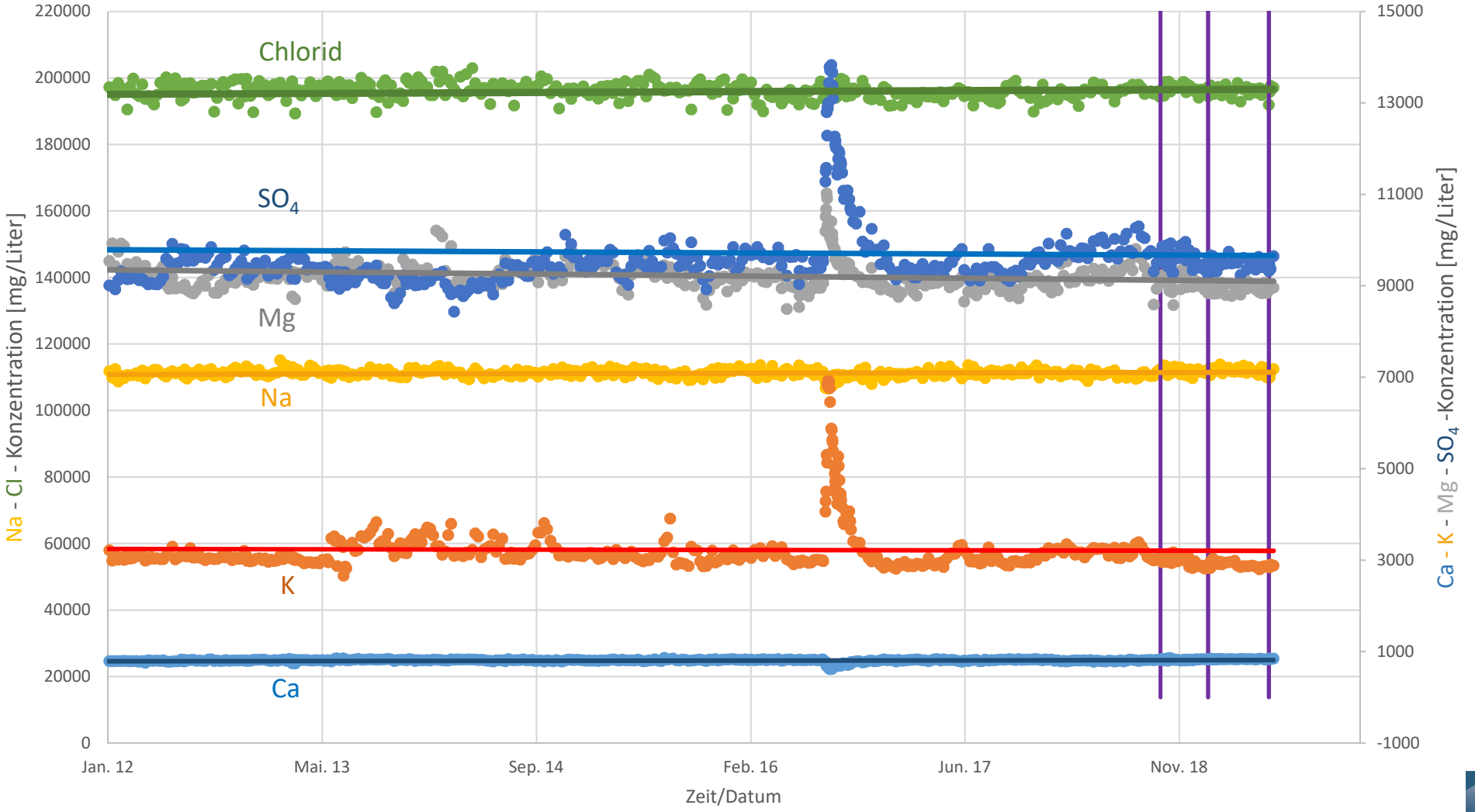
von 01.01.2009 bis 17.06.2019



Dr. Zakharchuk

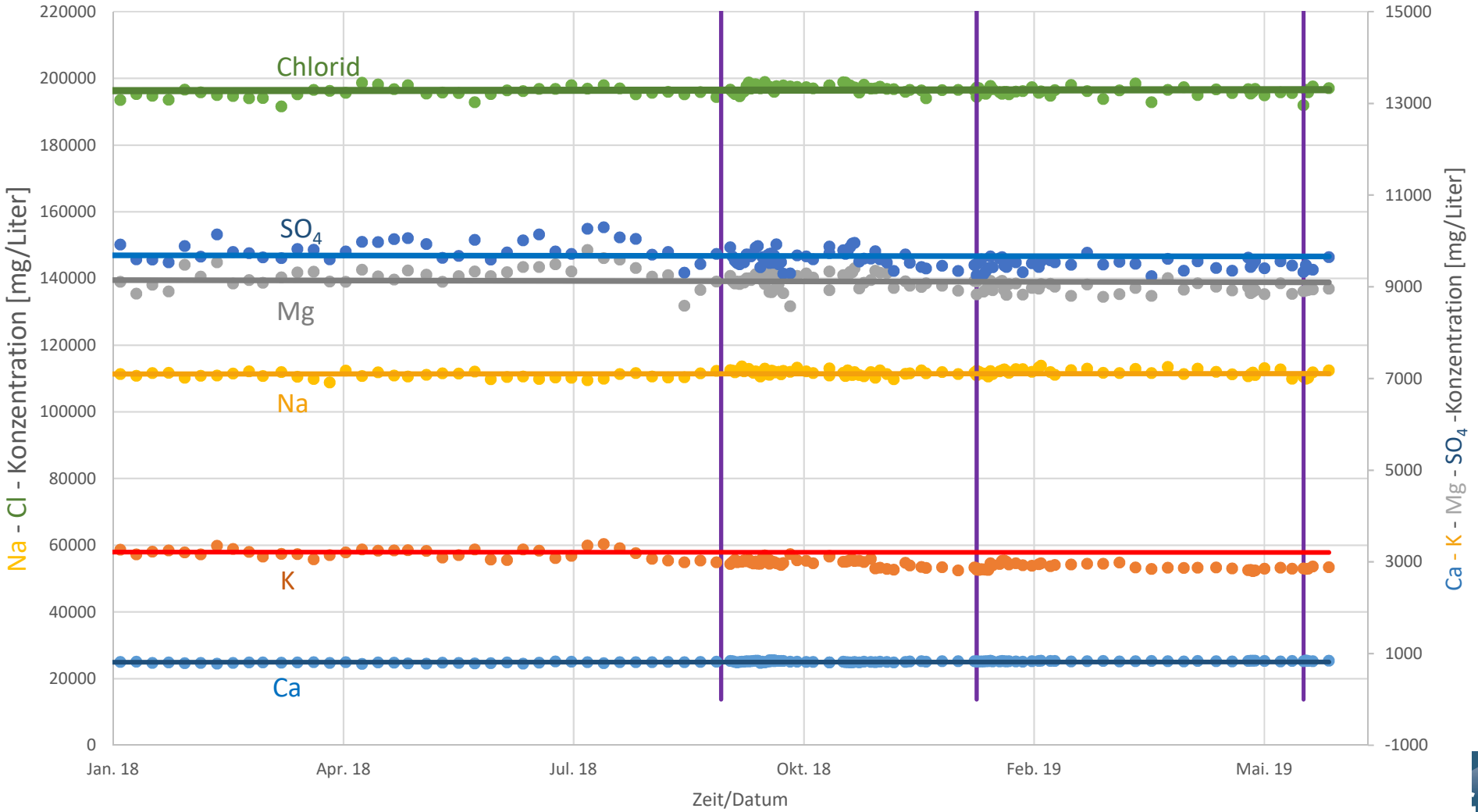
Konzentration der Salzlösungen (L658008)

Hauptkomponenten von 01.01.2012 bis 17.06.2019



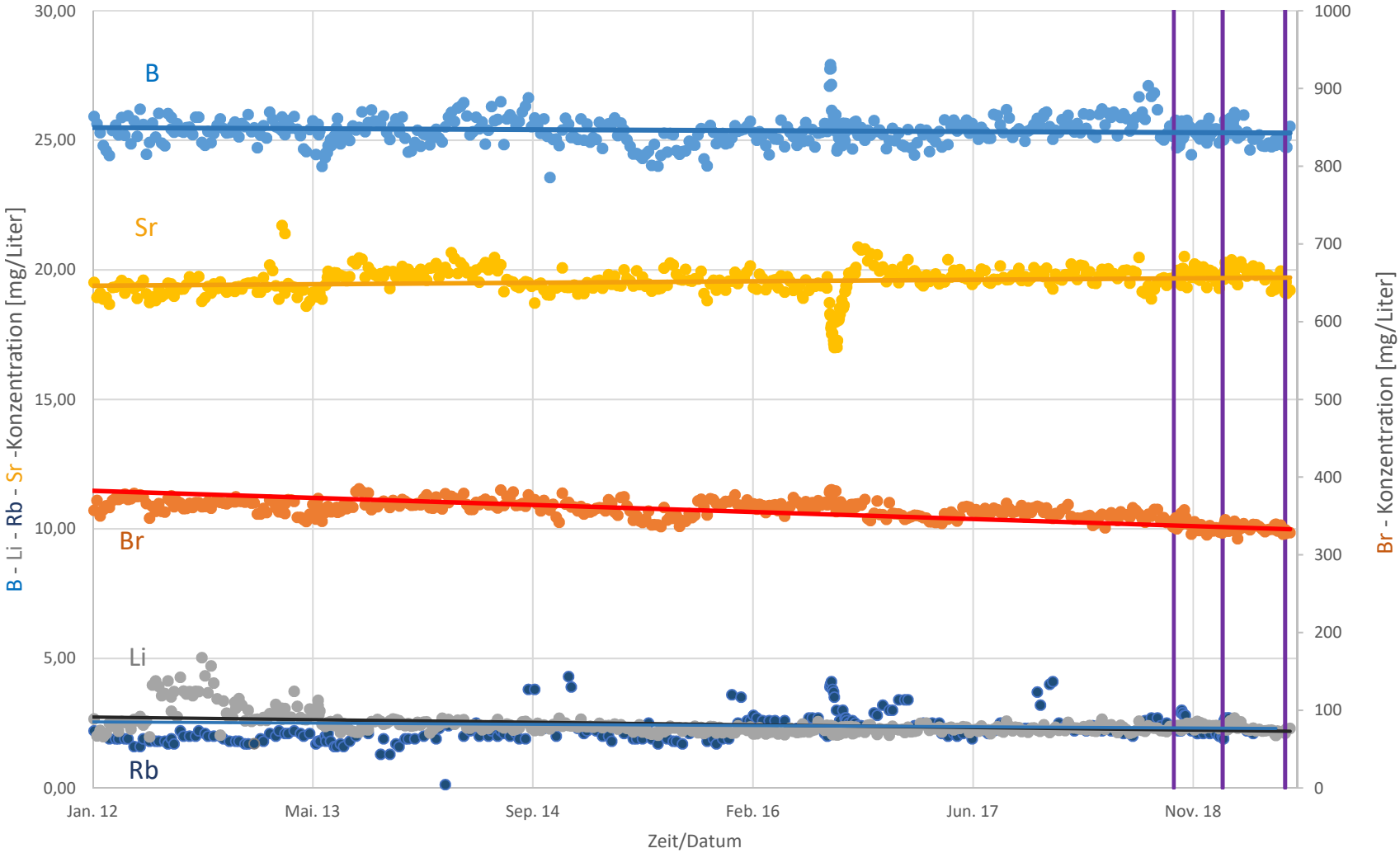
Konzentration der Salzlösungen (L658008)

Hauptkomponenten von 01.01.2012 bis 17.06.2019



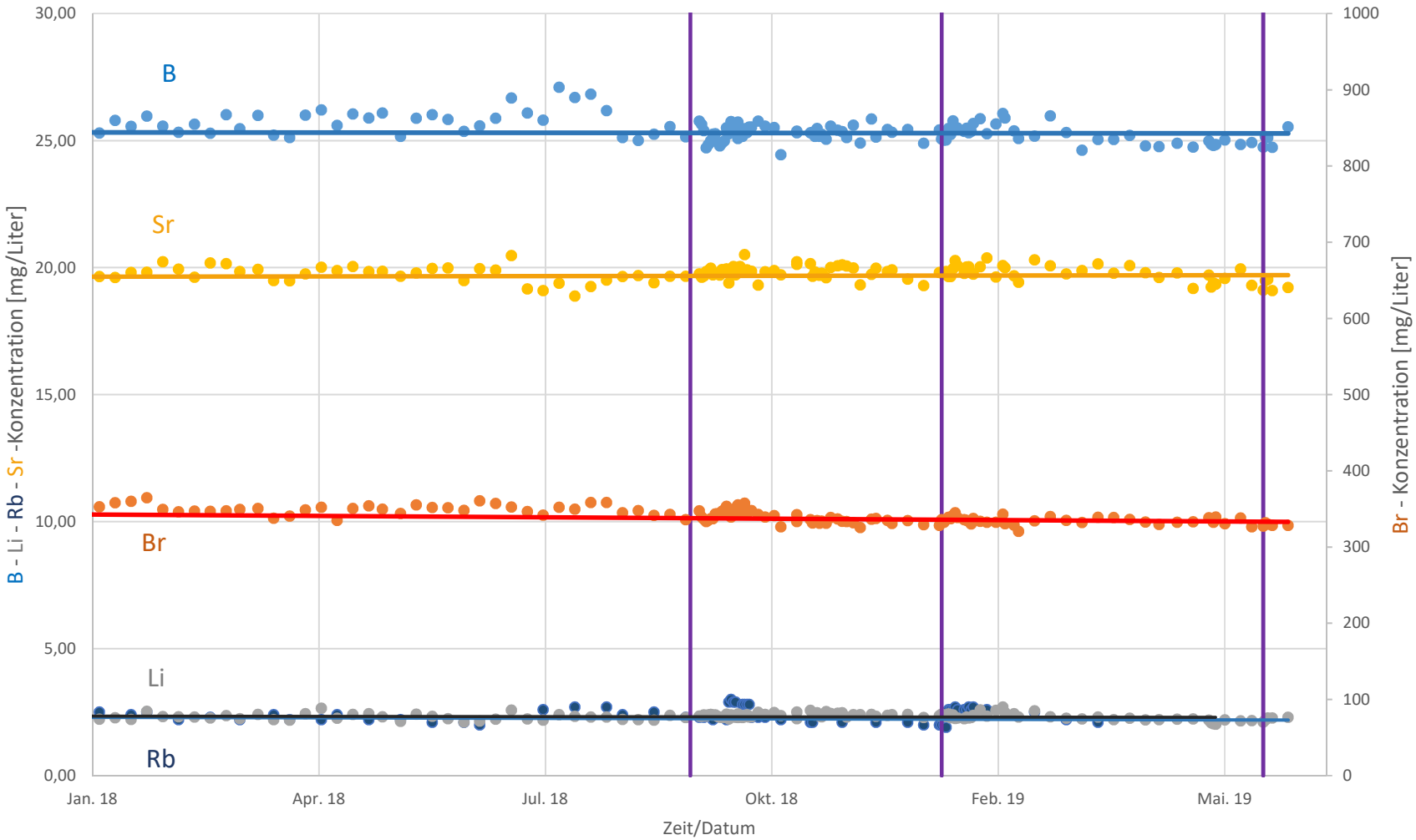
Konzentration der Salzlösungen (L658008)

Nebenkomponenten von 01.01.2012 bis 17.06.2019



Konzentration der Salzlösungen (L658008)

Nebenkomponenten von 01.01.2012 bis 17.06.2019



Übersicht

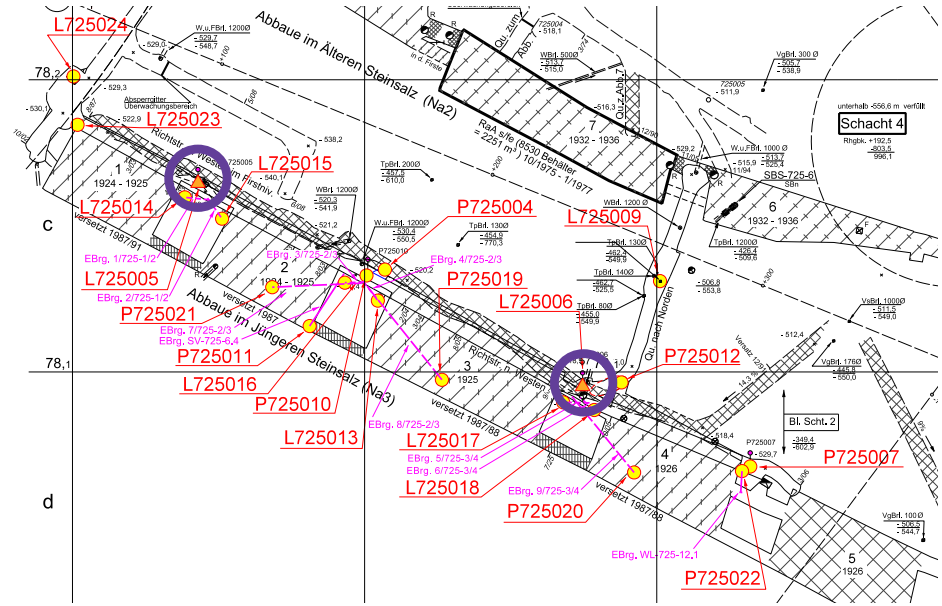
1. Baufeld an der Südflanke
   - Lösungen 637-/658-m-Sohle
   - 725-m-Sohle: Sammelstellen in der Richtstrecke nach Westen
   - 750-m-Sohle: Sammelstellen östl. Abbau 9, nördlich ELK 8 und ELK 4 sowie nördlich Blindschacht 2
   - 750-m-Sohle: Bereich vor der ELK 12/750
2. Carnallititbaufeld
3. Tiefenaufschluss
4. Zusammenfassung – Salzlösungsmonitoring

Lage der Sammelstellen in der „Gleitbogenausbaustrecke“

Bezeichnung

- Rollloch 1 (L725005) und Rollloch 2 (L725006)
- Bereich Abbau 2 (P725010)
- Bereich Abbau 3 (P725004 und P725019)
- Bereich Abbau 4 (P725007 und P725020)

Lage der Lokalitäten



Legende:

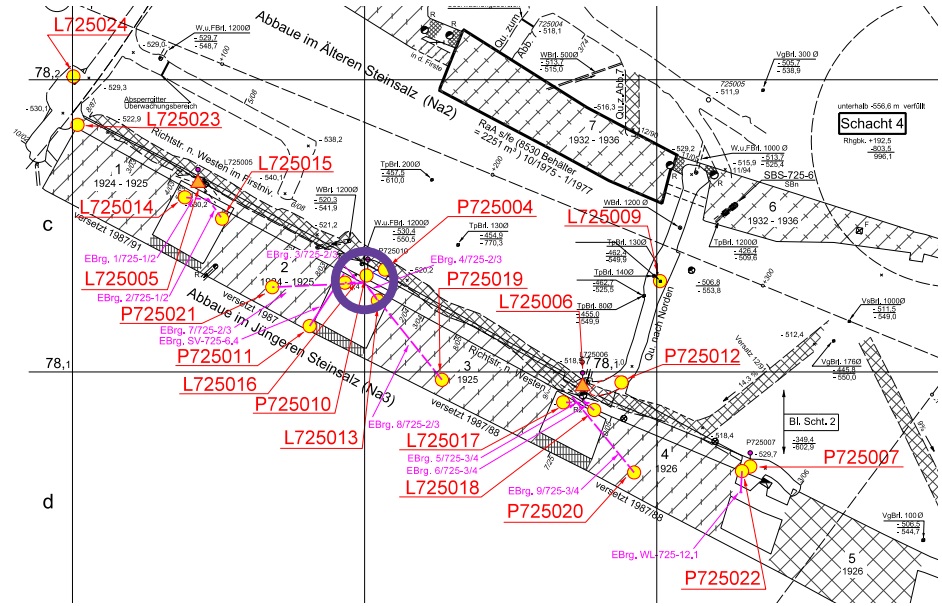
- Tropfstelle
- alte Tropfstelle

Lage der Sammelstellen in der „Gleitbogenausbaustrecke“

Bezeichnung

- Rollloch 1 (L725005) und Rollloch 2 (L725006)
- Bereich Abbau 2 (P725010)
- Bereich Abbau 3 (P725004 und P725019)
- Bereich Abbau 4 (P725007 und P725020)

Lage der Lokalitäten



Legende:

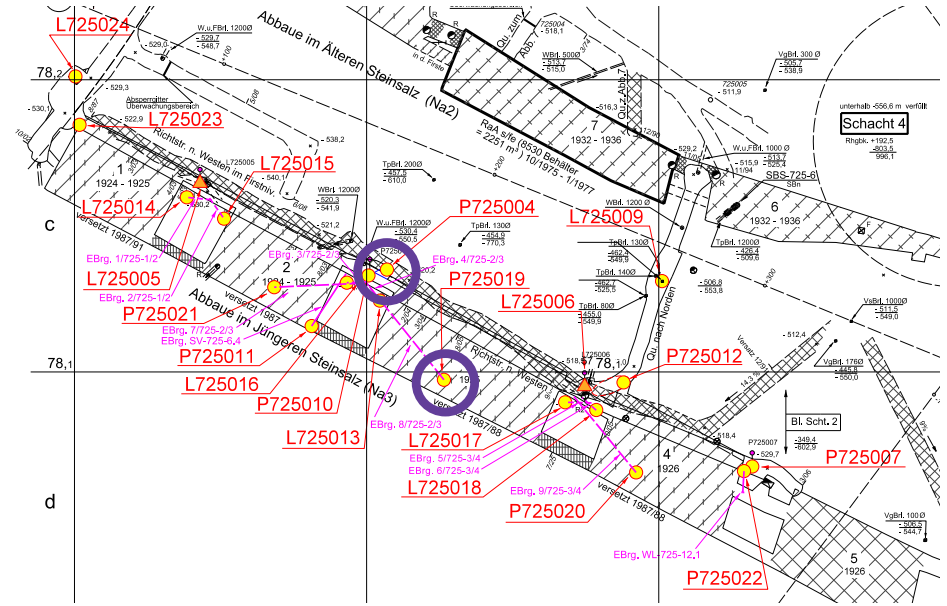
- Tropfstelle
- alte Tropfstelle

Lage der Sammelstellen in der „Gleitbogenausbaustrecke“

Bezeichnung

- Rollloch 1 (L725005) und Rollloch 2 (L725006)
- Bereich Abbau 2 (P725010)
- Bereich Abbau 3 (P725004 und P725019)
- Bereich Abbau 4 (P725007 und P725020)

Lage der Lokalitäten



Legende:

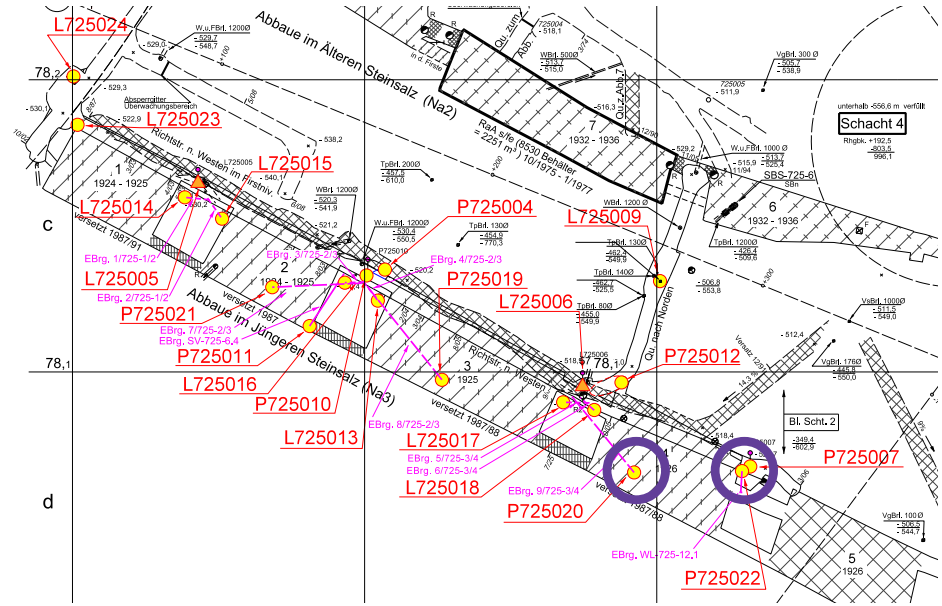
- Tropfstelle
- alte Tropfstelle

Lage der Sammelstellen in der „Gleitbogenausbaustrecke“

Bezeichnung

- Rollloch 1 (L725005) und Rollloch 2 (L725006)
- Bereich Abbau 2 (P725010)
- Bereich Abbau 3 (P725004 und P725019)
- Bereich Abbau 4 (P725007 und P725020)

Lage der Lokalitäten

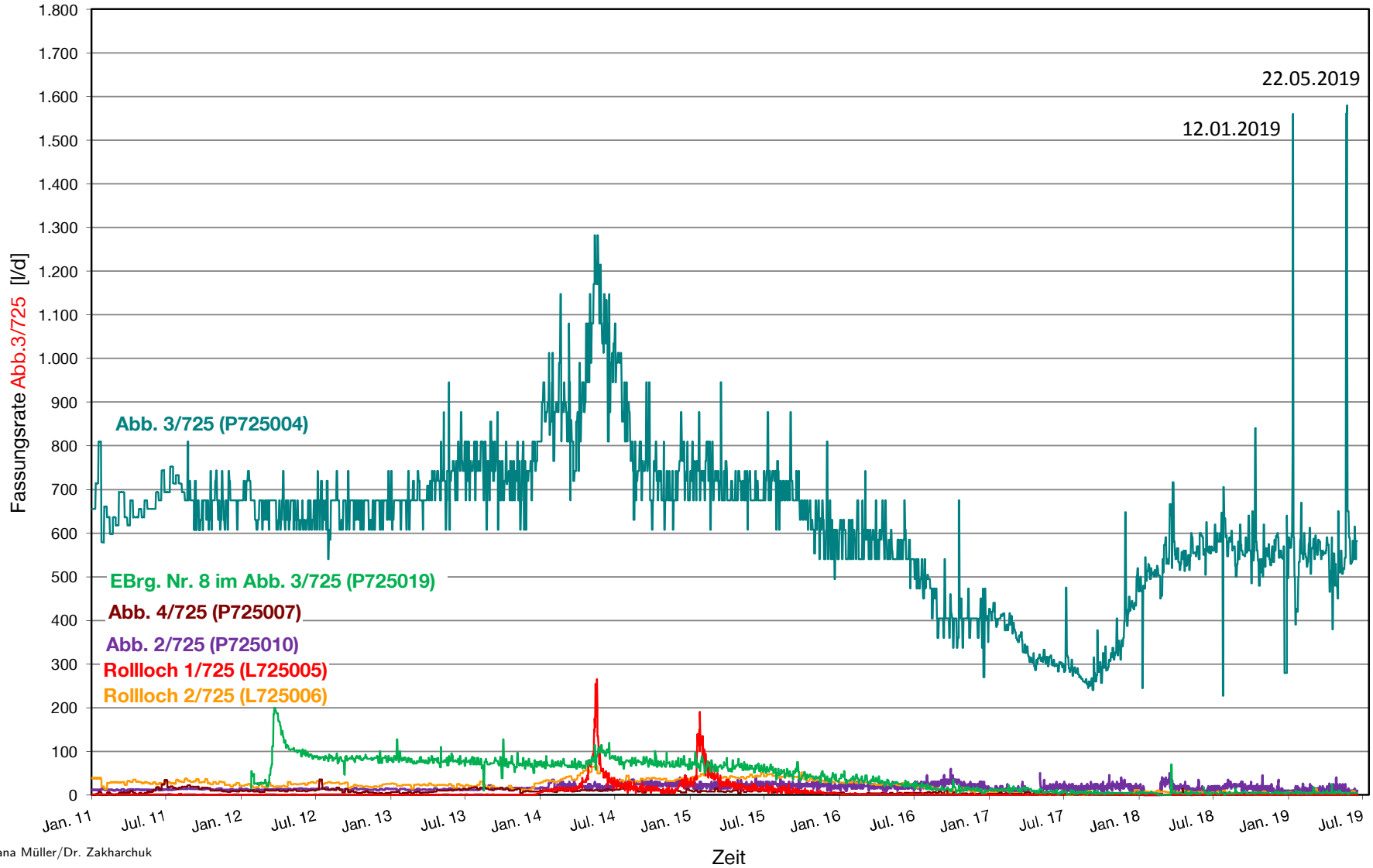


Legende:

- Tropfstelle
- alte Tropfstelle

Fassungsrate 725-m-Sohle

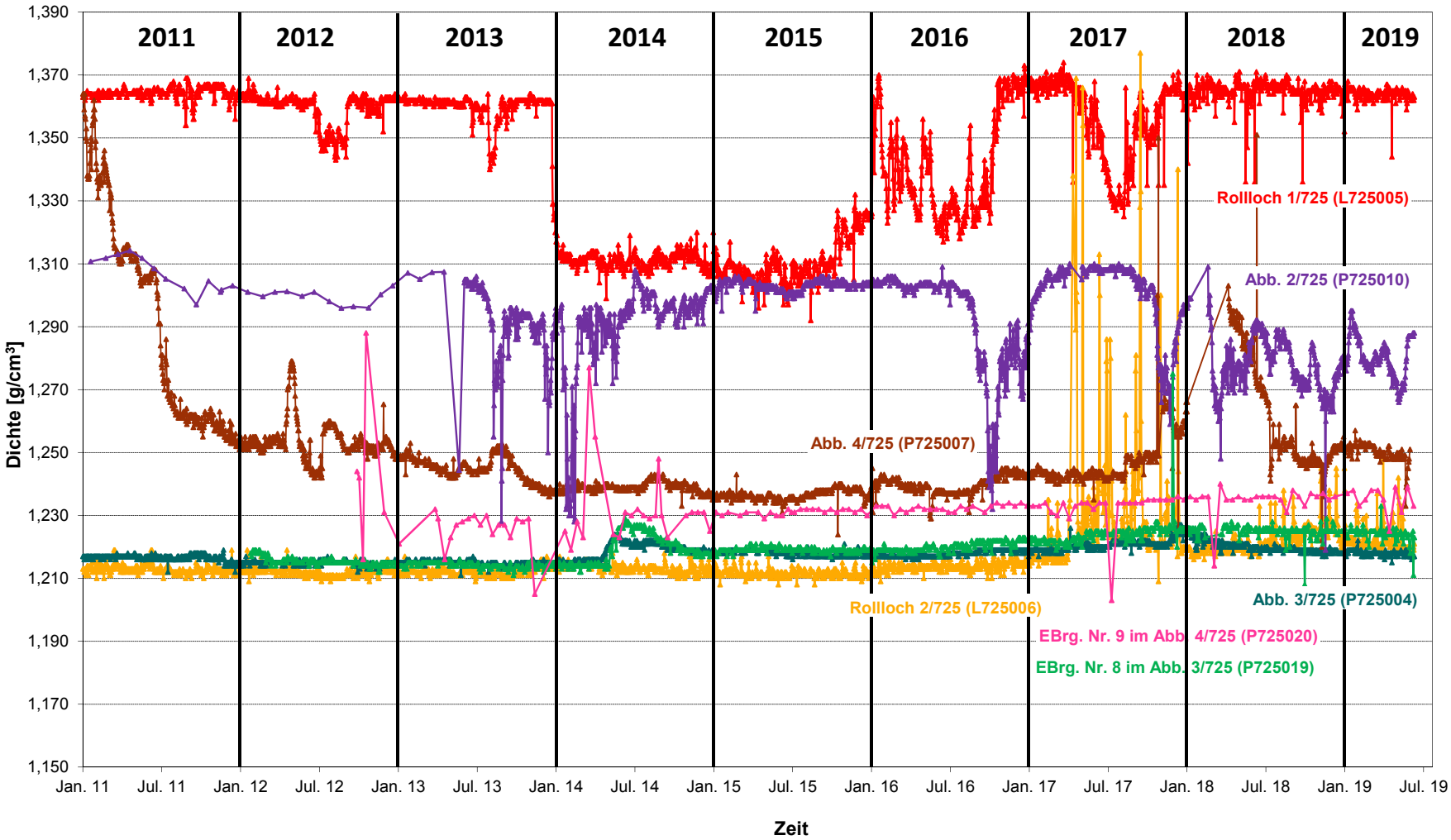
von 01.01.2011 bis 17.06.2019



Diana Müller/Dr. Zakharchuk

Dichte der Salzlösungen auf der 725-m-Sohle

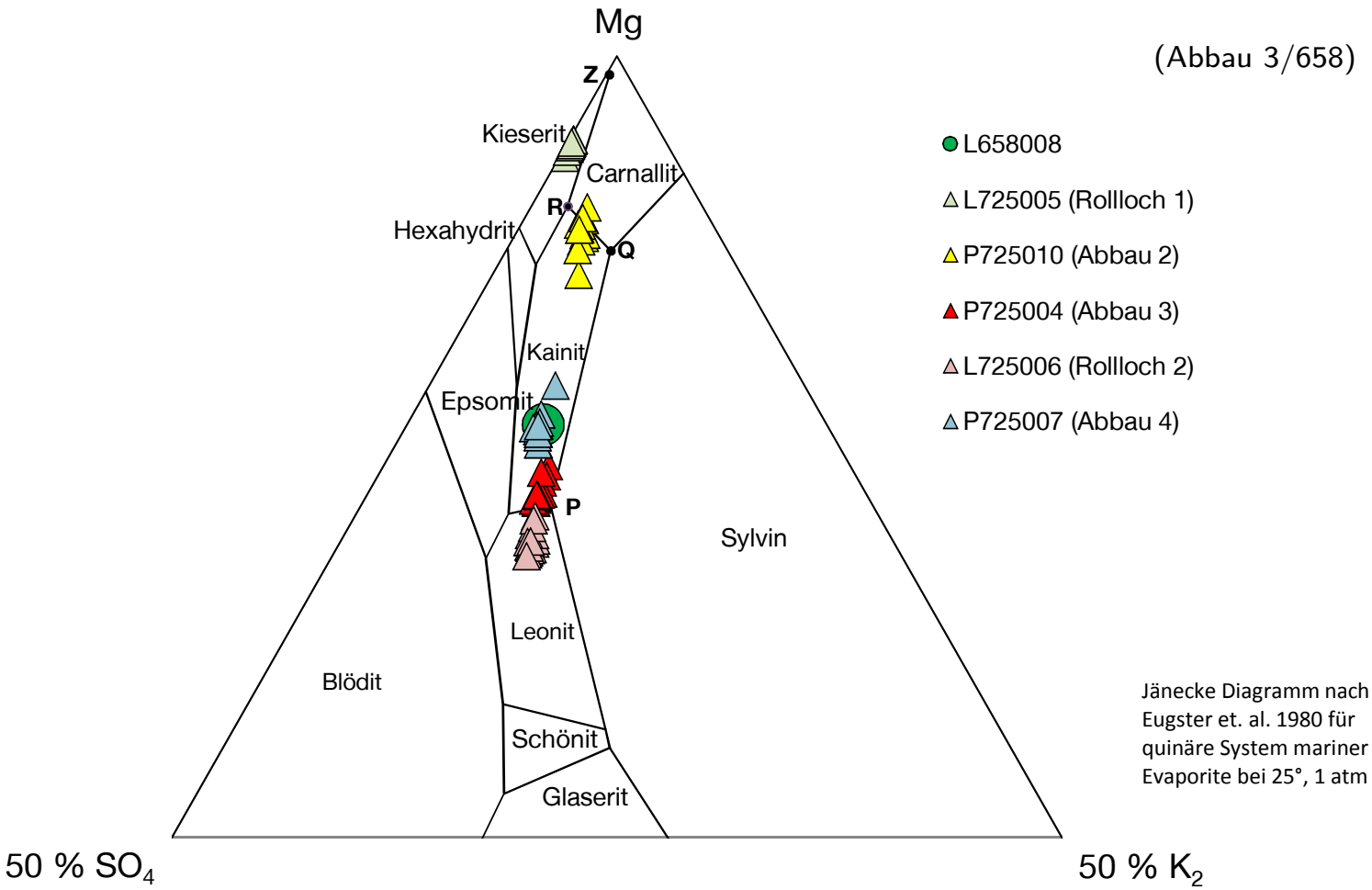
von 01.01.2011 bis 17.06.2019



Dr. Zakharchuk

Zusammensetzung der Salzlösungen auf der 725-m-Sohle

Darstellung im Jänecke-Diagramm, 2018/2019



Jänecke Diagramm nach Eugster et. al. 1980 für quinäre System mariner Evaporite bei 25°, 1 atm

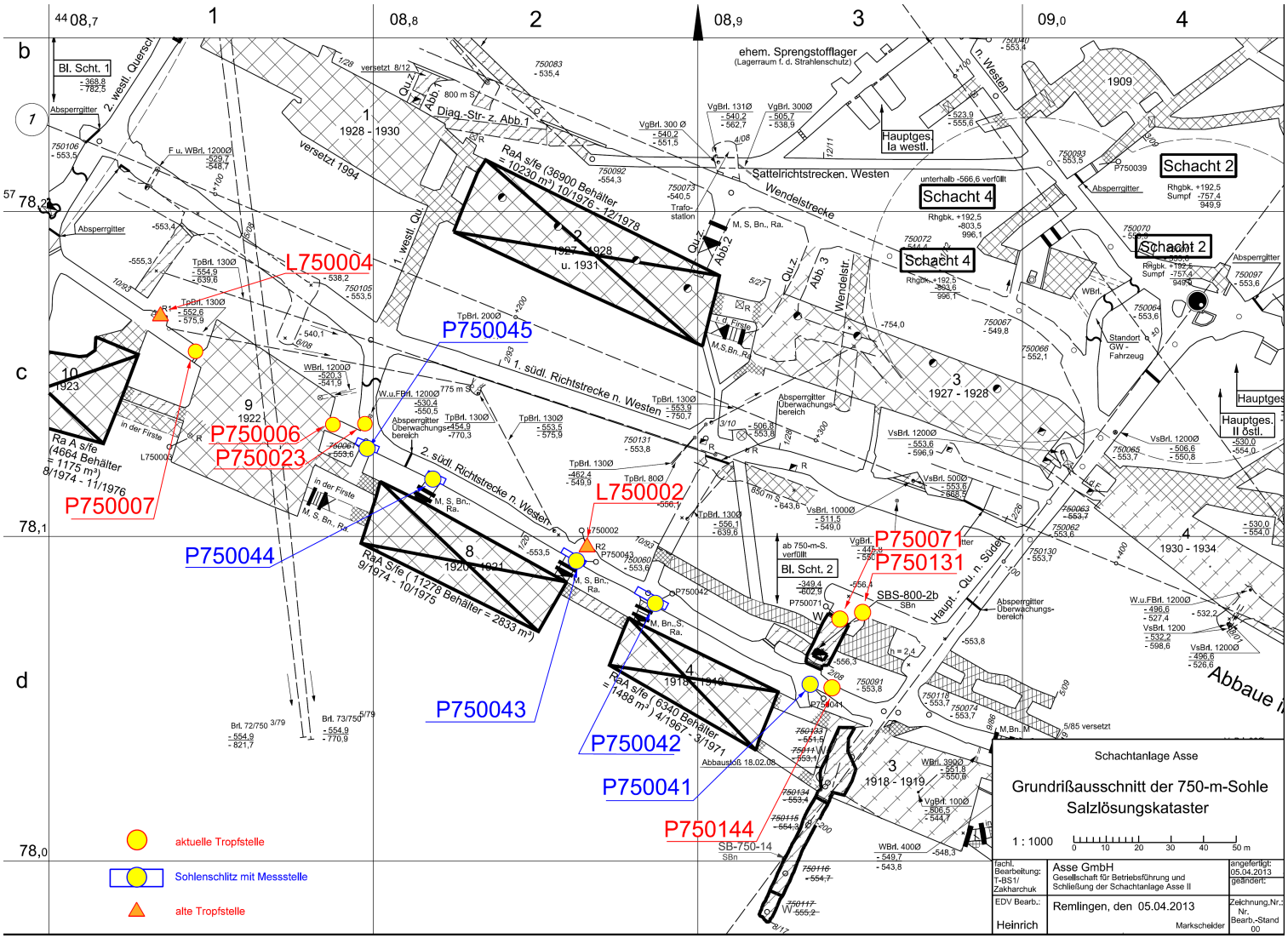
Diana Müller/Dr. Zakharchuk

Übersicht

1. Baufeld an der Südflanke
   - Lösungen 637-/658-m-Sohle
   - 725-m-Sohle: Sammelstellen in der Richtstrecke nach Westen
   - 750-m-Sohle: Sammelstellen östl. Abbau 9, nördlich ELK 8 und ELK 4 sowie nördlich Blindschacht 2
   - 750-m-Sohle: Bereich vor der ELK 12/750
2. Carnallititbaufeld
3. Tiefenaufschluss
4. Zusammenfassung – Salzlösungsmonitoring

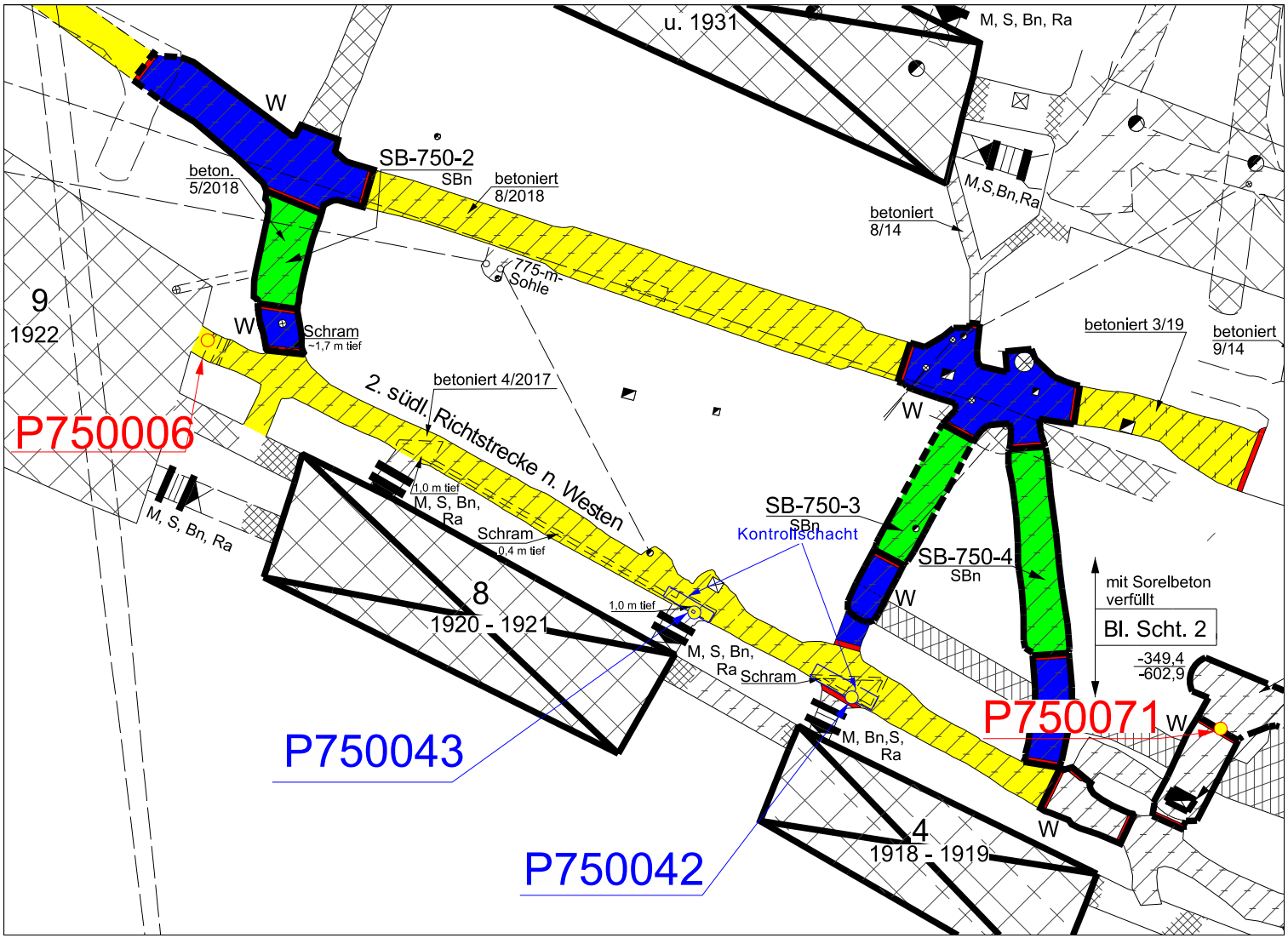
Lage der Sammelstellen auf der 750-m-Sohle

Stand: 2016



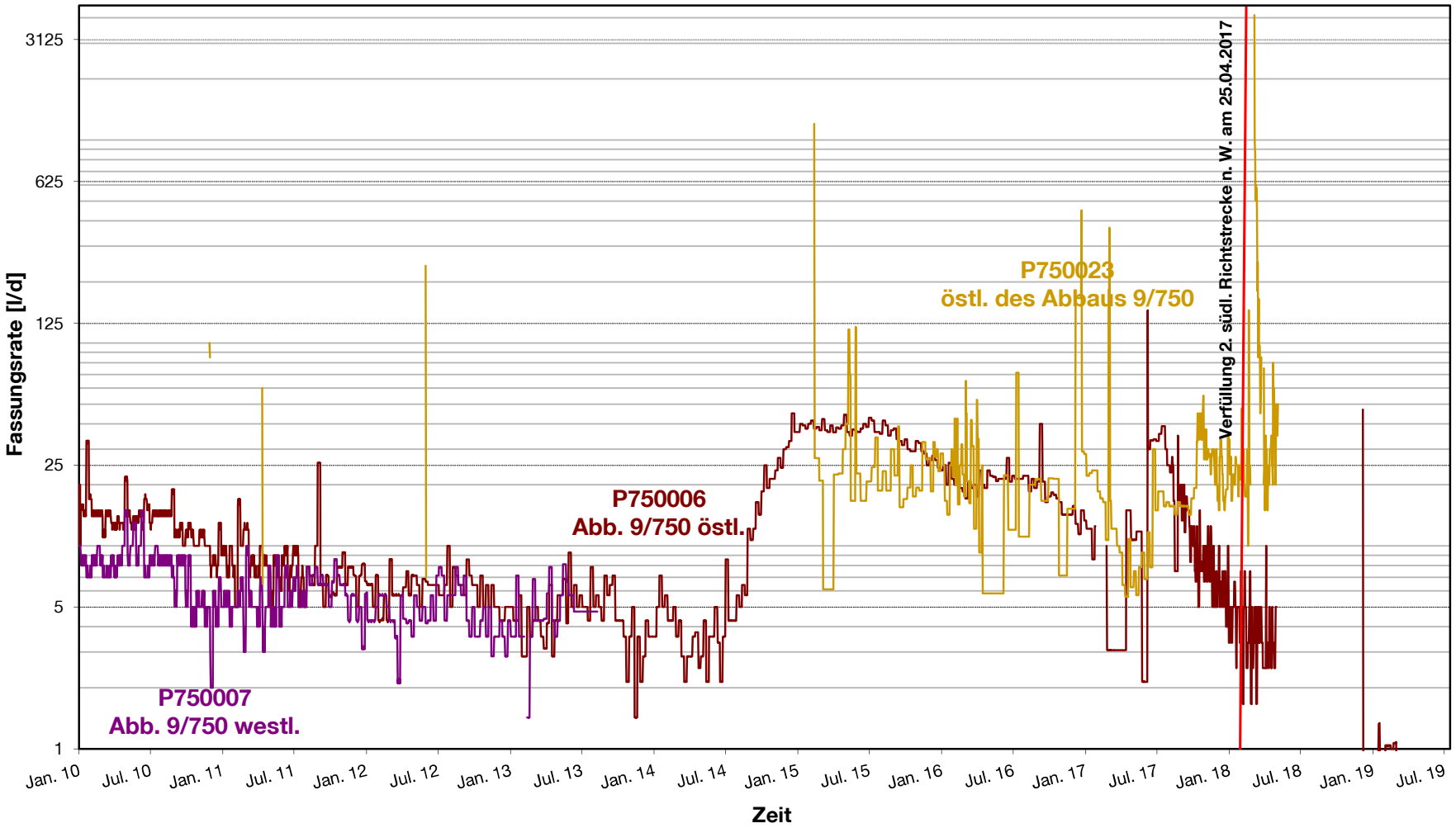
Lage der Sammelstellen auf der 750-m-Sohle

in der 2. südl. Richtstrecke nach Westen, Stand: 06/2019



Fassungsraten in der Südflanke Abbau 9/750

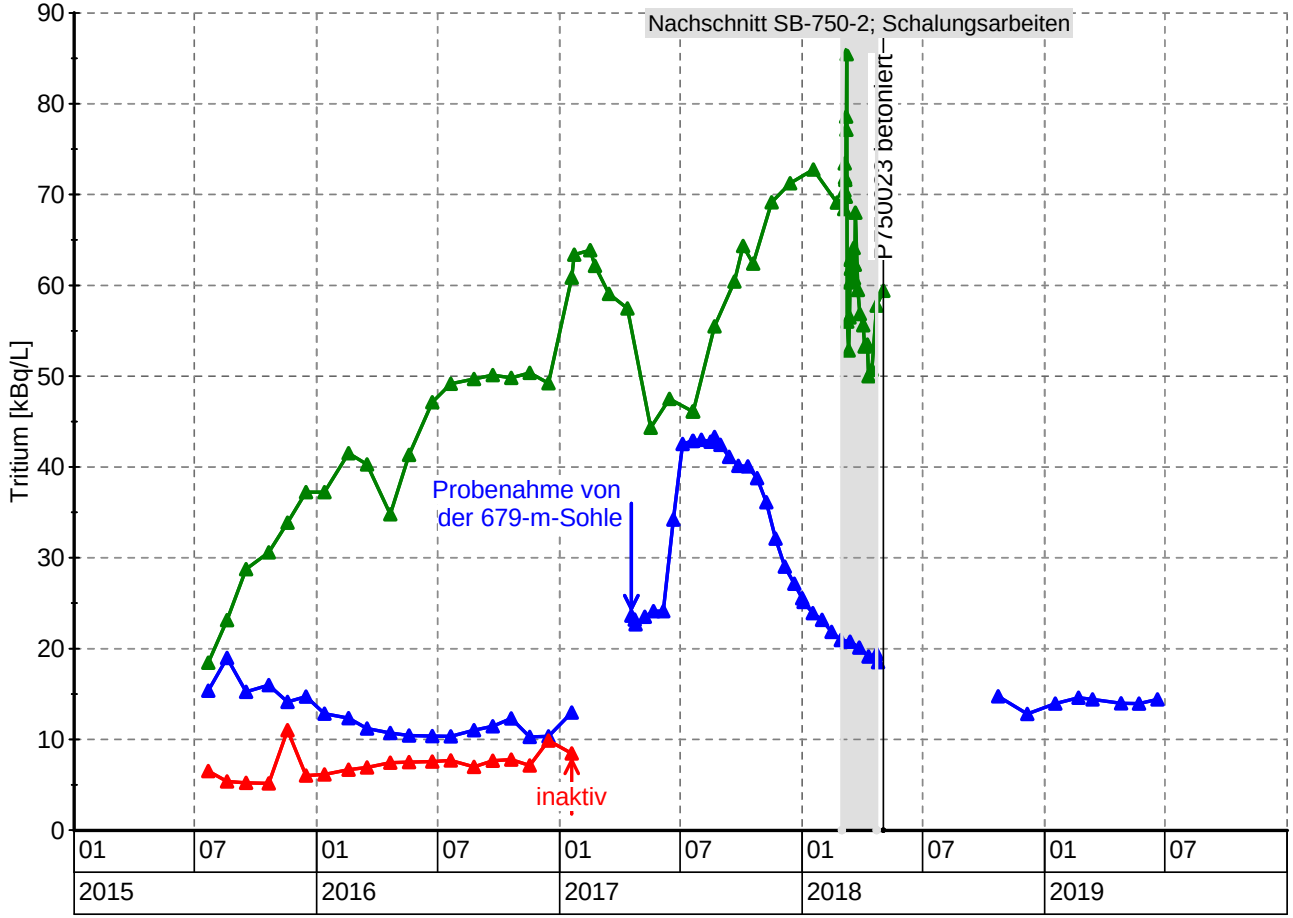
Zeitraum: 01.01.2010 bis 17.06.2019



Diana Müller/Dr. Zakharchuk

Tritiumaktivität 2. südl. Richtstrecke n. W. (750-m-S)

Östl. Zugang zum Abbau 9/750, Lokalitäten P750006 und P750023, [kBq/l]; Stand: 20.06.2019



Symbol	Messstelle	Grubenraum	Bemerkung	Zeitraum
	P750006-01	östlicher Zugang Abbau 9/750	Sohle	22.07.2015 - 20.06.2019
	P750006-02	östlicher Zugang Abbau 9/750	Firste	22.07.2015 - 19.01.2017
	P750023	1. westlicher Querschlag		22.07.2015 - 03.05.2018

Östl. Zugang Abbau 9/750 (P750006)

- Pumpe ist dauerhaft eingebaut (s. Foto)
- Es werden ca. 1 L/d Salzlösung gefasst.
- Es wird im 2-Wochenrhythmus abgepumpt

Nordost

Rasengittersteine

Bohrklein

P750006

-553,9

750-m-Sohle

Schachtabdeckung aus Sorelbeton

Höhe UK = -554,11

Vlieslage ca. 0,5 cm

Pegel v. 08.04.2019
-553,8*

Pegel v. 18.03.2019
-553,8 *

Pegel v. 17.06.2019
-553,8 *

* tiefstmöglicher Pegelstand nach Abpumpen

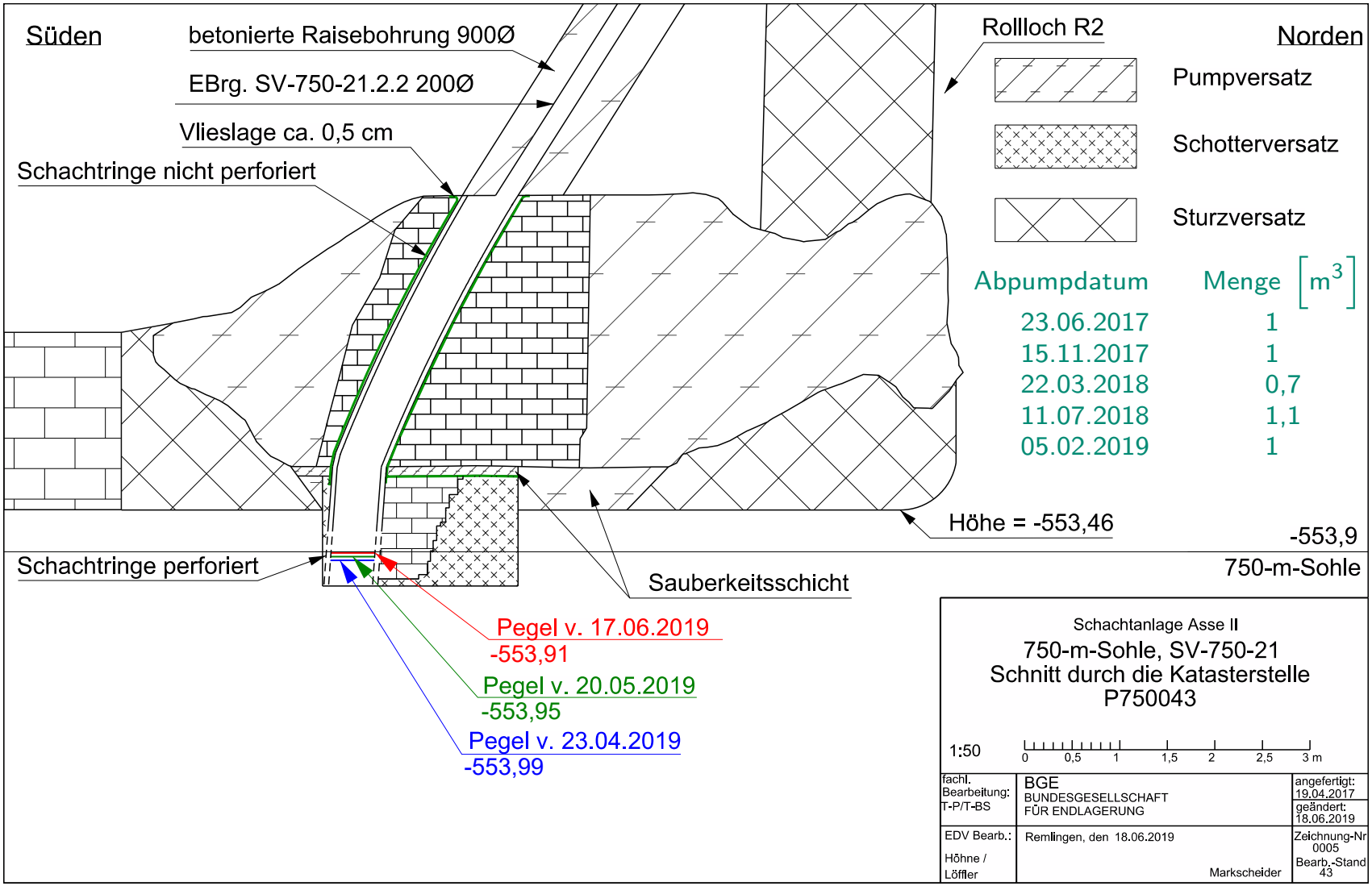
Schachtanlage Asse II
750-m-Sohle, SV-750-21
Schnitt durch die Katasterstelle
P750006

1:50 0 0,5 1 1,5 2 2,5 3 m

fachl. Bearbeitung: T-P/T-BS	BGE BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG	angefertigt: 19.05.2017 geändert: 18.06.19
EDV Bearb.: Höhne / Löffler	Remlingen, den 18.06.2019 Markscheider	Zeichnung-Nr 0216 Bearb.-Stand 20

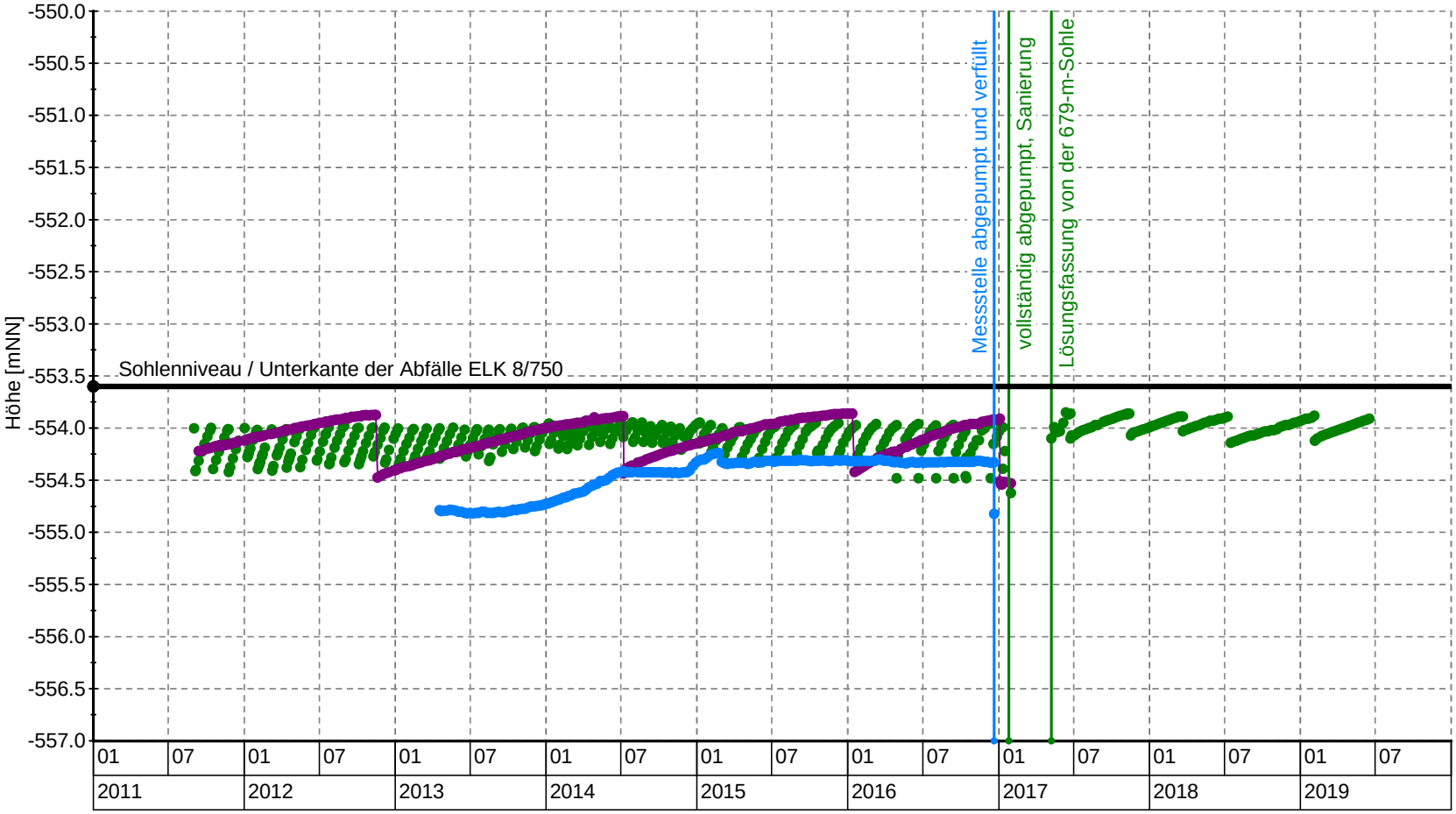
Salzlösungsspiegel vor ELK 8/750, Lokalität P750043

Zeitraum: 23.04.2019 bis 17.06.2019, Lichtlotmessung



Salzlösungsspiegel vor ELK 8/750, Lokalität P750043

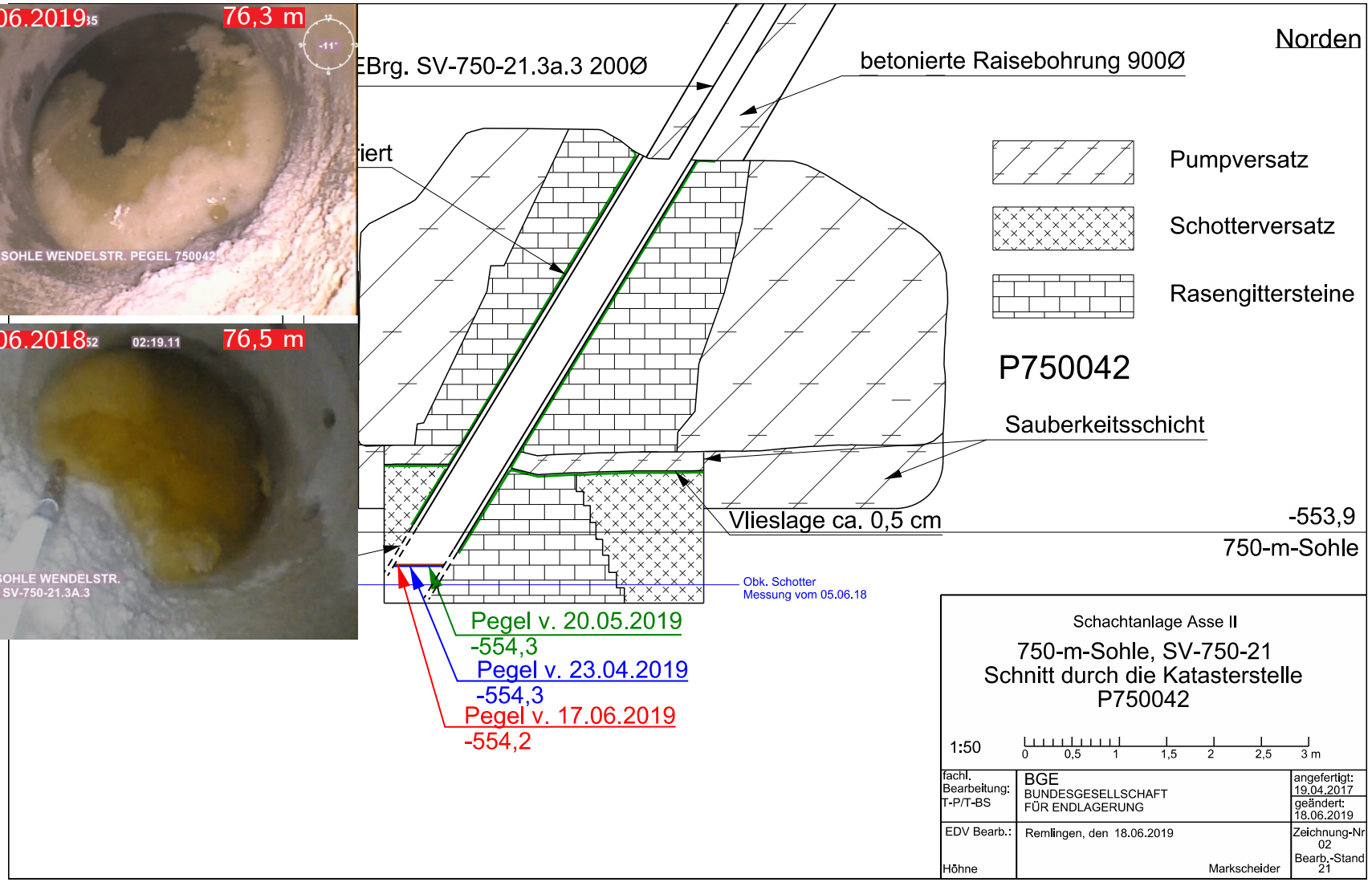
Zeitraum: 02.09.2011 bis 17.06.2019, Lichtlotmessung



Symbol	Messstelle	Lokation	Zeitraum
●	P750043	östlicher Zugang ELK 8/750	02.09.2011 - 17.06.2019
●—	P750044	westlicher Zugang ELK 8/750	13.09.2011 - 30.01.2017
●—	P750045	westlich ELK 8/750	18.04.2013 - 20.12.2016

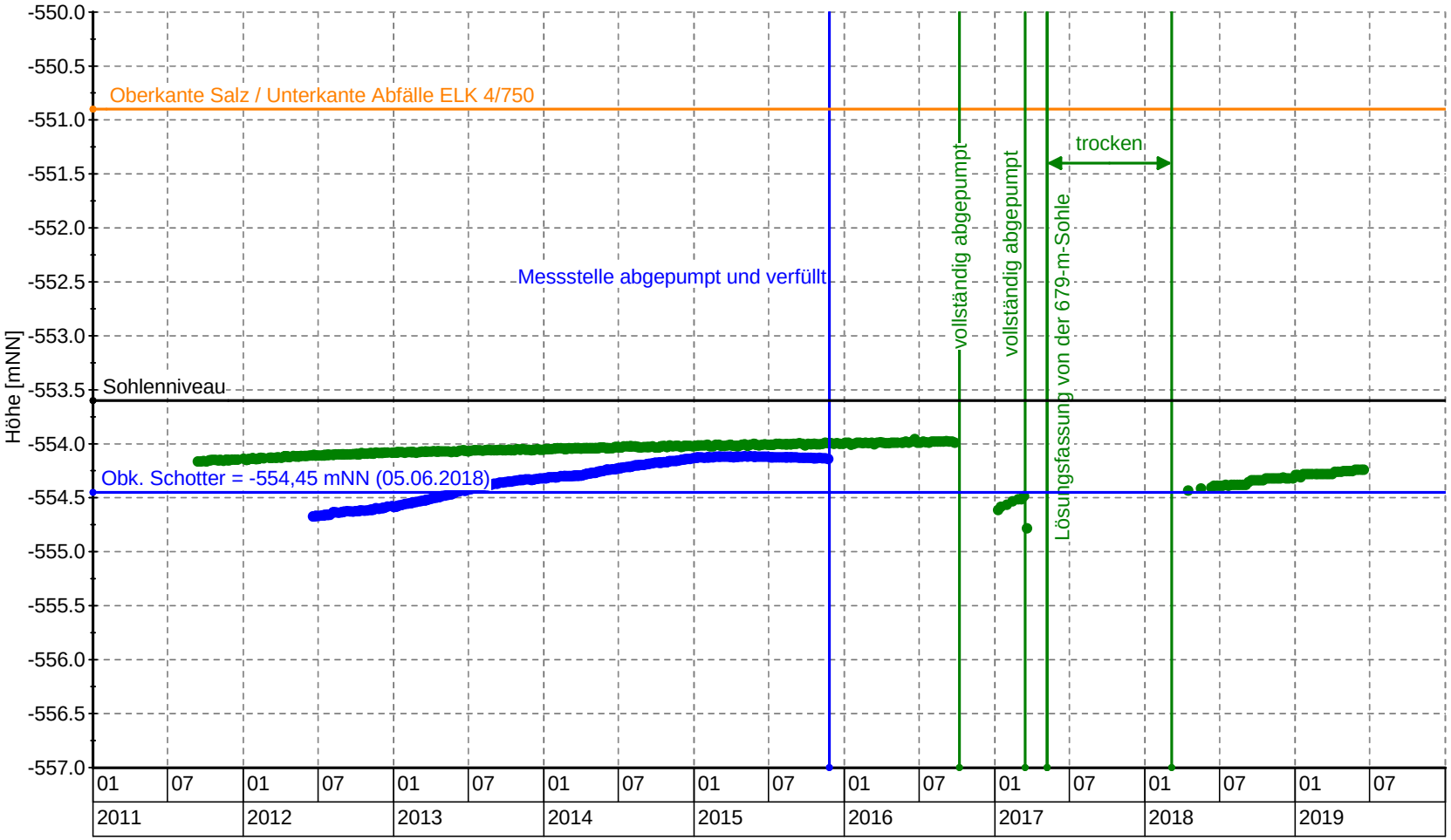
Salzlösungsspiegel vor ELK 4/750, Lokalität P750042

Zeitraum 23.04.2019 bis 17.06.2019, Lichtlotmessung



Salzlösungsspiegel vor ELK 4/750

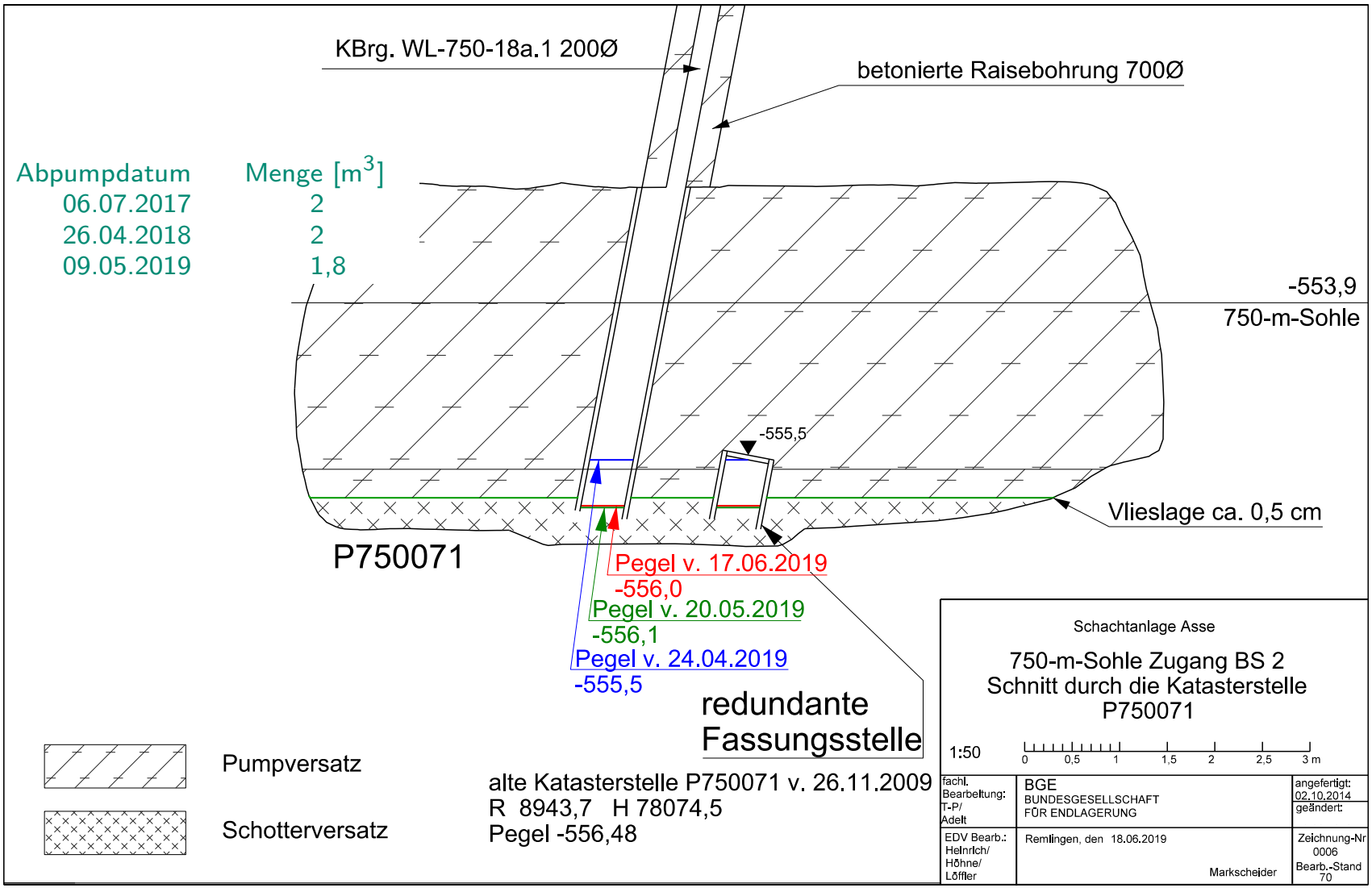
Zeitraum: 13.09.2011 bis 17.06.2019, Lichtlotmessung



Symbol	Messstelle	Lokation	Zeitraum
—●—	P750041	östlich ELK 4/750	19.06.2012 - 26.11.2015
●	P750042	westlicher Zugang ELK 4/750	13.09.2011 - 17.06.2019

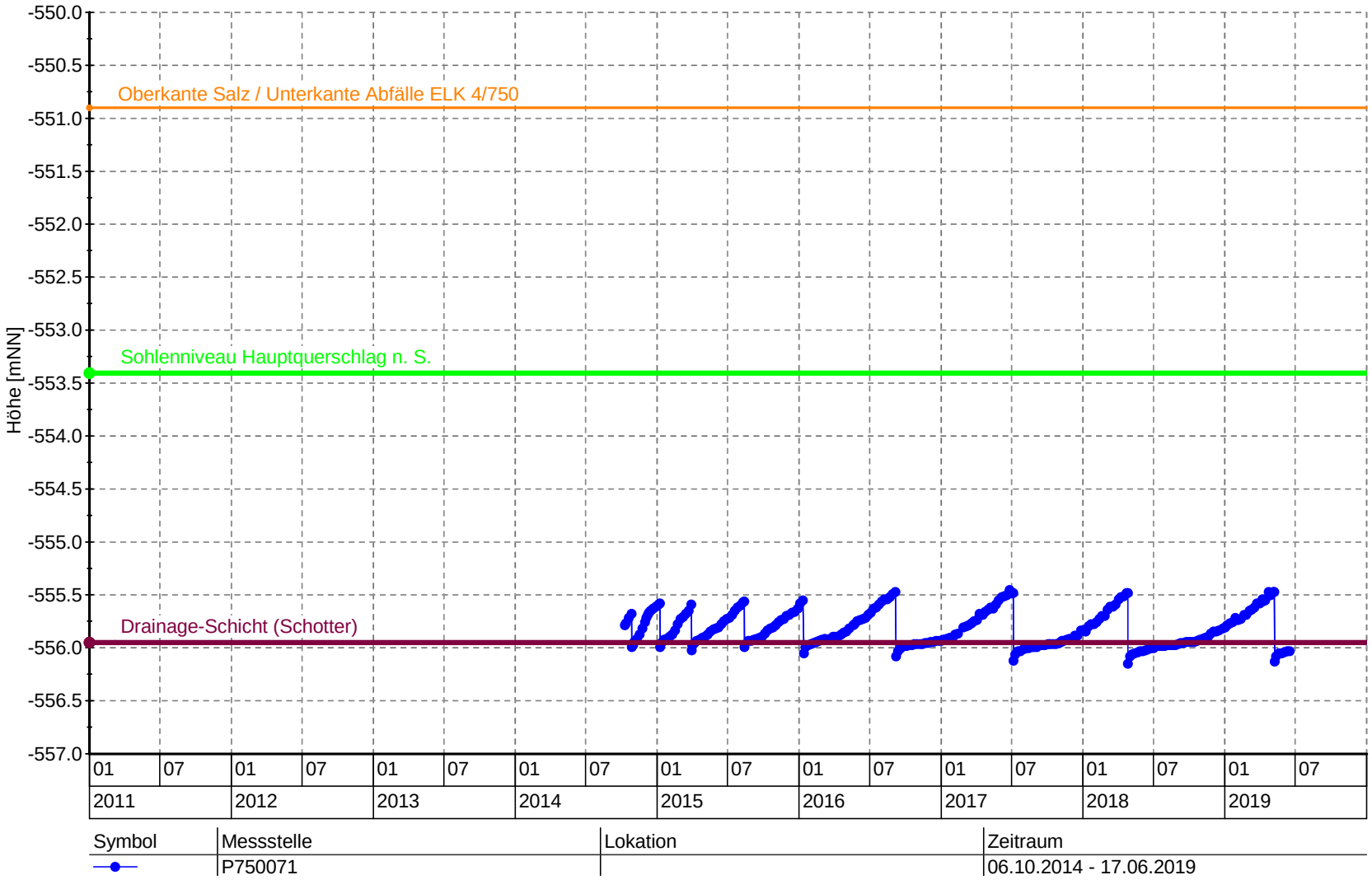
750-m-Sohle: Salzlösungsmonitoring

Hinterfahrung Blindschacht 2 (BS 2), Zeitraum: 24.04.2019 bis 17.06.2019



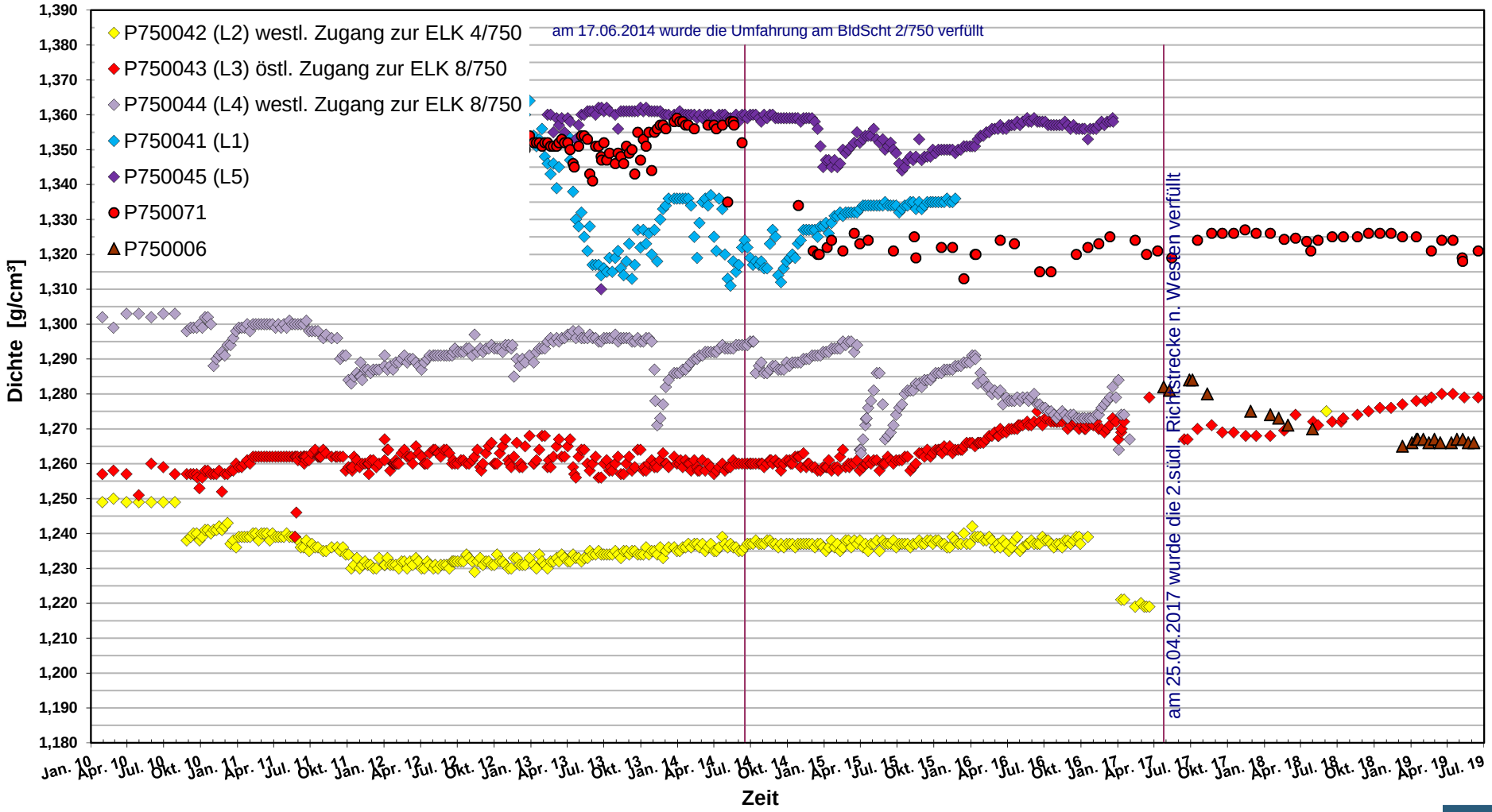
Salzlösungsspiegel Messstelle P750071

Zeitraum: 06.10.2014 bis 17.06.2019



Dichte der Salzlösungen vor ELK 4/750 und ELK 8/750

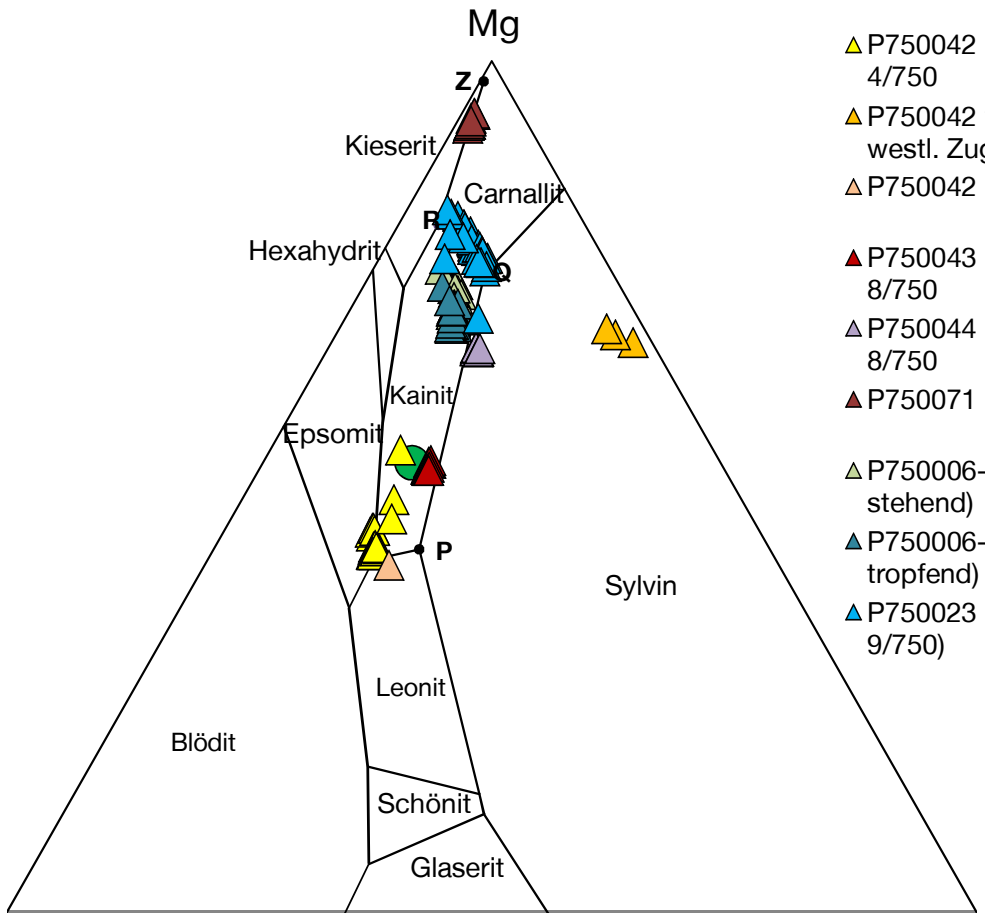
Zeitraum: von 01.01.2011 bis 04.06.2018



Dr. Zakharchuk

Zusammensetzung der Salzlösungen auf der 750-m-Sohle 2. südliche Richtstrecke

Darstellung im Jänecke-Diagramm



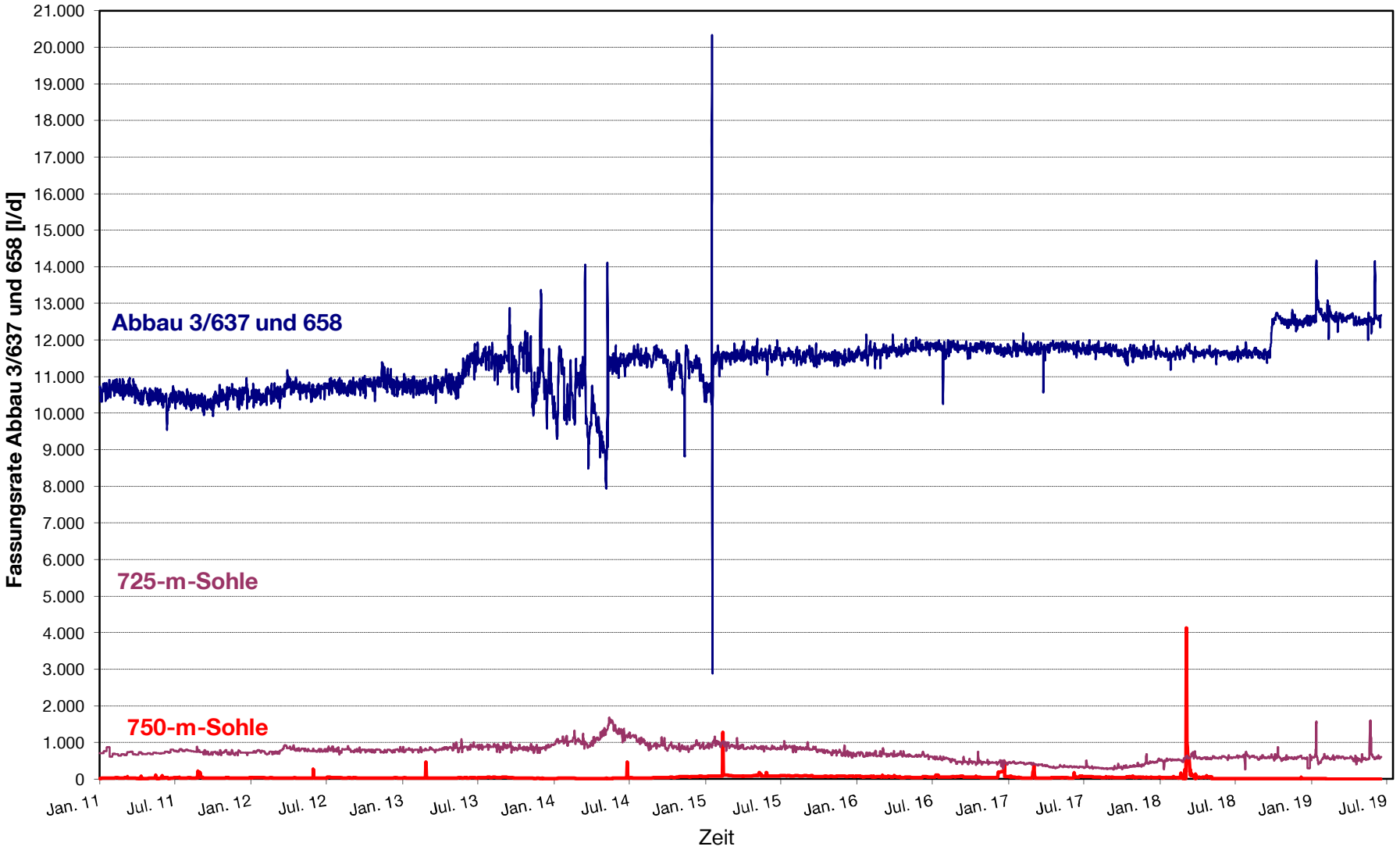
- L658008 (vom 06.06.2019)
- P750042 (L2) westl. Zugang zur ELK 4/750
- P750042 während Neueinrichtung westl. Zugang zur ELK 4/750
- P750042 (L2, nach Neueinrichtung)
- P750043 (L3) östl. Zugang zur ELK 8/750
- P750044 (L4) westl. Zugang zur ELK 8/750
- P750071 (Bl. Scht. 2)
- P750006-01 (Abbau 9/750 östl., stehend)
- P750006-02 (Abbau 9/750 östl., tropfend)
- P750023 (Sumpf östlich des Abbaues 9/750)

Jänecke Diagramm nach Eugster et. al. 1980 für quinäre System mariner Evaporite bei 25°, 1 atm

Diana Müller/Dr. Zakharchuk

Fassungsraten der Salzlösungen in der Südflanke

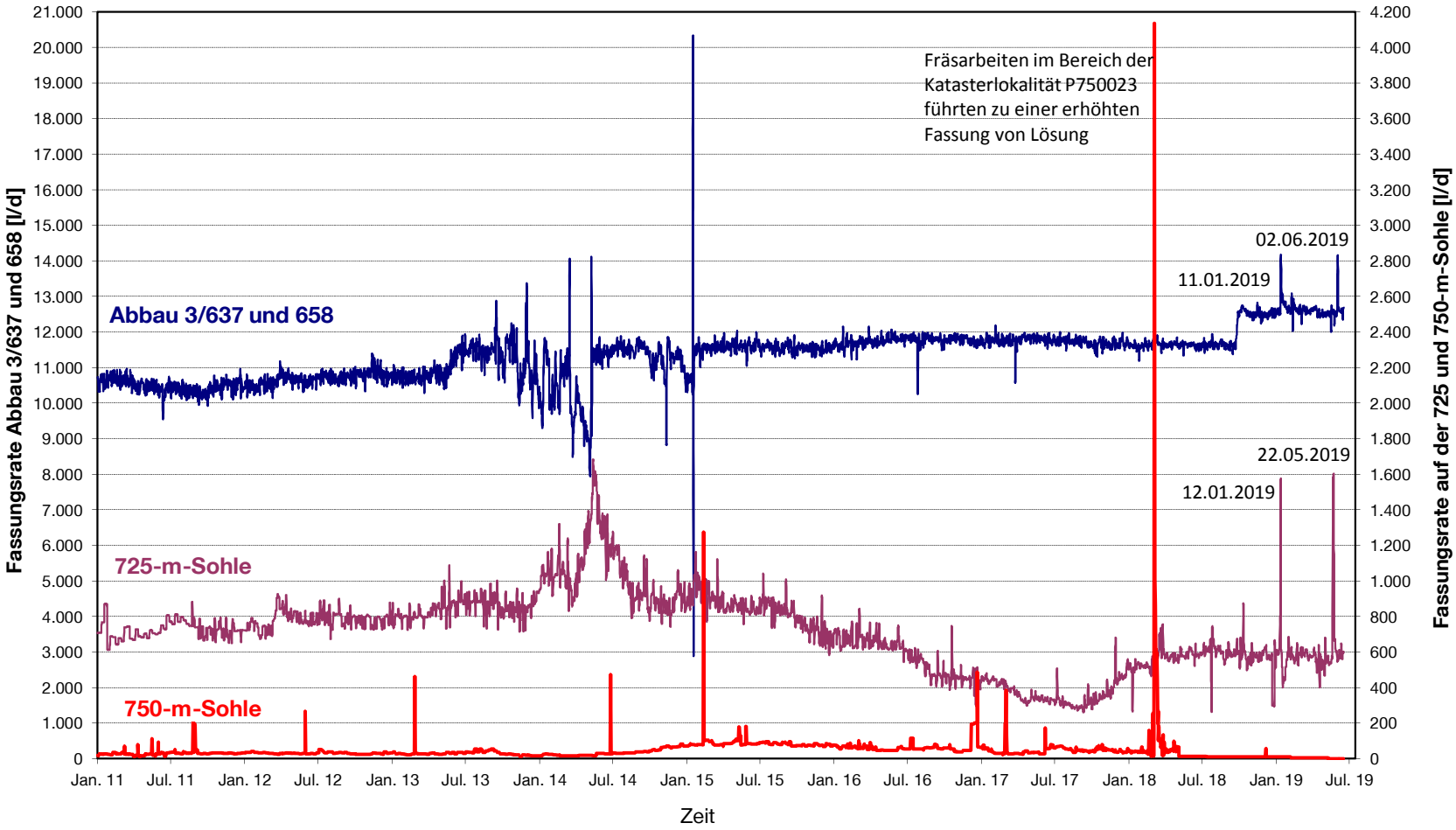
658-, 725- und 750-m-Sohle (01.01.2011–17.06.2019)



Diana Müller/Dr. Zakharchuk

Fassungsraten der Salzlösungen in der Südflanke

658-, 725- und 750-m-Sohle (01.01.2011–17.06.2019)

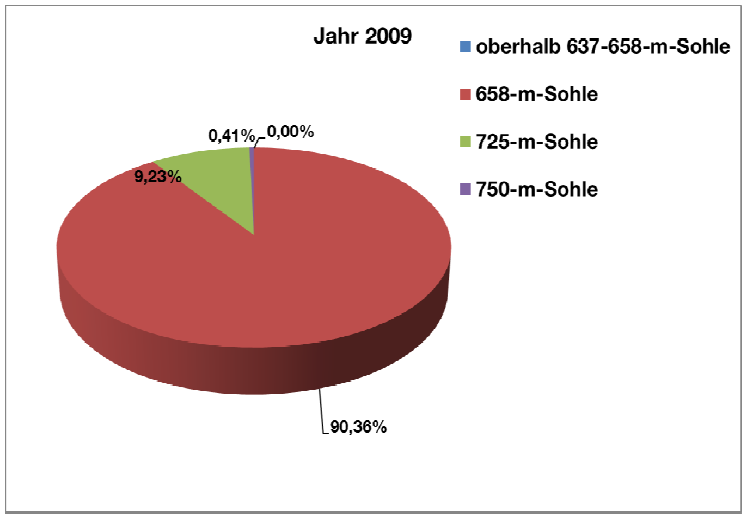


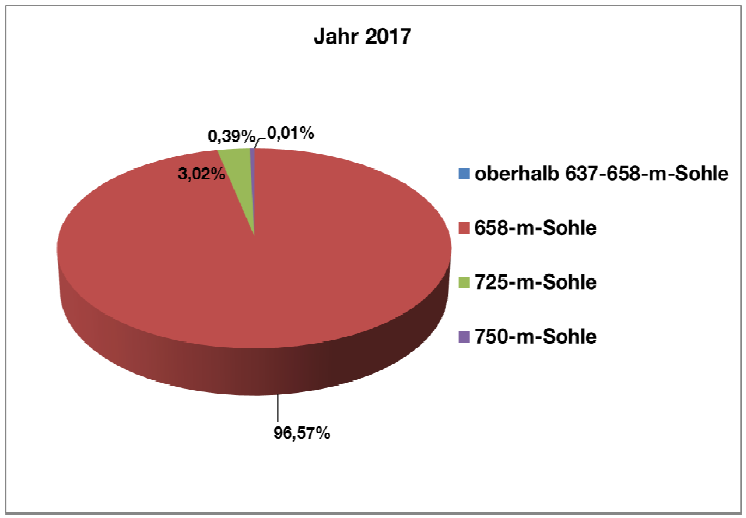
725- und 750-m-Sohle sind auf der 2. (rechten) Y-Achse dargestellt!

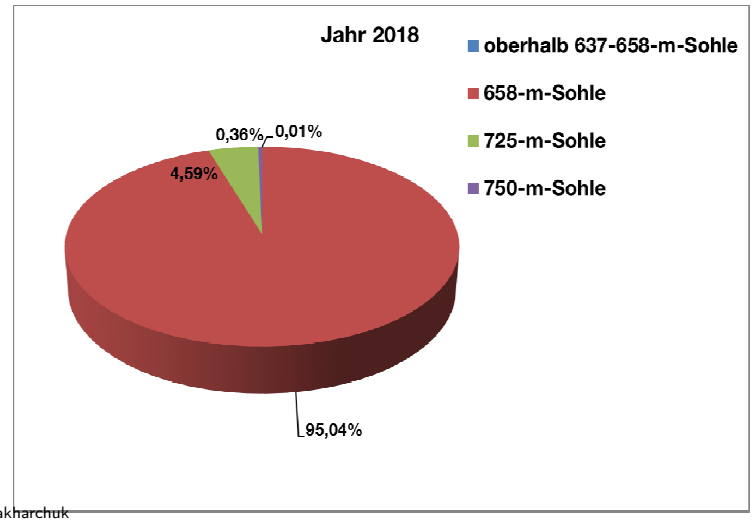
Diana Müller/Dr. Zakharchuk

Fassungsraten der Salzlösungen in der Südflanke

Prozentualer Anteil der täglich gefassten Lösungen auf den einzelnen Sohlen, bezogen auf die täglich gefasste Gesamtmenge in der Südflanke





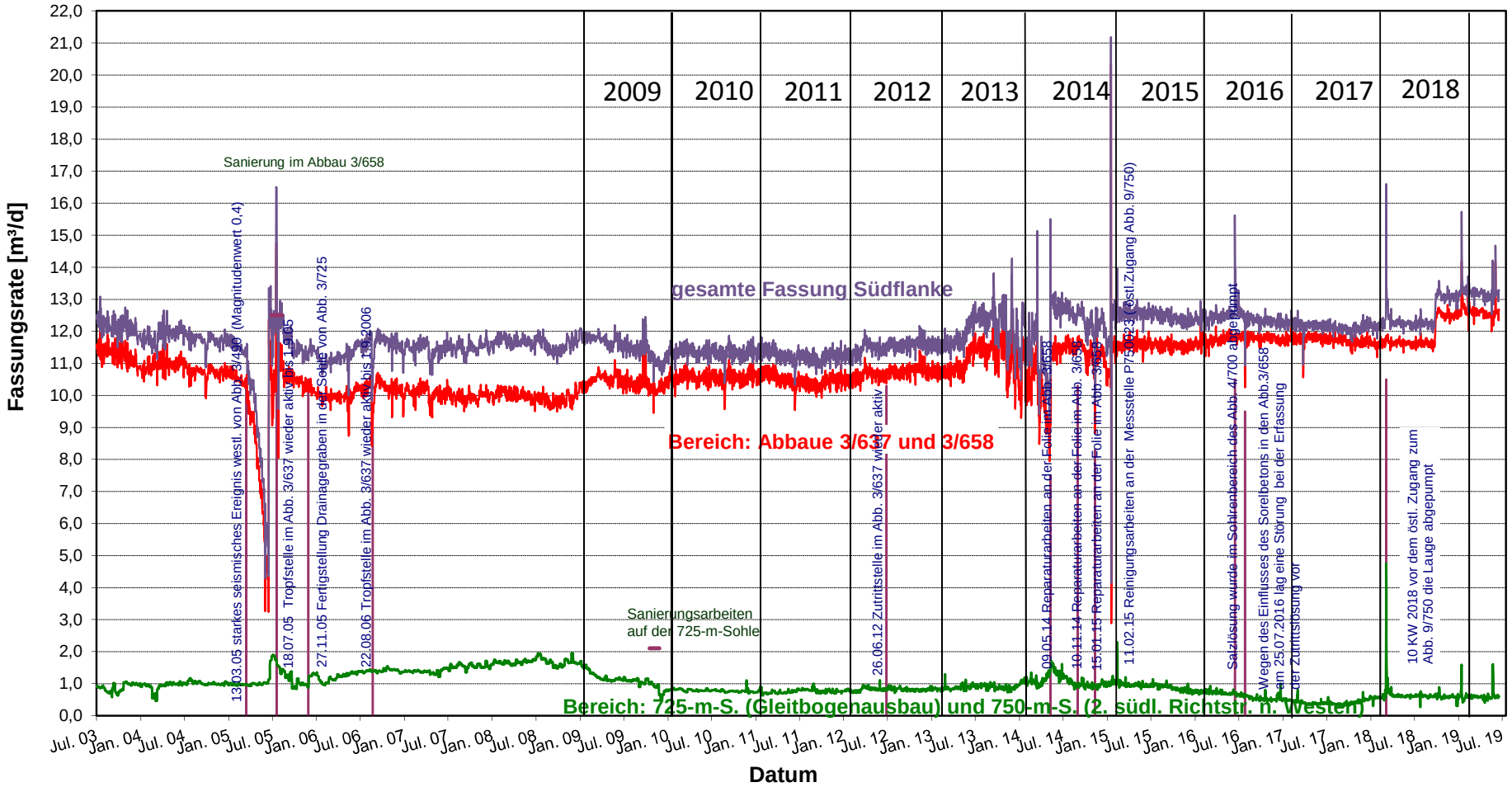


Jahr	Mittelwerte			
	oberhalb 637-658-m-Sohle	658-m-Sohle	725-m-Sohle	750-m-Sohle
	l/d			
2009	0	10.404	1.063	47
2010	0	10.571	751	30
2011	0	10.471	724	34
2012	0	10.695	782	36
2013	54	11.103	847	35
2014	23	10.962	1.040	37
2015	4	11.522	838	89
2016	1	11.753	574	66
2017	2	11.732	367	43
2018	1	11.870	574	45

Dr. Zakharchuk

Fassungsraten der Salzlösungen in der Südflanke

Gesamt seit 2003 (01.07.2003 – 17.06.2019)



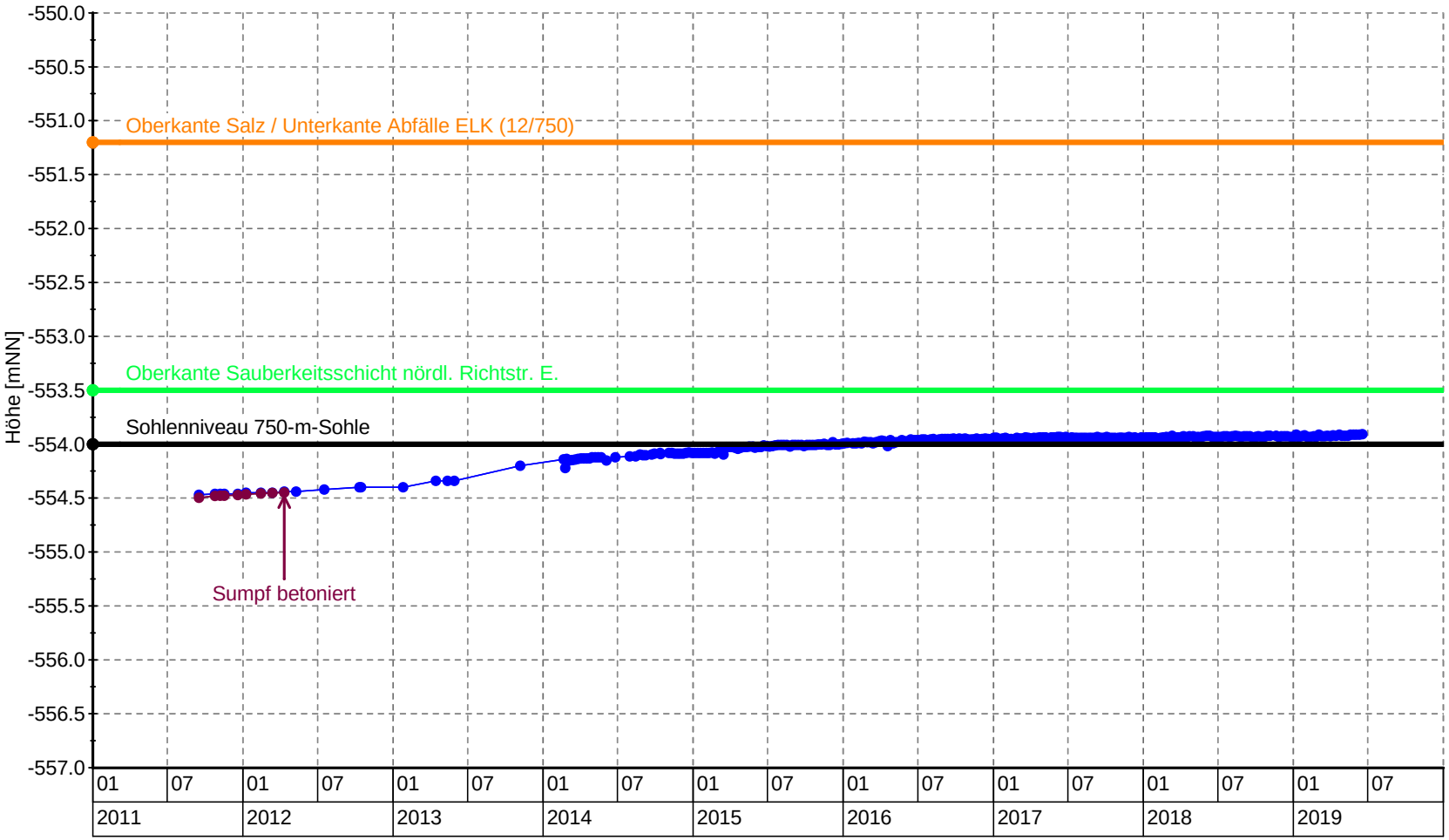
Diana Müller/Dr. Zakharchuk

Übersicht

1. Baufeld an der Südflanke
   - Lösungen 637-/658-m-Sohle
   - 725-m-Sohle: Sammelstellen in der Richtstrecke nach Westen
   - 750-m-Sohle: Sammelstellen östl. Abbau 9, nördlich ELK 8 und ELK 4 sowie nördlich Blindschacht 2
   - 750-m-Sohle: Bereich vor der ELK 12/750
2. Carnallititbaufeld
3. Tiefenaufschluss
4. Zusammenfassung – Salzlösungsmonitoring

Salzlösungsspiegel im Sumpf/Kontrollbrg. vor ELK 12/750

Zeitraum: 16.09.2011 bis 18.06.2019



Symbol	Messstelle	Lokation	Zeitraum
	P750084	vor ELK 12/750	16.09.2011 - 18.06.2019
	P750029 (Sumpf vor ELK 12/750)	vor ELK 12/750	16.09.2011 - 11.04.2012

Salzlösungsspiegel im Sumpf/Kontrollbrg. vor ELK 12/750

Kontrollschächte vor ehemaligem Sumpf

Kontrollschacht P750084

Weitere Kontrollschächte

Übersicht

1 Baufeld an der Südflanke

2 Carnallititbaufeld

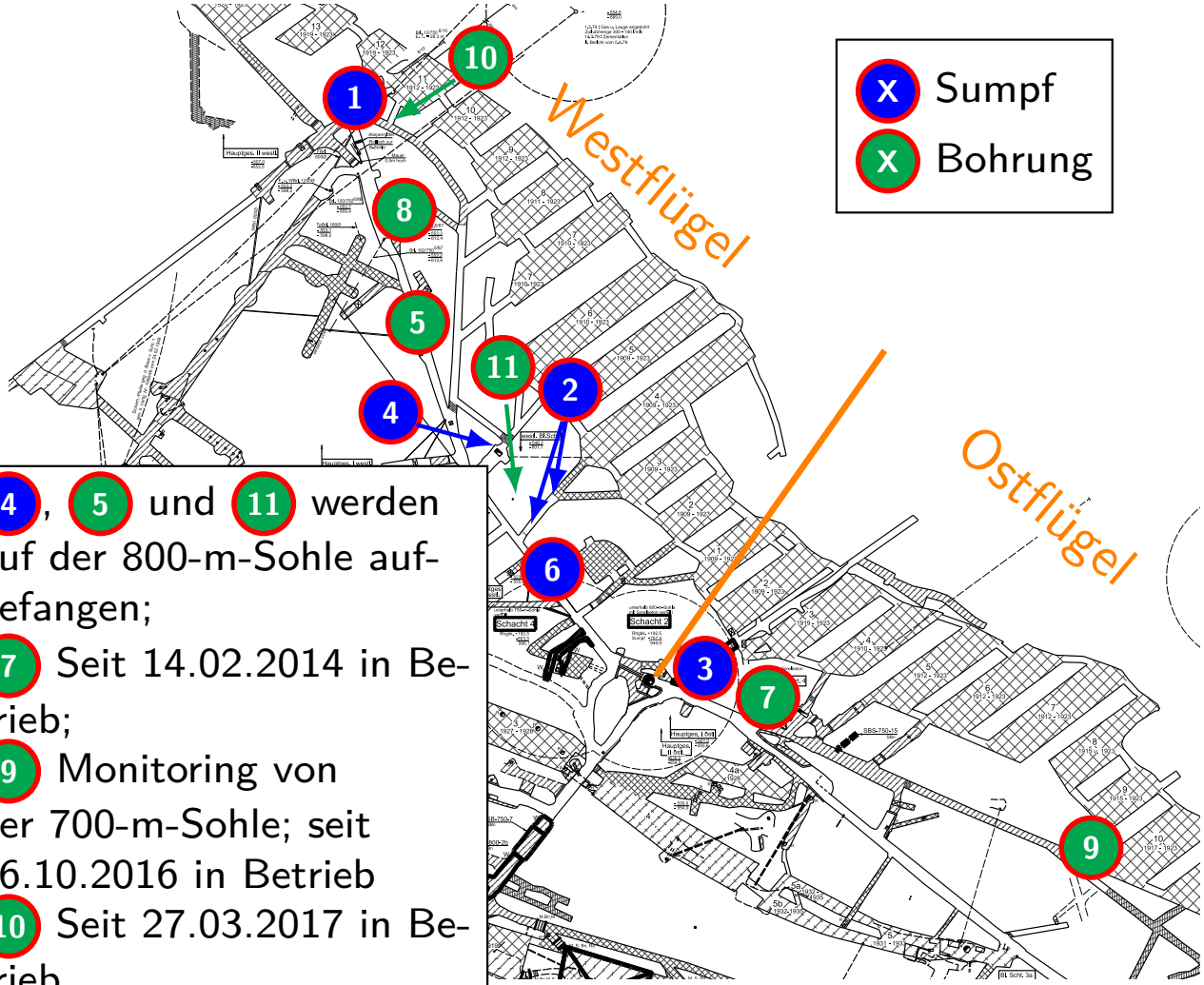
3 Tiefenaufschluss

4 Zusammenfassung – Salzlösungsmonitoring

Fassungsraten im Bereich der Nordflanke (750-m-Sohle)

Mittelwerte vom 01.01.2014 – 31.12.2018

Grundrissausschnitt der 750-m-Sohle



4, 5 und 11 werden auf der 800-m-Sohle aufgefangen;

7 Seit 14.02.2014 in Betrieb;

9 Monitoring von der 700-m-Sohle; seit 26.10.2016 in Betrieb

10 Seit 27.03.2017 in Betrieb

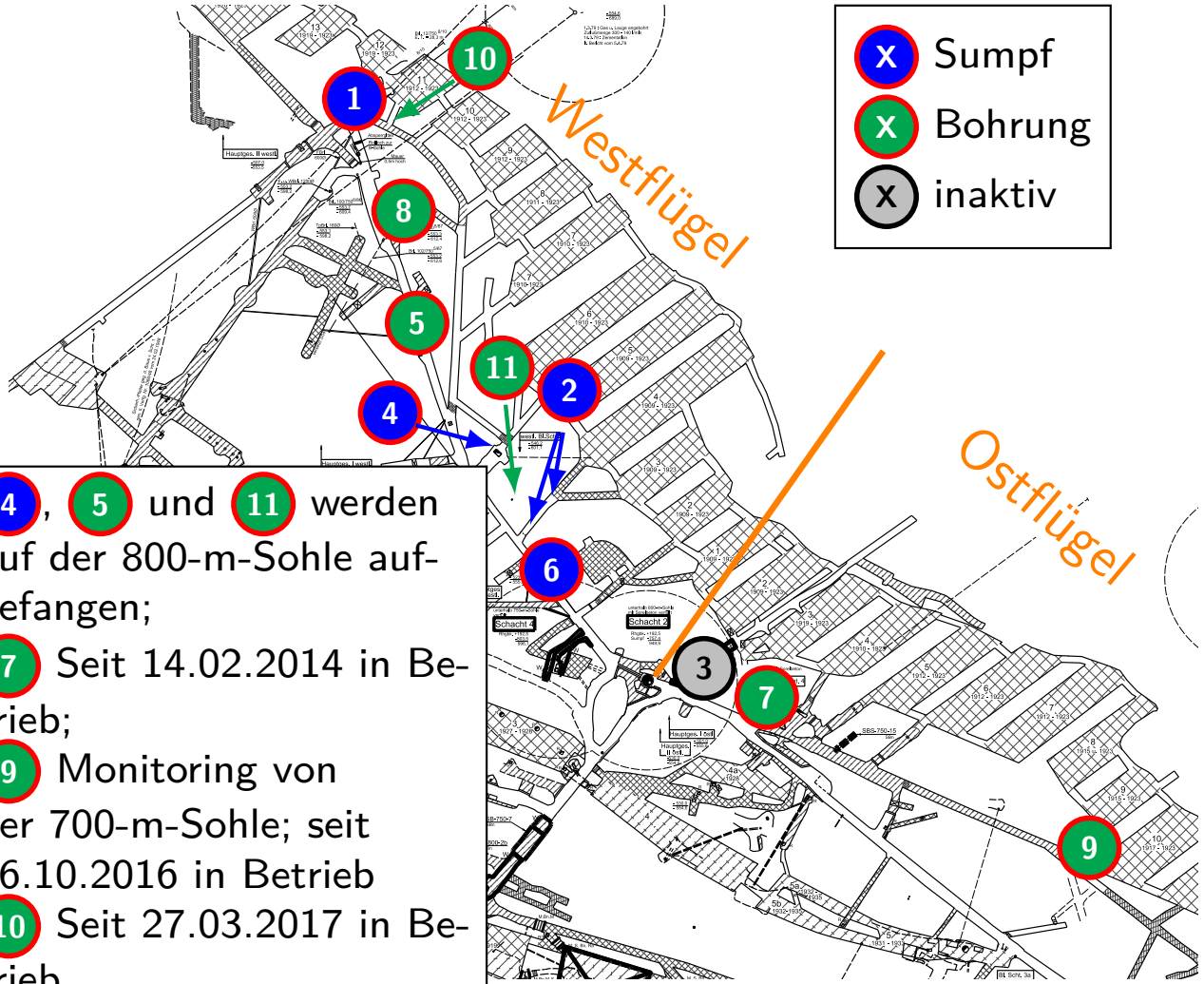
Fassungsraten

1	64 Liter/Tag	Westflügel
2	98 Liter/Tag	
4	4 Liter/Tag	
5	13 Liter/Tag	
6	16 Liter/Tag	
8	62 Liter/Tag	
10	81 Liter/Tag	
11	50 Liter/Tag	
3	4 Liter/Tag	Ostflügel
7	20 Liter/Tag	
9	1 Liter/Tag	
Σ	**413 Liter/Tag**	

Fassungsraten im Bereich der Nordflanke (750-m-Sohle)

Mittelwerte vom 01.01.2018 – 31.12.2018

Grundrissausschnitt der 750-m-Sohle



4, 5 und 11 werden auf der 800-m-Sohle aufgefangen;

7 Seit 14.02.2014 in Betrieb;

9 Monitoring von der 700-m-Sohle; seit 26.10.2016 in Betrieb

10 Seit 27.03.2017 in Betrieb

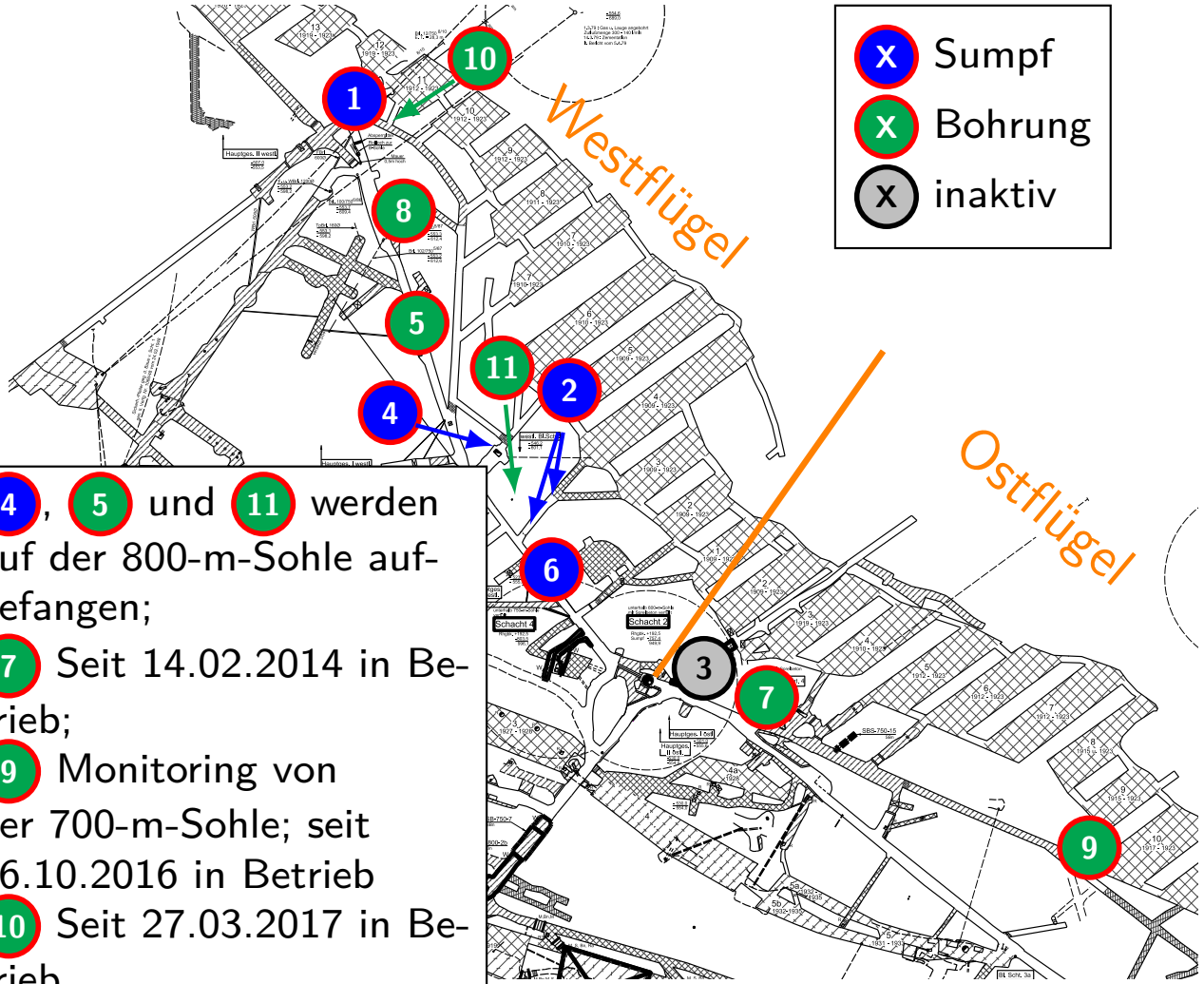
Fassungsraten

1	29 Liter/Tag	Westflügel
2	107 Liter/Tag	
4	5 Liter/Tag	
5	5 Liter/Tag	
6	12 Liter/Tag	
8	0 Liter/Tag	
10	240 Liter/Tag	
11	85 Liter/Tag	
7	18 Liter/Tag	Ostflügel
9	0 Liter/Tag	
Σ	**501 Liter/Tag**	

Fassungsraten im Bereich der Nordflanke (750-m-Sohle)

Mittelwerte vom 01.01.2019 – 17.06.2019

Grundrissausschnitt der 750-m-Sohle



4, 5 und 11 werden auf der 800-m-Sohle aufgefangen;

7 Seit 14.02.2014 in Betrieb;

9 Monitoring von der 700-m-Sohle; seit 26.10.2016 in Betrieb

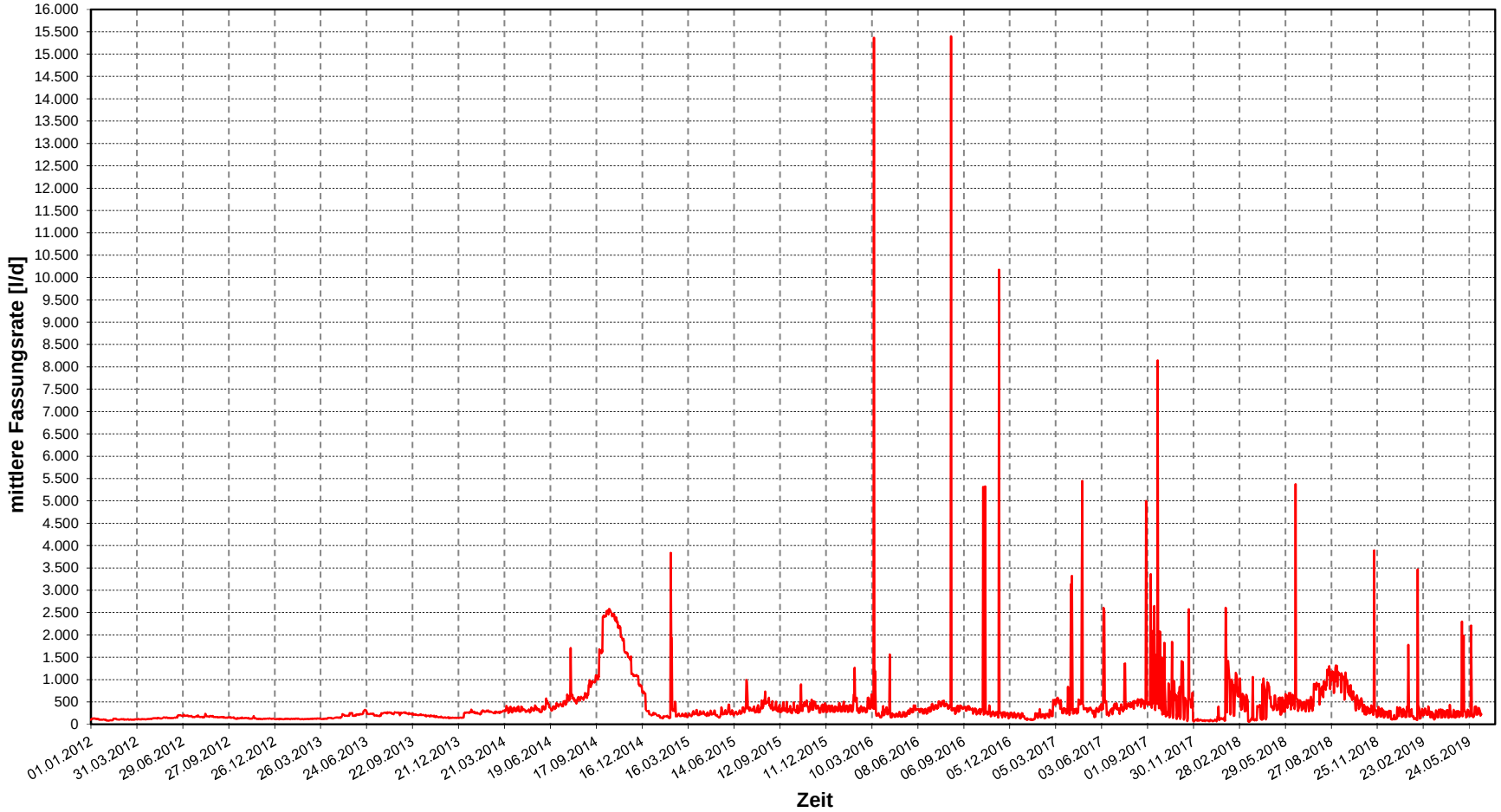
10 Seit 27.03.2017 in Betrieb

Fassungsraten

1	24 Liter/Tag	Westflügel
2	36 Liter/Tag	
4	2 Liter/Tag	
5	3 Liter/Tag	
6	3 Liter/Tag	
8	0 Liter/Tag	
10	165 Liter/Tag	
11	13 Liter/Tag	
7	18 Liter/Tag	Ostflügel
9	0 Liter/Tag	
Σ	**264 Liter/Tag**	

Fassungsrate im gesamten Bereich der Nordflanke

vom 01.01.2012 bis zum 20.05.2019; [Liter/Tag]

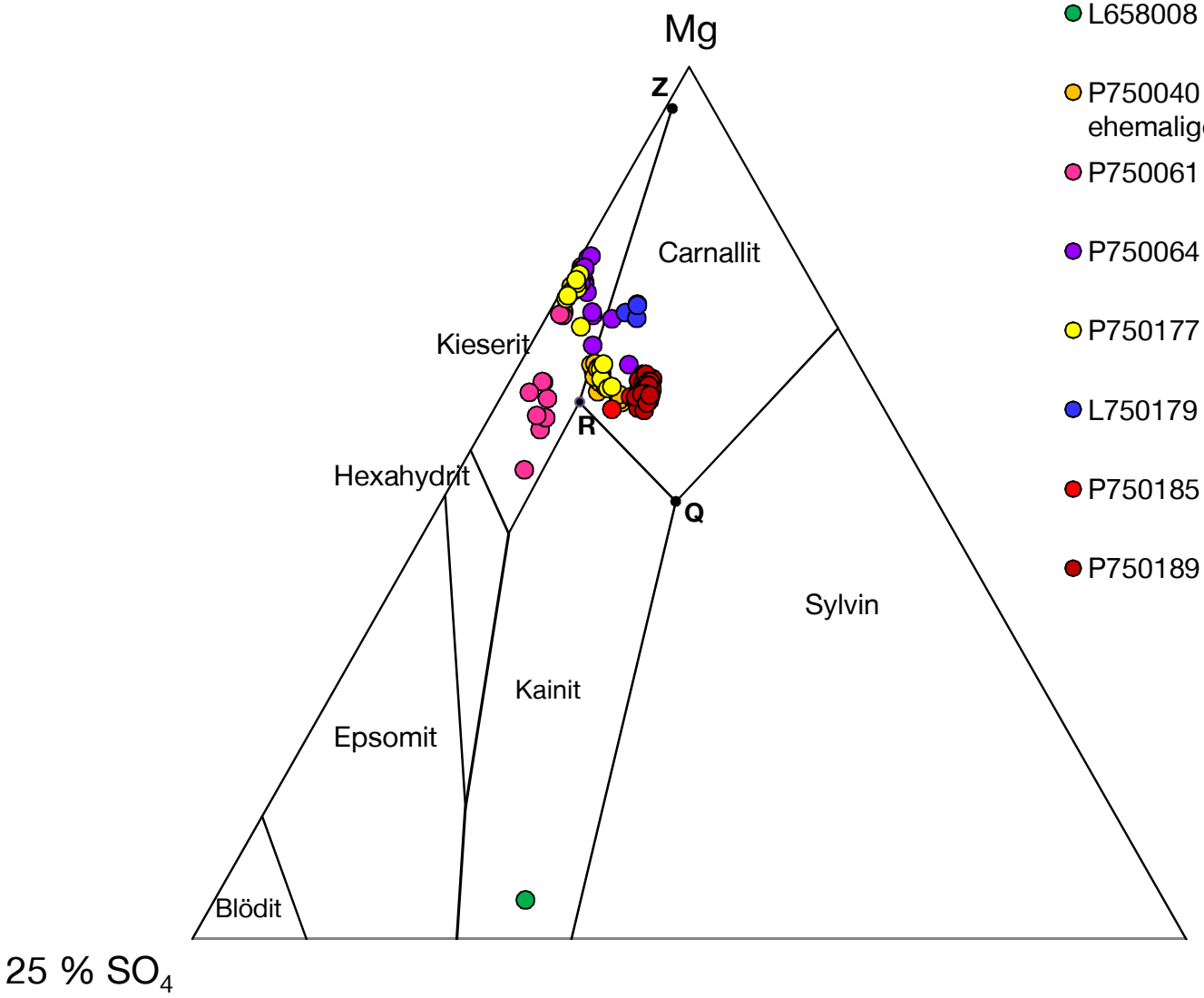


Diana Müller/Dr. Zakharchuk

Jahr:	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
V $[m^3]$:	50,19	65,60	272,48	118,02	166,51	180,39	198,94	50,51

Zusammensetzung der Salzlösungen in der Nordflanke

Darstellung im Jänecke-Diagramm



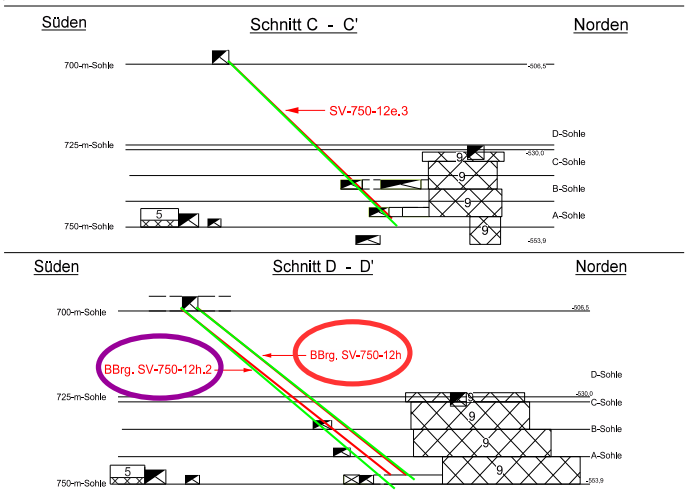
- L658008 (vom 06.06.2019)
- P750040 (gegenüber dem ehemaligen Sprengstofflager)
- P750061 (Reicheltsumpf-West)
- P750064 (Reicheltsumpf-Süd)
- P750177 (TpBrg. 931)
- L750179 (BBrg.SV-750-12h)
- P750185 (EBrg. 750-11 West)
- P750189 (EBrg.750-11.1 West)

Jänecke Diagramm nach Eugster et. al. 1980 für quinäre System mariner Evaporite bei 25°, 1 atm

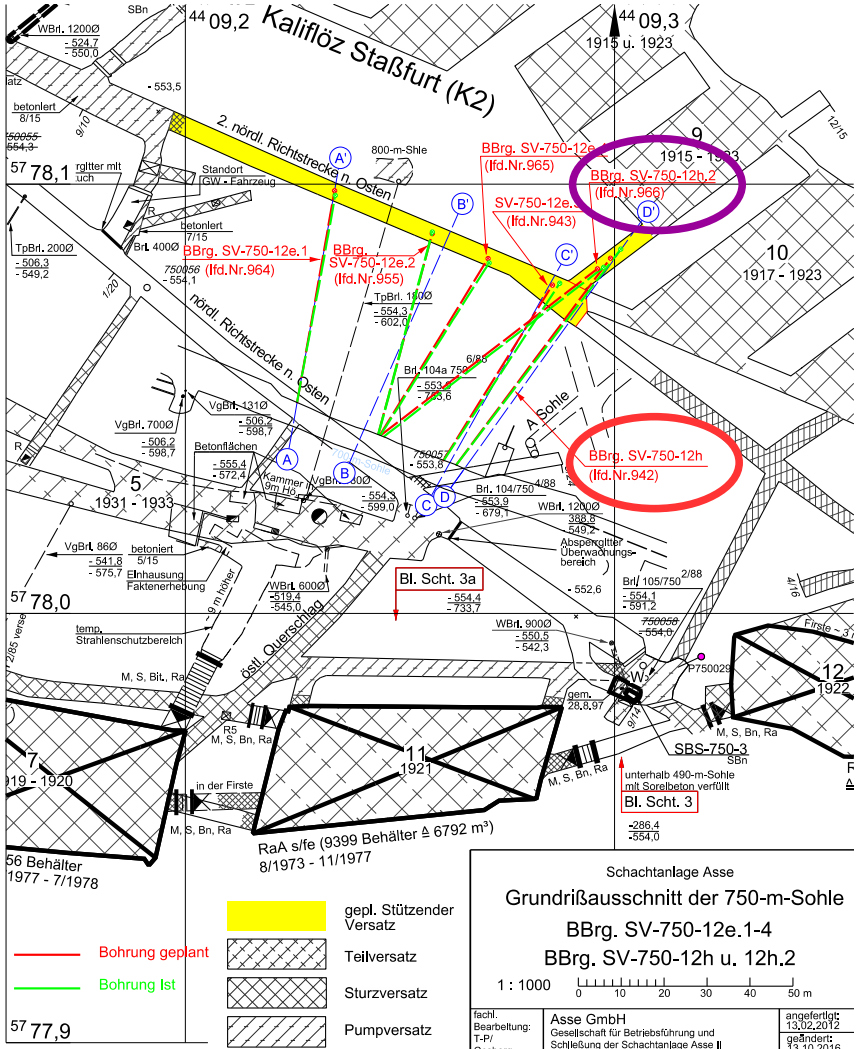
Diana Müller/Dr. Zakharchuk

Erkundungsbohrungen Kali-Baufeld

Lageplan BBrg. SV-750-12h (Pumpe: L750179) und -12h.2 (Monitoring: P750184)



BBrg. SV-750-12h.2: $L = 81{,}6$ m; $\alpha = -37{,}4°$



Übersicht

1 Baufeld an der Südflanke

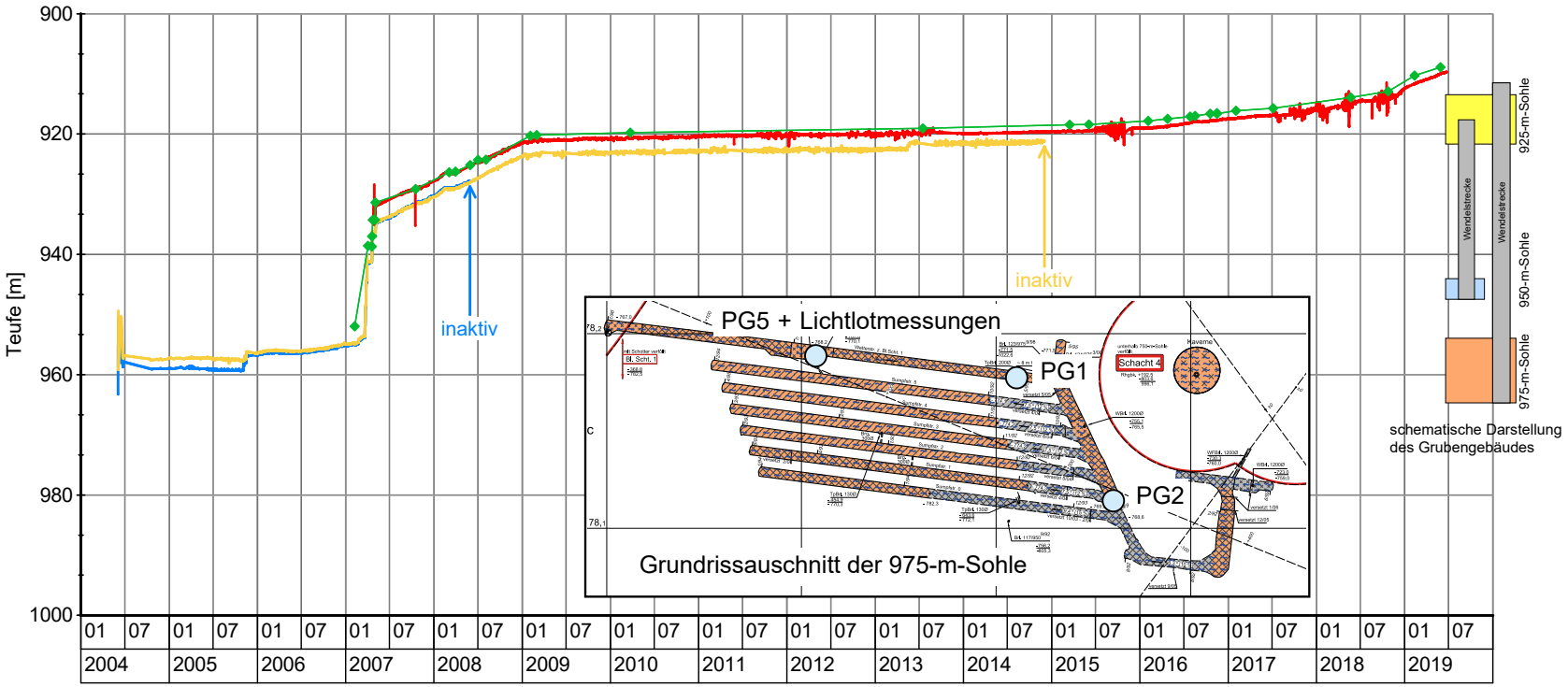
2 Carnallititbaufeld

3 Tiefenaufschluss

4 Zusammenfassung – Salzlösungsmonitoring

Verlauf des Pegelstandes der Salzlösung

Zeitraum: 03.06.2004 bis 14.06.2019



Symbol	Messstelle	Lokation	Messwerterfassung	Einbautiefe [mNN]	Zeitraum
	PG1	östl. Bereich der Wetterstrecke zum BS 1	Porenwasserdruckgeber	-765,50	03.06.2004 - 29.05.2008
	PG2	Zugang Sumpfstrecke 1	Porenwasserdruckgeber	-764,14	03.06.2004 - 02.12.2014
	PG5	Betriebliche Bohrung 7	Porenwasserdruckgeber	-743,30	26.04.2007 - 23.06.2019
	L975007	Betriebliche Bohrung 7	Lichtlot		07.02.2007 - 29.05.2019

- aktueller Pegelstand bei 910 m Teufe (-717 mNN)
- konvergenzbedingter Anstieg seit 01.01.2019 mit ca. 5,7 m/a

Übersicht

1 Baufeld an der Südflanke

2 Carnallititbaufeld

3 Tiefenaufschluss

4 Zusammenfassung – Salzlösungsmonitoring

Résumé – Salzlösungsmonitoring

- 658-m-Sohle
  - Stufenhafte Veränderungen der Fassungsrate 09/2019
  - Fassungsrate der Salzlösung auf der 658-m-Sohle lag im Zeitraum vom 01.01.2018 - 22.09.2018 bei rund 11,6 m^3/d. Seit Oktober 2018 liegt die mittlere Fassungsrate bei ca. 12,6 m^3/d. Die Meldeschwelle von 12,1 m^3/d auf der 658-m-Sohle ist seit dem 29.09.2018 überschritten, Meldung nach Nebenbestimmung Nr. 4 zum Hauptbetriebsplan 2017/2019 ans LBEG.
    Weitere sprunghafte, kurzfristige Anstiege der Fassungsrate im Januar und Anfang Juni 2019
  - Die Ergebnisse der chemischen Analysen von der Lösung aus der Hauptauffangstelle ergeben keine signifikanten Änderungen, langfristige Trends bleiben unverändert.

Résumé – Salzlösungsmonitoring *(Forts.)*

- 725-m-Sohle
  Die Auffangrate der Salzlösungen auf der 725-m-Sohle ist 2018 gegenüber 2017 von 367 L/d im Mittel auf ca. 574 L/d angestiegen. Von Januar bis zum April 2018 stieg die Fassungsrate der Salzlösung auf der 725-m-Sohle von etwa 500 auf 600 L/d an. Aktuell liegt die Auffangrate bei ca. 600 L/d. Bei der Zusammensetzung der Lösungen sind keine signifikanten Veränderungen festzustellen.
  Lösung wird weiter lokal auch in Bohrungen gefasst.

Résumé – Salzlösungsmonitoring *(Forts.)*

- 750-m-Sohle

  Bereich Südflanke

  - Im Bereich östlicher Zugang Abbau 9/750 erfolgen das Monitoring und die Fassung (ca. 1 L/d im Mittel) von der 679-m-Sohle.
  - Östlicher Zugang ELK 8 (P750043) 2017 $\Rightarrow$ 2,5–16,7 L/d und 2018 ca. 7,7 L/d im Mittel. Bis Februar 2019 $\Rightarrow$ 4,8 L/d im Mittel
    Das Monitoring und die Fassung erfolgen von der 679-m-Sohle.
  - Das Monitoring und die Fassung der Lösung aus dem Bereich der ehemaligen Umfahrung Blindschacht 2/750 erfolgen weiter von der 700-m-Sohle im Routinebetrieb (ca. 4,8 L/d im Mittel).

Résumé – Salzlösungsmonitoring *(Forts.)*

- In der Südflanke wurden von Januar bis zum 22.09.2018 im Mittel insgesamt 12,3 m^3/d gefasst. Seit Anfang Oktober 2018 betrug die mittlere Fassungsrate 13,1 m^3/d. Der Anteil der im Abbau 3/658 gefassten Lösungen betrug 95 %, auf der 750-m-Sohle beträgt der Anteil ca. 0,4 %.

  Nordflanke

- Der Großteil der in der Nordflanke gefassten Lösungen erfolgt über Bohrungen hauptsächlich im Westflügel. Aktuell 264 L/d.
  Die chemische Zusammensetzung der Salzlösungen im Bereich der Nordflanke ist stabil.

- Salzlösungsmonitoring
  - Die Fassungssysteme sind funktionsfähig und intakt.
  - Engmaschige Beobachtung aller wichtigen Sammelstellen und sonstiger Tropfstellen wird weiter betrieben und bei Bedarf intensiviert.

Teil VII

Zusammenfassung

Übersicht Teil VII

1. Résumé – Spannungs- und Verformungszustand
2. Résumé – Beanspruchung des Tragsystems
3. Résumé – Salzlösungsmonitoring
4. Schlussfolgerungen

Übersicht

1. Résumé – Spannungs- und Verformungszustand
2. Résumé – Beanspruchung des Tragsystems
3. Résumé – Salzlösungsmonitoring
4. Schlussfolgerungen

Spannungszustand

- Die maximalen gemessenen Spannungen entsprechen näherungsweise der maximalen Hauptspannung σ_1 (horizontal querschlägige Richtung). σ_1 ist überwiegend im mittleren Pfeilerbereich auf einem hohen Niveau konstant, in einigen Bereichen leicht rückläufig.

- Die minimal gemessenen Spannungen entsprechen näherungsweise der minimalen Hauptspannung σ_3 (horizontal streichende Richtung). σ_3 ist überwiegend gleichbleibend auf einem niedrigen Niveau und in einigen Bereichen leicht ansteigend.

Spannungszustand *(Forts.)*

⇒ Die resultierenden großen Spannungsdifferenzen $\Delta\sigma$ $(\sigma_1 - \sigma_3)$ sind weiterhin die Ursache für die fortschreitende Schädigung des Tragsystems im Baufeld an der Südflanke, auch wenn lokal ein geringer Rückgang festzustellen ist.

⇒ Eine beginnende Stützwirkung des Versatzes in den Abbauen auf die Pfeiler ist in Teilen des Tragsystems durch die fortlaufenden Firstspaltverfüllung erkennbar.

Verformungssituation

- Die querschlägigen Pfeilerstauchungsraten liegen mit maximal 67–69 mm/a weiterhin auf einem hohen Niveau. Nach einem Anstieg ab Mitte 2017 ist seit Anfang 2018 wieder eine leicht degressive Entwicklung im Ost- und Westflügel erkennbar.
- Die Maxima liegen etwa im Niveau der 532- bis 595-m-Sohle, im Westflügel im Bereich der Abbaureihen 3 und 4 sowie im Ostflügel in den Abbaureihen 6 und 7.
- Die ermittelte maximale horizontale Gesamtstauchung beträgt seit der jeweiligen Auffahrung ca. 6 m im Westflügel und ca. 7 m im Ostflügel.
- Die Scherbeanspruchung am oberen Baufeld ist weiterhin hoch, entwickelt sich aber degressiv und die Unterschiede zwischen Ost-, Westflügel und Hauptpfeiler haben sich angeglichen.

Übersicht

1 Résumé – Spannungs- und Verformungszustand

2 Résumé – Beanspruchung des Tragsystems

3 Résumé – Salzlösungsmonitoring

4 Schlussfolgerungen

Beanspruchung des Tragsystems

- Die Entwicklung der Gebirgsspannungen, der Versatzdrücke sowie der Verschiebungs- und Verformungsraten weist weiterhin eine hohe Beanspruchung des Tragsystems in der Südflanke aus.
- Die hohen Beanspruchungen führen bei fehlender oder unzureichender Stabilisierung der Tragelemente zu weiteren Schädigungsprozessen.

Beanspruchung des Tragsystems *(Forts.)*

- Die mikroseismische Aktivität liegt weiter auf hohem Niveau.
- Das mikroseismische Cluster bei der ELK 4/750 ist weiterhin aktiv. Nach umfangreichen Stabilisierungsmaßnahmen in diesem Bereich der 750-m-Sohle hat sich ab dem Frühjahr 2018 die mikroseismische Aktivität bzw. der Anstieg der kumulativen Energie deutlich verringert.
- Es wurde keine erhöhte mikroseismische Aktivität im Bereich der Abbaureihe 3 registriert.

Übersicht

1 Résumé – Spannungs- und Verformungszustand

2 Résumé – Beanspruchung des Tragsystems

3 Résumé – Salzlösungsmonitoring

4 Schlussfolgerungen

Salzlösungsmonitoring

Baufeld an der Südflanke

- Abbau 3/658:
  - Die Fassungsrate ist im September 2018 von 11,6 m^3/d auf 12,6 m^3/d angestiegen.
  - Kurzfristige, sprunghafte Anstiege folgten im Januar und Juni 2019.
  - Aktuell liegt die Fassungsrate bei ca. 12,6 m^3/d.
  - Der Anteil der im Abbau 3/658 gefassten Lösung liegt 2018 bei 95 % (2017: 97 %, 2016: 95 %).
- Auf der 725-m-Sohle betrug die Fassungsrate im Jahr 2018 und auch aktuell durchschnittlich ca. 0,6 m^3/d.
- Nahezu die gesamte Lösungsmenge wird im Bereich der Abbaureihe 3 oberhalb der 750-m-Sohle gefasst.

Salzlösungsmonitoring *(Forts.)*

- Auf der 750-m-Sohle wurden in 2018 ca. 0,4 % (2017: 0,4 %, 2016: 0,4 %) der Lösungen gefasst, jedoch sind diese zum Teil kontaminiert, sie durchfeuchten Tragelemente und zersetzen carnallititische Gebirgsbereiche.
- In Summe lag die Zutritts-/Fassungsrate im Bereich des Baufeldes an der Südflanke 2018 bei ca. 12,3 m^3/d (aktuell: 13,1 m^3/d, 2017: 12,1 m^3/d, 2016: 12,4 m^3/d)

Insgesamt ist das installierte und ergänzte Fassungssystem funktionsfähig sowie für die Bewertung der Zutrittssituation und eine geochemische Charakterisierung geeignet.

Nordflanke

- Im Bereich der Nordflanke wurden in 2018 durchschnittlich 0,50 m^3/d (2017: 0,41 m^3/d, 2016: 0,30 m^3/d) gefasst.

Übersicht

1 Résumé – Spannungs- und Verformungszustand

2 Résumé – Beanspruchung des Tragsystems

3 Résumé – Salzlösungsmonitoring

4 Schlussfolgerungen

Schlussfolgerungen

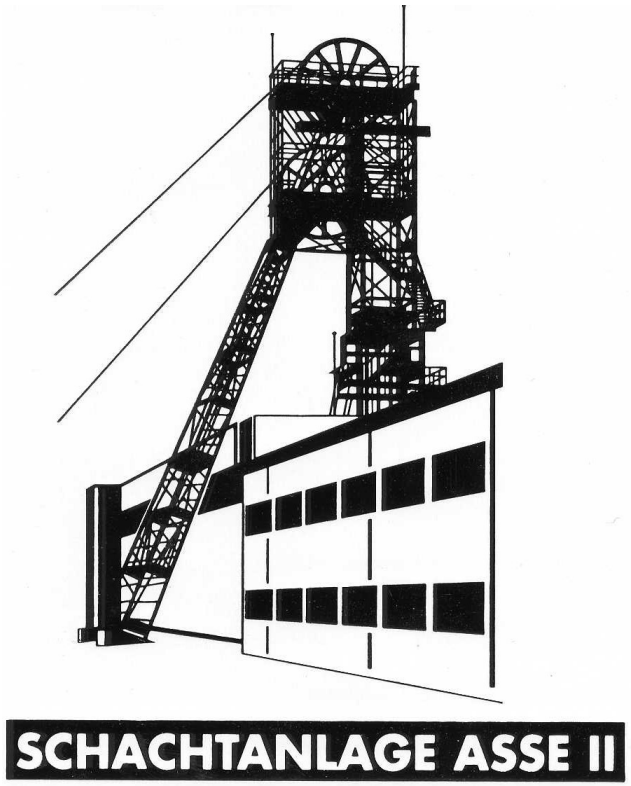
- Zur weiteren Stabilisierung des Tragsystems ist eine zügige und systematische Fortsetzung der Resthohlraum- bzw. Firstspaltverfüllung insbesondere im Westflügel des Baufeldes an der Südflanke, im Bereich Sattelkern sowie Carnallititbaufeld unverzichtbar.
- Zur Bewertung der Gebrauchstauglichkeit der in Nutzung befindlichen Infrastrukturräume sind die lokalen Monitoringprogramme fortzuführen
- Im Ergebnis des Monitorings wurden/werden bei Bedarf zielgerichtete Sanierungs- und Stabilisierungsmaßnahmen umgesetzt.

Schlussfolgerungen *(Forts.)*

⇒ Auch im Hinblick auf die geplante Rückholung der radioaktiven Abfälle ist die Stabilisierung des Tragsystems unverzichtbar.

⇒ Die fortschreitenden Schädigungsprozesse schränken die Gebrauchstauglichkeit insbesondere der Infrastrukturbereiche auf der 700-m-Sohle sowie der Wendelstrecke zunehmend ein bzw. erfordern zusätzliche Stabilisierungs-/Sanierungsmaßnahmen.

⇒ Aufgrund der vorhandenen gebirgsmechanischen Beanspruchungen im Zutrittsbereich ist keine Abnahme der hydrogeologischen Gefährdung zu erkennen. Es besteht vielmehr die Gefahr, dass sich neue Zutrittspfade ergeben und dies die Fassung oberhalb der Einlagerungskammern erschwert.

Vielen Dank

für Ihre Aufmerksamkeit