



**BUNDESGESELLSCHAFT
FÜR ENDLAGERUNG**

Deckblatt

GZ: QM - 9A 64330000 / SE 4.2.2

Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd.Nr.	Rev.	Seite: I
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64330000	GC	PF	0008	00	Stand: 21.04.2017

Titel der Unterlage:

GEOTECHNISCHES, GEOPHYSIKALISCHES MONITORINGPROGRAMM UND
BAUSTOFFUNTERSUCHUNGEN - JAHRESBERICHT 2016 DES TEILBEREICHES
STANDORTÜBERWACHUNG

Ersteller:

ASSE-GMBH

Stempelfeld:

bergrechtlich verantwortliche
Person;

atomrechtlich verantwortliche
Person:

Projektleitung:

Freigabe zur Anwendung:

Diese Unterlage unterliegt samt Inhalt dem Schutz des Urheberrechts sowie der Pflicht zur vertraulichen Behandlung auch bei Beförderung und Vernichtung und darf vom Empfänger nur auftragsbezogen genutzt, vervielfältigt und Dritten zugänglich gemacht werden. Eine andere Verwendung und Weitergabe bedarf der ausdrücklichen Zustimmung der BGE.



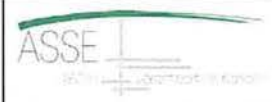
Projekt	PSP-Element	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: II
NAAN	NNNNNNNNNN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	64330000	GC	PF	0008	00	Stand: 21.04.2017

Titel der Unterlage:

GEOTECHNISCHES, GEOPHYSIKALISCHES MONITORINGPROGRAMM UND
BAUSTOFFUNTERSUCHUNGEN - JAHRESBERICHT 2016 DES TEILBEREICHES
STANDORTÜBERWACHUNG

Rev.	Rev.-Stand Datum	UVST	Prüfer	Rev. Seite	Kat.*	Erläuterung der Revision

*) Kategorie R = redaktionelle Korrektur
Kategorie V = verdeutlichende Verbesserung
Kategorie S = substantielle Änderung
mindestens bei der Kategorie S müssen Erläuterungen angegeben werden



Stand: 21.04.2017

Blatt: 1

DECKBLATT

Projekt	PSP-Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd Nr.	Rev.
NNA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00

Kurztitel der Unterlage:
 Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen
 Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung

Ersteller / Unterschrift: _____ Prüfer / Unterschrift: _____

Titel der Unterlage:
**Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und
 Baustoffuntersuchungen**
Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung

Freigabevermerk:

Freigabedurchlauf

Fachbereich: Betrieb	Stabsstelle Qualitätsmanagement:	Endfreigabe: Geschäftsführung Asse-GmbH
Unterschrift	Unterschrift	Unterschrift

KQM_Deck-Revisionsblatt_REV17_Stand-2016-06-15

REVISIONSBLATT


Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00

Kurztitel der Unterlage:

Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen
Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung

Rev	Revisionsstand Datum	Verantwortl. Stelle	revidierte Blätter	Kat. *)	Erläuterung der Revision
00	21.04.2017	T-BS		–	Neuerstellung

*) Kategorie R = redaktionelle Korrektur, Kategorie V = verdeutlichende Verbesserung, Kategorie S = substantielle Änderung.
Mindestens bei der Kategorie S müssen Erläuterungen angegeben werden.

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 <small>ASSE</small> <small>GM&H</small> <small>Verantwortlich handeln</small>
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	


Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen
 Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung

Blatt: 3

Inhaltsverzeichnis

Blatt


Deckblatt	1
Revisionsblatt	2a
Inhaltsverzeichnis	3
1 Einleitung	12
2 Geotechnisches Kontroll- und Überwachungsprogramm	14
2.1 Gebirgsspannungsmessungen	14
2.1.1 Messziele	14
2.1.2 Messsysteme	14
2.1.3 Durchführung der Messungen	15
2.1.4 Darstellung der Messergebnisse	15
2.1.4.1 Südflanke	15
2.1.4.2 Spannungssituation nördlich des Baufeldes an der Südflanke	22
2.2 Messungen zum Verformungszustand und Deformationsverhalten	22
2.2.1 Nivellements über Tage	22
2.2.2 Nivellements unter Tage	23
2.2.3 Lagemessungen unter Tage	24
2.2.4 Schachtlotungen und Teufenmessungen	25
2.2.5 Querschlägige Extensometermessungen im Baufeld an der Südflanke	26
2.2.6 Inklinometermessungen und Inspektion der Inklinometerbohrungen	28
2.2.7 Konvergenzmessungen	29
2.3 Versatzdruckmessungen	33
2.3.1 Messziel	33
2.3.2 Messsysteme	33
2.3.3 Durchführung der Messungen	33
2.3.4 Darstellung der Messergebnisse	33
2.4 Mikroseismische Überwachung	35
2.4.1 Ziele der mikroseismischen Überwachung des Grubengebäudes und des Deckgebirges	35
2.4.2 Mikroseismisches Messsystem	36
2.4.3 Messdurchführung und Auswertung	37
2.4.4 Übersicht über die Ergebnisse der mikroseismischen Überwachung	39
2.4.5 Mikroseismizität am oberen Baufeldrand	43
2.4.6 Mikroseismizität im Bereich der Abbaureihe 1 und des Blindschachts 1	46
2.4.7 Mikroseismizität im Bereich der mittleren Sohlen im zentralen Bereich und Ostflügel	47
2.4.8 Mikroseismizität bei der ELK 4/750, der 2. südlichen Richtstrecke nach Westen auf der 750-m-Sohle und am Blindschacht 2 (700- bis 750-m-Sohle)	48
2.4.9 Mikroseismizität bei den ELK im Ostflügel, insbesondere im bzw. beim östlichen Teil der ELK 6/750	48
2.4.10 Mikroseismizität unterhalb der 679-m-Sohle nördlich des Baufeldes an der Südflanke, insbesondere im Bereich des Sattelkerns	49
2.4.11 Mikroseismizität südlich bis südöstlich–unterhalb des Grubengebäudes (insbesondere auch im Deckgebirge unterhalb des 574-m-Niveaus)	53
2.4.12 Besondere mikroseismische Überwachung der Firstspaltverfüllung	54
2.4.13 Fazit	55
2.5 Mikroakustische Überwachung der Firsten der Abbaue 3/490 und 4/490	55
2.5.1 Motivation und Ziele der mikroakustischen Überwachung	55
2.5.2 Kurzbeschreibung des Verfahrens, der Messtechnik und Messdurchführung	56

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 <small>ASSE GMBH</small> <small>Verantwortlich handeln</small>
NNA	NNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung							Blatt: 4


2.5.3	Sensivität und Genauigkeit	56
2.5.4	Ergebnisse der mikroakustischen Überwachung	57
2.5.4.1	Monitoring des Abbaus 3/490	57
2.5.4.2	Monitoring des Abbaus 4/490	59
2.5.5	Fazit	61
3	Überwachung des Baufeldes an der Südflanke oberhalb der 750-m-S und insbesondere der Firstspaltverfüllung	63
3.1	Messergebnisse	64
3.1.1	Extensometer	64
3.1.2	Temperaturmessungen — Messtechnisch erfasste Einwirkungen auf das Tragsystem (Pfeiler und Schweben) und die Versatzkörper	64
3.1.3	Salzlösungsmonitoring	65
3.1.4	Weitere Messverfahren	65
3.2	Zusammenfassende Bewertung der Überwachung der Firstspaltverfüllung	66
4	Lokale Monitoringprogramme zur Überwachung sensibler Infrastrukturbereiche	67
4.1	Infrastrukturbereiche am oberen Baufeldrand (490-m-Sohle und Abbau 2/511)	67
4.2	Nebenabbau auf der 532-m-Sohle (Abbaue 6a/532–9b/532)	94
4.3	Westflügel der 553- und 574-m-Sohle (Abbaureihe 3)	98
4.4	Gebirgsmechanische Situation im Bereich der Wendelstrecke von der 490- bis zur 850-m-Sohle	105
4.5	Infrastrukturräume auf der 700-m-Sohle	113
4.6	Füllort Schacht 2 auf der 750-m-Sohle	123
4.7	Nördliche und 2. nördliche Richtstrecke nach Osten auf der 750-m-Sohle	131
4.8	2. südliche Richtstrecke nach Westen auf der 750-m-Sohle	138
5	Salzlösungsmonitoring	139
5.1	Überwachung des Salzlösungszutritts 2016	139
5.2	Aufgefangene Salzlösungsmengen in der Südflanke	140
5.3	Lösungen in der Nordflanke	145
5.4	Zusammenfassung	145
6	Bau- und Versatzstoffe	147
6.1	Qualitätssicherung der Bau- und Versatzstoffe	148
6.1.1	Magnesiumchloridlösung (Anmachflüssigkeit für Sorelbeton)	148
6.1.2	Magnesiumoxid (MgO; Basismaterial für die Sorelbetonherstellung)	148
6.1.3	Steinsalz (Fremdsalz)	149
6.1.4	Eigensalz und Mischsalz zur Verwendung bei der Sorelbetonherstellung	150
6.1.5	Vorprodukt für die Sorelbetonherstellung	151
6.2	Sorelbetonproduktion	151
6.2.1	Qualitätssicherung der Zusammensetzung des Sorelbetons	151
6.2.2	Qualitätssicherung der Frischbetonsuspension und der Einzelkomponenten	152
6.3	Sonstige Baustoffuntersuchungen	153
7	Gesamtbewertung	154
8	Literaturverzeichnis	159

Verzeichnis der Anhänge


Anhang 1:	Allgemeine Darstellungen	167
Anhang 1.1:	Lage der geotechnischen Messstellen	167
Anhang 1.2:	Zeitfolge der Versatzeinbringung und Firstspaltverfüllung	168

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	

Anhang 1.3:	Status und Bilanzierung der Versatzanteile aus der Firstspaltverfüllung in den Abbaureihen 1 bis 9 einschließlich der Verfüllung weiterer Resthohlräume im Baufeld der Südflanke oberhalb der 750-m-Sohle, Stand: 31.12.2016	169
Anhang 2:	Gebirgsspannungsmessungen	171
Anhang 2.1:	Westflügel	171
Anhang 2.2:	Bereich des Hauptpfeilers 4/5	184
Anhang 2.3:	Ostflügel	191
Anhang 2.4:	Östlicher Baufeldrand	209
Anhang 2.5:	Spannungssituation nördlich des Baufeldes an der Südflanke	211
Anhang 3:	Verformungsmessungen	213
Anhang 3.1:	Nivellements über Tage	213
Anhang 3.2:	Extensometermessungen	215
Anhang 3.3:	Visuelle Beobachtungen in den Inklinometerbohrungen	229
Anhang 4:	Versatzdruckmessungen	230
Anhang 4.1:	Prinzipskizze – Aufbau einer Versatzdruckmonitorstation und eines Versatzdruckgebers	230
Anhang 4.2:	Übersicht des Verfüllfortschrittes (Stand: 11/16) und der mittleren Versatzdruckmesswerte (Stand: 12/16)	231
Anhang 4.3:	Messwertdarstellung Abbau 7/595 (MQ2)	232
Anhang 4.4:	Messwertdarstellung Abbau 9/616 (MQ1)	233
Anhang 5:	Mikroseismische Überwachung	234
Anhang 5.1:	Positionen der Mikroseismiksonden	234
Anhang 5.2:	Betriebsbereitschaft des Mikroseismiknetzes und der Erfassung	236
Anhang 5.3:	Ereignisregistrierung: Ereignisdetektionen pro Kalendermonat 07/2007 bis 02/2017	237
Anhang 5.4:	Anteil der Zeit ohne bzw. mit nur geringen bergmännischen Aktivitäten	238
Anhang 5.5:	Mikroseismische Ereignisse in den Betriebsruhephasen von 10/2014 bis 09/2015 (Schnitt 1, Draufsicht und tabelliert nach Tiefe und Magnitude) zum Vergleich	239
Anhang 5.6:	Mikroseismische Ereignisse in den Betriebsruhephasen von 10/2014 bis 09/2015 (Schnitt 1, Draufsicht und tabelliert nach Tiefe und Magnitude) — Ergebnisse der manuellen Auswertung zum Vergleich	242
Anhang 5.7:	Übersicht über die räumliche Verteilung der mikroseismischen Ereignisse in den Betriebsruhephasen von 10/2015 bis 09/2016 (Schnitte 1 und 2, sowie Draufsicht) — Konsistenz der Lokalisierungsergebnisse	245
Anhang 5.8:	Dreiwochenmittel der Ereignisraten von 10/2008 bis 2/2017 (gesamter überwachter Bereich)	248
Anhang 5.9:	Sorelbetonmenge in Kubikmetern pro Kalenderjahr	249
Anhang 5.10:	Ausgewählte mikroseismische Ereignisse von 10/2015 bis 09/2016 (manuelle Auswertung, Schnitt 1, Draufsicht und Schnitt 2)	250
Anhang 5.11:	Mikroseismischen Ereignisse in den Betriebsruhephasen von 10/2015 bis 09/2016 (Schnitt 1 und Draufsicht und tabelliert nach Tiefe und Magnitude)	253
Anhang 5.12:	Übersicht über die räumliche Verteilung der mikroseismischen Ereignisse in den Betriebsruhephasen von 10/2008 bis 02/2017 (Schnitt 1 und Draufsicht) (Automatik)	256

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 <small>ASSE</small> <small>GM&H</small> <small>Verantwortlich handelt.</small>
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	


Anhang 5.13:	Übersicht über die räumliche Verteilung der mikroseismischen Ereignisse in den Betriebsruhephasen von 10/2008 bis 02/2017 (manuelle Auswertung, ab 27.12.2016 teilweise nicht repräsentative Auswahl): Schnitt 1, Schnitt 2 und Draufsicht	258
Anhang 5.14:	Zeitliche Entwicklung der mittleren mikroseismischen Aktivität im gesamten überwachten Bereich (Automatik) aufgeschlüsselt nach Magnituden	261
Anhang 5.15:	Zeitliche Entwicklung der mittleren mikroseismischen Aktivität ohne die Cluster bei ELK 4/750 und ELK 6/750 (Automatik) aufgeschlüsselt nach Magnituden	262
Anhang 5.16:	Mikroseismische Ereignisse aufgeteilt nach Deckgebirge, den Abbauen an der Südflanke und übrigen Ereignissen (Schnitt 1)	263
Anhang 5.17:	Dreiwochenmittel der Ereignisraten von 10/2008 bis 2/2017 im Deckgebirge	266
Anhang 5.18:	Dreiwochenmittel der Ereignisraten von 10/2008 bis 2/2017 in den Abbauen an der Südflanke und nördlich davon	267
Anhang 5.19:	Mikroseismische Ereignisse in den Betriebsruhephasen von 10/2014 bis 10/2016 projiziert auf die Seigerrisse 30, 14, 2, 22, 26 und 28	268
Anhang 5.20:	Tiefenverteilung der mikroseismischen Ereignisse (Automatik, Betriebsruhe)	274
Anhang 5.21:	Mikroseismische Ereignisse in Betriebsruhephasen vom Oktober 2014 bis September 2016 nach Sohlen projiziert auf die Sohlenrisse	278
Anhang 5.22:	Cluster bei ELK 4/750	301
Anhang 5.23:	Cluster bei der ELK 6/750	305
Anhang 5.24:	Mikroseismizität bei Abbau 3/490	308
Anhang 5.25:	Mikroseismizität beim Blindschacht 2a	309
Anhang 5.26:	Mikroseismizität am zentralen oberen Baufeldrand	310
Anhang 5.27:	Mikroseismizität am östlichen oberen Baufeldrand	312
Anhang 5.28:	Mikroseismische Aktivität bei Abbau 1/574 und seiner Umgebung (Abbaureihe 1, 532- bis 637-m-Sohle)	315
Anhang 5.29:	Mikroseismische Aktivität in der Umgebung und nördlich des Pfeilers 1/2 auf der 658-m-Sohle	317
Anhang 5.30:	Mikroseismische Aktivität in der Umgebung des Blindschachts 1 und der Abbaureihe 1 im Bereich der 700-m-Sohle und darunter	318
Anhang 5.31:	Mikroseismizität im zentralen Bereich der 700-m-Sohle	320
Anhang 5.32:	Mikroseismizität im Bereich südlich des Blindschachts 4 (750-m-Sohle)	322
Anhang 5.33:	Mikroseismizität im zentralen-östlichen Teil des Sattelkerns (700- bis 750-m-Sohle)	324
Anhang 6:	Mikroakustische Messungen in den Abbauen 3/490 und 4/490	326
Anhang 6.1:	Mikroakustiknetzwerke zur Überwachung der Firsten der Abbaue 3/490 und 4/490	326
Anhang 6.2:	Mikroakustische Aktivität im Bereich der Firste des Abbaus 3/490	327
Anhang 6.3:	Betonage des LSB 1 im Abbau 3/490	331
Anhang 6.4:	Mikroakustische Aktivität im Bereich der Firste des Abbaus 4/490	333
Anhang 6.5:	Mikroakustische Aktivität im Bereich der Firste und der Umgebung des Abbaus 4/490	335
Anhang 6.6:	Mikroakustische Aktivität im gesamten Beobachtungsbereich des Netzes in Abbaus 3/490	337
Anhang 6.7:	Mikroakustische Aktivität im gesamten Beobachtungsbereich des Netzes in Abbau 4/490	339
Anhang 7:	Messtechnische Überwachung der Firstspaltverfüllung	341

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 <small>ASSE</small> <small>GM&H</small> <small>Verantwortlich handelt.</small>
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	

Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen
 Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung

Blatt: 7

Anhang 8:	Infrastrukturbereiche am oberen Baufeldrand (490-m-Sohle und Abbau 2/511)	344
Anhang 8.1:	Übersicht – Monitoring auf der 490-m-Sohle	344
Anhang 8.2:	Übersicht – Monitoring auf der 511-m-Sohle	345
Anhang 8.3:	Geplante Stabilisierungsmaßnahmen LSB 1 im Abbau 3/490	346
Anhang 8.4:	Konvergenzmessungen im Abbau 3/490	347
Anhang 8.5:	Ergebnisse der Messstelle 013 F (Zeitraum: 22.03.2011 bis 14.02.2017) . . .	348
Anhang 8.6:	Ergebnisse der Messstelle 014 F (Zeitraum: 22.03.2011 bis 14.02.2017) . . .	349
Anhang 8.7:	Ergebnisse der Messstelle 015 F (Zeitraum: 24.03.2011 bis 14.02.2017) . . .	350
Anhang 8.8:	Ergebnisse der Messstelle 033 F (004 F) (Zeitraum: 23.09.2009 bis 14.02.2017)	351
Anhang 8.9:	Ergebnisse der Messstelle 035 F (016 F) (Zeitraum: 24.03.2011 bis 14.02.2017)	352
Anhang 8.10:	Visuelle Befunde im Bereich der Firste des Abbaus 3/490 (Februar 2015) . .	353
Anhang 8.11:	Bezeichnungen der Firstrisse oberhalb des LSB1 im Abbau 3/490	354
Anhang 8.12:	Geplante Stabilisierungsmaßnahmen im Abbau 4/490	355
Anhang 8.13:	Bohrungen zur Erkundung der Schwebelücke zwischen Abbau 4/490 und 4/511 . .	356
Anhang 8.14:	Befüll- und Kontrollbohrungen im Abbau 4/490	357
Anhang 8.15:	Bohrprofil der Kontrollbohrung KBrG. 004.1 im 4/490	358
Anhang 8.16:	Temperatursensoren in der Schwebelücke zwischen Abbau 4/490 und 4/511	359
Anhang 8.17:	Temperaturüberwachung in der Schwebelücke zwischen Abbau 4/490 und 4/511 .	360
Anhang 8.18:	Temperaturüberwachung im Versatz Abbau 4/511	361
Anhang 8.19:	Konvergenzmessungen im Abbau 4/490	362
Anhang 8.20:	Firstextensometer 4900002 im Abbau 4/490	363
Anhang 8.21:	Konvergenzmessungen im Abbau 8/490	364
Anhang 8.22:	Konvergenzmessungen in der E-Werkstatt/490	365
Anhang 8.23:	Ergebnisse der Messstelle 012 F (Zeitraum: 03.01.2011 bis 28.02.2017) . . .	366
Anhang 8.24:	Ergebnisse der Messstelle 020 F (Zeitraum: 22.05.2012 bis 14.02.2017) . . .	367
Anhang 8.25:	Ergebnisse der Messstelle 021 F (Zeitraum: 26.06.2012 bis 06.03.2014) . . .	368
Anhang 8.26:	Rissdokumentation 2016	369
Anhang 8.27:	Rissdokumentation 2017	370
Anhang 8.28:	Konvergenzmessungen im Bereich des HGL/490	371
Anhang 8.29:	Konvergenzmessungen im Abbau 2/511	372
Anhang 9:	Nebenabbaue auf der 532-m-Sohle (Abbaue 6a/532–9b/532)	373
Anhang 9.1:	Draufsicht der 511- und 532-m-Sohle mit Lage des Fissurometers 003F . . .	373
Anhang 9.2:	Lageplan der Firstkontrollbohrungen, Konvergenzmessquerschnitte, Temperaturmessketten, Inklinometer- und Extensometerbohrungen (Grundrissausschnitt der 532-m-Sohle)	374
Anhang 9.3:	Ergebnisse der Temperaturmessungen	375
Anhang 9.4:	Ergebnisse der Konvergenzmessungen	377
Anhang 10:	Westflügel der 574-m-Sohle	379
Anhang 10.1:	Draufsicht der 553- und 574-m-Sohle	379
Anhang 10.2:	Grundrissausschnitt der 574-m-Sohle im Bereich des Abbaus 3/574 mit Lage der Katasterlokalitäten, visuell aufgeschlossener Risse und geotechnischen Messstellen	380
Anhang 10.3:	Grundrissausschnitt der 553-m-Sohle im Bereich der Abbaue 2/553 bis 6/553 mit Lage der Katasterlokalitäten, visuell aufgeschlossener Risse und geotechnischen Messstellen	381
Anhang 10.4:	Rissaufnahme in der Abbaubegleitstrecke im Bereich der Abbaue 3/574 und 4/574	382
Anhang 10.5:	Ergebnisse der Fissurometermessungen vor Abbau 6/553 (Firstbereich) – Messstelle 017F und 018F	383

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 <small>ASSE</small> <small>GM&H</small> <small>Verantwortlich handelt.</small>
NNA	NNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	

Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen
 Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung

Blatt: 8

Anhang 10.6:	Ergebnisse der Fissurometermessungen am westlichen Zugang zum Abbau 3/574 (Firstbereich) – Messstelle 027F	385
Anhang 10.7:	Fassungsraten an den Katasterstellen L553007 und L574006	386
Anhang 11:	Gebirgsmechanische Situation im Bereich der Wendelstrecke von der 490- bis zur 850-m-Sohle	387
Anhang 11.1:	Wendelstreckenverlauf mit Bewertung von Gebrauchstauglichkeit und Sanie- rungsbedarf	387
Anhang 11.2:	Ausgewählte Abbildungen der Firstkontrollbohrungen FKBrG. 637-12, 750-50, 750-54 und 775-11	388
Anhang 11.3:	Ausgewählte Abbildungen der Stoßkontrollbohrungen StKBrG. 750-55, 750-56 und 750-58	389
Anhang 11.4:	Ergebnisse der Fissurometermessungen (exemplarisch)	390
Anhang 11.5:	Konvergenzmessungen	393
Anhang 12:	Richtstrecken nach Osten im Sohlen-/Firstniveau der 700-m-Sohle	396
Anhang 12.1:	Räumliche Anordnung der Grubenräume im Monitoringbereich	396
Anhang 12.2:	Lage der Monitoring-Teilbereiche	397
Anhang 12.3:	Lage der Kontrollbohrungen und geotechnischen Messstellen	398
Anhang 12.4:	Rissausschnitt der 700-m-Sohle mit empfohlenen Stabilisierungsmaßnahmen	399
Anhang 12.5:	Ergebnisse der Konvergenzmessungen	400
Anhang 12.6:	Fissurometermessungen	402
Anhang 13:	Füllort Schacht 2 auf der 750-m-Sohle	405
Anhang 13.1:	Lage der Beobachtungs- und Messpunkte	405
Anhang 13.2:	Ausgewählte Abbildungen der Firstkontrollbohrungen	406
Anhang 13.3:	Ergebnisse der Rissbeobachtungen und Konvergenzmessungen	407
Anhang 13.4:	Fissurometermessungen	408
Anhang 14:	Nördliche und 2. nördliche Richtstrecke nach Osten auf der 750-m-Sohle	411
Anhang 14.1:	Grundrissausschnitt der 750-m-Sohle mit Lage der Messbohrungen und Mess- systeme	411
Anhang 14.2:	Ergebnisse der Fissurometermessungen	412
Anhang 14.3:	Konvergenzmessungen	413
Anhang 14.4:	Ergebnisse der Videoinspektion in den Firstkontrollbohrungen	414
Anhang 14.5:	Zeitreihen der Firstextensometer- und Temperaturmessungen	416
Anhang 14.6:	Firstnivellement	418
Anhang 14.7:	Empfohlene sowie bereits umgesetzte Stabilisierungsmaßnahmen	419
Anhang 15:	Tabellarische Übersichten der Spannungswerte und Richtungen	420
Anhang 15.1:	Gesamte räumliche Verteilung der maximalen Spannungsmesswerte 11/2016	420
Anhang 15.2:	Gesamte räumliche Verteilung der minimalen Spannungsmesswerte 11/2016	421
Anhang 15.3:	Tabellarische Übersicht der maximalen Spannungsmesswerte und Richtungen von 2010 bis 2016	422
Anhang 15.4:	Tabellarische Übersicht der minimalen Spannungsmesswerte und Richtungen von 2010 bis 2016	423

Tabellenverzeichnis

Tabelle 2.1:	SMS – Instrumentierungen	14
Tabelle 2.2:	Zeitliche Entwicklung der Maxima der Pfeilerstauchungsraten	27


Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 <small>ASSE</small> <small>GmbH – Verantwortlich handeln.</small>
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	

Tabelle 2.3:	Abgeleitete Bandbreiten des Konvergenzverhaltens für die verschiedenen Instrumentierungsbereiche jeweils zum 01.11.2015 und 01.11.2016	32
Tabelle 2.4:	Versatzdruckverteilung im Berichtszeitraum	34
Tabelle 4.1:	Horizontale Konvergenzraten im Abbau 3/490	70
Tabelle 4.2:	Vertikale Konvergenzmessungen im Abbau 3/490	71
Tabelle 4.3:	Horizontale Konvergenzraten im Abbau 4/490	74
Tabelle 4.4:	Ergebnisse des Firstnivellements im Abbau 4/490 bezogen auf den Polygonpunkt PP 490072 bzw. PP 490082	75
Tabelle 4.5:	Horizontale Konvergenzraten im Abbau 8/490	78
Tabelle 4.6:	Horizontale Konvergenzraten in der E-Werkstatt/490	80
Tabelle 4.7:	Horizontale Konvergenzraten im Bereich des HGL	87
Tabelle 4.8:	Horizontale Konvergenzraten im Abbau 2/511	91
Tabelle 4.9:	Ergebnisse des Firstnivellements im Abbau 2/511 bezogen auf den Polygonpunkt PP 511014	92
Tabelle 6.1:	Mittlere Zusammensetzung aus 623 LKW-Anlieferungen Anmachflüssigkeit für die Produktion von Sorelbeton im Jahr 2016	148
Tabelle 6.2:	Zusammenstellung der Laboruntersuchungen am MgO aus der Anlieferungskontrolle und den Qualitätskontrollen bei der Sorelbetonproduktion im Jahr 2016	149
Tabelle 6.3:	Zusammenstellung der Laboruntersuchungen am gelieferten Steinsalz aus der Anlieferungskontrolle und der baubegleitenden Beprobung unter Tage an der Baustoffanlage 20BA im Jahr 2016	150
Tabelle 6.4:	Zusammenfassung der Mittelwerte der Laborergebnisse von bei der Sorelbetonproduktion verwendeten Salzsorten im Jahr 2016	150
Tabelle 6.5:	Zusammenfassung der Laborergebnisse der untersuchten Vorprodukte für die Sorelbetonproduktion im Jahr 2016	151
Tabelle 6.6:	Übersicht der verbauten Gesamtmassen bei der Sorelbetonproduktion im Jahr 2016	152
Tabelle 6.7:	Durchschnittliche prozentuale Zusammensetzung des Sorelbetons im Jahr 2016	152
Tabelle 6.8:	Durchschnittliche Ergebnisse der baubegleitenden Untersuchungen an der Frischbetonsuspension, der Anmachflüssigkeit und der Zutrittslösung im Jahr 2016	153

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2.1:	Mikroseismische Ereignisse von Oktober 2015 bis September 2016 (Ausschnitt aus den Ergebnissen der automatischen Auswertung während Zeiten ohne bergmännische Aktivitäten mit Skizze des Grubengebäudes und der Grenzfläche Salz–Deckgebirge).	40
Abbildung 2.2:	Die räumliche Verteilung der mikroakustischen Aktivität im Abbau 3	57
Abbildung 2.3:	Die räumliche Verteilung der mikroakustischen Aktivität im Abbau 4	60
Abbildung 4.1:	Fotoaufnahme des verfüllten Lösungsspeicherbeckens 1 (LSB 1) im Abbau 3/490 vom 03.01.2017.	68
Abbildung 4.2:	FK-Brg. 15/490-3, Tiefe: 0,7 m	69
Abbildung 4.3:	FK-Brg. 15/490-3, Tiefe: 0,7 m, Ansicht: Süd	69
Abbildung 4.4:	Fotoaufnahme von der größten Ablösung (Riss 4) im Zentrum oberhalb des LSB 1 im Abbau 3/490 vom 20.09.2016.	70
Abbildung 4.5:	Vertikale Konvergenzmessungen im Abbau 3/490	71
Abbildung 4.6:	Fotoaufnahme des Abbaus 4/490 vom 03.01.2017.	73
Abbildung 4.7:	Fotoaufnahme des Abbaus 8/490 vom 03.01.2017.	77
Abbildung 4.8:	Fotoaufnahme des Abbaus 9/490 vom 03.01.2017.	79
Abbildung 4.9:	Fotoaufnahme der E-Werkstatt/490 vom 03.01.2017.	80




Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	
NNA	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung							Blatt: 10

Abbildung 4.10:	Fotografie des Risses im Pfeiler zwischen E-Werkstatt/490 und Abbau 8/490 vom 03.01.2017, Blickrichtung: Südost	81
Abbildung 4.11:	Fotografie der Kfz-Werkstatt/490 vom 03.01.2017.	82
Abbildung 4.12:	Gesamtübersicht der mit der 400-MHz-Antenne aufgenommenen Profile der Firstuntersuchungen in der Kfz-Werkstatt/490.	83
Abbildung 4.13:	3-D Darstellung der Ergebnisse der Georadaruntersuchungen an der Firste der Kfz-Werkstatt/490 in Kombination mit vorhandenen Firstkontrollbohrungen. Gelb: Firstkontrollbohrung FKBrG. 5/490-KFZ, Grün: Firstkontrollbohrung FKBrG. 6/490-KFZ. Die Reflexionen aus dem Firsthangenden konnten sulfathaltigen Bereichen zugeordnet werden.	84
Abbildung 4.14:	Fotografie des Füllortes Schacht 2/490 vom 03.01.2017.	85
Abbildung 4.15:	Fotografie des Füllortes Schacht 4/490 vom 03.01.2017.	85
Abbildung 4.16:	Fotografie der Schallschutzkulisse des Hauptgrubenlüfterstandortes auf der 490-m-Sohle vom 03.01.2017.	86
Abbildung 4.17:	Fotografie in der Beschickungskammer (Abbau 8a/490) vom 16.01.2016.	88
Abbildung 4.18:	Fotografien der MAW-Kammer auf der 511-m-Sohle. Linkes Bild: 1972, Rechtes Bild: 1984.	88
Abbildung 4.19:	Gesamtübersicht der mit der 400-MHz-Antenne aufgenommenen Profile in der Beschickungskammer auf der 490-m-Sohle zur Untersuchung der Schwebelücke zwischen der Beschickungskammer und der MAW-Kammer. Die Abbildung wurde der Unterlage [52] entnommen.	89
Abbildung 4.20:	Fotografie des Abbaus 2/511 vom 03.01.2017.	91
Abbildung 4.21:	Umfahrung nördlich der Abbaue 6a/532 und 7a/532, Stand 14.03.2017	95
Abbildung 4.22:	Abbau 8a/532, Böschung der Verfüllung mit Firstspalt, Blick nach Südwesten, Stand: 02.02.2017	96
Abbildung 4.23:	Abbau 8a/532, Fluchtbohrung zur 490-m-Sohle mit Sicherungsankern und konturnahem Riss, Blick nach Osten, Stand: 08.03.2017	97
Abbildung 4.24:	Risse am Südstoß der Abbaubegleitstrecke vor Abbau 4 auf der 553-m-Sohle, von der Stoßmitte nach Westen zur Sohle verlaufend	101
Abbildung 4.25:	Riss 3/574 mit Markierung von Rissenden und verschiedenen Messpunkten zur Ermittlung der Öffnungsweite	101
Abbildung 4.26:	Ausgewählte Fotos aus dem Bohrloch 553012 (Pfeiler 3/4, 553-m-Sohle)	102
Abbildung 4.27:	Ausgewählte Fotos aus dem Bohrloch 553014 (Pfeiler 4/5, 553-m-Sohle)	103
Abbildung 4.28:	Ausgewählte Fotos aus dem Bohrloch 574005 (Pfeiler 2/3, 574-m-Sohle)	103
Abbildung 4.29:	Intensiv entfestigter Südstoß vom Sohlenniveau der 637-m-Sohle bis zum Zugang zu Abbau 3/658	107
Abbildung 4.30:	Entfestigte Stöße im Wendelstreckenabschnitt vom Firstniveau /725 bis zur Wendelkehre Sohlenniveau /725	108
Abbildung 4.31:	Sanierungsmaßnahmen im Wendelstreckenabschnitt von der 725-m- zur 750-m-Sohle	109
Abbildung 4.32:	Entfestigungserscheinungen im Wendelstreckenabschnitt von der 1. südlichen Richtstrecke nach Westen zur 775-m-Sohle	111
Abbildung 4.33:	Stabilisierung des oberen Wendelstreckenabschnitts zwischen der Wendelkehre 725 und der 750-m-Sohle durch Erstellung von Sorelbetonmauern entlang der nachgeschnittenen Stöße	113
Abbildung 4.34:	Lage der Beobachtungsbereiche im Umfeld der Baustoffanlage 20BA auf der 700-m-Sohle	116
Abbildung 4.35:	Konturnachschnitt im Bereich des südöstlichen Füllortstoßes	124

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 <small>ASSE GMBH</small> <small>Verantwortlich handeln</small>
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	

Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung	Blatt: 11
---	-----------

Abbildung 4.36: Betonagearbeiten im Füllortbereich	125
Abbildung 4.37: Stabilisierungsmaßnahmen am südöstlichen Pfeiler im Bereich der Bullflexsäulen	125
Abbildung 4.38: Füllort mit geschädigtem südöstlichen Pfeiler und entfestigtem Nordstoß	126
Abbildung 4.39: Sanierungsmaßnahmen im Bereich der Zugangsstrecke zum Füllort Schacht 4/750	130
Abbildung 4.40: Fortsetzen der Stabilisierungsmaßnahmen in der nördlichen Richtstrecke nach Osten	132
Abbildung 4.41: Nachfolgende Stabilisierungsmaßnahmen am Zugang Abbau 5a(Na2) sowie am westlichen Kleinpfeiler	133
Abbildung 4.42: Stabilisierungsmaßnahmen in der nordwestlichen Streckenaufweitung und am Zugang Abbau 5a(Na2)	133
Abbildung 4.43: Fertiggestellte Stützbauwerke im westlichen Monitoringbereich	134
Abbildung 5.1: Fassungsrate im Baufeld der Südflanke (Wochenmittel)	140
Abbildung 5.2: Fassungsrate im Bereich des Baufeldes der Südflanke auf der 553-,574-,637-, 658-, 725- und 750-m-Sohle	141
Abbildung 5.3: Fassungsrate im Bereich der Südflanke von der 725- und 750-m-Sohle	142
Abbildung 5.4: Prozentualer Anteil der täglich gefassten Lösungen auf den einzelnen Sohlen, bezogen auf die täglich gefasste Gesamtmenge in der Südflanke	143
Abbildung 5.5: Fassungsrate aus dem Bereich 511-, 553- und 574-m-Sohle	144
Abbildung 5.6: Fassungsrate aus dem Bereich 637- und 658-m-Sohle	144
Abbildung 5.7: Fassungsrate aus dem Bereich der Nordflanke	145
 Anzahl der Blätter dieses Dokumentes:	 423

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung							Blatt: 12

1 Einleitung


Die Schachanlage Asse II ist ein altes Kali- und Steinsalzbergwerk, welches nach Einstellung der Rohstoffgewinnung 1965 von der Bundesregierung übernommen wurde. Von 1967 bis 1978 wurden im Auftrag des Bundesforschungsministeriums mittel- und schwachradioaktive Abfälle eingelagert. Die Forschungs- und Entwicklungsarbeiten, die anschließend in der Schachanlage Asse II im Auftrag des Forschungsministeriums der Bundesregierung durchgeführt wurden, sind Mitte 1995 weitgehend beendet worden. In Anbetracht der hohen Verformungsraten, der ablaufenden Bruchprozesse insbesondere im Baufeld an der Südflanke sowie des Lösungszutritts aus dem Deckgebirge wurden von der GSF und später HMGU Verfüllmaßnahmen im Hinblick auf eine schnellstmögliche und langzeitsichere Stilllegung geplant sowie zum Teil umgesetzt. Im November 2008 wurde in einem Kabinettsbeschluss vereinbart, dass ab dem 01.01.2009 die Schachanlage Asse II durch das BfS nach Atomrecht zu betreiben ist. Mit der Betriebsführung der Schachanlage Asse II hat das BfS wiederum die Asse-GmbH beauftragt.

Als verantwortlicher Betreiber der Schachanlage Asse II hat das BfS die Gefährdungslage, insbesondere im Hinblick auf eine auslegungsüberschreitende Entwicklung des Lösungszutritts (AÜL), analysiert [1], [2], daraus Maßnahmen zur Notfallplanung abgeleitet [3], [4] und die Asse-GmbH mit deren Umsetzung beauftragt. Weiterhin wurde ein Optionenvergleich zum Umgang mit den radioaktiven Abfällen im Hinblick auf eine Stilllegung durchgeführt. Als Ergebnis wurde am 15.01.2010 vom BfS festgestellt, dass die Rückholung der radioaktiven Abfälle nach derzeitigem Kenntnisstand die beste Variante ist. Um noch bestehende Unsicherheiten bezüglich des Zustandes der Einlagerungskammern (ELK), der eingelagerten Gebinde und deren Handhabungsmöglichkeiten sowie der Strahlenbelastungen bei der Rückholung zu klären, hat das BfS eine Probephase (Faktenerhebung) vorgesehen. Der Betrieb und die Stilllegung der Schachanlage Asse II sind in §57b AtG ("Lex Asse") geregelt (s. [5]).

Auf der Grundlage des vom BfS veröffentlichten Netzplanes und der derzeit bestehenden Rahmenbedingungen wurde im März 2013 ein Zwischenbericht zum Zeitablauf zur Vorbereitung der Rückholung vorgelegt [6]. Demnach ist mit einem Beginn der Rückholung nicht vor dem Jahre 2033 zu rechnen. Unter Berücksichtigung dieses Kenntnisstandes, der aktuellen Planungen zur Umsetzung der Vorsorgemaßnahmen [1], [2], [3], [4] und zur Rückholung der Abfälle [7] und der zunehmenden Gefährdungen in Teilen der Infrastrukturbereiche, ist für den Teilbereich Standortüberwachung von einer um mehrere Jahrzehnte verlängerten Betriebsphase auszugehen.

In das Grubengebäude der Schachanlage Asse II dringt im Baufeld an der Südflanke derzeit täglich ca. 12 m³ an NaCl-gesättigter Salzlösung ein [8]. Aufgrund der gebirgsmechanischen Situation kommt es zu weiteren Verformungen der Tragelemente und einer zunehmenden Beanspruchung des Deckgebirges [1], [2]. Diese Situation und die im Deckgebirge ablaufenden Subrosionsvorgänge können zu Veränderungen des Salzlösungszutritts führen [3], [9]. Die Erfahrungen aus dem Kali-, Steinsalz- und Kupferschieferbergbau zeigen, dass zuverlässige Prognosen für die Zutrittsentwicklung schwierig und mit großen Unsicherheiten behaftet sind [3]. Auch für die Schachanlage Asse II ist aufgrund der ungenauen Kenntnisse über die geologische und hydrogeologische Situation im Deckgebirge sowie der Zutrittspfade keine belastbare Prognose der Zutrittsentwicklung möglich. Die Aufgabe des Teilbereiches Standortüberwachung der Asse-GmbH ist es diesbezüglich daher, die im Grubengebäude zutretenden Lösungen bezüglich Fassungsrates, Temperatur, Dichte und chemischer Zusammensetzung zu analysieren und zu dokumentieren sowie Veränderungen zu erfassen und ggf. zu bewerten.

Um die Sicherheit der Schachanlage Asse II bis zum Ende der Betriebsphase im Hinblick auf eine mögliche auslegungsüberschreitende Entwicklung des Lösungszutritts (AÜL) [1], [2] zu gewährleisten, sind Maßnahmen zur Notfallplanung [3], [4] initiiert worden, die auch umfangreiche Stabilisierungsmaßnahmen beinhalten. Zur Überwachung der Bauzustände, der gebirgsmechanischen Situation insgesamt und der Auswirkungen dieser Maßnahmen im Hinblick auf die Schädigungsentwicklung

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung							Blatt: 13

erfolgt ein umfangreiches Monitoring mit entsprechenden gebirgsmechanischen und geophysikalischen Messungen.

Weiterhin sind in den stark geschädigten Infrastrukturbereichen zusätzliche lokale Monitoringprogramme zur Bewertung der Gebrauchstauglichkeit erforderlich geworden [10]. Außerdem werden geotechnische Sensoren zur Überwachung von vorsorglich durchzuführenden Verfüllmaßnahmen und zur Steuerung von Notfallmaßnahmen bei einem AÜL vorgesehen bzw. wurden bereits installiert.

Zur Beurteilung der bereits stark entfestigten Tragelemente und des Gesamtragsystems bis zum Ende der Betriebsphase wurde ein komplexes geotechnisches und geophysikalisches Kontroll- und Überwachungssystem eingerichtet (vgl. Anhang 1.1 auf Blatt 167). Die Messsysteme werden laufend überprüft, bei Bedarf werden Sensoren ergänzt oder defekte Messsysteme ersetzt.


Aus gebirgsmechanischer Sicht haben die Messungen folgende Aufgaben zu erfüllen:

- Überwachung und Beweissicherung der ablaufenden, sicherheitsrelevanten, gebirgsmechanischen Prozesse im Gesamtragsystem,
- Überprüfung bzw. Validierung der gebirgsmechanischen Berechnungen zur Tragfähigkeit,
- Bewertung der Resttragfähigkeit des Tragsystems der Asse-Südflanke,
- Überprüfung der Wirksamkeit bzw. der Auswirkungen von durchgeführten Verfüllmaßnahmen,
- Beurteilung der Gebrauchstauglichkeit (Betriebssicherheit) von Infrastrukturräumen und bei Bedarf Ableitung von Empfehlungen für Stabilisierungs- und Sicherungsmaßnahmen,
- Beurteilung der Einwirkungen und Erkennen kritischer Situationen, die eine Gefährdung des Bergwerkes insbesondere im Hinblick auf einen Notfall durch eine auslegungsüberschreitende Entwicklung des Lösungszutritts darstellen können.

Das Ziel der Standortüberwachung ist die Erfassung des groß- und kleinräumigen Spannungs- und Verformungsverhaltens der tragenden Elemente des Baufeldes an der Südflanke sowie des Verformungsverhaltens des Grubengebäudes selbst sowie im Verbund mit dem Neben- und Deckgebirge. Weiterhin werden mikroseismische und mikroakustische Messungen zur Detektion von Bruchvorgängen im Gebirge und Radarmessungen zur Erkundung von Auflockerungszonen durchgeführt sowie die Parameter der im Grubengebäude austretenden Salzlösungen und der eingebrachten Versatzstoffe erfasst.

Die geotechnische Betriebsüberwachung dient somit einerseits der Erfassung der Gebirgsreaktionen in der Betriebsphase, insbesondere im Hinblick auf die durchgeführten Verfüll- bzw. Stabilisierungsmaßnahmen und Bewertung der Lösungszutritte, sowie andererseits als Planungsgrundlage für weitere Stabilisierungsmaßnahmen.

In der vorliegenden Unterlage werden die zur Verfügung stehenden Ergebnisse aller Messungen und Untersuchungen des Teilbereiches Standortüberwachung in komprimierter Form für das Jahr 2016 dargestellt und bewertet. Aufgrund der unterschiedlichen Komplexität und Methodik der Messverfahren liegen zum Berichtsstand Daten aus unterschiedlichen Messzeiträumen vor. Dies ist in den jeweiligen Kapiteln entsprechend angegeben.

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 <small>ASSE GMBH – Verantwortlich handeln.</small>
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung							Blatt: 14

2 Geotechnisches Kontroll- und Überwachungsprogramm

2.1 Gebirgsspannungsmessungen

2.1.1 Messziele

Zur Gewährleistung der Sicherheit der Schachtanlage Asse II bis zum Ende der Betriebsphase muss die Beanspruchung des Tragsystems innerhalb des Grubengebäudes und des Gesamttragsystems (Grubengebäude-Deckgebirge) durch eine intensive messtechnische Erfassung der Gebirgsspannungen beobachtet werden.

Aus gebirgsmechanischer Sicht haben die Spannungsmessungen in den Tragelementen folgende Ziele zu erreichen:

- Überwachung und Beweissicherung der Spannungssituation in den Pfeilern im Baufeld an der Südflanke,
- Parametergewinnung für die Planung und Qualitätssicherung von Maßnahmen zur Notfallvorsorge sowie deren Funktionsbewertung,
- Verifizierung der numerischen Berechnungen zur Tragfähigkeit, Vergleich zwischen Messung (IST-Zustand) und Modellrechnung.

2.1.2 Messsysteme

Derzeit sind im Baufeld an der Südflanke insgesamt 55 Spannungsmonitorstationen (SMS) in den Pfeilern oberhalb der 700-m-Sohle installiert (s. Anhang 1.1 auf Blatt 167), von denen sich 43 im routinemäßigen Messbetrieb befinden. Eine Übersicht der Druckkissenanordnung und Art der Messwertabfrage der aktiven SMS zeigt Tabelle 2.1.


Tabelle 2.1: SMS – Instrumentierungen

Instrumentierung	Messrichtungen							Messwert- abfrage
	45°/streichend	45°/querschlägig	querschlägig	45°(23°)/vertikal	streichend	vertikal		
1994 (Pfeiler 4/5, Nord, 577 / 566)	–	✓	✓	–	✓	✓	elektrisch / hydraulisch	
1994 (Pfeiler 4/5, Süd, 577 ⁽¹⁾ / 566)	–	✓	✓	✓	✓	✓	elektrisch / hydraulisch	
1997–2007	✓	✓	✓	✓	✓	✓	elektrisch / hydraulisch	
seit 2015	✓	✓	✓	✓	✓	✓	elektrisch	

⁽¹⁾ Überwiegend ausgefallen, daher keine grafische Darstellung.

Die spezielle Anordnung der Druckkissen bei Instrumentierungen ab 1996 erlaubt es, aus den sechs Druckmesswerten den Spannungstensor am Standort der jeweiligen SMS zu berechnen.

Aufgrund der inzwischen starken Entfestigung der Tragelemente und der verformungsbedingten Schäden an Teilen des Messsystems ist ein belastbarer Rückschluss von Messwerten auf den wirkenden Spannungstensor derzeit nur eingeschränkt möglich. Daher erfolgt die Auswertung der erfassten richtungsorientierten Druckmesswerte in der Regel im Hinblick auf die wirkenden maximalen und minimalen Spannungen (σ_{\max} , σ_{\min}) sowie die wirksamen Spannungsdifferenzen $\Delta\sigma$ (vgl. Anhang 15.3 auf Blatt 422 und Anhang 15.4 auf Blatt 423).

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	
NNA	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung							Blatt: 15

Die SMS wurden an ausgewählten Pfeilerlokalationen im Baufeld an der Südflanke überwiegend in Höhe einbindender Schweben kraftschlüssig installiert.

In 2015 erfolgte die Ersatzinstrumentierung von vier SMS. Davon wurden drei SMS im Pfeiler 5/6 in 513 m, 534 m und 555 m Teufe sowie eine SMS im nördlichen Bereich des Pfeilers 4/5 in 550 m Teufe eingebaut. Bei diesen SMS erfolgt ausschließlich eine elektrische Messwertabfrage.

Exemplarisch wurden die Hauptspannungen (σ_1 , σ_2 , σ_3) für die Station im Pfeiler 5/6 (513 m Teufe) berechnet und sind in Anhang 2.3 auf Blatt 197 dargestellt.

2.1.3 Durchführung der Messungen

Für die Abfrage der Spannungsmesswerte werden automatische Messwerterfassungsanlagen verwendet. Von der jeweiligen SMS wurden spezielle Messkabel zum Messwerterfassungsraum auf der 490-m-Sohle verlegt. Im Messwerterfassungsraum erfolgt die Datenerfassung auf Ringkernspeichern in den Messwerterfassungsanlagen. Diese Daten werden von einem Server in Gebäude 11 via dem lokalen Netzwerk über die Schächte 2 und 4 abgerufen, gespeichert und archiviert. Auf diesen Server können die Bearbeiter zur Datenbearbeitung und zur Steuerung der Messwerterfassung über ihren lokalen Rechner zugreifen. Im Rahmen eines routinemäßigen Betriebs erfolgen die Messungen täglich.

Eine Plausibilitätsprüfung der Rohdaten erfolgt in der Regel wöchentlich. Die Auswertung der Gebirgsspannungsmessungen erfolgt im Hinblick auf signifikante Veränderungen der Spannungssituation monatlich. Eine Dokumentation und Interpretation der Messergebnisse ist Bestandteil des Jahresberichtes der Standortüberwachung. Die Messergebnisse beruhen auf dem Datenstand vom 01.11.2016.


2.1.4 Darstellung der Messergebnisse

2.1.4.1 Südflanke

Im Folgenden werden die Ergebnisse der in den Tragelementen der Südflanke installierten SMS dargestellt. Hierbei werden entsprechend der Geometrie des Baufeldes und der damit unterschiedlichen Belastungssituation die Bereiche

- Westflügel (Pfeiler 1/2, 2/3, 3/4),
- Bereich des Hauptpfeilers 4/5,
- Ostflügel (Pfeiler 5/6, 6/7, 7/8, 8/9),
- Östlicher Baufeldrand,

differenziert bewertet.

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung							Blatt: 16

Westflügel (Pfeiler 1/2, 2/3, 3/4)


Die Beanspruchung der Pfeiler 1/2, 2/3, 3/4 im Westflügel (Abbaureihe 1 bis 4) auf den Sohlen 679 m und 658 m ist geprägt durch die Gewinnung der Schweben von 1955 bis 1958, durch die vier Großabbaue mit ca. 36 m Höhe entstanden sind. In diesen Abbauen wurde von 1984 bis 1987 Salzversatz mit einer Einbaudichte von $1,46 \text{ g/cm}^3$ und einer Porosität von 33 % eingebracht. Durch den seit Ende der 1980er Jahre bestehenden Salzlösungszutritt ist es vor allem in der Abbaureihe 3 zu einer Durchfeuchtung des Versatzes und der Tragelemente gekommen. Der Versatz in diesem Bereich wird seit nunmehr ca. 30 Jahren konvergenzbedingt kompaktiert. Wie aus Anhang 1.2 auf Blatt 168 zu ersehen, sind in den Abbaureihen 3 und 4 fast alle Schweben gebrochen oder abgebaut. Firstspaltverfüllungen wurden im Westflügel im Zeitraum von 2011 bis 2016 auf den Sohlen 532 m und 511 m sowie in der Abbaureihe 1 von der 595- bis 700-m-Sohle durchgeführt. Zudem wurde im Rahmen der Stabilisierungsmaßnahmen von Juni bis August 2013 und Dezember 2014 bis Januar 2015 der Abbau 1/574 und die Wetterstrecke zum Blindschacht 1 auf der 574-m-Sohle mit Sorelbeton verfüllt.

Betrachtet man die Spannungsmesswerte in den Tragelementen im westlichen Bereich des Baufeldes an der Südflanke (s. Anhang 2.1 (Blätter 171–183)) ergibt sich Folgendes:

- Pfeiler 1/2:
 - Im nördlichen Bereich des Pfeilers 1/2 im Bereich der 595-m-Sohle und 658-m-Sohle ist ein maximales Spannungsniveau (σ_{\max}) von 9 bis 10 MPa und ein minimales Spannungsniveau (σ_{\min}) von 0,9 bis 3,9 MPa festzustellen (s. Anhang 2.1 (Blätter 175–178)). Aufgrund von Verfüllmaßnahmen im Bereich des Blindschachtes 1 (BS 1) auf der 574- und 595-m-Sohle (Ende 2014/Anfang 2015) wurde der Messkurvenverlauf kurzzeitig beeinflusst. Gegen Ende 2015 ist ungefähr das ursprüngliche Spannungsniveau wieder erreicht (s. Anhang 2.1 (Blätter 177–178)). Im Berichtszeitraum wurde keine signifikante Veränderung des Spannungsniveaus festgestellt.
 - Im südlichen Pfeilerbereich in 577 m Teufe sind im Jahr 2013 im Zuge der Resthohlraumverfüllung des Abbaus 1/574 mit Sorelbeton Druckanstiege festgestellt worden. Im Jahr 2014 sind diese Effekte abgeklungen (s. Anhang 2.1 auf Blatt 174), d. h., es haben sich wieder die Spannungswerte von vor der Verfüllung eingestellt. Die maximal registrierte Spannung in vertikaler Richtung steigt seit Anfang 2015 von ca. 7 MPa auf ca. 10 MPa (November 2016) an. Die Spannungsmesswerte in den anderen Richtungen zeigen einen konstanten Kurvenverlauf.

In den Teufen 661 m, 651 m und 588 m ist ein maximales Spannungsniveau (σ_{\max}) von 5 bis 6 MPa und ein minimales Spannungsniveau (σ_{\min}) von 0 bis 0,2 MPa festzustellen. Signifikante Veränderungen der Spannungsverhältnisse im Berichtszeitraum waren nicht zu beobachten (s. Anhang 2.1 (Blätter 171–174)).

- Pfeiler 2/3:
 - Im nördlichen Pfeilerbereich (Bohrung SMS 5/574, 577 m Teufe) liegen die Spannungsmesswerte in einer Bandbreite von 0,6 bis 6,2 MPa. Der Messwertverlauf folgt dem Trend der letzten Jahre (s. Anhang 2.1 auf Blatt 180).
 - Die Station im südlichen Pfeilerbereich (Bohrung SMS 5/574, 609 m Teufe) ist seit November 2016 inaktiv.

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 <small>ASSE GMBH – Verantwortlich handeln.</small>
NNA	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung							Blatt: 17


- In Pfeilermitte (Bohrung SMS 5/574, 598 m Teufe) liegt die maximal registrierte Spannung bei ca. 24 MPa (σ_{\max}) in querschlägiger Richtung. Die minimale Komponente – in horizontal/streichender Richtung – beträgt 1,2 MPa. In der Auswertung werden drei von ursprünglich sechs Messrichtungen berücksichtigt. Seit Dezember 2015 ist die vertikale Messrichtung inaktiv. Die Komponenten in 45° streichend und horizontal/45° Messrichtung horizontal/45° querschlägig sind in früheren Berichtszeiträumen ausgefallen (s. Anhang 2.1 auf Blatt 179).
- Pfeiler 3/4:
 - Im Pfeiler 3/4 (nördlicher Pfeilerbereich, Bohrung SMS 1/679, 676 m Teufe) ist bezüglich σ_{\max} im Berichtszeitraum ein Spannungsanstieg um ca. 1 MPa von ca. 12 MPa (11/2015) auf ca. 13 MPa (11/2016) zu verzeichnen. Die minimale Komponente (σ_{\min}) beträgt 1,1 MPa (s. Anhang 2.1 auf Blatt 181).
 - Im Niveau der 658-m-Sohle (nördlicher Pfeilerbereich, Bohrung SMS 1/658, 658 m Teufe) beträgt der maximale Spannungsmesswert 7,5 MPa. Im Vergleich zum Vorjahr ist ein Anstieg um 0,7 MPa festzustellen. Dieser Spannungsanstieg korreliert mit der Verfüllung der Diagonalstrecke von der 658- zur 679-m-Sohle. Somit ist der minimale Spannungsmesswert in 2016 von 1,4 MPa (01/2016) um ca. 0,3 MPa auf 1,7 MPa (11/2016; s. Anhang 2.1 auf Blatt 182).
 - Im südlichen Pfeilerbereich sind in der Bohrung SMS 1/679, 670 m Teufe noch drei Komponenten aktiv. Die gemessenen Spannungen betragen 6,7 MPa (maximal) und 2,5 MPa (minimal). In 2016 waren keine Veränderungen des Spannungsniveaus zu beobachten (s. Anhang 2.1 auf Blatt 183).
 - Die SMS in der Bohrung SMS 5/553 in 534 m und 535 m Teufe sind in 2016 endgültig ausgefallen.

Die Messergebnisse deuten im Westflügel aufgrund ihres Verlaufes auf hochbeanspruchte und überwiegend entfestigte, aber zumindest im Bereich der einbindenden Schweben auf noch intakte Pfeilerkerne oberhalb der 658-m-Sohle hin. Die Maximalspannungen haben tendenziell leicht zugenommen und die Minimalspannungen sind weitgehend unverändert. Somit sind die Spannungsdifferenzen angestiegen.

Bereich des Hauptpfeilers 4/5

Der ca. 20 m breite Hauptpfeiler zwischen den Abbaureihen 4 und 5 wurde durch die Blindschächte 2 und 2a sowie die Querschläge auf den Sohlen 511 m, 532 m, 553 m, 637 m und 700 m durchbaut. Zur Stabilisierung des Hauptpfeilers wurden im Jahr 2011 der Blindschacht 2 oberhalb der 616-m-Sohle, der Querschlag auf der 553-m-Sohle und der Firstspalt im Abbau 4/511 mit Sorelbeton verfüllt. Im Jahr 2012 wurden die Firstspalte in den Abbauen 4/532, 5/511, 5/532 und 5/553 betoniert. Im Jahr 2013 wurde die Verfüllung des Blindschachtes 2a abgeschlossen. Weiterhin wurden im Jahr 2014 im Zuge der Wendelsanierung der Querschlag zum Blindschacht 2 auf der 637-m-Sohle, die Abbaubegleitstrecke im Bereich der Abbaureihen 3 bis 5 auf der 637-m-Sohle und die im Firstniveau der 637-m-Sohle verlaufende alte Wendelstrecke sowie die Abbaubegleitstrecke auf der 574-m-Sohle im Bereich der Abbaureihe 5 mit Sorelbeton verfüllt. In 2015 erfolgte die Firstspaltverfüllung in der Abbaureihe 5 von der 574- bis zur 679-m-Sohle und im Firstniveau der 700-m-Sohle wurde der Blindschacht 2 aus der Wendelstrecke mit einer querschlägigen Strecke angefahren. Im Jahr 2016 wurde der Blindschacht 2 von der 700- bis zur 725-m-Sohle aufgewältigt.

Die Messergebnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen:

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 <small>ASSE</small> <small>GM&H – Verantwortlich handeln</small>
NNA	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	

Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung	Blatt: 18
---	-----------

- **Südlicher Pfeilerbereich:**

Im südlichen Pfeilerbereich in 619 m Teufe wurde für σ_{\max} ein Druckanstieg um ca. 0,5 MPa auf ca. 17,2 MPa registriert. Die minimal registrierte Spannung (σ_{\min}) stieg 2016 geringfügig um 0,1 MPa auf 4,9 MPa zum Berichtsstand an. Im Teufenniveau 566 m wurde ebenfalls ein geringfügiger Druckanstieg für σ_{\max} um 0,3 MPa auf 15 MPa registriert. Die minimale Komponente in horizontal/streichender Richtung ist im Jahr 2011 ausgefallen. Bei dieser Station ist keine weitere Komponente in streichender Richtung vorhanden (s. Tabelle 2.1). Der kleinste Spannungsmesswert liegt in vertikaler Richtung bei 7,4 MPa. Im Niveau von 553 m Teufe liegt die maximal registrierte Spannung in 45° gegen die Vertikale gedreht (45°(23°)/quer) bei ca. 8,5 MPa. Die minimal registrierte Spannung liegt in streichender Richtung bei ca. 0,5 MPa. Im Jahr 2016 gab es keine signifikanten Veränderungen der Spannungsverhältnisse.

Die Messwertdarstellungen werden in Anhang 2.2 (Blätter 184–185) gezeigt.

- **Nördlicher Pfeilerbereich:**

Im nördlichen Pfeilerbereich in 599 m Teufe liegt die maximal registrierte Spannung gegenüber 2015 unverändert bei ca. 13 MPa. Die minimal registrierte Spannung zeigt im Jahr 2016 einen Spannungsrückgang um ca. 0,2 MPa und liegt somit bei 0,3 MPa (s. Anhang 2.2 auf Blatt 186).

In 577 m Teufe liegt die maximal registrierte Spannung (horizontal 45° querschlägig) gegenüber 2015 erhöht um 3 MPa bei ca. 12 MPa. Im Jahr 2016 ist ein Druckanstieg der minimal registrierten Spannung in vertikaler Richtung um ca. 1 MPa auf 3 MPa festzustellen. Die vertikale Komponente steigt von 4 MPa (11/2015) auf 7 MPa (11/2016). Die minimale registrierte Spannung (horizontal/streichender Richtung) liegt unverändert bei 4 MPa (s. Anhang 2.2 auf Blatt 187).

In 566 m Teufe ist ein Spannungsniveau für σ_{\min} von 0,9 MPa und für σ_{\max} von 9,5 MPa festzustellen. Im Jahr 2016 ist ein Rückgang der minimalen und Anstieg der maximalen Komponente um jeweils 0,5 MPa erkennbar (s. Anhang 2.2 auf Blatt 188). Anfang März 2015 ist die Station in 553 m Teufe (Bohrung SMS 7/7490) irreparabel beschädigt worden. Die Nachinstrumentierung (Bohrung SMS 10/490, 550 m Teufe) erfolgte Mitte Oktober 2015. Aufgrund des kurzen Messzeitraumes ist eine andere Skalierung gewählt worden (s. Anhang 2.2 auf Blatt 189).


- **Mittlerer Pfeilerbereich:**

Im mittleren Pfeilerbereich, bzw. in der Mitte der einbindenden Schweben in 609 m Teufe, liegt die maximal registrierte Spannung in horizontal/querschlägiger Richtung unverändert bei ca. 34,6 MPa. Die minimal registrierte Spannung (σ_{\min}) liegt 2016 in horizontal/streichender Richtung bei ca. 4 MPa. Im Jahr 2016 gab es keine signifikanten Veränderungen der Spannungsverhältnisse (s. Anhang 2.2 auf Blatt 190).

Die Messergebnisse weisen – bedingt durch die hohen (im Vergleich zu 2015 erhöhten) Spannungsdifferenzen – auf eine weiter anhaltende Entfestigung des Hauptpfeilers, insbesondere im Niveau der Abbaue hin. In Höhe der einbindenden Schweben zeigen die Spannungsmesswerte eine intensive hohe Belastung der Pfeilerkernbereiche. Die Spannungsanstiege im nördlichen Bereich des Pfeilers 4/5 in 566 m und 577 m Teufe weisen auf eine beginnende Einspannung hin, welche auf die Stabilisierungsmaßnahmen (Resthohlraumverfüllung) in diesem Bereich zurückzuführen ist.

Ostflügel (Pfeiler 5/6, 6/7, 7/8, 8/9)

Die Abbaue im Ostflügel des Baufeldes an der Südflanke wurden von 1989 bis 2003 mit Salz versetzt. Hierbei wurde in die Abbaue auf der 725-m-Sohle Eigenversatz mit einer Einbaudichte von 1,46 g/cm³ eingebracht. Alle anderen Abbaue wurden mittels Blasversatz (Fremdsalz) mit einer Einbaudichte

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung							Blatt: 19

von 1,27 g/cm³ verfüllt. In den Abbaureihen 6 bis 8 sind die Schweben überwiegend gebrochen (vgl. Anhang 1.2 auf Blatt 168). Im Ostflügel wurden von 2010 bis 2012 Firstspaltverfüllungen in den Abbaureihen 6 bis 8 von der 490- bis zur 616-m-Sohle durchgeführt (s. Anhang 1.2 auf Blatt 168). Im Jahr 2014 wurden die Firstspalte in den Abbaureihen 6 bis 8 auf der 637- und 658-m-Sohle mit Sorelbeton A1 verfüllt. In diesem Zuge wurde auch der Resthohlraum in der Abbaubegleitstrecke auf der 658-m-Sohle betoniert. Im Jahr 2015 wurden die Firstspalte in der Abbaureihe 5 bis zur 679-m-Sohle, und in den Abbaureihen 6 bis 8 bis auf der 725-m-Sohle mit Sorelbeton verfüllt.

Die Messergebnisse im Ostflügel ergeben folgendes Bild (Pfeiler 5/6, 6/7, 7/8 und 8/9):

- Pfeiler 5/6:

- Im südlichen Bereich des Pfeilers 5/6 im Niveau der 679-m-Sohle ist ein Spannungsniveau bezüglich σ_{\max} von 10,6 MPa, bezüglich σ_{\min} von 4,5 MPa festzustellen. Somit sind maximale und minimale Spannung gegenüber 2015 um jeweils ca. 0,5 MPa angestiegen (s. Anhang 2.3 auf Blatt 191).
- Im nördlichen Bereich des Pfeilers 5/6 im Niveau der 637-m-Sohle ist ein Spannungsniveau bezüglich σ_{\max} von 14 MPa, bezüglich σ_{\min} von 2,4 MPa festzustellen. Im Jahr 2016 gab es keine signifikante Veränderung der Spannungsverhältnisse (s. Anhang 2.3 auf Blatt 192).
- Im mittleren Bereich des Pfeilers 5/6 im Teufenniveau der 658-m-Sohle ist gegenüber 2015 ein leichter Anstieg der maximalen Spannung σ_{\max} in horizontal/querschlägiger Richtung um 0,2 MPa auf 21,7 MPa zu registrieren. Die minimale Komponente in horizontal/streichender Richtung ist Anfang 2011 ausgefallen (s. Anhang 2.3 auf Blatt 193). Die Spannungsmonitorstationen im Niveau der einbindenden Schweben 574/553 in 556 m Teufe, 553/532 in 535 m und 532/511 in 514 m Teufe sind aufgrund der starken lokalen gebirgsmechanischen Beanspruchung seit Anfang 2015 komplett ausgefallen.

Im März 2015 wurde eine Ersatzinstrumentierung (SMS 9/490), bestehend aus drei SMS in den Teufen 513 m, 534 m und 555 m vorgenommen. Die Einbauteufen der Ersatzinstrumentierung entsprechen den Einbauteufen der ausgefallenen SMS 5/490. Für die SMS 9/490 wurde von der 490-m-Sohle eine geneigte Bohrung gestoßen. Nach der erfolgreichen Instrumentierung wurde die Bohrung 9/490 mit Sorelbeton verfüllt.

Zum Berichtsstand betragen die maximalen Spannungen in horizontal/querschlägiger Richtung σ_{\max} 14 MPa (555 m Teufe) und 15 MPa (534 m und 513 m Teufe). Die minimal registrierte Spannung (σ_{\min}) in 513 m und 534 m Teufe (Messrichtung: vertikal) beträgt 0,2 MPa bzw. 0,4 MPa.


In 555 m Teufe beträgt die minimal registrierte Spannung 2,0 MPa und ist seit 08/2016 in horizontal/streichender Richtung orientiert. Von 07/2015 bis 08/2016 zeigte die 45° streichende Komponente die kleinsten Messwerte.

Aufgrund der kurzen Betriebszeit der SMS 9/490 erfolgt eine höher auflösende Skalierung in Anhang 2.3 (Blätter 194–196)

- Pfeiler 6/7:

- Im nördlichen Bereich des Pfeilers 6/7 im Niveau der einbindenden Schweben 616/595 bleibt das Spannungsniveau bezüglich σ_{\max} und σ_{\min} gegenüber 2015 unverändert und beträgt 12 MPa bzw. 2,4 MPa (s. Anhang 2.3 auf Blatt 198). Im Jahr 2016 gab es keine signifikante Veränderung der Spannungsverhältnisse.

- Pfeiler 7/8:

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 <small>ASSE</small> <small>GMHB</small> <small>Verantwortlich handeln</small>
NNA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	

Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung	Blatt: 20
---	-----------

- Im südlichen Bereich des Pfeilers 7/8 im Teufenniveau 651 m liegt die maximal registrierte Spannung gegenüber 2015 geringfügig um 0,1 MPa erhöht bei ca. 8,3 MPa. Die minimale Spannungskomponente (Messrichtung: 45°/querschlägig) ist im zweiten Quartal 2014 ausgefallen.

In der Teufe 588 m wurde für σ_{max} ein sehr geringfügiger Druckanstieg um ca. 0,1 MPa auf insgesamt 10,3 MPa registriert. Die minimale Spannungskomponente (Messrichtung: horizontal/querschlägig) ist im ersten Quartal 2014 ausgefallen. In der Auswertung werden drei von ursprünglich sechs Messrichtungen berücksichtigt.

In 2016 ist die Station in 577 m Teufe vollständig ausgefallen. Es wird keine Zeitreihe dargestellt.

Im Niveau der 574-m-Sohle (566 m Teufe) wurde für σ_{max} ein geringfügiger Druckanstieg um ca. 0,4 MPa auf insgesamt 10,2 MPa registriert. Die minimal registrierte Spannung σ_{min} in horizontal/streichender Richtung stieg 2016 ebenfalls geringfügig um 0,3 MPa auf 3,8 MPa zum Berichtsstand an. Die registrierten Spannungsmesswerte in 45°/streichender und vertikaler Richtung steigen seit Anfang 2010 (Beginn der Firstspaltverfüllung) kontinuierlich von ca. 5 MPa auf ca. 9 MPa bzw. 7,5 MPa an (s. Anhang 2.3 (Blätter 199–201)).

- Im nördlichen Bereich des Pfeilers 7/8 im Teufenniveau 619 m wurde gegenüber 2015 ein geringfügiger Spannungsanstieg der maximalen Spannung σ_{max} in horizontal/querschlägiger Richtung um 0,2 MPa auf 11,3 MPa registriert. Die minimale erfasste Spannung (vertikale Richtung) ist gegenüber Vorjahr bei 2,1 MPa unverändert geblieben.

In den Teufen 588 m und 577 m ist ein maximales Spannungsniveau (σ_{max}) von 8 bis 5 MPa und ein minimales Spannungsniveau (σ_{min}) 3 bis 2 MPa festzustellen. Signifikante Veränderungen der Spannungsverhältnisse im Berichtszeitraum waren nicht zu beobachten (s. Anhang 2.3 (Blätter 203–204)).


In 566 m Teufe liegt die maximal registrierte Spannung gegenüber 2015 erhöht um 0,7 MPa bei ca. 10 MPa. Im Jahr 2016 ist geringfügiger Spannungsanstieg der minimal registrierten Spannung in horizontal/streichender Richtung zu verzeichnen (s. Anhang 2.3 auf Blatt 205).

Der geringe aber dennoch kontinuierliche Druckanstieg im südlichen und nördlichen Pfeilerbereich in 45°/streichender und vertikaler Richtung deutet auf eine zunehmende Stützung der Tragelemente (Versatzdruckentwicklung – unterstützt durch die Firstspaltverfüllung – in nahegelegenen Abbauen) hin.

- Im mittleren Pfeilerbereich des Pfeilers 7/8 in der Mitte der einbindenden Schweben 637/658 in 640 m Teufe (SMS 1/595) wurde zum Berichtsstand bezüglich σ_{max} ein geringer Spannungsrückgang um 0,1 MPa registriert. Somit liegt σ_{max} im Jahr 2016 bei ca. 12 MPa. Die minimale Komponente in 45°(23°)/querschlägiger Richtung ist seit 2003 inaktiv. In der Auswertung werden vier von ursprünglich sechs Messrichtungen berücksichtigt.

- Pfeiler 8/9:

- Im südlichen Bereich des Pfeilers 8/9 im Teufenniveau 525 m (Höhe des Abbaus 8 und 9) liegt die maximal registrierte Spannung σ_{max} in horizontaler 45°/querschlägiger Richtung unverändert bei ca. 3 MPa. Die minimal registrierte Spannung σ_{min} liegt 2016 in vertikaler Richtung bei 0,6 MPa. Im Jahr 2016 gab es keine signifikanten Veränderungen der Spannungsverhältnisse (s. Anhang 2.3 auf Blatt 206).

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung							Blatt: 21

- Im nördlichen Bereich des Pfeilers 8/9 im Teufenniveau 493 m wurde für σ_{\max} ein geringfügiger Spannungsrückgang um 0,1 MPa auf ca. 9,1 MPa registriert. Für den kleinsten Spannungsmesswert σ_{\min} wurde ein Druckanstieg um 0,2 MPa auf 1,9 MPa festgestellt. Im Jahr 2016 gab es keine signifikanten Veränderungen der Spannungsverhältnisse (s. Anhang 2.3 auf Blatt 207).
- Im mittleren Pfeilerbereich des Pfeilers 8/9, bzw. in der Mitte der einbindenden Schwebe 511/532, in einer Teufe von 514 m in querschlägiger Richtung zeigt die maximal gemessene Spannung seit Anfang 2010 einen deutlichen Belastungsrückgangs von etwa 5 MPa, der auf Entfestigungserscheinungen zurückzuführen ist. Von Anfang 2014 bis Anfang 2015 ist ein sehr geringfügiger Spannungsanstieg bezüglich σ_{\max} um 0,3 MPa auf ca. 25,5 MPa mit wieder leicht steigender Tendenz erkennbar. Der in 2014 festgestellte leicht ansteigende Trend klingt seit 2015 wieder ab. Somit ist seit Ende 2012 das Spannungsniveau nahezu konstant bei ca. 25 MPa.

Die minimal registrierte Spannung (σ_{\min}) liegt unverändert in horizontal/streichender Richtung bei 3 MPa. Im Jahr 2016 gab es keine signifikanten Veränderungen der Spannungsverhältnisse (s. Anhang 2.3 auf Blatt 208).

Auch im Ostflügel sind die Spannungsdifferenzen auf einem unveränderten hohen Niveau.


Östlicher Baufeldrand

Die Abbaue im östlichen Baufeldrand wurden von 1992 bis 2003 mit Salz versetzt. Hierbei wurde im Abbau 9/725 Eigenversatz (Einbaudichte von 1,46 t/m³) eingebracht. Alle anderen Abbaue wurden mittels Blasversatz (Fremdsalz) mit einer Einbaudichte von 1,27 t/m³ verfüllt. In der Abbaureihe 9 ist nur die Schwebe zwischen der 616- und der 637-m-Sohle nachweislich gebrochen (vgl. Anhang 1.2 auf Blatt 168). Im Abbau 9/511 wurde im Jahr 2012 der Firstspalt mit 1.925 m³ Sorelbeton nachverfüllt. In diesem Teil des Baufeldes ist die Firstspaltverfüllung der Abbaureihe 9 von der 532- bis zur 574-m-Sohle umgesetzt. Die Betonage des Blindschachtes 3 und der angeschlossenen Resthohlräume erfolgte bis Mitte April 2016.

Die Messergebnisse im östlichen Baufeldrand ergeben folgendes Bild:

- In der Teufe von 514 m ist seit April 2016 in allen Messrichtungen ein Anstieg um ca. 1 MPa zu verzeichnen. Somit beträgt die maximale Spannungskomponente σ_{\max} ca. 11 MPa und σ_{\min} ca. 5 MPa] (s. Anhang 2.4 auf Blatt 210).
- In 604 m Teufe liegt das Spannungsniveau bezüglich σ_{\max} bei ca. 12 MPa und bezüglich σ_{\min} bei 0 MPa. Der Messwertverlauf ist seit 2011 in alle Richtungen konstant. Im Jahr 2016 gab es keine signifikante Veränderung der Spannungsverhältnisse (s. Anhang 2.4 auf Blatt 209).

Der erhöhte Spannungsanstieg in 514 m Teufe korreliert mit durchgeführten Verfüllung des Blindschachtes 3 und der Firstspalte. Der vergleichsweise geringere Anstieg in 604 m Teufe zeigt, dass die Teilverfüllung der Resthohlräume (Abbaureihe 9) zum Berichtsstand nur bis 574-m-Sohle durchgeführt wurden. Aufgrund der gebirgsmechanischen Situation kann für den östlichen und westlichen Baufeldrand von vergleichbaren Spannungsdifferenzen ausgegangen werden. Somit werden die Baufeldränder zunehmend beansprucht.

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	
NNA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung							Blatt: 22

2.1.4.2 Spannungssituation nördlich des Baufeldes an der Südflanke

Von gebirgsmechanischer Bedeutung, insbesondere für die Bewertung der Situation im Bereich der Wendelstrecke, ist die Ermittlung der Belastungssituation nördlich der Südflanke. Dazu wurde im Liegenden der Pfeiler 3/4 und 4/5 in Höhe der 553- und 574-m-Sohle jeweils eine Spannungsmonitorstation eingebaut. Zu beachten ist, dass beide Stationen in unterschiedlicher Entfernung zum jeweiligen Pfeiler positioniert sind.

Der Messwertverlauf beider Spannungsmonitorstationen zeigt:

- Im Liegenden des Pfeilers 3/4 in 539 m Teufe ist die horizontal/querschlägige Spannungskomponente (σ_{\min}) im Jahr 2013 ausgefallen. Die maximal gemessene Spannung (σ_{\max}) ist die vertikale und eine um 45° zum Streichen gerichtete Komponente mit einem Wert von ca. 6,5 MPa (s. Anhang 2.5 auf Blatt 212). Im Jahr 2016 gab es, soweit erkennbar, keine signifikanten Veränderungen der Spannungsverhältnisse.
- Im Liegenden des Pfeilers 4/5 in 577 m Teufe liegt die minimale Spannungskomponente (σ_{\min}) in horizontal/streichender und vertikaler Richtung bei 5,9 MPa unverändert. Die maximale Spannungskomponente (σ_{\max}) ist die um 45° zum Streichen und eine horizontale mit 45° quer zum Streichen gerichtete Komponente. Zum Berichtsstand zeigen diese Werte von ca. 9 MPa (s. Anhang 2.5 auf Blatt 211). Im Jahr 2016 gab es keine signifikante Veränderung der Spannungsverhältnisse.

Die Messergebnisse nördlich des Baufeldes an der Südflanke zeigen – im Vergleich zu den Ausführungen in Abschnitt 2.1.4.1 –, dass die horizontal querschlägige Komponente die minimale gemessene Spannung darstellt. Die Spannungsdifferenzen sind nahezu konstant.

2.2 Messungen zum Verformungszustand und Deformationsverhalten


2.2.1 Nivellements über Tage

Das Tagesnivellement wurde im August/September 2016 durchgeführt [11]. Über dem Baufeld der Schachanlage Asse II sind die Senkungsraten seit 2002 leicht rückläufig.

Der Bereich mit den maximalen Senkungen befindet sich direkt über dem Baufeld an der Südflanke. Hier wurden am Punkt 684 (NW Ecke Villa) im Zeitraum von 1977 bis 2016 insgesamt Senkungen von 344 mm erfasst. In der Messepoche 2015–2016 betrug die Senkungsraten wie in der vorherigen Epoche 7 mm/a.

In der Messepoche 2015–2016 wurden die maximalen Senkungsraten mit 8 mm/a über der südlichen Flanke des Senkungstroges registriert (Punkt 760). Dieser Punkt befindet sich auf einem unbefestigten Feldweg.

Die Ausbildung des Senkungstroges deutet auf eine Beeinflussung der übertägigen Senkungen durch die im südlich vorgelagerten Deckgebirge angelegten Störungssysteme (Scherdeformationsbereich) hin [12] (s. Anhang 3.1 (Blätter 213–214)). Die untertägigen Volumenkonvergenzraten können auf Grundlage der Pfeilerstauchungs- und Abbaukonvergenzmessungen bilanziert werden. Ein Vergleich zeigt, dass die Entwicklung der Senkungsraten mit zeitlicher Verzögerung mit den querschlägigen Pfeilerstauchungsraten/Abbaukonvergenzen im Baufeld an der Südflanke und somit auch mit den untertägigen Volumenänderungen korreliert.


Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung							Blatt: 23

Der jährliche konvergenzbedingte Volumenverlust unter Tage entspricht demnach insgesamt in etwa der Volumenvergrößerung der Senkungsmulde über Tage. Jedoch unterliegt die Ermittlung der Senkungsmulde an der Oberfläche Ungenauigkeiten und die Konvergenz der überwiegend verfüllten Grubenbaue kann messtechnisch nicht direkt erfasst werden. Trotz dieser inzwischen integralen Übereinstimmung der jährlichen Hohlraumverkleinerung unter Tage mit der Vertiefung der Senkungsmulde, muss lokal von Auflockerungen ausgegangen werden. Dies bezieht sich vor allem auf Bereiche im dem Baufeld an der Südflanke vorgelagerten Deckgebirge, welche hohe Verformungsgradienten aufweisen (z. B. Pfeilerstauchungsraten).

2.2.2 Nivellements unter Tage

Die Höhenänderungen werden an den im gesamten Grubengebäude installierten Polygonpunkten in Verbindung mit den Lagemessungen messtechnisch erfasst [13]. Die Ergebnisse der Messungen vom Januar bis März 2016 stellen sich wie folgt dar:

- Im Jahr 2016 wurden auf der 490-m-Sohle Senkungen von 1 bis 11 mm in der Sattelrichtstrecke nach Osten und am Füllort Schacht 2 gemessen. In den Abbauen 3/490 und 4/490 wurden jeweils Senkungen von 14 mm und Hebungen von 5 bis 20 mm beobachtet. Diese Höhenänderungen wurden an Punkten an aufgeschüttetem Salzversatz gemessen und sind auf lokale Aufwölbungen der Haufwerke zurückzuführen.
- Auf der 532-m-Sohle wurden in der Abbaubegleitstrecke Senkungen von 8 bis 13 mm registriert. Die maximalen Senkungen auf dieser Sohle wurden mit 13 mm im – von März bis Juni 2015 – verfüllten Eingangsbereich zum Abbau 7a/532 beobachtet. Am östlichen Baufeldrand (Abbaureihe 9) wurden Senkungen von bis zu 11 mm gemessen.
- Im Querschlag vom Schacht 2 und zum Blindschacht 2 auf der 553-m-Sohle wurden Senkungen von 3 bis 11 mm festgestellt.
- Auf der 637-m-Sohle im Querschlag vom Schacht 2 in Richtung der Wendelstrecke wurden am Schacht 2 Senkungen von 1 mm und im Bereich der Wendelstrecke Hebungen von 3 mm erfasst. Der Bereich dazwischen verbleibt auf dem selben Niveau wie im Jahr 2015. Im Bereich der Richtstrecke nach Osten im Firstniveau wurden Senkungen von bis zu 4 mm registriert.
- Auf der 700-m-Sohle wurden unregelmäßig verteilte Senkungen und Hebungen registriert. Im Bereich der Baustoffanlage sind Senkungen von 2 mm erfasst worden. Im westlichen und zentralen Bereich der Vahlberger Strecke wurden Senkungen von 2 bis 5 mm registriert. Im östlichen Teil sind Hebungen von 3 mm erfasst worden. In der Richtstrecke nach Osten im Firstniveau wurden im westlichen Teil maximale Hebungen von 4 bis 8 mm registriert, wobei im östlichen Teil Senkungen von 2 mm und Hebungen von 1 mm erfasst worden sind. Im Vergleich zum Jahr 2015, in dem ausschließlich Hebungen registriert wurden, zeigen die Höhenmessungen wieder ein vergleichbares Muster zum Jahr 2014. Dies liegt vor allem an einer Neueinrichtung einiger Messpunkte im Jahr 2015 sowie daran, dass einige Punkte 2015 nicht gemessen werden konnten.
- Auf der 750-m-Sohle wurden durchgehend Hebungen im Bereich von 7 bis 16 mm registriert. In der nördlichen Richtstrecke nach Westen sind Hebungen von 7 bis 13 mm registriert worden. Die stärksten Hebungen auf der 750-m-Sohle von 16 mm wurden in der Umgebung des Schachtes 2 beobachtet, wobei es sich dabei um einen Firstpunkt handelt.

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 <small>ASSE GMBH – Verantwortlich handeln</small>
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung							Blatt: 24

Insgesamt haben sich im Vergleich zum Jahr 2015 die Vertikalbewegungen im Grubengebäude von der 490- bis zur 553-m-Sohle wenig verändert. Auf der 637-m-Sohle, welche im Jahr 2015 durgehend nur Hebungen zeigte, wurden im Jahr 2016 Hebungen und Senkungen beobachtet. Im Jahr 2015 wurden auf der 700-m-Sohle durchgehend Hebungen registriert. Im Jahr 2016 sind dort sowohl Senkungen als auch Hebungen registriert worden analog zu den Messungen aus dem Jahr 2014.

Die Senkungsraten auf den oberen Sohlen haben im Vergleich zum Vorjahr leicht abgenommen. Insbesondere im Abbau 4/490 sind die maximalen Senkungen im Vergleich zum Vorjahr um 20 mm gesunken.

Auf der 700-m-Sohle sind die Hebungsraten zurückgegangen und sind zum Teil in Senkungen übergegangen. Auf der 750-m-Sohle sind die Hebungsraten größtenteils leicht zurückgegangen.

Im Rahmen der Monitoringprogramme


- Infrastrukturräume auf der 490-m-Sohle und Abbau 2 auf der 511-m-Sohle,
- Füllort Schacht 2 (750-m-Sohle),
- nördliche Richtstrecke nach Osten 750-m-Sohle

werden lokale Firstnivelements durchgeführt, um ungleichmäßige Absenkungen bzw. Auflockerungen von Firstbereichen erkennen zu können. Die Ergebnisse werden in den diesbezüglichen Kapiteln diskutiert (s. Abschnitt 4.1 auf Blatt 67, Abschnitt 4.4 auf Blatt 105, Abschnitt 4.6 auf Blatt 123 und Abschnitt 4.7 auf Blatt 131).

2.2.3 Lagemessungen unter Tage

Die Lagemessungen unter Tage wurden in der Zeit von Januar bis März 2016 durchgeführt [13]. Der Anschluss nach unter Tage erfolgte durch eine Lotung im Schacht 2 in Verbindung mit GPS- und Kreiselmessungen (s. Abschnitt 2.2.4 auf Blatt 25). Die Messergebnisse für die Messepoche 2015–2016 zeigen zum Teil Abweichungen zu dem langfristigen Trend mit Verschiebungsrichtungen nach Norden oder nach Osten auf mehreren Sohlen. Für weitere Interpretationen sollte jedoch eine Überprüfung der technischen Durchführung der Messungen abgewartet werden. Gegebenenfalls wird dann empfohlen einen längeren Betrachtungszeitraum für die Analyse der Verschiebungen auszuwählen. Für den Zeitraum 2009–2016 stellen sich die Messergebnisse wie folgt dar:

- Im Bereich des Baufeldes an der Südflanke bewegen sich die nördlich der Abbaue gelegenen Abbaubegleitstrecken und die Wendelstrecke überwiegend nach Südwesten auf die Abbaue zu.
- Die Punkte am südlichen Baufeldrand auf der 490-m-Sohle erfassen eine entsprechend gegenläufige Verschiebungsrichtung nach Nordosten. Die Verschiebungsrichtungen in der KFZ-Werkstatt zeigen insgesamt nach Südwesten. Die 2015 neu installierten Polygonpunkte in der E-Werkstatt zeigen im Jahr 2016 eine Verschiebung in Richtung Südosten.
- Auf der 511-m-Sohle wurden in der Abbaubegleitstrecke nördlich des Pfeilers 6/7 von 2009–2013 insgesamt Bewegungen nach Süden registriert. Von 2013-2014 wurde ein gegenläufiger Trend nach Norden beobachtet, welcher in Zusammenhang mit den gemessenen Divergenzen in der Abbaubegleitstrecke nördlich des Abbaus 7/511 stehen könnte [14]. Im Messzeitraum 2014–2016 konnte eine Verschiebung in Richtung Osten beobachtet werden. In der Sohle der Abbaubegleitstrecke östlich des gemessenen Polygonpunktes vor Abbau 7/511 verlief ein streichender Riss, welcher die nördliche Erstreckung der Entlastungszone des Abbaus 7/511 darstellte. Dieser

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 <small>ASSE</small> <small>GM&H</small> <small>Verantwortlich handeln</small>
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung							Blatt: 25

Streckenabschnitt wurde von Juni bis Juli 2015 mit Sorelbeton verfüllt. Die Punkte in Abbau 2/511 zeigen insgesamt Verschiebungsrichtungen nach Südwesten.

- Die Lageverschiebung der Punkte in der Abbaubegleitstrecke auf der 532-m-Sohle zeigt im Jahr 2016 eine Verschiebung nach Süden. Das Bewegungsbild in der Umfahrung nördlich des Abbaus 6a/532 zeigt im westlichen Bereich eine Bewegung nach Osten, wobei der östliche Bereich Bewegungen nach Norden zeigt. In den Nebenabbauen 8b/532 bis 9a/532 ist eine Bewegung nach Süden zu beobachten.
- Das Bewegungsbild der Punkte auf der 553-m-Sohle zeigt insgesamt seit 2009 weiterhin Verschiebungen nach Süden. Lediglich der untere Messpunkt in der Messnische am betonierten Querschlag zum Blindschacht 2 weist Verschiebungen nach Osten auf.
- Die Punkte in der Wendelstrecke im Bereich der Abbaue 7/595, 8/595 und 9/595 bewegen sich seit 2009 tendenziell nach Süden, wobei in den Jahren 2014–2015 eine Bewegung nach Nordosten zu beobachten war. Im Jahr 2016 folgt die Bewegung wieder dem langzeitlichen Trend.
- Die Punkte im Querschlag zum Schacht 2 auf der 637-m-Sohle sowie in der Wendelstrecke von der Wendelkehre 616/637 zur 595-m-Sohle bewegen sich im langfristigen Trend nach Süden. Für das Jahr 2016 ist eine Verschiebung in Richtung nach Südosten zu beobachten. Die im Jahr 2013 erstmalig gemessenen Punkte auf der 637-m-Sohle in der Richtstrecke nach Osten zeigen Verschiebungsrichtungen nach Südosten, wobei für das Jahr 2016 ein Trend in Richtung Osten, auf Abbau 7/637 zu, beobachtet werden kann.
- Die Verschiebungsrichtungen auf der 700-m-Sohle – inklusive der im Jahr 2014 neu eingerichteten Punkte in der Verbindungsstrecke zwischen der Richtstrecke nach Osten im First- und Sohlenniveau – weisen insgesamt nach Südosten. Eine Ausnahme stellt der Punkt vor Abbau 9/700 dar. Hier werden seit 2009 Bewegungen nach Nordosten registriert.
- Auf der 750-m-Sohle werden Horizontalverschiebungen in verschiedenen Richtungen erfasst. Die Punkte im Bereich der Nordflanke registrieren Bewegungen nach Südosten und laufen hiermit parallel zum Streichen des Carnallitit-Baufeldes. Die Verschiebungen an den anderen Punkten laufen insgesamt auf das Baufeld im Sattelkern (Staßfurt-Steinsalz) zu.


Die Messergebnisse für den Messzeitraum 2016 zeigen insgesamt eine Fortsetzung der bisher registrierten Verschiebungen seit 2009. Oberhalb der 725-m-Sohle zeigen die Ergebnisse überwiegend in Richtung des Baufeldes an der Südflanke .

Auf der 750-m-Sohle laufen die Verschiebungen der nördlich gelegenen Punkte parallel zum Streichen des Carnallitit-Baufeldes nach Südosten, während die anderen Punkte sich auf das Baufeld im Sattelkern zu bewegen. Einzelne Messepochen zeigen jedoch relativ große Abweichungen der Verschiebungsrichtungen, mit Bewegungen nach Norden oder Osten in mehreren Bereichen zwischen 2014 und 2016.

2.2.4 Schachtlotungen und Teufenmessungen

Im Schacht Asse 2 wurde eine Schachtlotung zur Übertragung der Koordinaten nach unter Tage durchgeführt [13].

Die Teufenmessungen ergaben, dass die Vorbausäule seit 2004 um 12 mm gedehnt wurde. In der Messepoche 2015–2016 wurde eine Dehnung von 2 mm festgestellt (Messepoche 2014–2015: 2 mm). Seit 2004 werden für die einzelnen Messepochen Bewegungen der Vorbausäule von 17 mm Dehnung bis

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	
NNA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung							Blatt: 26

15 mm Stauchung beobachtet. Damit liegen die jetzigen Werte innerhalb der bisher beobachteten Bandbreite. Die beobachteten, schwankenden Werte können messtechnisch bzw. durch Temperatureffekte beeinflusst sein.

Die Teufenmessungen an den Vermarkungspunkten im unausgebauten Schacht zeigen, dass der Bereich zwischen 605 m Teufe und 701 m Teufe sich sowohl in der Messepoche 2004-2016 als auch in der Messepoche 2015–2016 senkte. Der tiefer gelegene Punkt in 740 m Teufe zeigt für beide Zeiträume Hebungen. Bei 605 m Teufe wurde am Ende der Messepoche 2012-2013 die maximale Senkung mit 244 mm registriert. Im folgenden Jahr wurde eine Hebung von 29 mm registriert. Seit dem Jahr 2014 wurden wieder Senkungen in diesem Bereich erfasst. Im Jahr 2016 werden vergleichbar zum Vorjahr Senkungen von 1 mm bei 676 m Teufe bis 3 mm bei 701 m Teufe gemessen. Der Bereich unterhalb hob sich um 85 mm seit 2004, davon 6 mm in der Messepoche 2015–2016. Die Längenänderungen (vertikalen Konvergenzen) zwischen diesen Punkten zeigen, dass der gesamte Abschnitt von 605 bis 740 m Teufe seit 1983 um ca. 620 mm gestaucht wurde, was einer durchschnittlichen Verformungsrate (bezogen auf die vertikale Länge des betrachteten Schachtabschnittes) von 0,14‰/a entspricht. Die Verformungsrate für die Messepoche 2015–2016 beträgt ca. 0,13‰/a. In diesem Zeitraum wurden die höchsten Verformungsraten mit 0,20‰/a im Abschnitt von 676 bis 701 m Teufe registriert.


Im Bereich um die Füllorte von Schacht Asse 4 werden Lagemessungen an Polygonpunkten auf der 490- und der 750-m-Sohle durchgeführt [13]. Daraus lässt sich ableiten, dass sich der Bereich um den Füllort auf der 490-m-Sohle im Jahr 2016 um 11 mm gesenkt hat. Im Vergleich zu den Messungen aus den Vorjahren ist dies ein degressiver Trend. Die Messungen der Höhenänderung um den Füllort auf der 750-m-Sohle ergab Hebungen von 13 mm. Die Punkte auf der 490-m-Sohle zeigen im Jahr 2016, wie auch den vorangegangenen Jahren, Bewegungen in Richtung Südwesten. Auf der 750-m-Sohle werden Bewegungen nach Südosten registriert und damit parallel zum Streichen des Carnallitit-Baufeldes, vergleichbar zum allgemeinen Trend auf der 750-m-Sohle.

2.2.5 Querschlägige Extensometermessungen im Baufeld an der Südflanke

Zur Erfassung der gebirgsmechanischen Reaktionen im Tragsystem des Grubengebäudes wurden bereits im Jahre 1981 beginnend in den Pfeilern der Südflanke Extensometer installiert, die bis zum gegenwärtigen Zeitpunkt die querschlägigen Verformungen der Pfeiler messtechnisch erfassen. Die Extensometer messen vom Grundprinzip her Relativverschiebungen in horizontalquerschlägiger Richtung, d. h. sie erfassen überwiegend die horizontalen Pfeilerstauchungen in ca. Nord-Süd-Richtung. Zum Berichtzeitpunkt besteht das Messnetz aus insgesamt 26 Extensometern.

Im Vergleich zum Vorjahr sind 2016 keine Änderungen im Extensometernetz vorgenommen worden.

Die Entwicklung der Pfeilerstauchungsraten wird wie im Vorjahr durch die jeweilige Lage des Pfeilers und somit der Messstelle im Baufeld bestimmt. Erwartungsgemäß werden höhere Raten im Baufeldzentrum (50 bis 76 mm/a) verzeichnet und die Baufeldrandbereiche werden eher durch niedrigere Stauchungsraten (1 bis 48 mm/a) bestimmt. Aus der zeitlichen Entwicklung der Pfeilerstauchungsraten lässt sich ableiten, dass die gegenwärtigen Verschiebungsraten weiterhin auf einem hohen Niveau liegen (s. Anhang 3.2 auf Blatt 215 und Blätter 220 bis 228). Dennoch dokumentieren die Messungen im Jahr 2016 gegenüber dem Vorjahr weiterhin einen degressiven Trend. Dabei ist wie im Vorjahr der Rückgang weiterhin eher abgeschwächt. Nach der Fertigstellung der Firstspaltverfüllung in den Abbaureihen 7/8 Anfang 2015 konnte für das Jahr 2016 ein besonders starker Rückgang der Stauchungsraten von ca. 14 mm/a an der Messstelle im Pfeiler 7/8 auf der 658-m-Sohle beobachtet werden. Ein geringer Anstieg in den Stauchungsraten wurde allerdings bei den Extensometern im Pfeiler 1/2 auf der 679-m-Sohle, Pfeiler 8/9-10 auf der 700-m-Sohle und Pfeiler 6/7 auf der 511-m-Sohle registriert.

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung							Blatt: 27

Aus den Ergebnissen der Extensometermessungen lassen sich interpolierte Isolinien gleicher querschlägiger Pfeilerstauchungsraten über das gesamte Baufeld der Südflanke konstruieren (s. Anhang 3.2 (Blätter 216–219)). Aus diesen Darstellungen sind zeitliche und lokale Unterschiede in den Pfeilerstauchungen, insbesondere in den Bereichen maximaler Pfeilerstauchungen, ersichtlich.

Zu Beginn der 1990er Jahre betragen die maximalen querschlägigen Pfeilerstauchungsraten im Westflügel bis zu 148 mm/a und im Ostflügel bis zu 190 mm/a mit einer Tendenz zu weiter steigenden Stauchungsraten (vgl. Anhang 3.2 auf Blatt 216) [15]. Die seit dem Jahr 2000 im Zuge der Verfüllung der Abbaue der Südflanke einsetzende degressive Entwicklung der Pfeilerstauchungsraten ist nach wie vor existent (vgl. Anhang 3.2 auf Blatt 217). Im Jahr 2009 betrug die maximale Pfeilerstauchungsrate im Ostflügel im Pfeiler 6/7 auf der 553-m-Sohle 120 mm/a (vgl. Anhang 3.2 auf Blatt 218). Die maximale Stauchungsrate im Westflügel wurde im Jahr 2009 in Höhe Pfeiler 3/4, ebenfalls auf der 553-m-Sohle mit ca. 100 mm/a erfasst. Beide Maxima werden durch den Hauptpfeiler 4/5 getrennt.

Im Jahr 2016 setzt sich gegenüber dem Jahr 2015 der degressive Trend im Ostflügel insgesamt noch fort (s. Anhang 3.2 auf Blatt 215). Im Westflügel sind die Stauchungsraten weiterhin degressiv und der Trend aus dem Jahr 2015 zu konstanten Stauchungsraten hat sich nicht fortgesetzt. Die Zunahme der Stauchungsraten im Pfeiler 3/4 auf der 637-m-Sohle aus dem Jahr 2015 ist im Jahr 2016 wieder leicht rückläufig.


Die aktuellen Stauchungsraten befinden sich in einem vergleichbaren Bereich zu denen, die vor der Feststellung von Schwebendurchbrüchen und des Lösungszutritts ins Grubengebäude erfasst wurden (vgl. Anhang 3.2 auf Blatt 228). Im Ostflügel betragen im Jahr 2016 die maximalen Pfeilerstauchungsraten 76 mm/a im Bereich des Pfeilers 7/8 (595-m-Sohle) sowie im Bereich des Pfeilers 6/7 (532-m-Sohle). Im Westflügel wurden im Pfeiler 3/4 maximale Pfeilerstauchungsraten von 72 mm/a im Bereich der Abbaue 3 und 4 auf der 553-m-Sohle erfasst, welche noch nicht mit Sorelbeton nachverfüllt sind. In der Tabelle 2.2 sind die Maxima der querschlägigen Pfeilerstauchungsraten im Ost- und Westflügel des Baufelds an der Südflanke in den jeweiligen Zeiträumen gegenübergestellt. Daraus lässt sich ableiten, dass seit dem Jahr 2010 die Unterschiede in den Pfeilerstauchungsraten zwischen West- und Ostflügel konstant bleiben und sich gleichförmig degressiv verhalten. Die höheren Pfeilerstauchungsraten im Ostflügel zwischen 1990 und 2009 sind auf dessen größere Spannweite (fünf vollständig aufgefahrenen Abbaureihen ab der 511-m-Sohle) und einen größeren Durchbaugrad (Nebenabbaue nördlich der Südflanke) zurückzuführen.

Tabelle 2.2: Zeitliche Entwicklung der Maxima der Pfeilerstauchungsraten

Zeitraum	Westflügel [mm/a]	Ostflügel [mm/a]
02/1989–02/1990	148	190
02/2000–02/2001	159 ⁽¹⁾	180
08/2008–08/2009	101	120
01/2010–01/2014	90	94
01/2015–01/2016	75	79
01/2016–01/2017	72	76

⁽¹⁾ Neuinstrumentierung im Pfeiler 3/4 (553-m-Sohle)

Am oberen Baufeldrandbereich – von der 511- bis zur 532-m-Sohle, insbesondere im Bereich des Verformungsmaximums (Abbaureihe 5–7) – wird weiterhin ein hoher Stauchungsgradient ausgewiesen, der im Übergangsbereich zum Unverritzten auf eine starke Beanspruchung der Deckgebirgsschichten hinweist und das Risiko von zunehmenden Schädigungen im Bereich der Abbaukante in sich birgt.

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	
NNA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung							Blatt: 28

Zusätzlich zu den Ergebnissen der Stauchungsraten lässt sich auf Grundlage der langjährigen Extensometermessreihen die querschlägige Gesamtstauchung im Baufeld an der Südflanke ableiten. Die ersten hierfür nutzbaren Extensometermesswerte wurden im Jahr 1981 erhoben. Aus den Messwerten von 1981 bis zum Berichtsstand wurde die Gesamtstauchung berechnet. Für den Bereich der Baufeldmitte (553- – 637-m-Sohle) kann das Jahr 1961 als repräsentativ für das Ende der Abbauphase angesetzt werden. In erster Näherung kann für den Zeitraum 1981 bis 1985 von einer konstanten Pfeilerstauchungsrate ausgegangen werden (s. Anhang 3.2 auf Blatt 228). Wird dieser stationäre Verformungsprozess auch für den Zeitraum von 1961 bis 1981 zugrunde gelegt, ergibt sich die Gesamtstauchung wie folgt:

Für den Ostflügel kann die Gesamtstauchung aus den Extensometermessreihen im Pfeiler 5/6 auf der 616-m-Sohle und Pfeiler 7/8 auf der 595-m-Sohle abgeleitet werden. Demnach ergeben sich für den Ostflügel Gesamtstauchungen von ca. 5 bis 6 m. Für den Westflügel lässt sich die Stauchung aus den Messreihen der Pfeiler 3/4 auf der 553- und 637-m-Sohle ermitteln. Die Ergebnisse zeigen eine Gesamtstauchungen des Westflügels von ca. 3 bis 4 m.


2.2.6 Inklinometermessungen und Inspektion der Inklinometerbohrungen

Zur Erfassung von querschlägigen Scherverformungen und vertikalen Verschiebungen werden an exemplarischen Stellen in den Pfeilern im Baufeld an der Südflanke in unverrohrten Bohrungen Inklinometermessungen durchgeführt. Zusätzlich erfolgt eine Videoinspektion der Bohrungen. Die Messungen wurden im 3. Quartal 2016 in 12 Bohrungen durchgeführt [16], [17]. Aufgrund der eingeschränkten Zugänglichkeit wurden die visuellen Beobachtungen und Inklinometermessungen im Pfeiler 6/7 auf der 532-m-Sohle – wie bereits in 2015 – auch in 2016 nicht durchgeführt.

Seit dem Jahr 2013 wird die Multifunktionssonde einmal jährlich kalibriert. So ist ein zuverlässigerer Vergleich der Verformungsverläufe zu den Vormessungen möglich. Aufgrund der Messungen in unverrohrten, zum Teil stark geschädigten und deformierten Bohrungen ist eine detaillierte quantitative Analyse derzeit noch nicht möglich.

Die Ergebnisse aus den Inklinometermessungen und visuellen Beobachtungen weisen auf eine starke Entfestigung der Pfeiler hin und lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Pfeilerreihe 2/3: Die beginnende elliptische Verformung der Bohrungen (s. Anhang 3.3, Bild 1 auf Blatt 229), die vermehrte Rissbildung in den Bohrlochkonturen sowie Feuchtigkeit (s. Anhang 3.3, Bild 2 auf Blatt 229) weisen auf die sehr starke Beanspruchung der Pfeilerreihe 2/3 hin. Alle Bohrungen wurden Ende der 1990er Jahre erstellt.
- Pfeilerreihe 3/4: In der Bohrung auf der 553-m-Sohle (erstellt: 1997) wurden beanspruchte Bereiche (keine offenen Risse), elliptische Bohrlochkonturen und Feuchtigkeit detektiert.
- Pfeilerreihe 4/5: Die Inspektion der Bohrung im betonierten Querschlag zum Blindschacht 2 auf der 553-m-Sohle zeigt Risse in den Abschnitten 17 bis 18 m und von 30,6 bis 44,6 m (s. Anhang 3.3, Bild 3 auf Blatt 229). Auf der 637-m-Sohle im ebenfalls betonierten Querschlag wurden beanspruchte Bereiche (keine offenen Risse) detektiert. Im Bohrlochabschnitt bei ca. 36 m wurde Feuchtigkeit detektiert (s. Anhang 3.3, Bild 4 auf Blatt 229). Bei 46,4 m Bohrlochteufe erfolgt der kraftschlüssige Übergang vom Sorelbeton zum Steinsalz, eine beginnende elliptische Verformung des Bohrlochs ist erkennbar. Beide Bohrungen wurden 2013 erstellt.
- Pfeilerreihe 5/6: In der Bohrung auf der 616-m-Sohle (erstellt: 2014) wurden im Bereich von 44,4 bis 44,6 m Ausblühungen und Feuchtigkeit detektiert.

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 <small>ASSE GMBH – Verantwortlich handeln</small>
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung							Blatt: 29

- Pfeilerreihe 6/7: Auf der 574-m-Sohle (Bohrung 574007, erstellt: 2014) wurden im Bohrlochabschnitt von 25 bis 27 m Risse, Konturausbrüche und beanspruchte Bereiche festgestellt. In der im Jahr 2013 neu erstellten Bohrung 637011 (637-m-Sohle) zeigen die Inspektionsergebnisse keine offenen Risse. Auf der 700-m-Sohle (Pfeiler: 12/13) wurden Ausblühungen und Risse detektiert.
- Pfeilerreihe 7/8: Die im Jahr 2014 neu erstellte Bohrung 595006 (595-m-Sohle) zeigt in den Bohrlochabschnitten bei 21,4 m und von 26,5 bis 29,4 m zahlreiche Rissbildungen und Konturausbrüche entlang der Bohrlochachse (s. Anhang 3.3, Bilder 5 bis 6, auf Blatt 229).
- Pfeilerreihe 8/9: Im Jahr 2014 wurde eine neue Bohrung von der 595-m-Sohle erstellt. Die Inspektionsergebnisse aus 2016 zeigen keine offenen Risse oder Feuchtigkeit.

2.2.7 Konvergenzmessungen

Streckenkonvergenzen

Die Konvergenzmessungen im Grubengebäude der Schachanlage Asse II werden seit 1991 in ausgewählten Strecken, z. B. Wendelstrecke und Abbaubegleitstrecken in der Südflanke, durchgeführt [18].


Überwiegend erfolgt die Messung der Streckenkonvergenz mittels eines Messbands zwischen Festpunkten als Horizontal- und Vertikalkonvergenz. Ab 2011 wird sukzessiv zum Erhalt der Konvergenzstrecken bei Nachschnitarbeiten ein neues Messsystem eingesetzt und alte Konvergenzmessstellen wurden ersetzt. An ausgewählten Orten wurden automatisch registrierende Messstationen instrumentiert. Die gemessenen Konvergenzen werden – bezogen auf die Länge der Konvergenzstrecke (Messstreckenlänge und Vermarkungstiefe) bei Messbeginn – über die Zeit als Verformungsrate in [%/a] ausgewertet.

Für das Jahr 2016 sind folgende Änderungen im Konvergenz-Messtellennetz zu betrachten:

- Neuinstrumentierung von 4 Messquerschnitten, einer in der Wendelstrecke von der 775- zur 800-m-Sohle, einer im Querschlag zum Schacht 2 auf der 700-m-Sohle und 2 horizontal messende Messstellen am Hauptgrubenlüfter auf der 490-m-Sohle;
- 2 zwischenzeitlich inaktive Messstellen wurden wieder reaktiviert, eine in der Wendelstrecke von der 725- zur 750-m-Sohle und eine im Querschlag vor der gepl. Strömungsbarriere SB-700-1 auf der 700-m-Sohle;
- Aufgrund eines Geberausfalls ist eine automatisch messende Messstelle im ehemaligen Sprengstofflager auf der 750-m-Sohle in vertikaler Messrichtung dauerhaft entfallen [18].

Für die betrachteten Instrumentierungsbereiche

- Südflanke Wendelstrecke (490- bis 700-m-Sohle),
- Südflanke Söhlige Strecken (490- bis 725-m-Sohle),
- Sattelkern Streckensysteme (700- bis 775-m-Sohle),
- Sattelkern Füllortbereich (490- und 750-m-Sohle),
- Südflanke Streckensysteme (750-m-Sohle) und

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 <small>ASSE</small> <small>GM&H</small> <small>Verantwortlich handelt.</small>
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	

Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung	Blatt: 30
---	-----------

- Carnallitit-Baufeld Streckensysteme (700- und 750-m-Sohle),

können aus den Messergebnissen die Bandbreiten der Verformungsrate angegeben werden. Diese sind in Tabelle 2.3 auf Blatt 32 für charakteristische Bereiche im Grubengebäude der Schachanlage Asse II zusammengestellt. Die gemessenen Konvergenzen sind wesentlich geprägt durch die Lage der Messstellen im Grubengebäude (Teufenlage und gebirgsmechanische Beeinflussung durch ihre Lokalisation auf der jeweiligen Sohle). Die höchsten Verformungsrate werden i. d. R. im Carnallitit gemessen. Zudem sind die Verformungsrate im Durchschnitt in vertikaler Richtung größer als in horizontaler Richtung. Im Jahr 2016 – wie im Jahr zuvor – wurde die höchste Verformungsrate 4,82 ‰/a im Querschlag zum Gesenk 10 (geplante Strömungsbarriere SB-700-2) auf der 700-m-Sohle registriert. In den Strecken wurden Konvergenzraten von –0,57 bis 24,95 mm/a in horizontaler und –0,33 bis 22,58 mm/a in vertikaler Messrichtung bestimmt [18].

Der allgemein zu erwartende Trend einer Zunahme der Verformungsrate mit zunehmender Teufe bestätigt sich im Baufeld der Südflanke nicht. Aufgrund dessen, dass viele Messstellen nördlich des Baufeldes der Südflanke liegen, d. h. im Lastschatten bezogen auf den Lasteintrag über die Asse-Südflanke, sind die ablaufenden Konvergenzen geprägt von der Lage der jeweiligen Messstellen. Die Messstellen, die im direkten Einflussbereich eines Abbaues liegen (d. h. in durch Auflockerungen entlasteten Bereichen), zeigen i. d. R. vergleichsweise geringe Konvergenzraten. Hohe Konvergenzraten weisen daher auf stärker beanspruchte und häufig bereits stärker geschädigte Bereiche hin. Dies kann durch die Lage der Messstellen in hoch durchbauten Bereichen, z. B. in gering dimensionierten Pfeilern zwischen zwei Baufeldern, und unterschiedliche gebirgsmechanische Eigenschaften der anstehenden Salzgesteine erklärt werden.

Konvergenz in den Abbauen und Werkstätten


Die Konvergenzmessungen in den Abbauen werden in folgende Instrumentierungsbereiche unterteilt:

- Südflanke Abbaue/Werkstätten (490- und 511-m-Sohle),
- Sattelkern ELK 7/725 (Na2).

Die Tabelle 2.3 auf Blatt 32 zeigt auch die Ergebnisse zu den Konvergenzmessungen in den Abbauen und Werkstätten. Hier werden die Messergebnisse – zum Teil aus [19] – zu den Abbauen 3/490, 4/490, 8/490, 2/511, ELK 7/725 (Na2) sowie zur E-Werkstatt auf der 490-m-Sohle herangezogen. Bei der Berechnung der horizontalen Verformungsrate werden ab 2016 die querschlägigen und streichenden Messrichtungen berücksichtigt.

Die jährlichen horizontalen Verformungsrate für das Jahr 2016 am oberen Baufeldrand in den Abbauen und auf der 725-m-Sohle befinden sich in einer Bandbreite von –0,03 bis 0,61 ‰/a. Die leichte Divergenz wurde an den im Mai 2014 eingerichteten Messpunkten in der E-Werkstatt auf der 490-m-Sohle erfasst. Die Konvergenzraten in den Abbauen liegen im Jahr 2016 in einer Bandbreite von –0,57 bis 24,95 mm/a [18].

Vertikale Konvergenzen werden nur im Abbau 3/490 gemessen und die Verformungsrate für 2016 betragen im Durchschnitt 6,11 ‰/a. Die höchste Verformungsrate von 8,91 ‰/a wurde am östlichen Damm des Abbaus 3/490 (Messpunkt 4915) erfasst. Im Vergleich zum Jahr 2015 sind die Verformungsrate größtenteils etwa konstant geblieben mit einer Veränderung von ca. –0,20 bis 0,10 ‰/a. Im Jahr 2016 lagen die vertikalen Konvergenzraten zwischen 19,45 bis 36,95 ‰/a [18]. Die vertikalen Konvergenzmessungen im Abbau 3/490 stellen eine besondere Situation dar, da die Sohlenpunkte im aufgeschütteten konsolidierten Salzversatz, an den Dämmen zwischen den Lösungsspeicherbecken,

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 <small>ASSE GMBH</small> <small>Verantwortlich handeln</small>
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung							Blatt: 31

vermarkt sind. Bei den vertikalen Konvergenzen im Abbau 3/490 sind die Verformungsraten im Vergleich zum Jahr 2015 am östlichen Damm leicht angestiegen [18].

Diese in ausgewählten Abbauen erfassten Konvergenzraten werden ergänzt durch Pfeilerstauchungsraten und dienen der Abschätzung einer Abbaukonvergenzrate bzw. Volumenkonvergenzrate, welche u. a. für die Bilanzierung der aktuellen Hohlraumvolumina benutzt werden [20].


Fazit

Insgesamt sind im Jahr 2016 kaum Veränderungen in der Entwicklung des Konvergenzverhaltens im Vergleich zum Jahr 2015 festzustellen (s. Tabelle 2.3 auf Blatt 32).

Tabelle 2.3: Abgeleitete Bandbreiten des Konvergenzverhaltens für die verschiedenen Instrumentierungsbereiche jeweils zum 01.11.2015 und 01.11.2016

Instrumentierungsbereich	2015				2016				
	Verformungsraten		Verformungsraten Mittelwert		Verformungsraten		Verformungsraten Mittelwert		
	[%/a]		[%/a]		[%/a]		[%/a]		
	horizontal	vertikal	horizontal	vertikal	horizontal	vertikal	horizontal	vertikal	
1 Südflanke Abbaue/Werkstätten (490- und 511-m-Sohle)									
	• Steinsalz	-0,10 ⁽¹⁾ – 0,58 ⁽²⁾	4,29 – 8,51 ⁽³⁾	0,29	6,01	-0,03 ⁽¹⁾ – 0,61 ⁽⁴⁾	4,21 – 8,91 ⁽³⁾	0,23	6,11
2 Südflanke Wendelstrecke (490- bis 700-m-Sohle)									
	• Steinsalz	-0,02 ⁽⁵⁾ – 0,77 ⁽⁶⁾	0,18 – 0,87	0,31 ⁽⁶⁾	0,43	0,00 ⁽⁷⁾ – 0,86	-0,07 ⁽⁸⁾ – 0,76	0,27	0,28
	• Carnallit	0,32 – 2,10	0,80 – 2,59	1,06	1,68	0,33 – 2,01	0,75 – 2,73	1,04	1,54
3 Südflanke Söhlige Strecken ⁽⁹⁾ (490- bis 725-m-Sohle)									
	• Steinsalz	0,09 – 1,83	0,31 – 2,10	0,82	0,84	-0,03 ⁽¹⁰⁾ – 1,66	0,27 – 2,68	0,65	0,88
	• Carnallit	1,21 – 2,36	2,43 – 4,88	1,69	3,27	0,92 – 1,88	1,72 – 4,62	1,37	2,84
4 Sattelkern Streckensysteme (700- bis 775-m-Sohle)									
	• Steinsalz	0,06 – 1,78	-0,07 – 2,63	0,63	0,95	0,22 – 1,22	0,05 – 2,36	0,49	0,83
	• Carnallit	0,31 – 0,97	0,53 – 2,27	0,67	1,21	0,12 – 0,94	0,42 – 1,37	0,47	0,81
5 Sattelkern ELK 7/725 (Na2) (725-m-Sohle)									
	• Steinsalz	0,47 ^{(2),(11)}	–	–	–	0,27 ⁽¹¹⁾	–	–	–
6 Sattelkern Füllortbereich (490- und 750-m-Sohle)									
	• Steinsalz	1,30 ^{(11),(12)}	–	–	–	1,58 – 2,13 ⁽¹³⁾	–	1,84	–
7 Südflanke Streckensysteme (750-m-Sohle)									
	• Steinsalz	0,97 ⁽¹¹⁾	–	–	–	1,07 ⁽¹¹⁾	–	–	–
8 Carnallit-Baufeld Streckensysteme (700- und 750-m-Sohle)									
	• Carnallit	2,66 ⁽¹¹⁾	1,88 ^{(11),(14)}	–	–	2,49 ⁽¹¹⁾	4,82 ^{(11),(15)}	–	–

(1) Divergenz (E-Werkstatt auf der 490-m-Sohle, Messstrecke 4925-4926 und 4927-4928).
(2) Bei den horizontalen Konvergenzen in den Abbauen werden nur die querschlägigen Messrichtungen berücksichtigt.
(3) Die vertikalen Konvergenzen werden nur im Abbau 3/490 erfasst.
(4) Ab 2016 werden auch die Messwerte in horizontal streichender Richtung berücksichtigt.
(5) leichte Divergenz zwischen 04/2015 und 12/2015 (Wendelstrecke im Bereich Abbau 6/574).
(6) Ab 2015 werden auch die Messstrecken KE595/1, KE616/1 und KE616/2 in der Berechnung berücksichtigt.
(7) Verformungsrate von 0,0036 %/a in der Wendelstrecke auf der 532-m-Sohle (Messquerschnitt K004).
(8) Leichte Divergenz – Wendelstrecke 532-m-Sohle, Zufahrt zur Abbaubegleitstrecke, nördlich Abbau 2/532.
(9) Abbaubegleitstrecken und die Querschläge auf der 700-m-Sohle zum BS3 sowie 725-m-Sohle nach Norden.
(10) Divergenz in der Abbaubegleitstrecke im Bereich Abbau 7/616.
(11) Nur eine Messstrecke aktiv.
(12) Messung 07/2015 beendet
(13) Drei neue Messstrecken auf der 750-m-Sohle seit 01/2016 im Messbetrieb. Die beiden Messstrecken im Querschlag zum Hauptgrubenlüfter werden ab 2017 berücksichtigt.
(14) Messstrecke K25, südlich Kali-Abbau 11/West
(15) Messstrecke K19, gepl. Bauwerk SB-700-2.

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 <small>ASSE GMBH</small> <small>Verantwortlich handeln</small>
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung							Blatt: 33

2.3 Versatzdruckmessungen

2.3.1 Messziel

Ziel der Versatzdruckmessungen ist die Erfassung, ob und in welchem Maße sich ein Versatzdruck in den Abbauen im Baufeld an der Südflanke aufbaut, der dem Entfestigungsprozess in den Tragelementen entgegenwirkt und das Tragsystem insgesamt stabilisiert.

2.3.2 Messsysteme

Da die Stützwirkung des eingebrachten Versatzes von erheblicher Bedeutung für die Stabilisierung des Tragsystems ist, wurden Versatzdruckmesssysteme in sieben Abbauen auf der 616-m-Sohle und je eins in den Abbauen 7/595, 7/637, 7/658 und 9/637 instrumentiert (s. Anhang 1.1 auf Blatt 167). In jedem der Abbaue wurden jeweils zwei Messquerschnitte eingerichtet. Ein Messquerschnitt besteht aus einer Versatzdruckmonitorstation (VM) und einem Versatzdruckgeber (VD). Eine Versatzdruckmonitorstation besteht jeweils aus drei Spannungsgebern, welche in einem Rahmen orthogonal nach den drei Hauptraumrichtungen ausgerichtet sind. In Anhang 4.1 auf Blatt 230 wird in Form einer Prinzipskizze der Aufbau einer Versatzdruckmonitorstation und eines Versatzdruckgebers aufgezeigt.

2.3.3 Durchführung der Messungen

Die Versatzdruckmessungen werden seit 1998 im Baufeld der Südflanke durchgeführt. Im Rahmen dieses Berichtes wird die Versatzdruckentwicklung vom 01.01.2016 bis 31.12.2016 dokumentiert.

Von den insgesamt 88 Messstellen wurden bisher 46 Messstellen auf eine hydraulische Messwertabfrage umgestellt. Derzeit befinden sich noch 27 hydraulische und 21 pneumatische Messstellen im Routinemessbetrieb. Aufgrund von Leitungsschäden mussten einige der Spannungsgeber aufgegeben werden. Diese Defekte sind im Wesentlichen auf die erheblichen Konvergenz- und Kompaktionsprozesse zurückzuführen. Die Messwerterfassung erfolgt automatisch im 4-Tage-Rhythmus. Die Daten werden auf dem Geotechnik-Server verwaltet. Seit Mitte 2014 erfolgt die Datenübertragung von unter nach über Tage mittels eines Lichtwellenleiterkabels.

Die Plausibilitätsprüfung der Rohdaten und Eliminierung messtechnischer Effekte erfolgt in der Regel monatlich. Die Auswertung der Versatzdruckmessungen erfolgt einmal im Quartal im Hinblick auf signifikante Veränderungen. Die Messwerte, welche aufgrund der Plausibilitätsprüfung in der Auswertung nicht berücksichtigt werden, erhalten die Kennzeichnung „inaktiv“ zum Zeitpunkt des letzten glaubhaften Messwerts. Der Verlauf der zeitlichen Druckentwicklung wird jedoch weiter beobachtet und ggf. zu einem späteren Zeitpunkt wieder in die Auswertung integriert. In den graphischen Darstellungen werden die Zeitspannen von nicht berücksichtigten Werten durch eine Lücke dargestellt.

2.3.4 Darstellung der Messergebnisse

Für die Bewertung der Versatzdruckentwicklung wurden nur Messwerte betrachtet, die einen signifikanten Druckaufbau (größer 0,1 MPa) zeigen. Dies betrifft 30 von 48 aktiven Messstellen. Die mittleren Versatzdruckmesswerte im Berichtszeitraum (01.01.2016 bis 31.12.2016) zeigt Anhang 4.2 auf Blatt 231. Die zeitlichen Entwicklungen der Versatzdruckwerte sind beispielhaft für den Messquerschnitt 2 im

Abbau 7/595 in Anhang 4.3 auf Blatt 232 und für den Messquerschnitt 2 im Abbau 9/616 in Anhang 4.4 auf Blatt 233 dargestellt.

Aus Anhang 4.2 auf Blatt 231 ist ersichtlich, dass der Versatzdruck-Mittelwert aller signifikanten Messstellen im Berichtszeitraum bei ca. 0,3 MPa liegt.

Tabelle 2.4: Versatzdruckverteilung im Berichtszeitraum

Sohle	Abbau	Bezugs- messung	Mess- dauer [a]	Maximum			Minimum		Mittel ^{*)}	
				12/16		01/16-12/16	12/16		01/16-12/16	
				Betrag [MPa]	Richtung	Änderung [MPa]	Betrag [MPa]	Richtung	Betrag [MPa]	Änderung [MPa]
595-m-S	7	19.05.1998	18,6	0,26	vertikal	0,02	0,17	hq	0,22	-0,01
616-m-S	1	11.09.1998	18,3	0,25	hq	0,03	**)		0,27	0,03
	2	11.09.1998	18,3	0,60	hq	0,22	0,13	vertikal	0,29	0,08
	4	19.05.1998	18,6	0,84	hs	0,05	0,13	hq	0,42	0,01
	5	04.12.1997	19,1							
	7	03.12.1997	19,1	1,03	hq	0,26	0,11	hq	0,50	0,20
	8	14.10.1997	19,2	0,48	hq	0,09	0,10	hq	0,21	0,01
	9	19.05.1998	18,6	0,43	hs	0,08	0,13	vertikal	0,29	0,01
637-m-S	7	20.11.1997	19,1	0,51	hs	0,24	0,12	hq	0,25	0,16
	9	24.06.1997								
658-m-S	7	22.08.1997	19,4	0,62	hs	0,02	0,11	vertikal	0,31	0,05

*) Mittelwert über alle Messwerte im betrachteten Zeitraum, welche > 0,1 MPa sind.


**) Nur eine Messstelle mit signifikanten Werten > 0,1 MPa

	Anstieg größer 0,1 MPa		keine signifikanten Messwerte
	nahezu unverändert		Messgeräte inaktiv
	Rückgang kleiner -0,1 MPa		

Fazit

Durch die zunehmende Verformung der Versatzkörper sind bereits erhebliche Beschädigungen an den Messsystemen festzustellen. Dies schränkt die Aussagefähigkeit der Messergebnisse insgesamt ein. Aus diesem Grund wird in Anhang 4.2 auf Blatt 231 der Mittelwert aller signifikanten Messstellen im Berichtszeitraum dargestellt. Auf diese Weise kann trotz der o. g. Einschränkungen die Versatzdruckentwicklung bewertet werden.

Aus den Versatzdruckmessungen in 10 Abbauen im Baufeld an der Südflanke ergeben sich maximale Versatzdrücke von 0,3 bis 1,0 MPa (s. Tabelle 2.4).

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	

Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung	Blatt: 35
---	-----------

Im Berichtszeitraum wurde ein geringer Anstieg der mittleren Versatzdrücke von 0,1 MPa (Mittelwert über die Änderungen) gegenüber dem Jahr 2015 festgestellt [21].

Da inzwischen über die Hälfte der Abbaue im Baufeld der Südflanke mit Sorelbeton nachverfüllt wurden und weiterhin eine konvergenzbedingte Volumenkompaktion stattfindet, ist von einer geringfügig fortschreitenden Stützwirkung des Versatzes auf die Pfeiler auszugehen. Ein Indiz hierfür sind auch die steigenden Gebirgsspannungen in streichender und vertikaler Richtung (s. Abschnitt 2.1 auf Blatt 14).

Bei dem Versatzmaterial handelt es sich um kompaktierten Salzgrus, welcher längerfristig noch keine relevanten Effektivspannungen abtragen kann. Somit sind auch weiterhin Druckabfälle in Verbindung mit Bruchvorgängen im Versatz zu erwarten. Dies betrifft insbesondere Abbaue, in denen noch keine Firstspaltverfüllung mit Sorelbeton durchgeführt wurde. In diesen Abbauen kann es daher lokal zu einem Versatzdruckabfall bzw. einer reduzierten Stützwirkung an den Pfeilern kommen.

2.4 Mikroseismische Überwachung

2.4.1 Ziele der mikroseismischen Überwachung des Grubengebäudes und des Deckgebirges


Wesentliche Ziele der mikroseismischen Überwachung sind das frühzeitige Erkennen möglicher arbeitssicherheitsrelevanter Bruchvorgänge im Grubengebäude sowie die indirekte Beobachtung des nicht zugänglichen grubennahen Deckgebirges, um in Verbindung mit den Ergebnissen weiterer geowissenschaftlicher und markscheiderischer Messungen, Monitoring und Modellierungen eine gebirgsmechanische Gesamtbewertung des Grubengebäudes und seiner Umgebung zu ermöglichen. Der Begriff „mikroseismisches Ereignis“ bezeichnet das Entstehen elastischer Wellen durch Deformations-, Entspannungs- und Bruchvorgänge im Gestein. Die mikroseismischen Ereignisse sind direkte Reaktionen im Tragsystem sowie im Deckgebirge auf den einwirkenden Gebirgsdruck zur Wiederherstellung des gebirgsmechanischen Gleichgewichts. Zu interpretierende Ergebnisse der mikroseismischen Überwachung sind Herdorte, Herdzeitpunkte und Stärken der mikroseismischen Ereignisse. Weiterhin stützen sich die Interpretationen auf die räumliche und zeitliche Verteilung der Mikroseismizität, die kumulative Energie und die Magnituden-Häufigkeits-Verteilung.

Die wesentlichen Ursachen der Mikroseismizität im Bereich des Grubengebäudes und seiner Umgebung sind:

- langfristige, oft großräumige Reaktionen auf bereits weit in der Vergangenheit liegende Störeinflüsse, die immer noch nicht zu einem stabilen Gleichgewichtszustand geführt haben bzw. diesen aktuell herstellen,
- zeitnahe, typischerweise besonders im nahen Umfeld des Auslösers zu beobachtende gebirgsmechanische Reaktionen auf aktuelle bergmännische Aktivitäten,
- bergmännische Aktivitäten.

In Zeiträumen ohne bergmännische Aktivitäten („Betriebsruhephasen“) werden nur gebirgsmechanische mikroseismische Ereignisse beobachtet, die fast ausnahmslos durch gebirgsmechanisch induzierte Riss- und Mikrorissbildung entstehen, und im Wesentlichen mit folgenden Ursachen zusammenhängen:

- Bruchvorgänge im Gesamtragsystem;
- Entstehung und Entwicklung von Schädigungsbereichen im Deckgebirge;
- Deformationen im grubennahen Deckgebirge;

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	
NNA	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung							Blatt: 36

- Spannungsumlagerungen infolge des ablaufenden Entfestigungsprozesses auf noch tragende Elemente und das angrenzende Deckgebirge;
- Entspannungsvorgänge im Umfeld bergbautechnischer Arbeiten.

Beobachtet wird der Prozess der Rissbildung, d. h. die aktuell stattfindende Schädigung durch Rissbildung. Die, den mikroseismischen Ereignissen zugrundeliegenden Prozesse, können, außer für die Tragfähigkeit des Grubengebäudes als Ganzes und lokal für arbeitssicherheitliche Bewertungen, auch für die Ausbildung von Fließwegen relevant sein. Die mikroseismische Überwachung liefert Indizien zum Feststellen von Rissneubildungen oder Wiederaktivierung bereits vorhandener Risse, die als potentielle Fließwege in Frage kommen.

2.4.2 Mikroseismisches Messsystem


Mikroseismisches Netz

Mit dem mikroseismischen Netzwerk, bestehend aus 28 untertägigen 3-Komponenten-Sonden („MS1“ bis „MS18“, „MS20“ bis „MS24“, sowie „13“, „14“, „16“, „17“ und „18“) und einer 3-Komponenten-Sonde in der Bohrung Remlingen 6 („MS19“), wird die mikroseismische Aktivität im Grubengebäude und seiner Umgebung einschließlich des grubennahen Deckgebirges überwacht. Das mikroseismische Netz der Standortüberwachung ist, entsprechend der zur Erfüllung der Messziele notwendigen Sensitivität und räumlichen Auflösung, so ausgelegt, dass es zwischen typischen mikroseismischen und typischen mikroakustischen Netzen eingeordnet werden kann. Als Sensoren werden einheitlich in allen Sonden 30-Hertz-Sensoren vom Typ „SM-11“ verwendet. Die Abtastrate beträgt 3,2 kHz. Die Positionen der Mikroseismiksonden sind in Anhang 5.1 auf die Koordinatenachsen projiziert (Blatt 234) sowie auf Schnitt 1 projiziert (Blatt 235) dargestellt. Die Umsetzung der Sonde „MS 17“ nahe des Hochbruchs zur 469-m-Sohle wurde am 15. Oktober 2015 abgeschlossen. Die Sonde „MS 12“ wurde im Berichtszeitraum 2016 überwiegend in einer für Sondentests erstellten Bohrung in der Nähe des Messraums der Standortüberwachung auf der 490-m-Sohle betrieben.

Die wesentlichen Ausfälle im Berichtszeitraum 2016 bzw. Kalenderjahr 2016 sind in Anhang 5.2 auf Blatt 236 aufgelistet, darunter ein mehrstündiger Totalausfall aufgrund eines untertägigen technischen Defekts an einer Stromversorgung. Die weiteren Ausfälle waren entweder nur sehr kurz oder betrafen nur einzelne Sonden oder nur einen Strang der teilredundant ausgelegten Erfassung.

Erfassung der mikroseismischen Daten

An den Datenerfassungsanlagen wurden im Berichtszeitraum 2016 und Kalenderjahr 2016 gegenüber 2011 bis 2015 (s. [22], [23], [24], [25] und [21]) keine wesentlichen Änderungen vorgenommen. Die mikroseismischen Daten werden zum einen kontinuierlich registriert und stundenweise abgespeichert, zum anderen werden potentielle mikroseismische Ereignisse mittels STA/LTA-Detektor ermittelt und Seismogramme mit zwei Sekunden Vorlauf und mindestens zwei Sekunden Nachlauf separat abgespeichert. Sowohl die automatische Auswertung als auch die nachgeschaltete manuelle Auswertung basieren auf diesen nicht kontinuierlichen Registrierungen. Die Anzahl der Ereignisdetektionen (Triggerungen der Ereignisregistrierung durch die Erfassungscomputer) pro Monat von Juli 2007 bis Februar 2017 ist in Anhang 5.3 auf Blatt 237 graphisch dargestellt. Der Ereignisdetektor unterscheidet nicht zwischen gebirgsmechanischen mikroseismischen Ereignissen, direkt arbeitsbedingten Ereignissen und Störsignalen. Die Anzahl der Ereignisdetektionen hängt daher stark von der Anzahl der im betrachteten Zeitraum direkt durch bergmännische Aktivitäten hervorgerufenen Ereignisse ab. Mit über

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung							Blatt: 37

40.000 erreichte die Anzahl der Detektionen potentieller Ereignisse im Monat November 2016 ein neues Monatsmaximum.

2.4.3 Messdurchführung und Auswertung

Die Mikroseismik ist ein indirektes Messverfahren. Zunächst werden Einsatzzeiten der direkten Kompressions- und/oder Scherwelle eines mikroseismischen Ereignisses aus den gemessenen Seismogrammen von mindestens vier Stationen bestimmt. Daraus werden mittels Inversion die Ereigniszeit und der Ereignisort ermittelt. Aus dem Abstand zwischen Ereignis und Sensor sowie der zugehörigen Signalamplitude wird die Magnitude berechnet. Es werden nicht nur Ereignisse in unmittelbarer Nähe der einzelnen Sonden erfasst, sondern im vom Messnetz umspannten Volumen sowie in der Umgebung des Messnetzes. Im Workflow „Messung → Auswertung → Interpretation → Bewertung“ ist zum Erhalt qualitativ hochwertiger Ergebnisse nicht nur der zweite, sondern auch der dritte Arbeitsschritt aufwändig, da die Eigenheiten des komplexen, nichtlinearen Auswerteverfahrens berücksichtigt werden müssen, die insbesondere die Genauigkeit beeinflussen. Direkt arbeitsbedingte Ereignisse, deren Anzahl die der gebirgsmechanischen Ereignisse weit übersteigen kann, müssen sorgfältig aussortiert werden.

Messdurchführung und Auswertung erfolgten im Berichtszeitraum 2016 weitgehend wie im Berichtszeitraum 2015 [21], mit dem wesentlichen Unterschied, dass aufgrund der gestiegenen Ereignisrate auch für Zeiten ohne bergmännische Aktivitäten eine vollständige manuelle Auswertung nicht für den gesamten Berichtszeitraum durchgeführt wurde. Daher wird in diesem Jahresbericht die Mikroseismizität überwiegend basierend auf der automatischen Auswertung für Zeiten ohne bergmännische Aktivitäten („Betriebsruhephasen“) vorgestellt. Der zeitliche Verlauf des über drei Wochen gemittelten mittlerer Betriebsruheanteils ist in Anhang 5.4 auf Blatt 238 dargestellt. Betriebsruhephasen umfassten im aktuellen Berichtszeitraum 2016 (von Oktober 2015 bis September 2016) wie auch schon im Berichtszeitraum 2015 etwa ein Viertel der Gesamtzeit (s. auch Tabelle in Anhang 5.4 auf Blatt 238).

Direkt durch bergmännische Aktivitäten verursachte, induzierte und getriggerte Ereignisse


Direkt durch bergmännische Aktivitäten (z. B. Hämmern, Picken) verursachte Ereignisse sind durch die Beschränkung der Betrachtung auf die Betriebsruhephasen entsprechend der Tagesberichte des Betriebs weitgehend ausgeschlossen, jedoch können Nachwirkungen (z. B. Abbinden von Beton) in Betriebsruhephasen hineinreichen. Unter direkt arbeitsbedingten Ereignissen werden hier nur Ereignisse verstanden, die sowohl in unmittelbarer zeitlicher und räumlicher Nähe der Arbeiten stattgefunden haben und für welche die Arbeiten die Hauptursache sind.

Mit induzierten Ereignissen sind solche gemeint, die sich räumlich oder zeitlich nicht in unmittelbarer Nähe der Arbeiten ereignen, für die die Arbeiten jedoch eine wesentliche Ursache sind.

Daneben gibt es insbesondere auch Ereignisse, die durch Arbeiten ausgelöst („getriggert“) werden, für die die Arbeiten jedoch nicht die Hauptursache sind. Letztgenannte Ereignisse sind oftmals solche, die durch Einflüsse von Arbeiten (z. B. Temperaturerhöhung, Vibrationen) nur vorgezogen werden und ohne die auslösenden Arbeiten sehr wahrscheinlich in ähnlicher Form später aufgetreten wären.

Typische Randbedingungen für durch bergmännische Aktivitäten zeitnah getriggerte Mikroseismizität, wie auch für das Auftreten anderer gebirgsmechanischer Ereignisse, sind (vgl. [21]):

- Vorhandensein geologisch vorgeprägter Trennflächen (z. B. Sulfatlagen, Anhydritbereiche),
- deutliche, zumeist gebirgsmechanisch bedingte Vorschädigung,
- hohe Belastung,

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	
NNA	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung							Blatt: 38


- ungünstiges Hohlraumprofil und
- lange Standzeit.

Automatische und manuelle Auswertung im Vergleich

Verglichen mit einer fachgerechten manuellen Auswertung ist die automatische Auswertung weniger präzise. Die auffälligsten Unterschiede zwischen den Ergebnissen der automatischen Auswertung und der manuellen Auswertung sind das Fehlen sehr schwacher Ereignisse in den Ergebnissen der automatischen Auswertung und eine größere Streuung der automatischen Lokalisierungen (vgl. hierzu die Ergebnisse der automatischen und manuellen Auswertung für die Betriebsruhephasen im Berichtszeitraum 2015 in Anhang 5.5 auf Blatt 239f bzw. Anhang 5.6 auf Blatt 242f). Im Berichtszeitraum 2015 wurden in Betriebsruhephasen 1430 Ereignisse manuell ausgewertet, während nur 1049 automatisch lokalisiert wurden, d. h. automatisch wurden ungefähr 27 % weniger Ereignisse lokalisiert als manuell. Von den automatischen Lokalisierungen im Berichtszeitraum 2015 waren 770 konsistent, d. h. wahrscheinlich nicht mit einem großen Fehler behaftet. Dies sind etwa 46 % weniger Ereignisse, als manuell lokalisiert wurden. Für 2016 ist von ähnlichen Verhältnissen auszugehen.

Für starke Ereignisse weit außerhalb des Netzes, z. B. im Bereich der Bohrung Remlingen 15, betragen die Lokalisierungsfehler der Automatik teilweise mehrere hundert Meter, während sie für die manuelle Auswertung typischerweise nur einige Dekameter betragen (vgl. [26]). Im Inneren des Netzes sind die typischen Fehler deutlich geringer. In Anhang 5.7 (Blätter 245 bis 247) ist die räumliche Verteilung konsistent automatisch lokalisierter Ereignisse und mit großer Ungenauigkeit behafteter Ereignisse im Berichtszeitraum 2016 dargestellt. Insbesondere ist bei allen grubenfern automatisch lokalisierten Ereignissen von einer großen Ungenauigkeit auszugehen. Auch bei statistischen Auswertungen ist die größere Ungenauigkeit und geringere Sensitivität der Automatik zu berücksichtigen. So sind z. B. auch Ereignisraten basierend auf der automatischen Auswertung in der Regel ungenauer und es fehlen insbesondere schwache Ereignisse. Bei der Berechnung der kumulativen Energie können insbesondere zu weit entfernt vom Grubengebäude lokalisierte Ereignisse durch zu hohe Magnitudenwerte das Gesamtergebnis stark verfälschen. Daher enthält dieser Bericht bezüglich der kumulativen Energie nur Darstellungen für Bereiche, in denen die Ergebnisse der automatischen und der manuellen Auswertung erfahrungsgemäß nicht sehr stark voneinander abweichen, aber z. B. keine Darstellung der kumulativen Energie für den gesamten überwachten Bereich.

Wesentliche Vorteile der Automatik sind die zeitnähere Ergebnisverfügbarkeit und der stets gleiche Ablauf der Auswertung, solange keine Parameter geändert werden. Insbesondere wegen der zeitnahen Verfügbarkeit basiert die besondere mikroseismische Überwachung der Firstspaltverfüllung von Anbeginn auf den Automatikergebnissen (s. [27] und [28]). Der hybride Ansatz aus automatischer Auswertung der gesamten mikroseismischen Aktivität und manueller Nachauswertung von z. B. aufgrund ihrer Stärke besonders relevanter Ereignissen sowie der vollständigen manuellen Auswertung ausgewählter Vergleichszeiträume ist für das Monitoring zielführend (s. Abschnitt 2.4.1 auf Blatt 35 und Kapitel 1 auf Blatt 12). Mit einer alleinigen manuellen Auswertung ist ohne deutlich höheren Aufwand keine hinreichende Aktualität zu erreichen, während die Automatik für einige Fragestellungen derzeit nicht hinreichend zuverlässig und genau ist. Ein Bereich verringerter Sensitivität der automatischen mikroseismischen Auswertung ist der westliche Bereich der 490-m-Sohle. Hier wurde zusätzlich eine mikroakustische Messanlage installiert, die eine wesentlich sensitivere automatisierte Auswertung ermöglicht (s. Abschnitt 2.5 auf Blatt 55).

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung							Blatt: 39

Ergänzende seismologische Überwachung und Erschütterungsüberwachung

Ergänzend zur Überwachung der lokalen Mikroseismizität wird die regionale Seismizität durch den Niedersächsischen Erdbebendienst (LBEG Hannover) überwacht, wozu unter anderem die Daten des auf der 490-m-Sohle installierten STS-2-Breitbandseismometers (Station „Asse“ des Deutschen Seismologischen Regionalnetzes) genutzt werden. Die mikroseismischen Ereignisse im Bereich der Asse waren jedoch wie bereits in den Vorjahren so schwach, dass sie vom Niedersächsischen Erdbebendienst mit einer Vollständigkeitsmagnitude von etwa +2 nicht erfasst wurden. Zudem wurde im Herbst 2016 temporär ein ergänzendes Netz aus untertägigen und übertägigen Erschütterungsstationen betrieben (s. Abschnitt 2.4.11 auf Blatt 53 sowie [26]).

2.4.4 Übersicht über die Ergebnisse der mikroseismischen Überwachung

Der aktuelle Berichtszeitraum 2016 umfasst primär die Mikroseismizität im Zeitraum vom 1. Oktober 2015 bis zum 30. September 2016. Darüber hinaus werden teilweise auch frühere Ereignisse sowie aktuellere Entwicklungen der Mikroseismizität bis einschließlich Februar 2017 einbezogen.


Aufgrund des Anstiegs der Ereignisdetektionen (s. Anhang 5.3 auf Blatt 237) und Raten der mikroseismischen Ereignisse (s. Anhang 5.8 auf Blatt 248, alle Grafik) wurde eine vollständige manuelle Auswertung nicht durchgeführt. Daher wird hier abweichend von früheren Jahresberichten der Standortüberwachung (z. B. [21]) zu weiten Teilen auf die Ergebnisse der automatischen Auswertung während Zeiträumen ohne bergmännische Aktivitäten zurückgegriffen (vgl. Abschnitt 2.4.3 auf Blatt 37). Aus den Ereignissen während dieser Zeiträume (vgl. Abbildung 2.1 auf Blatt 40) wurde die gesamte mikroseismische Aktivität hochgerechnet. Im Folgenden wird auf die Verwendung dieser Schätzung nicht stets hingewiesen.

Ausgewählte gebirgsmechanische Ereignisse im Berichtszeitraum 2016, die manuell ausgewertet wurden, sind in Anhang 5.10 (Blätter 250 bis 252) dargestellt. Die Auswahl ist nicht in allen Bereichen und nicht für alle Teilzeiträume repräsentativ, sondern erfolgte räumlich und zeitlich variabel.

Mikroseismizität im gesamten überwachten Bereich

Gegenüber dem Berichtszeitraum 2015 hat sich die Anzahl der von der Automatik in Betriebsruhephasen lokalisierten Ereignisse im Berichtszeitraum 2016 um etwa 37 % von 1049 (bzw. auf die Gesamtzeit hochgerechnet 3973) auf 1441 (bzw. auf die Gesamtzeit hochgerechnet 5452) Ereignisse erhöht (vgl. Anhang 5.5 auf Blatt 241 und Anhang 5.11 auf Blatt 255). Da der mittlere Betriebsruheanteil in beiden Berichtszeiträumen ungefähr 26 % betrug (s. Tabelle in Anhang 5.4 auf Blatt 238), sind die Ereignisanzahlen für die Berichtszeiträume 2015 und 2016 auch direkt miteinander vergleichbar. Auf die Gesamtzeit hochgerechnete Ereignisanzahlen auch für die Vorjahre sind Anhang 5.14 auf Blatt 261 (Legende der unteren Grafik) zu entnehmen. Die tendenzielle Zunahme der Anzahl der mikroseismischen Ereignisse setzt sich über den Berichtszeitraum 2016 hinaus bis Februar 2017 fort (s. Anhang 5.8 auf Blatt 248).

Der langfristige Anstieg der Ereignisraten sowohl für relativ schwache als auch für relativ starke Ereignisse wird von kurzfristigeren Variationen überlagert (s. Anhang 5.8 auf Blatt 248, untere Grafik). Aufgrund der erheblichen Schwankungsbreiten der Ereignisraten, die teilweise auf getriggerte Ereignisse (vgl. Abschnitt 2.4.3 auf Blatt 37) zurückzuführen sind, ist der im Jahr 2016 gegenüber 2015 beobachtete erhebliche Anstieg noch kein Beleg für eine langfristige beschleunigte Zunahme der Ereignisraten, wie auch die vorangegangene Abnahme des Anstiegs in 2015 gegenüber 2014 nicht der Beginn einer

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 <small>ASSE GMBH – Verantwortlich handeln.</small>
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	

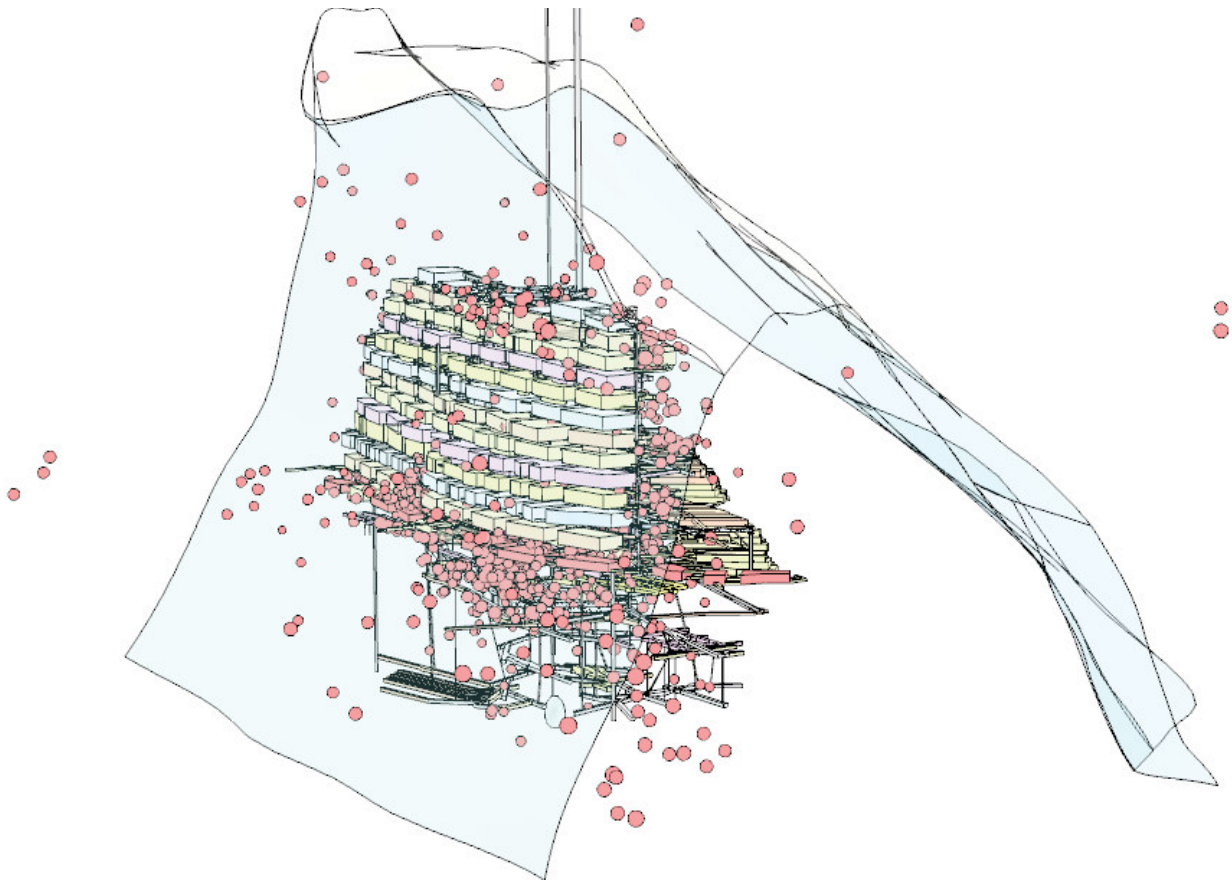



Abbildung 2.1: Mikroseismische Ereignisse von Oktober 2015 bis September 2016 (Ausschnitt aus den Ergebnissen der automatischen Auswertung während Zeiten ohne bergmännische Aktivitäten mit Skizze des Grubengebäudes und der Grenzfläche Salz-Deckgebirge).

Trendwende war. Die jährlichen Magnituden-Häufigkeits-Verteilungen für den gesamten überwachten Bereich (Anhang 5.14 auf Blatt 261, untere Grafik) zeigen, dass die Zunahme der Ereignisrate seit 2009 bis zum Berichtszeitraum 2016 im Mittel ohne deutliche Veränderung des Verhältnisses der Anzahl schwacher zu relativ starker Ereignisse erfolgte.

Die mikroseismischen Ereignisse verteilen sich im Berichtszeitraum 2016 wie auch schon in den Vorjahren (s. [24], [25], und insbesondere [21]) nicht gleichmäßig über das Grubengebäude und seine Umgebung, sondern treten vielfach in Form mikroseismischer Cluster, d. h. in räumlichen und teilweise auch zeitlichen Häufungen, auf (s. Anhang 5.11 auf Blatt 253ff). Ausgeprägte lokale Häufungen deuten auf einen großen Einfluss lokaler Besonderheiten hin. Manche korrelieren mit bergmännischen Aktivitäten wie z. B. Betonagen. In der Gesamtbetrachtung korreliert der Anstieg der mikroseismischen Aktivität in den Jahren 2015 und 2016 nicht mit dem Betonvolumen, d. h. obwohl das eingebrachte Betonvolumen in den Jahren 2015 und 2016 leicht rückläufig war (s. Anhang 5.9 auf Blatt 249), ist die mittlere mikroseismische Ereignisrate weiter angestiegen. Der durch die Betonagen verursachte Temperatur- und Feuchteeintrag allein liefert damit keine plausible Erklärung für die hohe Gesamt ereignisrate. Der Effekt, dass Ereignisse durch Verfüllmaßnahmen getriggert und/oder induziert wurden und werden, ist als Hauptursache für den weiteren Anstieg der Ereignisrate in der Gesamtbetrachtung ebenfalls wenig plausibel, sofern die errichteten Bauwerke insbesondere hinsichtlich ihrer Art und ihre Umgebung insbesondere hinsichtlich der Beanspruchung und Vorschädigung äquivalent sind.

Die seit einigen Jahren lokal erhöhte mikroseismische Aktivität im Bereich der ELK 4/750 (vgl. Abschnitt 2.4.8 auf Blatt 48) und der ELK 6/750 (vgl. Abschnitt 2.4.9 auf Blatt 48) ist nicht Hauptursache für


Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 <small>ASSE GMBH</small> <small>Verantwortlich handeln</small>
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung							Blatt: 41

den Anstieg der Gesamtmikroseismizität (vgl. Anhang 5.14 auf Blatt 261 und Anhang 5.15 auf Blatt 262, jeweils obere und untere Grafiken), obwohl auch im Bereich der ELK 6/750 ein weiterer Anstieg der Aktivität beobachtet wurde. Die auffälligste Zunahme der mikroseismischen Aktivität im Verlauf der letzten Jahre betrifft Ereignisse im Bereich des Sattelkerns und im südlichen Bereich der 800-m-Sohle (s. Anhang 5.16 auf Blatt 265 und Anhang 5.18 auf Blatt 267 untere Grafik). Im Berichtszeitraum 2016 sind in dieser Region das Cluster bei der südlichen Richtstrecke auf der 800-m-Sohle (s. Abschnitt 2.4.10 auf Blatt 52) und das Cluster bei der Gabelung der nördlichen und 2. nördlichen Richtstrecke nach Osten auf der 750-m-Sohle südlich des Blindschachts 4 (s. Abschnitt 2.4.10 auf Blatt 50) besonders auffällig. Auch das tendenziell etwas weniger kompakte, vom 29. Dezember 2015 bis zum 4. Januar 2016 temporär sehr aktive mikroseismische Cluster mit Schwerpunkt im Zugangsbereich zur Vahlberger Strecke auf der 700-m-Sohle, das im Gegensatz zu den beiden erstgenannten nicht nach zeitnah vorausgegangenen bergmännischen Aktivitäten aufgetreten ist (s. Abschnitt 2.4.10 auf Blatt 49, vgl. auch [21]), zählt hierzu. Die Ereignisraten im Deckgebirge (s. Anhang 5.17 auf Blatt 266 alle Grafiken) und im Baufeld an der Südflanke (s. Anhang 5.18 auf Blatt 267 obere und mittlere Grafik) sind in Relation zum Ereignisratenanstieg nördlich und unterhalb des Baufelds an der Südflanke (s. Anhang 5.16 auf Blatt 263) nur leicht angestiegen.

Die Gesamtereignisrate ist angestiegen und der degressive Trend der Pfeilerstauchungsraten hat sich abgeschwächt (vgl. Abschnitt 2.2.5 auf Blatt 26). Eine plausible Erklärung ist die trotz der zahlreichen durchgeführten Stabilisierungsmaßnahmen weiterhin zunehmende Schädigung des Tragsystems. Eine ergänzende mögliche Ursache für den deutlichen Anstieg der mikroseismischen Ereignisrate ist, dass die im Betrachtungszeitraum eingebrachte Betonmenge zwar relativ gering war, die Stabilisierungsmaßnahmen jedoch zunehmend in stark durchbauten und somit hoch beanspruchten Bereichen erfolgten, so dass die Betonagen trotz der relativ geringen Betonmenge vermehrt Ereignisse ausgelöst haben.

Die wesentlichsten lokalen Häufungen von Ereignissen im Berichtszeitraum 2016 waren:

- **Mikroseismizität am oberen Baufeldrand** (Abschnitt 2.4.5 auf Blatt 43)
 - am westlichen oberen Baufeldrand, bei den Abbauen 3/490, 4/490 und 1/574 und in ihrer Umgebung sowie westlich-oberhalb des Grubengebäudes (vgl. Abschnitt 2.4.5 auf Blatt 43),
 - am zentralen oberen südlichen Baufeldrand, entlang der südlichen Richtstrecke auf der 490-m-Sohle im Bereich der Abbaureihen 5 bis 7 sowie etwas oberhalb (insbesondere beim Aufhaun zur 469-m-Sohle) und südlich davon (vgl. Abschnitt 2.4.5 auf Blatt 44),
 - am östlichen oberen Baufeldrand, südlich von und in bzw. bei Abbaureihe 9 und beim Kopf des Blindschachts 3 (vgl. Abschnitt 2.4.5 auf Blatt 45),
 - Ereignisgruppen nördlich des Baufelds an der Südflanke in der Umgebung des Füllorts Schacht 2 auf der 490-m-Sohle, sowie zwischen Streckenkreuz Sattelrichtstrecke / Querschlag Abbau 6 und Abbau 6a/532 und beim Abbau 7b/511 (vgl. Abschnitt 2.4.5 auf Blatt 46).
- **Mikroseismizität am westlichen Baufeldrand entlang des Blindschachts 1** insbesondere im Bereich der 750-m-Sohle bzw. beim Zugang zur ELK 10/750 (vgl. Abschnitt 2.4.6 auf Blatt 47 sowie bezüglich des Schachtkopfes Abschnitt 2.4.5 auf Blatt 43 und des 658-m-Niveaus Abschnitt 2.4.6 auf Blatt 47).
- **Mikroseismizität am östlichen Baufeldrand entlang des Blindschachts 3** insbesondere auf dem 700-m-Niveau, dem 616-m-Niveau, beim Zugang zum Nebenabbau 9b/532 und beim Blindschachtkopf (vgl. Abschnitt 2.4.5 auf Blatt 45).
- **Cluster bei der ELK 4/750** mit Schwerpunkt oberhalb der 2. südlichen Richtstrecke auf der 750-m-Sohle (vgl. Abschnitt 2.4.8 auf Blatt 48).


Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 <small>ASSE GMBH</small> <small>Verantwortlich handeln</small>
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung							Blatt: 42

- **Cluster im östlichen Teil der ELK 6/750** und weitere Häufungen im Bereich der ELK 5, 6, 7 und 11 im Ostflügel der 750-m-Sohle, sowie bei den Abbauen 5a/750 und 5b/750 (vgl. Abschnitt 2.4.9 auf Blatt 48).
- **Cluster beim Blindschacht 2 auf dem 700-m-Sohlen-Niveau**, und seiner Umgebung (vgl. Abschnitt 2.4.8 auf Blatt 48).
- **Mikroseismizität nördlich des Baufelds an der Südflanke** im Bereich der 700-m-Sohle und unterhalb, insbesondere im Bereich des Sattelkerns,
 - entlang der südlichen Richtstrecke auf der 800-m-Sohle (vgl. Abschnitt 2.4.10 auf Blatt 52),
 - bei der Gabelung der nördlichen und 2. nördlichen Richtstrecke nach Osten auf der 750-m-Sohle südlich des Blindschachts 4 und entlang der 2. nördlichen Richtstrecke nach Osten bis zum Querschlag zur nördlichen Richtstrecke nach Osten auf der 750-m-Sohle (vgl. Abschnitt 2.4.10 auf Blatt 50),
 - im zentralen Bereich der 700-m-Sohle (vgl. Abschnitt 2.4.10 auf Blatt 49) bis in den zentralen Bereich der 750-m-Sohle und bei den Füllorten (vgl. Abschnitt 2.4.10 auf Blatt 50),
 - im Bereich der Wendelkurve nördlich des Abbaus 7/725 Na2 (vgl. Abschnitt 2.4.10 auf Blatt 52),
 - bei den Reicheltsümpfen im Nordwesten der 750-m-Sohle (vgl. Abschnitt 2.4.10 auf Blatt 52),
 - im Bereich des HAW-Feldes auf der 800-m-Sohle (vgl. Abschnitt 2.4.10 auf Blatt 52).
- **Mikroseismizität südöstlich bis südöstlich–unterhalb des Grubengebäudes** ungefähr vom 658- bis zum 925-m-Sohlen-Niveau (vgl. Abschnitt 2.4.11 auf Blatt 53).

Die Mikroseismizität im zentralen und östlichen Teil des Baufelds an der Südflanke von der 574- bis zur 679-m-Sohle, die im Berichtszeitraum 2015 durch die FSV verstärkt wurde, war demgegenüber im Berichtszeitraum 2016 wieder deutlich reduziert (vgl. Abschnitt 2.4.7 auf Blatt 47).

Betrachtet man die Mikroseismizität seit Ende 2008 (vgl. Anhang 5.12 auf Blatt 256), gibt es oberhalb der Hauptlösungsfassungsstelle im Abbau 3/658 einen Bereich, in dem besonders wenige mikroseismische Ereignisse beobachtet wurden. Der entsprechende am Zentralpfeiler gespiegelte Bereich im Ostflügel war in den Vorjahren, abgesehen von durch bergmännische Aktivitäten ausgelöster Mikroseismizität, ebenfalls mikroseismisch eher ruhig (vgl. z. B. [21]). Da der Bereich bei der Hauptlösungsfassungsstelle bislang von der Firstspaltverfüllung ausgenommen wurde, gab es dort auch keine durch die FSV getriggerten Ereignisse. Im Zusammenhang mit der Verfüllung der Durchhiebe zwischen Abbau 2/553 und 3/553 sowie zwischen Abbau 3/553 und 4/553 im 553-m-Sohlenniveau im April 2014 wurde keine signifikante Mikroseismizität beobachtet. Im Bereich der mittleren Sohlen wurden im und beim Zentralpfeiler weniger Ereignisse als in den Vorjahren beobachtet.

Die sehr ausgeprägten Maxima der Ereignisanzahlen-Tiefen-Verteilung im Berichtszeitraum 2016 (s. Anhang 5.20 auf Blatt 274) auf dem 725- und 750-m-Sohlenniveau sind auf die bereits seit langem beobachteten Cluster mit Schwerpunkt nördlich der Schwebe der ELK 4/750 (vgl. Abschnitt 2.4.8 auf Blatt 48) und im östlichen Sohlenbereich der ELK 6/750 (vgl. Abschnitt 2.4.9 auf Blatt 48) zurückzuführen. Die Ereignisse des Clusters bei der ELK 4/750 hatten im Berichtszeitraum 2016 einen Anteil von etwa 23 % an der Gesamtereignisanzahl (gegenüber etwa 29 % im Berichtszeitraum 2015). Die des Clusters bei der ELK 6/750 hatten einen Anteil von etwa 9 % (gegenüber etwa 7 % im Berichtszeitraum 2015). Die auffälligsten Veränderungen gegenüber dem Berichtszeitraum 2015 (vgl. Anhang 5.20 auf Blatt 276)

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung							Blatt: 43

sind die Zunahme der Ereignisse am oberen Baufeldrand, die Abnahme der Ereignisse um die 574-m-Sohle, das „Zusammenwachsen“ der Peaks zwischen der 679- und 750-m-Sohle sowie die Zunahme der Ereignisse bei der 800-m-Sohle (vgl. Anhang 5.20 auf Blatt 275 und Blatt 277).

2.4.5 Mikroseismizität am oberen Baufeldrand

Entlang des oberen Baufeldrands (vgl. auch Abschnitt 4.1 auf Blatt 67) gibt es mikroseismisch aktive Bereiche, die durch Bereiche mit relativ geringer Mikroseismizität räumlich voneinander getrennt sind (Anhang 5.12 auf Blatt 256). Am südlichen oberen Baufeldrand befinden sich Bereiche mit deutlich erhöhter mikroseismischer Aktivität

- am westlichen oberen Baufeldrand,
- am zentralen oberen Baufeldrand, mit Schwerpunkt bei der südlichen Richtstrecke auf der 490-m-Sohle bzw. etwas südlich von dieser,
- am östlichen oberen Baufeldrand im Übergangsbereich Salz–Deckgebirge südlich der Abbaureihe 9, sowie im Bereich der Abbaureihe 9 und beim Blindschacht 3.


Hinzu kommt Mikroseismizität nördlich des Baufelds an der Südflanke, insbesondere im Bereich der Nebenabbaue auf den oberen Sohle.

Die Lage der automatisch in weiter Entfernung vom Grubengebäude, teilweise deutlich oberhalb des Grubengebäudes (s. z. B. Anhang 5.11 auf Blatt 253) lokalisierten Ereignisse, wurde zum Teil manuell überprüft, da solche Ergebnisse der Automatik mit einer sehr großer Ungenauigkeit behaftet sind. Die Ergebnisse der manuellen Auswertung (s. Anhang 5.10 auf Blatt 250ff) deuten darauf hin, dass die Hypozentren tendenziell näher am Grubengebäude liegen als sie von der Automatik lokalisiert wurden und die Ereignisse dementsprechend auch geringer Magnituden haben als von der Automatik berechnet.

Mikroseismizität am westlichen oberen Baufeldrand

In der Umgebung des Abbaus 3/490 wurde im Berichtszeitraum 2016 eine wenig kompakte Gruppe von Ereignissen beobachtet (s. Anhang 5.10 auf Blatt 250). Im Berichtszeitraum 2015 wurden dort relativ viele, sehr schwache Ereignisse beobachtet (s. [21] und Anhang 5.6 auf Blatt 242), die aufgrund ihrer geringen Stärke manuell nicht sehr genau lokalisierbar waren und automatisch nicht auswertbar waren (vgl. Anhang 5.5 auf Blatt 239). Im Vergleich zu den Vorjahren wurde in den Berichtszeiträumen 2015 und 2014 eine Zunahme sehr schwacher Ereignisse bei gleichzeitiger Abnahme starker Ereignisse beobachtet (s. [21]). Basierend auf der nur für ausgewählte Ereignisse durchgeführten manuellen Auswertung (vgl. Abschnitt 2.4.3 auf Blatt 37 und Anhang 5.10 auf Blatt 250ff) und der Automatik ist für den Berichtszeitraum 2016 aufgrund der gegenüber der manuellen Auswertung geringeren Sensitivität der Automatik keine belastbare Aussage über eine Zu- oder Abnahme sehr schwacher Ereignisse möglich. Bezüglich sehr schwacher Ereignisse im Bereich der Firsten der Abbaue 3/490 und 4/490 wird daher auf die dortige mikroakustische Überwachung verwiesen (s. Abschnitt 2.5 auf Blatt 55). Während sich die Betonage der Platte auf dem Lösungsspeicherbecken 1 mikroakustisch sowohl im Firstbereich des Abbaus 3/490, als auch im Bereich des Pfeilers 3/4 deutlich abzeichnete (s. Abschnitt 2.5 auf Blatt 55ff), ist ein Zusammenhang der Verfüllung des LSB 1 mit den mikroseismischen Ereignissen, die im Juni 2016 im Umfeld des Abbaus 3/490 beobachtet wurden, nicht eindeutig feststellbar.

Mikroseismisch wurden im Berichtszeitraum 2016 sowohl Ereignisse beim Abbau 3/490, als auch im Bereich der Abbaue 4/490 und 4/511 lokalisiert (vgl. Anhang 5.10 auf Blatt 250). Der Bereich bei Abbau

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 <small>ASSE GMBH – Verantwortlich handeln.</small>
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	

Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung	Blatt: 44
---	-----------

4/490 war im Berichtszeitraum 2015 mikroseismisch ruhig. Im 4. Quartal 2016 war in der Umgebung des Abbaus 4/490 eine Ereignisgruppe zu beobachten, die möglicherweise durch die Verfüllung des Querschlags von der Wendelstrecke zum Rolloch im Norden des Abbaus 4/511 im September und Oktober 2016 und/oder der Hohlräume in der Schwebe zwischen den Abbauen 4/490 und 4/511 im Oktober 2016 ausgelöst wurde (vgl. Abschnitt 2.4.12 auf Blatt 54).

Im Berichtszeitraum 2016 wurden am westlichen oberen Baufeldrand insbesondere im Mai und Juni 2016 vermehrt Ereignisse bei den Abbauen 2/511, 2/532 und westlich des Grubengebäudes, sowie im Mai 2016 beim Abbau 4/511 lokalisiert (s. Anhang 5.10 auf Blatt 250ff und Anhang 5.11 auf Blatt 253, Anhang 5.19 Blätter 269 und 270, Anhang 5.21 Blätter 279 bis 283, sowie Anhang 5.24 auf Blatt 308). Insbesondere die grubennahen Ereignisse können durch die Firstspaltverfüllung in den Abbauen 2/532, 2/553 und 4/532 im Mai 2016 (vgl. Kapitel 3 auf Blatt 63 und [28]) ausgelöst worden sein. Es wurde im Berichtszeitraum 2016, basierend auf der Automatik, grubennah weiterhin weniger mikroseismische Aktivität als bis 2011 beobachtet (s. Anhang 5.12 auf Blatt 256, alle Grafiken, und Anhang 5.24 auf Blatt 308).

Die, insbesondere im letzten Quartal des Jahres 2015 und zum Ende des Jahres 2016, bei der verfüllten Wetterstrecke nördlich des Abbaus 1/574 beobachtete Aktivität (s. Anhang 5.10 auf Blatt 250ff, sowie Anhang 5.28 auf Blatt 315f, alle Grafiken) steht nicht in einem direkten Zusammenhang mit zeitnahen Verfüllmaßnahmen. Die Aktivität im Mai, Juni und Juli in diesem Bereich kann im Zusammenhang mit der FSV in den Abbauen 2/553 und eventuell 2/553 stehen (s. auch Abschnitt 2.4.6 auf Blatt 46).


Der weite Erstreckungsbereich der Mikroseismizität am oberen Baufeldrand ist nicht allein auf die Ungenauigkeit der Automatik zurückzuführen. Auch manuell wurden Ereignisse deutlich westlich, deutlich oberhalb und deutlich südlich des Grubengebäudes lokalisiert (s. Anhang 5.10 auf Blatt 250).

Mikroseismizität am zentralen südlichen oberen Baufeldrand

Das Cluster am zentralen oberen Baufeldrand (vgl. [21]) war auch im Berichtszeitraum 2016 aktiv (s. Anhang 5.11 auf Blatt 253, Anhang 5.19 auf Blatt 270, Anhang 5.21 Blätter 278 bis 280, sowie Anhang 5.25 auf Blatt 309 und Anhang 5.26 auf Blatt 310). Während das Cluster seinen Schwerpunkt früher eher südlich der Abbaureihen 5 bis 7 hatte (vgl. [21] und Anhang 5.26 auf Blatt 310), häuften sich die mikroseismischen Ereignisse, seit der Verfüllung der südlichen Richtstrecke auf der 490-m-Sohle und des Hochbruchs zur 469-m-Sohle von Anfang September 2015 bis Anfang Oktober 2015, deutlicher entlang der südlichen Richtstrecke auf der 490-m-Sohle (s. Anhang 5.21 Blätter 278 bis 280, sowie Anhang 5.26 auf Blatt 310).

Die durch die Betonage des stark geschädigten, hoch beanspruchten Bereichs, ausgelöste Erhöhung der Ereignisrate ab September 2015 (vgl. [21]) war bis ins Frühjahr 2016 beobachtbar und liegt seitdem wieder im vor der Verfüllung seit 2011 beobachteten Schwankungsbereich (s. Anhang 5.26 auf Blatt 311, oberer Grafik). Die nach der besonders ausgeprägten Ereignishäufung, zumindest für einige Monate zu beobachtende, eher geringe mittlere seismische Leistung bzw. der weniger steile Anstieg der kumulativen Energie deuten darauf hin, dass durch die Betonage Ereignisse vorgezogen wurden, die andernfalls später mit größerem Spannungsabbau stattgefunden hätten. Dies kann auch die Verschiebung der Magnituden-Häufigkeits-Verteilung im Berichtszeitraum 2016 zu weniger relativ starken und zu mehr relativ schwachen Ereignissen hin (s. Anhang 5.26 auf Blatt 311) erklären.

Ein Abklingen der mikroseismischen Aktivität bis deutlich unter die vor der Durchführung der Stabilisierungsmaßnahme beobachtete mikroseismische Aktivität, wie dies z. B. nach der Verfüllung des benachbarten Blindschachts 2a zu Beginn des Jahres 2013 beobachtet werden konnte (s. [24], [25] und [21] sowie Anhang 5.25 auf Blatt 309), wurde bislang noch nicht festgestellt. Eine nachhaltige und

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	

Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung	Blatt: 45
---	-----------

hinreichende Stabilisierung des Bereichs durch die Verfüllung des Hochbruchs und der südlichen Richtstrecke auf der 490-m-Sohle erscheint aufgrund der noch anhaltenden, deutlichen mikroseismischen Aktivität fraglich.


Die Ereignishäufung entlang der südlichen Richtstrecke auf der 490-m-Sohle im Zusammenhang mit deren Verfüllung erstreckte sich nach Westen bis in den Bereich des Blindschachts 2a (s. Anhang 5.25 auf Blatt 309, obere Grafiken). Bis auf diese Ereignisse und Ereignisse im Zusammenhang mit der FSV in Abbau 4/532 in der Nähe des Schachtkopfs des Blindschachts 2a, ist der Bereich um den Blindschacht 2a und den Schachtkopf des Blindschachts 2 seit der Verfüllung der Blindschächte und dem Abklingen der Nachwirkungen der Betonagen mikroseismisch weiterhin relativ ruhig (s. Anhang 5.25 auf Blatt 309 untere Grafik, sowie Anhang 5.10 auf Blatt 250ff). Auch mikroakustisch (vgl. Abschnitt 2.5 auf Blatt 55) wurden im Zusammenhang mit der Betonage der südlichen Richtstrecke auf der 490-m-Sohle einige Ereignisse im Bereich des zentralen oberen Baufeldrands entlang der südlichen Richtstrecke auf der 490-m-Sohle und ihrer Umgebung beobachtet (s. [21]).

Mikroseismizität am östlichen oberen Baufeldrand und beim Blindschacht 3

Die am östlichen oberen Baufeldrand beobachtete Mikroseismizität erstreckt sich wie auch schon in den Vorjahren weit in den oberen Buntsandstein (s. Anhang 5.27 und [21], sowie Anhang 5.10 auf Blatt 250ff). Die Biegung des Deckgebirges über den „harten“ Übergang vom Unverritzten zu den Abbauen am oberen östlichen Baufeldrand ist eine Ursache für die südlich und südöstlich des Grubengebäudes beobachtete Mikroseismizität. Geologische und tektonische Einflüsse (z. B. Störungen) sind weitere mögliche Ursachen.

Neben der erhöhten mikroseismischen Aktivität südlich des Grubengebäudes wurden im Berichtszeitraum 2016, insbesondere im Zusammenhang mit der von Januar bis April 2016 erfolgten Verfüllung des Blindschachts 3, einige Ereignisse in der Umgebung des Blindschachts 3 beobachtet (s. Anhang 5.12 auf Blatt 256 und Anhang 5.19 auf Blatt 272). Insbesondere durch die in diesem Zuge erfolgte Mitverfüllung der Verbindungsstrecke vom Abbau 9/532 zum Abbau 9b/532 im Sohlenniveau sowie der Strecke nach Osten auf der 616-m-Sohle (s. auch Anhang 5.21 auf Blatt 285), wurden zahlreiche mikroseismische Ereignisse ausgelöst. Diese Ereignisse trugen auch zur Überschreitung der Meldeschwelle im Rahmen der Überwachung der FSV bei (s. Abschnitt 2.4.12 auf Blatt 54). In Anbetracht des Schädigungsgrads und der Belastungssituation am Baufeldrand liegen die beobachteten mikroseismischen Reaktionen im Bereich des Erwarteten. Die lokale Häufung auf der 616-m-Sohle beim Blindschacht 3 war von März 2016 bis Juli 2016 deutlich erkennbar. Die Häufung im Umfeld des Blindschachts 3 im Bereich der 532-m-Sohle war von April 2016 bis Juli 2016 deutlich ausgeprägt, wobei die späten Ereignisse oberhalb der 532-m-Sohle auch im Zusammenhang mit der Verfüllung des Zugangs zum Blindschacht 3 (7. Juni 2016 bis 24. Juni 2016) und der Hornstatt (24. Juni 2016 bis 19. Juli 2016) auf der 490-m-Sohle stehen können. Hier wurden auch noch später etwas vermehrt mikroseismische Ereignisse beobachtet. Im Bereich der 700-m-Sohle gibt es eine weitere, besonders im März 2016 sehr aktive, weiträumigere lokale Häufung von Ereignissen beim Blindschacht 3, die durch dessen Verfüllung ausgelöst wurde (vgl. auch Abschnitt 2.4.10 auf Blatt 51).

Gegenüber dem Berichtszeitraum 2015 hat im Berichtszeitraum 2016 auch die Anzahl der mikroseismischen Ereignisse zugenommen, die am oberen östlichen Baufeldrand im Bereich des Deckgebirges lokalisiert wurden (s. Anhang 5.19 auf Blatt 271 und 271). Die Aktivität wies deutliche Schwankungen auf (vgl. Anhang 5.27 auf Blatt 312f). Es bleibt abzuwarten, wie sich die in 2016 umgesetzten Stabilisierungsmaßnahmen auf die Aktivität des Clusters am oberen östlichen Baufeldrand längerfristig auswirken.

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung							Blatt: 46

Mikroseismizität nördlich des Baufelds an der Südflanke auf der 490- bis 532-m-Sohle

Zwischen dem Streckenkreuz Sattelrichtstrecke nach Osten / Querschlag Abbau 6 auf der 490-m-Sohle und Abbau 6a/532 gab es im Verlauf des Berichtszeitraums 2016 eine Gruppe von Ereignissen (s. Anhang 5.21, Blätter 278 bis 281). Diese sind weitgehend unabhängig von den Ereignissen am zentralen südlichen oberen Baufeldrand aufgetreten. Im Bereich des Streckenkreuzes Sattelrichtstrecke nach Osten und Querschlag Abbau 6 auf der 490-m-Sohle wurden Ereignisse insbesondere im August 2016 beobachtet. Während die tiefer lokalisierten Ereignisse innerhalb der Gruppe eher noch im Zusammenhang mit früheren Ereignissen beim verfüllten Abbau 6a/532 (s. [21]) zu sehen sind, deuten die im Bereich der 490-m-Sohle lokalisierten Ereignisse eher auf lokale Schädigung beim Streckenkreuz hin. Die Ereignisse, die im September 2016 in der Nähe von Schacht 2 bzw. in der Nähe des Hauptgrubenlüfters auf der 490-m-Sohle lokalisiert wurden (s. Anhang 5.21 auf Blatt 279), korrelieren mit dortigen Umbauarbeiten. Im betreffenden Zeitraum wurde insbesondere die Schallschutzkulisse am Hauptgrubenlüfter errichtet.

Beim Abbau 7b/511 gab es eine insbesondere im April und Mai 2016 aktive Ereignisgruppe (s. Anhang 5.21, Blätter 279 bis 281). Aufgrund des zeitlichen Abstands ist ein direkter Zusammenhang der Ereignisse mit Verfüllungen in der Umgebung für die meisten Ereignisse nicht plausibel. Die Betonagen des Abbau 7a/511, der Abbaubegleitstrecke bei Abbau 7/511 und des Zugangs zum Abbau 7a/511 erfolgten von Juni bis Juli 2015 und die Betonage des Abbaus 7b/532 erfolgte von August bis Oktober 2015 (vgl. Kapitel 3 auf Blatt 63 und [28]). Ein Zusammenhang der Mikroseismizität mit Vorgängen in oder an der benachbarten MAW-Kammer ist nicht auszuschließen. Es wurde jedoch keine kurzfristige zeitliche Korrelation von mikroseismischen Ereignissen mit der temporär erhöhten Ortsdosisleistung im Abluftfilter der MAW-Kammer festgestellt (vgl. [29]).

Die Ereignisse weiter östlich sind im Zusammenhang mit der mikroseismischen Aktivität am östlichen Baufeldrand zu betrachten (s. Abschnitt 2.4.5 auf Blatt 45).


2.4.6 Mikroseismizität im Bereich der Abbaureihe 1 und des Blindschachts 1

Mikroseismizität bei Abbaureihe 1 und Blindschacht 1 (553- bis 616-m-Sohle), insbesondere bei Abbau 1/574

Die mikroseismische Aktivität im Bereich der Abbaureihe 1, die in den Berichtszeiträumen 2013 bis 2015 insbesondere im Bereich des Abbaus 1/574 deutlich erhöht war (vgl. [24], [25], [21] sowie Anhang 5.28 auf Blatt 315), ist signifikant zurückgegangen. Sie hat im Berichtszeitraum 2016 jedoch das niedrige Niveau von 2012 nicht ganz erreicht (vgl. Anhang 5.28 auf Blatt 316).

Ein Großteil der Ereignisse beim Blindschacht 1 von 2013 bis 2015 ereignete sich im Zusammenhang mit Betonagen, jedoch wurden auch Ereignisse im grubennahen Deckgebirge lokalisiert (s. [21]). Es ist anzunehmen, dass die exponierte Lage und die starke Vorschädigung (vgl. Abschnitt 2.4.6 auf Blatt 46, sowie [30]) Hauptursachen für die starken Reaktionen auf die Betonagen sind. Die Reaktionen korrelieren mit der Vorschädigung und der Beanspruchung. Im Berichtszeitraum 2015 ist die erhöhte Mikroseismizität nur langsam und deutlich diskontinuierlich abgeklungen (s. [21]). Da die Mikroseismizität auch im Berichtszeitraum 2016 weiterhin lokal erhöht war, ist davon auszugehen, dass sich in dem relativ inhomogenen und stark beanspruchten Bereich auch nach den Stabilisierungsmaßnahmen bislang noch kein neuer stabiler Gleichgewichtszustand eingestellt hat.

Insbesondere im Bereich etwas nördlich der verfüllten Wetterstrecke nördlich von Abbau 1/574 häuften sich im Berichtszeitraum 2016 weiterhin mikroseismische Ereignisse (vgl. Anhang 5.28 auf Blatt 315 und

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	
NNA	NNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung							Blatt: 47

Anhang 5.10 auf Blatt 250ff) teilweise möglicherweise im Zusammenhang mit Firstspaltverfüllungen in den Abbauen 2/532 und 2/553 (vgl. Abschnitt 2.4.5 auf Blatt 43). Der großräumige Erstreckungsbereich der Ereignisse am oberen westlichen Baufeldrand (vgl. Anhang 5.11 auf Blatt 253 und Anhang 5.19 Blätter 268 und 269, sowie Anhang 5.13 auf Blatt 258) deutet darauf hin, dass ihnen nicht nur lokale Prozesse in der unmittelbaren Umgebung des Blindschachts 1 sowie der Abbaue und Strecken im Bereich der Abbaureihe 1 zugrunde liegen.

Es wurde keine signifikante Verlagerung der mikroseismischen Aktivität vom Abbau 1/574 nach Osten festgestellt (vgl. Anhang 5.11 auf Blatt 253 und Anhang 5.10 auf Blatt 250). Die Aktivität, die möglicher Weise im Zusammenhang mit der FSV in Abbau 2/511 und 2/532 und der Verfüllung der Durchhiebe zwischen Abbau 2/553 und 3/553 sowie zwischen Abbau 3/553 und 4/553 steht, war erheblich geringer als die im Zusammenhang mit den Verfüllungen in der Abbaureihe 1 und des Blindschachts 1 beobachtete.

Mikroseismizität bei der Wendelkurve nördlich des Abbaus 1/658

Das 2011 erstmals beobachtete mikroseismische Cluster im Bereich der Wendelkurve auf der 658-m-Sohle bzw. nördlich des Pfeilers 1/2 auf der 658-m-Sohle (s. [24]) war im Berichtszeitraum 2015 nur schwach ausgeprägt (s. [21]) und wird von der Automatik aufgrund der typischerweise geringen Magnituden nur zu einem relativ kleinen Teil erfasst. Im betreffenden Bereich wurden im Berichtszeitraum 2016 dennoch weiterhin Ereignisse lokalisiert (s. Anhang 5.29 auf Blatt 317). Das Cluster ist demnach offenbar weiterhin aktiv.


Mikroseismizität bei Abbaureihe 1, unterhalb der 700-m-Sohle

Die auffälligste Veränderung der mikroseismischen Aktivität im Berichtszeitraum 2016 in der Umgebung des Blindschachts 1 im Bereich der 750-m-Sohle gegenüber dem Berichtszeitraum 2015 (s. [21]) ist die räumliche Verlagerung des Schwerpunkts der Aktivität nach Südosten, zum Zugang zur ELK 10/750 (s. Anhang 5.30 auf Blatt 318). Der Bereich ist seit August 2013 vollständig verfüllt.

2.4.7 Mikroseismizität im Bereich der mittleren Sohlen im zentralen Bereich und Ostflügel

Im Berichtszeitraum 2015 wurden im Bereich der mittleren Sohlen des Baufelds an der Südflanke im zentralen Bereich und im Ostflügel temporär deutlich ausgebildete Cluster beobachtet (vgl. Anhang 5.5 auf Blatt 239), die großteils räumlich und zeitlich gut mit Stabilisierungsmaßnahmen korrelierten (s. [21]). Im Berichtszeitraum 2016 wurden im Bereich der mittleren Sohlen im zentralen Bereich und im Ostflügel nur Firstspalte in Abbaureihe 9, der Blindschacht 3 und angrenzende Bereiche verfüllt (vgl. Kapitel 3 auf Blatt 63 und [28]). Trotzdem wurden auch in anderen Bereichen, die vor der FSV seismisch relativ ruhig waren (vgl. auch [25] und [24]), weiterhin mehr Ereignisse als vor der FSV beobachtet (s. z. B. Anhang 5.11 auf Blatt 253).

Die Verfüllung des Blindschachts 3 einschließlich benachbarter Streckensegmente (29.01.2016 bis 13.04.2016) und der Hornstatt (24.06.2016 bis 19.07.2016) löste zahlreiche mikroseismische Ereignisse in der Umgebung aus (vgl. Abschnitt 2.4.5 auf Blatt 45, sowie Anhang 5.11 auf Blatt 253, Anhang 5.19 auf Blatt 272, und Abschnitt 2.4.5 auf Blatt 45). Die im August 2016 begonnene Verfüllung der Firstspalte der Abbaue 9/553 (23.08.2016 bis 13.10.2016), 9/574 (13.09.2016 bis 20.09.2016) und 9/532 (15.09.2016 bis 21.09.2016) hat im Berichtszeitraum 2016 noch nicht zu einer deutlich erhöhten Anzahl von automatisch lokalisierten Ereignissen im Bereich dieser Abbaue geführt, jedoch in den Folgemonaten

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 <small>ASSE GMBH – Verantwortlich handeln.</small>
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung							Blatt: 48

(vgl. Anhang 5.12 auf Blatt 256) und damit auch zur Überschreitung der Meldeschwelle im Rahmen der mikroseismischen Überwachung der FSV beigetragen (vgl. Abschnitt 2.4.12 auf Blatt 54).

2.4.8 Mikroseismizität bei der ELK 4/750, der 2. südlichen Richtstrecke nach Westen auf der 750-m-Sohle und am Blindschacht 2 (700- bis 750-m-Sohle)

Die seit Ende 2007 beobachtete, stark erhöhte Mikroseismizität bei ELK 4/750 (s. z. B. [31], [21]) konzentriert sich, wie in Anhang 5.22 (Blätter 301 und 302) dargestellt, weiterhin insbesondere unterhalb des Sohlenniveaus der 725-m-Sohle in der Umgebung der 2. südlichen Richtstrecke nach Westen auf dem 750-m-Niveau nördlich der ELK 4/750 (vgl. auch Anhang 5.10 auf Blatt 250ff). In der Schwebelage zwischen Abbau 4/725 und ELK 4/750 wurden nur vergleichsweise wenige mikroseismische Ereignisse lokalisiert.


Die Anzahl der in den Betriebsruhephasen bei der ELK 4/750 automatisch lokalisierten Ereignisse hat sich im aktuellen Berichtszeitraum 2016 gegenüber dem Berichtszeitraum 2015 um knapp 9 % erhöht, d. h. deutlich weniger als im mikroseismisch überwachten Bereich insgesamt (etwa 37 %). Die Ereignisrate liegt im Mittel weiterhin auf einem hohen Niveau (vgl. Anhang 5.22 auf Blatt 303, obere Grafik). Die Veränderungen des Langzeitmittels der seismischen Leistung bzw. des Anstiegs der kumulativen Energie (vgl. Anhang 5.22 auf Blatt 303, mittlere und untere Grafik) sowie der Magnituden-Häufigkeits-Verteilung sind gering (vgl. Anhang 5.22 auf Blatt 304). Es wurde im Berichtszeitraum 2016 keine wesentliche Beeinflussung des Clusters durch die bergmännischen Aktivitäten im Bereich der 2. südlichen Richtstrecke nach Westen auf der 750-m-Sohle oder am Blindschacht 2 festgestellt. Aus der beobachteten, anhaltend hohen Aktivität des Clusters bei der ELK 4/750 ist eine weiterhin fortschreitende Schädigung abzuleiten.

Die die Verfüllung der 2. südlichen Richtstrecke nach Westen auf der 750-m-Sohle (vgl. Abschnitt 4.8 auf Blatt 138) vorbereitenden Arbeiten haben auch im weiteren Verlauf der Strecke im Berichtszeitraum 2016 keine deutlichen Veränderungen der mikroseismischen Aktivität in der Umgebung ausgelöst (vgl. Anhang 5.21, Blätter 290 bis 292). Die ab Dezember 2016 erkennbare Zunahme der mikroseismischen Aktivität in diesem Bereich legt ein Auslösen von Ereignissen durch die bergmännischen Aktivitäten nahe. Verglichen mit dem Cluster bei der ELK 4/750 ist die Ereignisanzahl gering.

Im und beim Pfeiler 4/5 im Bereich der 700-m-Sohle und der Umgebung (s. Anhang 5.21, Blätter 288 bis 290) gab es wahrscheinlich durch lokale Spannungsumlagerungen infolge von Arbeiten am Blindschacht 2, und insbesondere infolge der Betonage des weit nach Süden reichenden Durchhiebs durch den Pfeiler 4/5 vom 1. bis 3. Juni 2016 eine lokale Häufung mikroseismischer Ereignisse. Dies hat zu einer Meldekriterienüberschreitung im Rahmen der Überwachung der FSV im Juni und Juli 2016 beigetragen (vgl. Abschnitt 2.4.12 auf Blatt 54). Der Beginn der FSV in den Abbauen 7/700 und 8/700 Anfang Dezember 2015 mit einer geringen Betonmenge hatte erwartungsgemäß vergleichsweise geringe Auswirkungen auf die Mikroseismizität. Eine wesentliche Beeinflussung des Clusters bei der ELK 4/750 durch die Arbeiten in der Umgebung des Blindschachts 2 im Bereich der 700-m-Sohle sowie das Rauben des Blindschachts 2 von der 700- bis zur 750-m-Sohle wurde nicht beobachtet.

2.4.9 Mikroseismizität bei den ELK im Ostflügel, insbesondere im bzw. beim östlichen Teil der ELK 6/750

Wie in den Berichtszeiträumen 2014 (s. [25]) und 2015 (s. [21]) wurden auch im Berichtszeitraum 2016 mikroseismische Ereignisse im Bereich der ELK 5/750, 6/750, 7/750 und 11/750 beobachtet (s. Anhang 5.21, Blätter 290 bis 292). Die überwiegende Anzahl der Ereignisse wurde, wie in den

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 <small>ASSE</small> <small>GM&H</small> <small>Verantwortlich handeln</small>
NNA	NNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung							Blatt: 49

Vorjahren, lokal gehäuft am Oststoß der ELK 6/750 lokalisiert (Detaildarstellungen s. Anhang 5.23 auf Blatt 305). Während die Ereignisrate des Clusters mit Schwerpunkt am Oststoß der ELK 6/750 (vgl. Anhang 5.23 auf Blatt 306, obere Grafik) im Berichtszeitraum 2016 gegenüber dem Berichtszeitraum 2015 im Mittel um 80 % zugenommen hat (s. Anhang 5.23 auf Blatt 307), ist die kumulative Energie im Verlauf des Berichtszeitraums 2016 mit dem Berichtszeitraum 2015 vergleichbar angestiegen. Das Verhältnis von relativ starken zu relativ schwachen Ereignissen hat sich zugunsten der schwachen Ereignisse verschoben (s. Anhang 5.23 auf Blatt 307). Ab Ende des Jahres 2016 hat sich die mittlere Zunahme der kumulativen Energie beschleunigt (vgl. Anhang 5.23 auf Blatt 306, mittlere und untere Grafik). Das Cluster ist dennoch weiterhin weniger deutlich ausgeprägt, als während der besonders starken Aktivität 2006.

Bergmännische Aktivitäten können die Schwankungen der mikroseismischen Aktivität durch Triggern von Ereignissen (vgl. Abschnitt 2.4.3 auf Blatt 37) verstärkt haben (vgl. [21]), liefern jedoch keine plausible Erklärung für den in den letzten Jahren beobachteten Anstieg der mittleren Ereignisrate (s. Anhang 5.23 auf Blatt 306, obere Grafik) und den beschleunigten Anstieg der kumulativen Energie (mittlere und untere Grafik).


Als wesentliche Ursache der lokal erhöhten mikroseismischen Aktivität in den Einlagerungskammern im Ostflügel der 750-m-Sohle, insbesondere im östlichen Bereich der ELK 6/750, wird eine Kombination aus lokalen Ursachen und dem großräumig auflaufenden Gebirgsdruck gesehen. Die Zunahme der Aktivität ab Anfang des Jahres 2014 erfolgte mit einer ähnlichen räumlichen Verteilung wie zu früheren Zeiten erhöhter Aktivität in den ELK auf der 750-m-Sohle im Ostflügel, was eine gemeinsame, großräumige Ursache vermuten lässt. Es ist davon auszugehen, dass sowohl brechende verlorene Betonabschirmungen (VBA), als auch Riss- und Mikrorissbildung im Salz eine Rolle spielen, wobei mögliche Ursachen für lokale Unterschiede der mikroseismischen Aktivität unterschiedliche Gebindeausrichtung und Stapeltechnik, lokale Besonderheiten der Geologie, unterschiedlich starke Vorschädigung des die Einlagerungskammern umgebenden Gebirges, Bauwerke, Resthohlräume innerhalb und in der Umgebung der Einlagerungskammern sowie eventuell auch Feuchte sind (s. [21]). Eine heterogene Netzsensitivität, die unter anderem von der Dämpfung abhängt, kann die Verteilung der Ereignisse heterogener erscheinen lassen.

Aufgrund ihrer arbeitssicherheitlichen Relevanz beachtenswert ist auch die weiterhin anhaltende mikro-seismische Aktivität im Bereich der Faktenerhebung, auch deutlich nördlich der Einlagerungskammern im Bereich der Abbaue 5a/750 und 5b/750 (s. Anhang 5.21, Blätter 290 bis 292).

2.4.10 Mikroseismizität unterhalb der 679-m-Sohle nördlich des Baufelds an der Südflanke, insbesondere im Bereich des Sattelkerns

Mikroseismizität im zentralen Bereich der 700-m-Sohle

Im zentralen Bereich der 700-m-Sohle gab es ein vom 29. Dezember 2015 bis zum 4. Januar 2016 sehr aktives mikroseismisches Cluster mit Schwerpunkt im Zugangsbereich zur Vahlberger Strecke (s. [21], Anhang 5.21 auf Blatt 289 und Anhang 5.31 auf Blatt 320). Zuvor war dort vergleichsweise wenig Mikroseismizität beobachtet worden (vgl. [21] und Anhang 5.31 auf Blatt 321, obere Grafik). Bereits im Verlauf des Januars 2016 war das Cluster bis auf vereinzelte Ereignisse abgeklungen (vgl. Anhang 5.31 auf Blatt 321, obere Grafik). Die Lokalisierungen der Ereignisse des Clusters erstrecken sich von der 679-m-Sohle bis zur 750-m-Sohle (s. Anhang 5.31 auf Blatt 320 und Anhang 5.21 Blätter 288 bis 291). Die Ereignisse korrelieren nicht mit bergmännischen Aktivitäten. Der Südstoß der Vahlberger Strecke ist zwischen den Wettertoren, wo sich der Schwerpunkt des Clusters befindet, von Rissen durchzogen und stark geschädigt (Abschnitt 4.5 auf Blatt 113, sowie [32]). Die mikroseismische Aktivität ist plausibel

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 <small>ASSE GMBH</small> <small>Verantwortlich handeln</small>
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung							Blatt: 50

mit Rissbildung im Zusammenhang mit den hier und in der Umgebung, einschließlich der Schwebelast des Abbaus 6/725 (Na2), bereits bestehenden Rissystemen, zu erklären.

Zum Jahresbeginn 2017 lebte die Aktivität in dem Bereich mit einer etwas veränderten räumlichen Verteilung wieder auf (s. Anhang 5.31 auf Blatt 320). Eine Triggerung von Ereignissen durch Betonagen von Anfang Januar bis Februar 2017 ist im Gegensatz zum Cluster am Jahreswechsel 2015/2016 möglich. Es gab insbesondere eine Häufung von Ereignissen, die etwas unterhalb der Strecke zum Schacht 2 auf der 700-m-Sohle lokalisiert wurden. Dieses Cluster trug zu einer Überschreitung der Meldekriterien im Rahmen der Überwachung der FSV bei (s. Abschnitt 2.4.12 auf Blatt 54). Die starke Reaktion ist Hinweis auf die Vulnerabilität.

Mikroseismizität bei den Füllorten auf der 750-m-Sohle

In der Umgebung der Füllorten des Schachts 2 und des Schachts 4 auf der 750-m-Sohle (vgl. Abschnitt 4.6 auf Blatt 123) wurden im Berichtszeitraum 2016 Ereignisgruppen und mikroseismische Einzelereignisse lokalisiert (s. Anhang 5.21 auf Blatt 291).


Mikroseismizität im Bereich der nördlichen und 2. nördlichen Richtstrecke nach Osten auf der 750-m-Sohle

Im Bereich der nördlichen und 2. nördlichen Richtstrecke nach Osten auf der 750-m-Sohle wurden im Berichtszeitraum 2016 ähnlich wie schon im Berichtszeitraum 2015, teilweise mit Verfüllmaßnahmen korrelierende, Häufungen mikroseismischer Ereignisse beobachtet (s. [21], Anhang 5.21 auf Blatt 291 und Anhang 5.32 auf Blatt 322). Im Berichtszeitraum 2016 lag der Schwerpunkt im Bereich der Streckengabelung der nördlichen und 2. nördlichen Richtstrecke nach Osten südlich des Blindschachts 4.

Am 4. März 2016 wurde im Bereich der 2. nördlichen Richtstrecke nach Osten auf der 750-m-Sohle ein Ereignis der Lokalmagnitude $M_l = -0,3$ registriert.

Die erhöhte mikroseismische Aktivität entlang der 2. nördlichen Richtstrecke nach Osten auf der 750-m-Sohle im Bereich südlich des Blindschachts 4 trug zu Meldekriterienüberschreitungen im Rahmen der Überwachung der FSV im April 2016 bei (vgl. Abschnitt 2.4.12 auf Blatt 54). Der temporär erhöhte Ereignisrate (s. Anhang 5.32 auf Blatt 323, obere Grafik) im ersten Quartal 2016 sind keine Verfüllmaßnahmen in diesem Bereich zeitnah vorausgegangen.

Nach deutlichem Abklingen dieser Aktivität wurde ab Dezember 2016 im Bereich der Gabelung der nördlichen und 2. nördlichen Richtstrecke nach Osten südlich des Blindschachts 4 auf der 750-m-Sohle erneut ein temporär sehr aktives Cluster beobachtet (s. Anhang 5.32 auf Blatt 323, obere Grafik). Die temporär erhöhte Mikroseismizität steht im Zusammenhang mit Betonagen in diesem Bereich (Bauwerke SV-750-33 und SV-750-34). Im Detail korreliert sie jedoch nicht mit dem Verfüllvolumen. Der Beginn des mikroseismischen Clusters fällt ungefähr mit der Wiederaufnahme der Betonage des Bauwerks SV-750-33 am 16. Dezember 2016 zusammen. Die erhöhte Ereignisrate betrifft insbesondere schwache Ereignisse. Es ist daher plausibel, dass es sich großteils um getriggerte Ereignisse (vgl. Abschnitt 2.4.3 auf Blatt 37) handelt, d. h. um durch Betonagen ausgelöste mikroseismische Aktivität mit anderen Hauptursachen (wie insbesondere die hier starke Vorschädigung und hohe Beanspruchung, vgl. Abschnitt 4.7 auf Blatt 131 sowie [33]). Typisch für solche getriggerte Aktivität ist ein Anstieg der Anzahl relativ schwacher Ereignisse, gefolgt von einem Abfall der Aktivität bis unter das Aktivitätsniveau vor der Triggerung. Aufgrund der bereits vorhandenen und weiter fortschreitenden Entfestigung, die sich unter anderem in erheblichen Rissstrukturen manifestierte, war in Verbindung mit den Betonagen

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung							Blatt: 51

und damit verbundenen Abbindereaktionen sowie durch lokale Spannungsumlagerungen eine temporär erhöhte mikroseismische Aktivität in diesem stark durchbauten Gebirgsbereich zu erwarten.


Die erhöhte mikroseismische Aktivität im Bereich südlich des Blindschachts 4 (s. Anhang 5.32 auf Blatt 322) trug mit einem Dreiwochenmittelwert der Ereignisrate von maximal ungefähr 5 Ereignissen pro Tag (s. Anhang 5.32 auf Blatt 323, obere Grafik) und zeitweilig mehr als 30 Ereignissen in einem Volumen von ca. 36.000 m³ innerhalb von drei Wochen zur Überschreitung der Meldeschwellen im Rahmen der messtechnischen Überwachung der Firstspaltverfüllung nach SBPI 17/2009 [27] bei (vgl. Abschnitt 2.4.12 auf Blatt 54). Einige der Ereignisse des ab Dezember 2016 beobachteten Clusters wurden im nördlichen, schon verfüllten Bereich bei der nördlichen Richtstrecke nach Osten lokalisiert (westlicher Teil des Pausenplatzes). Die Lokalisierungen erstrecken sich im Norden bis in die verfüllte 2. nördliche Richtstrecke nach Osten. Im Südwesten erstrecken sie sich bis in den östlichen Bereich des Abbaus 4a/750 Na2.

Die mikroseismische Aktivität ist bereits im Januar 2017 wieder deutlich zurückgegangen, lag jedoch auch im Februar 2017 noch über der Aktivität vor den Betonagen. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die mit den Verfüllmaßnahmen initiierten Spannungsumlagerungen generell nicht instantan erfolgen. Neben dem Umfang der Aktivität kann auch deren langsames Abklingen, d. h. die lange Dauer bis zur Wiederherstellung eines zumindest metastabilen Zustands, ein indirekter Hinweis auf den hohen Schädigungs- und Beanspruchungsgrad im Erstreckungsbereich des Clusters sein. Die beobachtete Mikroseismizität ist somit ein Indiz dafür, dass im Umfeld der bereits durchgeführten Stabilisierungsmaßnahmen noch keine ausreichende Stabilisierungswirkung erreicht wurde. Der Bereich umfasst insbesondere auch Teile des Abbaus 4a/750 Na2.

Gegenüber dem Rückgang der Aktivität des Hauptclusters südlich des Blindschachts 4 ist der Rückgang der Aktivität unter Einbeziehung der weiteren Umgebung etwas verzögert (vgl. Anhang 5.33 auf Blatt 324ff). Dies ist ein Hinweis darauf, dass auch in der Umgebung noch eine weitere Stabilisierung erforderlich ist. Aufgrund der räumlichen Nähe sind Wechselwirkungen zwischen dem mikroseismisch unruhigen Bereich beim und südlich des Blindschachts 4 und dem ebenfalls mikroseismisch unruhigen und ebenfalls stark durchbauten zentralen Bereich der 700- bis 750-m-Sohle (vgl. Abschnitt 2.4.10 auf Blatt 49), möglich. Die Cluster lassen sich allerdings räumlich gut voneinander abgrenzen. Unabhängig davon weisen die Cluster auf benachbarte nur metastabile Bereiche im Satteln hin.

Mikroseismizität im östlichen Teil der 700-m-Sohle

In der Nähe des Damms am östlichen Ende der Vahlberger Strecke gab es im September und Oktober 2014, teils auch in den Betriebsruhephasen, mikroseismische Ereignisse mit Magnituden bis -1,5, die wahrscheinlich durch die Verfüllung von Resthohlräumen östlich des Dammjochs in der zweiten Septemberhälfte 2014 ausgelöst wurden (vgl. [21]). Im Berichtszeitraum 2016 wurden im März 2016 zwei mikroseismische Ereignisse mit Magnituden von -1,2 und -2,2 und im Mai 2016 ein mikroseismisches Ereignis mit einer Magnitude von -2,2 manuell in der Umgebung des östlichen Endes der Vahlberger Strecke lokalisiert (s. Anhang 5.10 auf Blatt 250). Weitere Ereignisse wurden automatisch in der weiteren Umgebung lokalisiert (vgl. Anhang 5.21 Blätter 288 bis 291). Ein Zusammenhang mit der Erkundungsbohrung 700-2 bzw. der dort angetroffenen Lösung (s. [34]) ist möglich. Aufgrund der Lokalisierungsungenauigkeit (vgl. jedoch auch Anhang 5.10 auf Blatt 250ff) ist auch ein Zusammenhang der Ereignisse mit Verfüllmaßnahmen von Ende Januar bis Mitte April 2016 beim Blindschacht 3 (vgl. [28], Kapitel 3 auf Blatt 63 und [35]) nicht völlig auszuschließen. Die Ereignisse, die in der unmittelbaren Umgebung des Blindschachts 3 in diesem Niveau lokalisiert wurden, wurden sehr wahrscheinlich durch die Verfüllung des Blindschachts 3 ausgelöst (vgl. Abschnitt 2.4.5 auf Blatt 45).

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 <small>ASSE GMBH</small> <small>Verantwortlich handeln</small>
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung							Blatt: 52

Mikroseismizität bei den Reicheltsümpfen und dem PAE-Feld

Im Berichtszeitraum 2016 wurden weiterhin mikroseismische Ereignisse im Nordwesten der 750-m-Sohle in der Nähe der Reicheltsümpfe beobachtet (s. Anhang 5.21 auf Blatt 291, sowie Anhang 5.10 auf Blatt 251 und Anhang 5.10 auf Blatt 252). Basierend auf der automatischen Auswertung gibt es wenig Veränderung gegenüber dem Berichtszeitraum 2015. Das im Berichtszeitraum 2015 zeitweilig beobachtete Cluster im Bereich der 775-m-Sohle zwischen dem Eingangsbereich der Reicheltsümpfe auf der 750-m-Sohle und dem PAE-Feld auf der 800-m-Sohle (s. [25] und Anhang 5.6 auf Blatt 242f) wurde von der Automatik nicht erfasst (s. z. B. Anhang 5.5 auf Blatt 239f). Es gibt jedoch keinen Anlass, der eine ähnliche Häufung im Berichtszeitraum 2016 vermuten lässt (vgl. andere räumliche Verteilung in Anhang 5.10 auf Blatt 250ff). Im Bereich des PAE-Feldes wurden im Berichtszeitraum 2016 nur einzelne Ereignisse beobachtet.

Mikroseismizität im Bereich der Wendelkurve auf der 725-m-Sohle und des 2. westlichen Querschlags auf der 750-m-Sohle


Es wurden im Berichtszeitraum 2016 weiterhin Ereignisse beim 2. westlichen Querschlag auf der 750-m-Sohle und der Wendelkurve auf der 725-m-Sohle nördlich des Abbaus 8/750 Na2 lokalisiert (vgl. Anhang 5.21 Blätter 290 und 291, sowie Abschnitt 2.4.10 auf Blatt 52). Durch die in diesem Bereich durchgeführten Stabilisierungsmaßnahmen (vgl. Abschnitt 4.4 auf Blatt 105 sowie [25] und [21]) wurde die Mikroriss- und Rissbildung, die den Ereignissen zugrunde liegt, möglicherweise abgeschwächt, aber nicht gestoppt.

Mikroseismizität im Bereich der 800-m-Sohle, insbesondere bei der südlichen Richtstrecke nach Osten

Durch die in mehreren Abschnitten ausgeführte Betonage der südlichen Richtstrecke nach Osten östlich des Hauptquerschlags auf der 800-m-Sohle und der Zufahrt zu den Werkstätten bzw. zum Blindschacht 4 von Januar bis Juni 2016 wurden zahlreiche Ereignisse entlang dieser Streckenabschnitte ausgelöst (vgl. Anhang 5.11 auf Blatt 253 und Anhang 5.21 Blätter 292 bis 294, sowie Anhang 5.10 Blätter 250 bis 252). Einige Ereignisse wurden von der Automatik auch im Bereich der verfüllten alten E-Werkstatt, KfZ-Werkstatt und Fahrzeugabstellplätzen lokalisiert. Die Ereignisse haben zu Meldeschwellenüberschreitungen im Rahmen der mikroseismischen Überwachung der FSV beigetragen (vgl. Abschnitt 2.4.12 auf Blatt 54). Im Berichtszeitraum 2015 vor der Betonage war dieser Bereich mikroseismisch noch ruhig (s. Anhang 5.5 auf Blatt 239 und Anhang 5.6 auf Blatt 242 bzw. [21]). Im November 2016 war die Aktivität außer beim Abzweig südliche Richtstrecke / Hauptquerschlag auf der 800-m-Sohle wieder abgeklungen.

Mikroseismizität im Bereich des HAW-Feldes

Die Häufung mikroseismischer Ereignisse im Bereich des HAW-Feldes auf der 800-m-Sohle (Anhang 5.21 auf Blatt 293) und im Bereich des Zugangs auf der 825-m-Sohle (Anhang 5.21 auf Blatt 294) war im Berichtszeitraum 2016 ähnlich ausgeprägt wie im Berichtszeitraum 2014 (s. [25]) und 2015 (s. [21]). Temporär vermehrte mikroseismische Aktivität im Januar 2017, im Zusammenhang mit Stabilisierungsmaßnahmen, trug mit zu einer Überschreitung der Meldeschwelle bezüglich der Ereignisrate im Rahmen der mikroseismischen Überwachung der FSV bei (vgl. Abschnitt 2.4.12 auf Blatt 54).

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung							Blatt: 53

2.4.11 Mikroseismizität südlich bis südöstlich–unterhalb des Grubengebäudes (insbesondere auch im Deckgebirge unterhalb des 574-m-Niveaus)

Unterhalb der 574-m-Sohle wird die Mikroseismizität im Deckgebirge und in grubenfernen Bereichen des Salzstocks von einer großräumigen Häufung südöstlich des Grubengebäudes dominiert (vgl. [21]). Hier wurden in den letzten Jahren vielfach die stärksten Ereignisse im gesamten überwachten Bereich beobachtet.

Die erhöhte Mikroseismizität südöstlich der unteren Sohlen wurde in der Vergangenheit im Wesentlichen den mechanischen Eigenschaften des hier vermuteten Anhydrits zugeschrieben, der auch langsamen Verformungen des angrenzenden Salzes am östlichen Baufeldrand nicht durch Fließen folgen kann, aber bis zum Bruch relativ große Spannungen aufnimmt, so dass die einzelnen mikroseismischen Ereignisse relativ hohe Magnituden aufweisen können. Möglicherweise spielt zusätzlich auch das Vorhandensein von Salzlösung in diesem Bereich (s. [8], [36], und [34]) für die Ausprägung der Mikroseismizität eine Rolle.

Es wurde keine signifikante Veränderung der räumlichen Verteilung der Mikroseismizität gegenüber dem Berichtszeitraum 2015 festgestellt (vgl. Anhang 5.5 auf Blatt 239f und Anhang 5.11 auf Blatt 253). Zwar weisen die automatischen Lokalisierungen in diesem Bereich erhebliche Ungenauigkeiten auf (vgl. Abschnitt 2.4.3 auf Blatt 37), jedoch deutet die Verteilung der im Berichtszeitraum 2016 manuell ausgewerteten Ereignisse (vgl. Anhang 5.10 auf Blatt 250ff und Anhang 5.13 auf Blatt 258f) ebenfalls nicht auf eine signifikante Veränderung hin. Wie in der Vergangenheit gab es auch im Berichtszeitraum 2016 deutliche zeitliche Variationen der Ereignisrate.


Es ist auch anhand manuell lokalisierter Ereignisse aufgrund der Lokalisierungsungenauigkeit nicht eindeutig zu erkennen, ob es sich um ein langgestrecktes mikroseismisches Cluster handelt, das sich vom Anhydrit am südlichen Deckgebirge mit zunehmender Tiefe weiter nach Norden erstreckt, oder ob es sich um mehrere benachbarte Bereiche lokal erhöhter Mikroseismizität mit im Detail unterschiedlichen Ursachen handelt (vgl. [21]):

- Bereich der Grenze zwischen Deckgebirge und Salzbarriere mit Schwerpunkt auf dem Niveau der 725-m-Sohle,
- Bereich an der südlichen Steinsalz-Kalisalz-Grenze mit Schwerpunkt etwa auf dem Niveau der 825-m-Sohle,
- Bereich an der nördlichen bzw. unteren Kalisalz-Steinsalz-Grenze mit Schwerpunkt etwa auf dem Niveau der 900-m-Sohle.

Die kartierten petrographischen Schichtgrenzen allein können die beobachteten mikroseismischen Ereignisse nicht erklären. Trotz der langen offenen Standzeit ist die, aus der Konvergenz erwartete, nicht gleichförmige Bewegung in einigen Dekametern Entfernung nicht so groß, dass selbst beim Vorhandensein von Anhydrit in dem Ausmaß Mikroseismizität zu erwarten wäre. Neben der geologischen Situation können hier aber strukturgeologische und hydrogeologische Aspekte (z. B. tektonische Schwächezonen) eine wesentliche Rolle spielen.

Testspregungen in der Tiefbohrung Remlingen 15 und der Flachbohrung R15-01

Am 29. Oktober 2016 sowie am 5. und am 12. November 2016 wurden neun Testspregungen in der Tiefbohrung R15 und zwei Testspregungen in der Flachbohrung R15-01 durchgeführt, um die Eignung des konventionellen Schachtteufens mittels Sprengvortrieb am Standort R15 zu überprüfen (vgl. [26]). Dabei wurde jeweils 1 bis 3 kg Seismo-Phex-Sprengstoff mit einer Detonationsgeschwindigkeit von

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung							Blatt: 54


etwa 7000 m/s eingesetzt. In der Flachbohrung wurde im Teufenbereich zwischen etwa 70 und 50 m gesprengt. In der Tiefbohrung R15 wurden in den Teufenbändern 867 m bis 847 m, 760 m bis 740 m und 612 m bis 590 m jeweils drei Sprengungen mit unterschiedlicher Ladungsmenge durchgeführt.

Die Sprengungen in der Bohrung R15 führten mit Amplituden von teilweise mehr als 2,5 mm/s an den temporär eingerichteten untertägigen Erschütterungsmessstellen zum Übersteuern der nur für Schwinggeschwindigkeiten bis zu 0,83 mm/s ausgelegten Mikroseismiksonden. Die Sprengereignisse in der Bohrung R15 zeichnen sich als Peak für Ereignisse mit Lokalmagnituden $M_l > 0$ in den, aus den Ereignissen während der Gesamtzeit und in den aus den Ereignissen während der betriebsarmen Zeit, berechneten Ereignisraten ab (s. Anhang 5.8 auf Blatt 248 obere bzw. mittlere Grafik). Im Rahmen der mikroseismischen Überwachung wurden keine den Sprengungen zuordenbaren signifikanten Veränderungen der mikroseismischen Aktivität im Bereich des Grubengebäudes oder des grubennahen Deckgebirges festgestellt (s. [26]).

2.4.12 Besondere mikroseismische Überwachung der Firstspaltverfüllung

Die Meldeschwellen bezüglich der Mikroseismizität im Rahmen der Überwachung der Firstspaltverfüllung (vgl. Kapitel 3 auf Blatt 63 sowie Anhang 1.3 Blätter 169 und 170) entsprechend des SBPL 17/2009 (vgl. z. B. [28]) wurden im Berichtszeitraum 2016 und Kalenderjahr 2016 mehrfach überschritten (vgl. Anhang 5.15 auf Blatt 262, obere Grafik). Den Überschreitungen der Meldeschwellen liegen ein allgemeiner Anstieg der mikroseismischen Aktivität und temporäre, lokale Häufungen mikroseismischer Ereignisse, die teilweise im Zusammenhang mit Verfüllmaßnahmen auftraten, zugrunde. Oft spielte das gleichzeitige Auftreten lokaler Häufungen in verschiedenen Bereichen eine Rolle.

- Zwischen dem 3. und dem 22. Januar 2016 wurde das Meldekriterium hinsichtlich der mikroseismischen Ereignisrate durch ein Cluster mit Schwerpunkt im zentralen Bereich der 700-m-Sohle (vgl. Abschnitt 2.4.10 auf Blatt 49) und noch erhöhte Aktivität im Bereich der nördlichen Richtstrecke nach Osten auf der 750-m-Sohle (vgl. Abschnitt 2.4.10 auf Blatt 50) sowie im Bereich des zentralen oberen Baufeldrands (vgl. Abschnitt 2.4.5 auf Blatt 44) zeitweilig überschritten (vgl. [35]).
- Vom 4. bis 16. April 2016 schwankte die mikroseismische Ereignisrate um die Meldeschwelle, so dass es zu wiederholten Überschreitungen kam (vgl. [35]). Dazu trugen Ereignisgruppen im Bereich der 2. nördlichen Richtstrecke auf der 750-m-Sohle (vgl. Abschnitt 2.4.10 auf Blatt 50) und im Bereich des Blindschachts 3, insbesondere auf dem Niveau der 616-m-Sohle (vgl. Abschnitt 2.4.5 auf Blatt 45), Ereignisse im Umfeld des Abbaus 6/511 (vgl. Anhang 5.11 auf Blatt 253 und Anhang 5.21 auf Blatt 279 und auf Blatt 280) sowie im Umfeld des Pfeilers 8/9 insbesondere im Bereich der 750-m-Sohle (vgl. Anhang 5.11 auf Blatt 253 und Anhang 5.21 auf Blatt 291) bei.
- Zur Überschreitung des Meldekriteriums hinsichtlich der mikroseismischen Ereignisrate vom 25. Juni bis zum 23. Juli 2016 (vgl. [28]) haben neben einem insgesamt relativ hohen Niveau der mikroseismischen Aktivität insbesondere Ereignisgruppen im Zusammenhang mit Resthohlraumverfüllungen im Bereich der südlichen Richtstrecke auf der 800-m-Sohle (vgl. Abschnitt 2.4.10 auf Blatt 52), im Bereich des Blindschachts 3 (vgl. Abschnitt 2.4.5 auf Blatt 45), insbesondere im Niveau der 616-m-Sohle, und am Blindschachtkopf sowie im Bereich des Blindschachts 2 auf der 700-m-Sohle (vgl. Abschnitt 2.4.8 auf Blatt 48) beigetragen.
- Die Überschreitungen des Meldekriteriums hinsichtlich der mikroseismischen Ereignisrate vom 23. Oktober bis zum 25. November 2016 und vom 27. November 2016 bis zum 3. Dezember 2016 (vgl. [28]) wurden insbesondere durch Ereignisse im Bereich der Abbaureihe 9 auf den oberen Sohlen (vgl. Abschnitt 2.4.7 auf Blatt 47) und im Bereich der südlichen Richtstrecke bzw.

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung							Blatt: 55

des Hauptquerschlags auf der 800-m-Sohle hervorgerufen (vgl. Abschnitt 2.4.10 auf Blatt 52). Beigetragen hat außerdem eine weniger kompakte Ereignisgruppe beim Abbau 4/490 und seiner Umgebung (vgl. Abschnitt 2.4.5 auf Blatt 43). Die genannten Ereignisgruppen traten im Zusammenhang mit Verfüllmaßnahmen in den entsprechenden Bereichen oder der nahen Umgebung auf.

- Vom 17. Dezember 2016 bis einschließlich 12. Februar 2017 war durchgehend mindestens eines der beiden Meldekriterien deutlich überschritten und am 25. Februar 2017 war das Meldekriterium bezüglich der Ereignisrate nochmals geringfügig überschritten. Zu diesen Überschreitungen trug insbesondere eine temporäre lokale starke Häufung mikroseismischer Ereignisse im Bereich der Gabelung der nördlichen und der verfüllten 2. nördlichen Richtstrecke nach Osten auf der 750-m-Sohle südlich des Blindschachts 4 (s. Abschnitt 2.4.10 auf Blatt 50) bei. Durch diese lokale Häufung wurde, neben dem die mikroseismische Ereignisrate betreffenden Kriterium, erstmalig seit Aufstellung der Meldekriterien auch das Kriterium bezüglich der lokalen Häufung mikroseismischer Ereignisse („Cluster-Kriterium“) überschritten. Trotz der Betriebsruhe zwischen Weihnachten und Neujahr lag der über drei Wochen gemittelte Betriebsruheanteil während dieser Zeit stets unter 40 %, jedoch wurde auch die Schwelle von 30 Ereignissen in einem Volumen von ca. 36.000 m³ innerhalb von drei Wochen durch die Ereignishäufung südlich des Blindschachts 4 auf der 750-m-Sohle zeitweilig überschritten. Neben diesem Cluster haben auch die Cluster im Bereich des HAW-Feldes auf der 800-m-Sohle (vgl. Abschnitt 2.4.10 auf Blatt 52) sowie eine Häufung im zentralen, ebenfalls intensiv geschädigten, Bereich der 700-m-Sohle in der Nähe der Baustoffanlage 20 BA (vgl. Abschnitt 2.4.10 auf Blatt 49) zur erhöhten Ereignisrate beigetragen. Der Dreiwochenmittelwert der Ereignisrate ohne die Cluster bei den Einlagerungskammern 4/750 und 6/750 lag kurzzeitig oberhalb von 19 Ereignissen pro Tag.


2.4.13 Fazit

Die beobachtete mikroseismische Aktivität im gesamten mikroseismisch überwachten Bereich hat im Verlauf der letzten Jahre im langfristigen Mittel deutlich zugenommen (s. Anhang 5.8 auf Blatt 248, untere Grafik; vgl. auch [21] und [23]). Die vielfach lokal gehäuft auftretenden mikroseismischen Ereignisse, denen Mikroriss- und Rissbildung zugrunde liegt, spiegeln eine weiterhin fortlaufende Schädigung des Tragsystems wider.

2.5 Mikroakustische Überwachung der Firsten der Abbaue 3/490 und 4/490

2.5.1 Motivation und Ziele der mikroakustischen Überwachung

Am oberen Baufeldrand weisen die geotechnischen Daten eine hohe gebirgsmechanische Beanspruchung aus [37]. Aufgrund der bereits erheblich geschädigten Schweben unterhalb der Abbaue 3 und 4/490 sowie der zu geringen Firstwölbung ist mit der Bildung von gewölbeartigen Auflockerungszonen in der Firste und möglichen Firstablösungen zu rechnen. Da diese Abbaue infrastrukturell genutzt werden, wurde ein mikroakustisches Messsystem in den Abbauen 3/490 und 4/490 im Jahre 2013 installiert und im Rahmen der Testphasen an die speziellen Verhältnisse angepasst, um die Schädigungsentwicklung kontinuierlich beobachten zu können. Nachdem durch eine Erweiterung des Messnetzes mittels zusätzlicher Sonden und Softwareanpassungen eine für die Aufgabenstellung optimierte Lösung gefunden wurde, wurde das System im Herbst 2015 in das Monitoringprogramm integriert (vgl. auch Abschnitt 4.1 auf Blatt 67).

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung							Blatt: 56

2.5.2 Kurzbeschreibung des Verfahrens, der Messtechnik und Messdurchführung

Die bei der Mikrorissbildung freigesetzte (hochfrequente) seismische Energie wird bei der Mikroakustik von im Firstbereich verteilten Sensoren erfasst. Aus automatisch detektierten Einsatzzeiten von Kompressions- und Scherwellen an mehreren Sensoren werden die Hypozentren der Ereignisse ermittelt. Durch die Betrachtung der räumlichen Lage der mikroakustischen Ereignisse können Bereiche mit erhöhter Beanspruchung aufgezeigt und Aussagen über aktuell stattfindende Mikrorissbildung oder Erweiterung von bereits vorhandenen Mikrorissen getroffen werden. Eine Interpretation der mikroakustischen Ereignisse erfolgt in Verbindung mit anderen geotechnischen/-physikalischen Methoden, Modellberechnungen, In-situ-Messungen und Laboruntersuchungen.

Für die mikroakustische Überwachung der Firsten der Abbaue 3/490 und 4/490 wurden zwei überlappende Netze mit insgesamt 44 Sensoren 1 bis 3 m tief in der Firste und in den südlichen Stößen installiert. Die Mikroakustikanlagen sind für den Frequenzbereich von 1 kHz bis 100 kHz ausgelegt, während die Mikroseismik (s. Abschnitt 2.4 auf Blatt 35) nur bis etwa 1,5 kHz registriert. Die Netzgeometrien sind in Anhang 6.1 auf Blatt 326 dargestellt. Die mikroakustische Überwachung konzentriert sich auf die Firsten der Abbaue 3/490 und 4/490 und weist in diesem Bereich eine höhere Sensitivität und Lokalisierungsgenauigkeit auf (vgl. [23]). Da die Mikroakustiksensoren nicht kalibriert sind, werden nur relative Magnituden bestimmt, wobei jedoch die Empfängerdirektivität berücksichtigt wird ([38] und [21]).

2.5.3 Sensivität und Genauigkeit

Bei der Betrachtung der Ereignisraten und der Cluster ist insbesondere Folgendes zu beachten (vgl. [21] und [39]):

- Außerhalb des mikroakustischen Netzes sind die Lokalisierungsergebnisse ungenau. Da in die Magnitudenberechnung neben der Amplitude auch die Entfernung zwischen Hypozentrum und Station eingeht, sind auch die berechneten Magnituden ungenau.
- Die Sensoren in den Firsten sind für von oben einfallende Wellen und die an den Südstößen für von Süden einfallende Wellen besonders sensitiv.
- Bei der Betrachtung von Clustern oder Ereignissen an den NetZRändern muss beachtet werden, dass dort Artefakte auftreten können.
- Bei der Betrachtung schwacher Ereignisse muss neben der heterogenen Netzsensitivität der Einfluss des zeitlich variablen Rauschens berücksichtigt werden. Zeitlich variables Rauschen kann insbesondere auch die Raten der beobachteten Ereignisse beeinflussen.
- Detektionsraten können durch direkt arbeitsbedingte Ereignisse und elektromagnetische Störungen erheblich beeinflusst werden und sind daher nur eingeschränkt aussagekräftig.
- Bei der Interpretation der Ereignisse muss berücksichtigt werden, dass die Geometrie der Sensoren nicht zur Beobachtung sehr firstnaher Rissbildung ausgelegt ist.

Da die Datensätze wie auch in der Mikroseismik zu Zeiten mit bergmännischen Aktivitäten auch direkt arbeitsbedingte Ereignisse enthalten, wird ähnlich wie in der Mikroseismik (s. Abschnitt 2.4 auf Blatt 35) neben den Gesamtereignissen insbesondere die mikroakustische Aktivität während Zeiten mit nur geringen bzw. ohne bergmännische Aktivitäten betrachtet.

2.5.4 Ergebnisse der mikroakustischen Überwachung

2.5.4.1 Monitoring des Abbaus 3/490

Die räumliche Verteilung der mikroakustischen Ereignisse im Kalenderjahr 2016 beim Abbau 3/490 ist für dessen Firste in Anhang 6.2 auf Blatt 327 für Betriebsruhephasen dargestellt. In Anhang 6.2 auf Blatt 329 sind entsprechende Verteilungen für die Firste und die nähere Umgebung des Abbaus 3/490 dargestellt. Die mikroakustischen Ereignisse in Betriebsruhephasen im gesamten, vom Netz in Abbau 3/490, erfassten Bereich sind in Anhang 6.6 auf Blatt 337 dargestellt. In Abbildung 2.2 sind die Bereiche gekennzeichnet, die im Folgenden diskutiert werden:

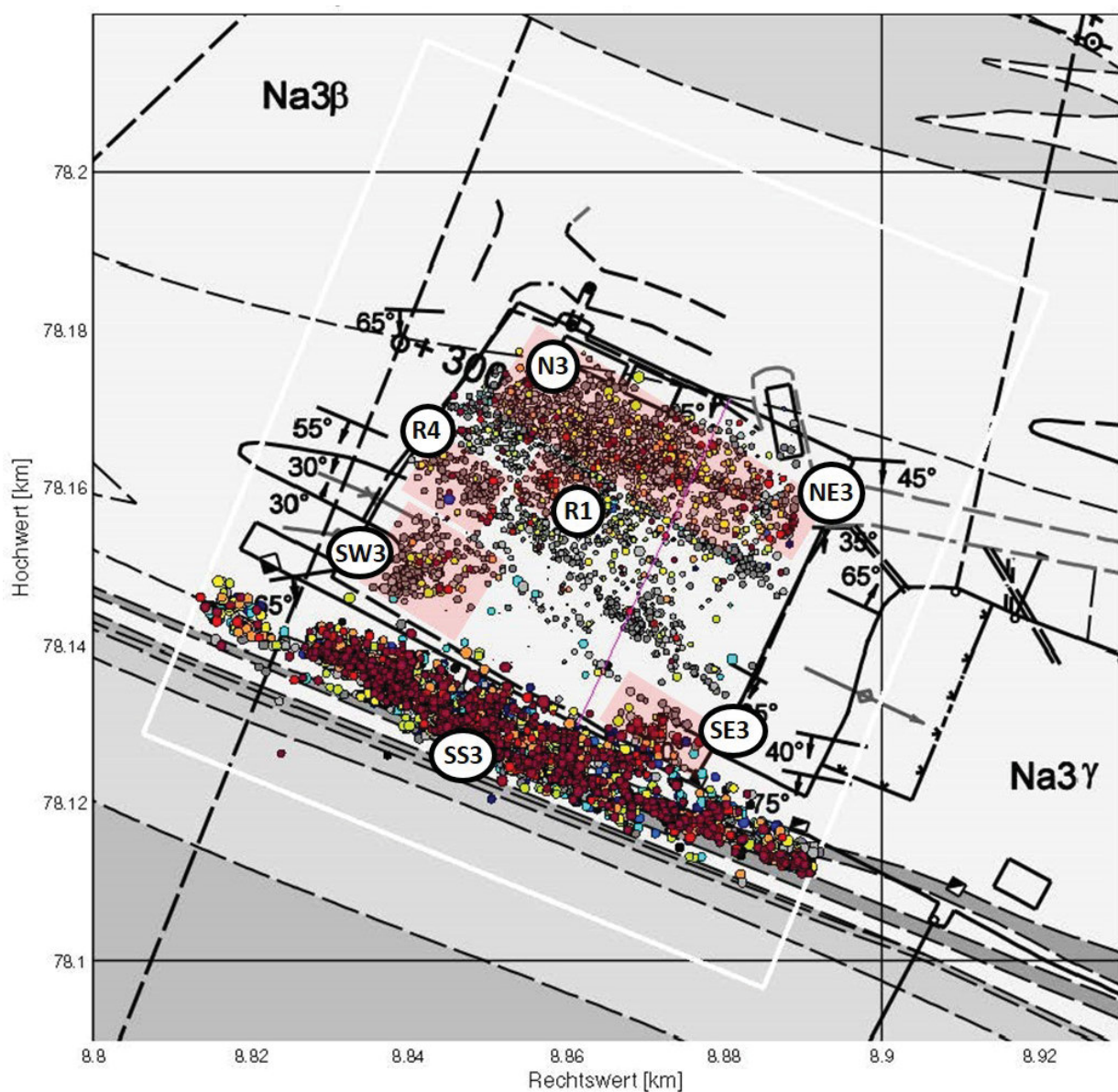



Abbildung 2.2: Die räumliche Verteilung der mikroakustischen Aktivität im Abbau 3

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung							Blatt: 58

- Südlich vom Südstoß (*SS3*)
- Nördlicher Abbau-Bereich (*N3*)
- Südöstlich und südwestlich vom Abbau 3 (*SW3* und *SE3*)
- Bereich zwischen LSB 1 und LSB 2 (*R1*)
- Westlich von LSB 1 (*R4*)
- Nordöstlicher Bereich vom Abbau 3 (*NE3*)
- Südöstlicher Bereich (*SE3*)

In Anhang 6.2 auf Blatt 328 und Anhang 6.2 auf Blatt 330 sowie Anhang 6.6 auf Blatt 338 sind Amplituden-Verteilungen (oben) und die über drei Wochen gemittelten Ereignisraten für Betriebsruhephasen (unten) dargestellt. Im Zeitraum vom 22.03.2016 bis 04.04.2016 wurden wegen einer Fehlfunktion der Anlage im Abbau 3 temporär keine Ereignisse aufgezeichnet. Das Gesamtbild der Ereignisraten ist durch die Ereignisse während und nach der Betonage des Laugenspeicherbeckens 1 (LSB 1) (20.–21.06.2016) geprägt. Außerdem sind in der räumlichen Verteilung der mikroakustischen Aktivität deutliche streifenförmige Muster erkennbar (s. Abschnitt 2.5.4.1).

Großräumige Cluster durch Betonage des LSB 1


Das LSB 1 wurde auf Grund von festgestellten Firstschädigungen in Form von größeren Ablösungen vorsorglich im Juni 2015 außer Betrieb genommen (vgl. [40]), mit Salz versetzt und im Anschluss vom 20. bis 21.06.2016 mit einer Sorelbetonabschlusschicht bis auf das Niveau der Dammkronen verfüllt (s. Abschnitt 4.1). Ab dem 20.06.2016 wurde eine sehr starke Zunahme mikroakustischer Aktivität beobachtet. Ab Anfang August 2016 ging die Ereignisrate zurück und ab Anfang September 2016 stellte sich die mikroakustische Ereignisrate im Abbau 3/490 wieder auf das Niveau vor der Betonage (s. Anhang 6.2 auf Blatt 328 und Anhang 6.3 auf Blatt 331) ein. In der Zeit der erhöhten mikroakustischen Aktivität sind auch deutliche streifenförmige Muster erkennbar, die auf aktive Bereiche hindeuten. Diese Streifen liegen teilweise in der Verlängerung der kartierten geologischen Trennflächen (s. Anhang 6.2 auf Blatt 327 und Anhang 6.2 auf Blatt 329).

Monitoring der Firste

Es wurden über die gesamte Firste des Abbaus 3 verteilt, teils lokal gehäuft und linien- sowie flächenhafte mikroakustische Cluster beobachtet. Anhand visueller Befunde konnten zeitweise Korrelationen zwischen mikroakustischen Clustern und Mikrorissen festgestellt werden. Über dem nördlichen Drittel des Abbaus 3/490 und am Übergang Südstoß/Firste wurden weiterhin starke Anhäufungen beobachtet (s. Anhang 6.2 auf Blatt 327). Über der Firste waren die bereits im letzten Jahr beobachteten Cluster weiterhin aktiv (vgl. [21]):

Nördlicher Abbau-Bereich (N3): Über den gesamten Beobachtungszeitraum wurden im nördlichen Drittel des Abbaus 3 über dem nördlichen Damm Ereignisse registriert, die auf aktuell stattfindende Auflockerungen bis etwa 10 m Teufe hinweisen.

Südöstlich und südwestlich vom Abbau 3 (SW3 und SE): Teils relativ starke Ereignisse werden im südöstlichen und südwestlichen Bereich des Abbaus registriert. Diese korrespondieren mit in diesem Bereich visuell festgestellten Rissen bzw. Rissansatzzonen (Anhang 8.11 auf Blatt 354).

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung							Blatt: 59

Über dem nördlichen Teil des Dammes zwischen LSB 1 und LSB 2 (R1): Das im Januar 2016 zum ersten Mal beobachtete Cluster in der Firste über dem nördlichen Teil des Dammes zwischen LSB 1 und LSB 2 (vgl. [21]) blieb aktiv. Seine Lage fällt mit dem in der Firstkontrollbohrung FK-Brg. 15/490-3 in 0,7 m Teufe festgestellten Riss 1 zusammen (s. auch Anhang 8.10 auf Blatt 353 und Anhang 8.11 auf Blatt 354). Die Aktivität kann auf Rissvergrößerung oder Zusammenwachsen von Mikrorissen zurückzuführen sein.

Westlich von LSB 1 (R4): In der Firste über dem westlichen Teil des LSB 1 im Bereich vom Riss 4 (vgl. Anhang 8.11 auf Blatt 354) wird gehäuft mikroakustische Aktivität beobachtet. Die Aktivität kann auf Rissvergrößerung oder Zusammenwachsen von Mikrorissen zurückzuführen sein. Dort wurde auch bei einer Kontrollbefahrung eine Ankerschädigung festgestellt (s. [41]).

Nordöstlich vom Abbau 3 (NE3): In der Firste des nordöstlichen Teils vom Abbau 3/490 wird über einen längeren Zeitraum (seit Juli 2016) eine erhöhte mikroakustische Aktivität registriert.

Südlich vom Südstoß/Firste (SS3): Weiterhin wird eine starke mikroakustische Aktivität südlich oberhalb der Firste insbesondere im östlichen Teil des Abbaus (lokal flächig mit ca. 60° in süd-südwestlicher Richtung einfallend und bis in etwa 10 m über die Firste reichend) beobachtet. Dies kann auf Verformungsprozesse, die durch gebirgsmechanische Beanspruchung am südlichen Baufeldrand entstehen, zurückzuführen sein.

2.5.4.2 Monitoring des Abbaus 4/490

Die räumliche Verteilung der mikroakustischen Ereignisse im Kalenderjahr 2016 bei Abbau 4 ist für die Abbaufirste in Anhang 6.4 auf Blatt 333 und die Firste und nähere Umgebung in Anhang 6.5 auf Blatt 335 für Betriebsruhephasen dargestellt. Für das gesamte Beobachtungsgebiet des Netzes in Abbau 4 ist die mikroakustische Aktivität in den Betriebsruhephasen in Anhang 6.7 auf Blatt 339 dargestellt. In Abbildung 2.3 sind die Bereiche gekennzeichnet, die im Folgenden diskutiert werden:

- Pfeiler 3 – 4 (4/490) (P4)
- Streifenförmige Cluster (S4.1 und S4.2)
- Firstbereich des Lüfters (L4)
- Firstbereich des Notfallagers (N4.1 und N4.2)
- Maschendraht-Bereich (M4)
- Firstbereich Trafostation (T4)
- Südlich vom Südstoß (SS4)
- Nördlicher Abbaubereich (NS4)

Es wurden zahlreiche Ereignisse bis knapp 10 m oberhalb der Firste lokalisiert. Im Abbau 4 im südlichen und westlichen Teil werden mehr firstnahe Ereignisse beobachtet als im Osten und Norden. Bei dem Anstieg der Ereignisrate im Juli/August 2016 werden deutlich mehr Ereignisse, insbesondere im firstnahen Bereich, registriert (s. Anhang 6.4 auf Blatt 334 und Anhang 6.5). Der Zeitraum fällt mit der Betonage vom LSB 1 in Abbau 3/490 (s. Blatt 58) zusammen.

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NNA	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00

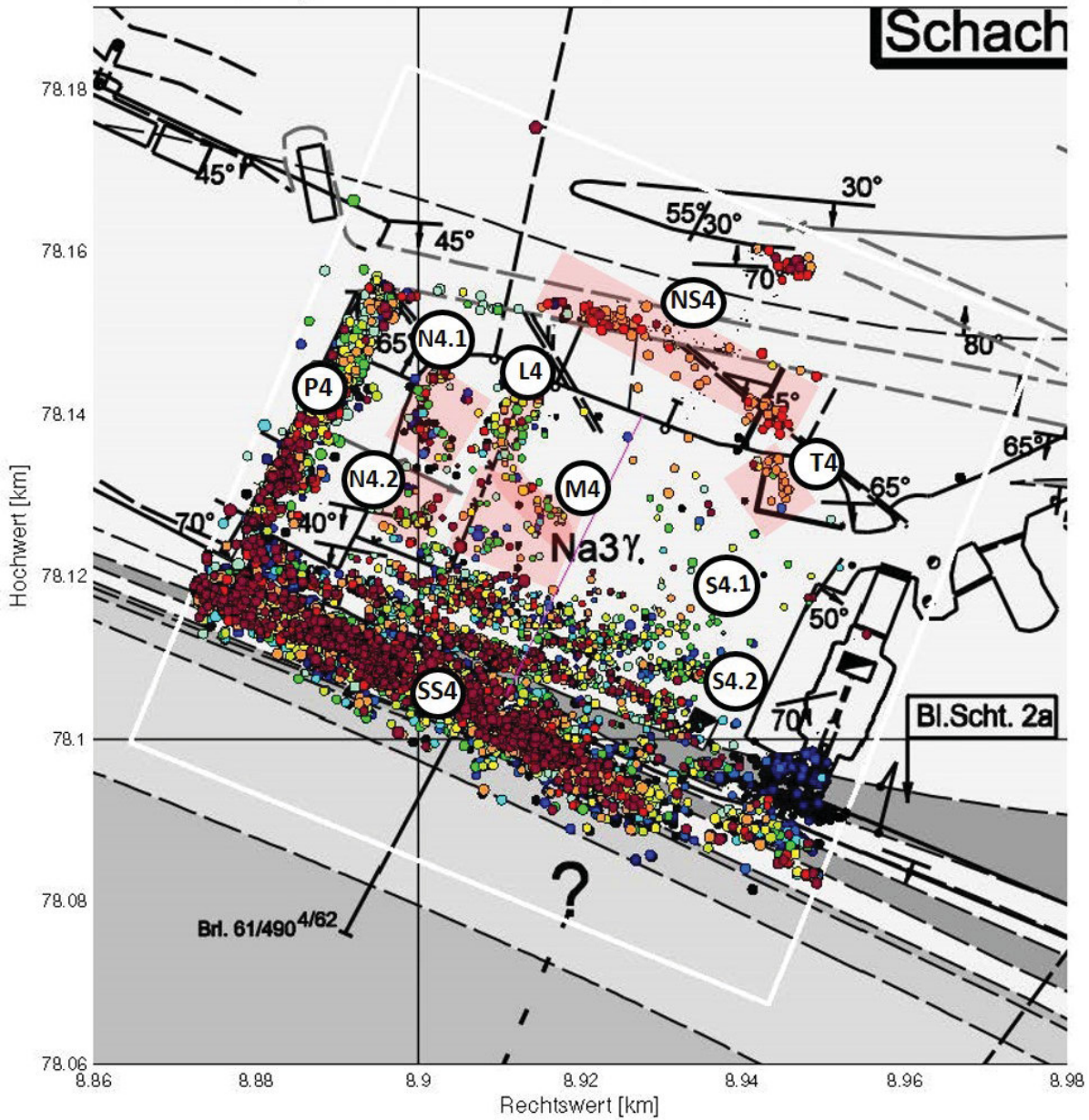



Abbildung 2.3: Die räumliche Verteilung der mikroakustischen Aktivität im Abbau 4

Mikroakustische Aktivität im Pfeiler 3/4 (Abbau 4/490)

Im Pfeiler zwischen Abbau 3 und Abbau 4 wurde schon 2013 eine erhöhte mikroakustische Aktivität festgestellt. Aufgrund von Netzgeometrien werden diese Ereignisse überwiegend mit dem mikroakustischen Netz im Abbau 4 oberhalb der Firste des Abbaus 4 beim Südstoss des Abbaus 3 geortet. Eine deutlich erhöhte Permeabilität konnte in diesem Bereich bis 2014 nicht festgestellt werden [39]. Ausgelöst durch die Betonage der Platte auf dem LSB 1 wurden auch im Bereich des Abbaus 4/490 temporär vermehrt mikroakustische Ereignisse beobachtet.

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung							Blatt: 61

Monitoring der Firste

Süden des Abbaus 4/490 (S4.1 und S4.2): Die zwei seit Anfang 2014 beobachteten streifenförmigen Cluster, die ca. parallel zu der Aktivität südlich vom Südstoß verlaufen, sind weiterhin aktiv. Diese biegen im östlichen Abbaubereich nach Norden ab und zeigen dabei im Osten eine reduzierte Ereignisdichte. Um zu beurteilen, ob und in welchem Umfang die in den mikroakustischen Messungen beobachteten Cluster mit einer Mikroriss- / Rissbildung zusammenhängen, wurden im Jahr 2014 drei Erkundungsbohrungen in der Firste des Abbaus 4/490 erstellt und Permeabilitäts- und Spannungsmessungen durchgeführt [42]. In der Firste konnte eine Korrelation zwischen mikroakustischer Aktivität und Permeabilität festgestellt werden [39]. In dem Bereich wurden keine Makrorisse beobachtet. Die beobachtete Mikroakustik kann als Indikator aktueller Mikrorissbildung an Korngrenzen interpretiert werden. Die erhöhte Aktivität im südlichen Teil des Abbaus stimmt mit der vom IfG aus gebirgsmechanischen Modellrechnungen abgeleiteten erhöhten Beanspruchung in diesem Firstbereich überein [43].

Im Bereich des Notfalllagers - Oberhalb des Lüfters (L4): Im Bereich des Lüfters am Notfalllager wurde im September/Oktober 2016 eine leicht erhöhte Aktivität beobachtet. Ein Zusammenhang der Ereignisse mit in die Firste eingebrachten Vibrationen bedingt durch den Lasteintrag über die Aufhängung sowie über die Aufhängung selbst ist wahrscheinlich (vgl. [21]).

Im Firstbereich des Notfalllagers (N4.2 und N4.2): Die beiden seit Dezember 2015 beobachteten firstnahen Cluster über dem südlichen und nördlichen Teil des Notfalllagers (vgl. [21]) sind weiterhin aktiv. Im nördlichen Bereich wurden kleinere lokale Auflockerungen durch visuelle Betrachtung festgestellt.

Im Maschendraht-Bereich (M4): In dem Bereich werden weiterhin laufend Aktivitäten registriert (vgl. [21]).


Im Firstbereich über der Trafostation (T4): Im Oktober 2016 wurden im Firstbereich über der Trafostation neue Cluster beobachtet. Visuell konnten keine Risse festgestellt werden.

Nördlich vom Abbau 4/490 (NS4): Im Oktober 2016 wurde im Norden des Abbaus ein Cluster registriert. Dieses korreliert mit der Verfüllung des Zugangs von der Wendel zum Rolloch beim Abbau 4/511 und des Rissystems in der Schwebel zwischen Abbau 4/490 und Abbau 4/511. Aufgrund der Netzgeometrie ist es möglich, dass diese Ereignisse, wie auch die Ereignisse deutlich nördlich des Abbaus, deutlich zu hoch lokalisiert wurden.

Südlich vom Südstoß (SS4): Wie im Vorjahr wird eine starke Aktivität im Südstoß des Abbaus 4/490 beobachtet. Diese wird auf Verformungsprozesse durch gebirgsmechanische Beanspruchung am südlichen Baufeld zurückgeführt. Die Ereignisse am verfüllten Zugang zum Blindschacht 2a im ersten Halbjahr 2016 stehen im Zusammenhang mit der Verfüllung der südlichen Richtstrecke auf der 490-m-Sohle. Auch nach dessen Verfüllung wurde weiterhin mikroakustische Aktivität südlich der Richtstrecke bzw. dem Übergang Salz-Deckgebirge folgend beobachtet.

2.5.5 Fazit


Aufgrund der hohen gebirgsmechanischen Beanspruchung am oberen Baufeldrand an der Südflanke ist insbesondere in den noch nicht oder nur teilverfüllten Abbauen mit zunehmenden Schädigungen in den Firstbereichen zu rechnen, die zu Einschränkungen der Gebrauchstauglichkeit führen können. Die Abbaue 3/490 und 4/490 sind diesbezüglich besonders gefährdet und stellen gegenwärtig für den Grubenbetrieb wichtige Infrastrukturräume dar [44]. Daher wurde das Monitoringprogramm für diese Abbaue durch eine mikroakustische Überwachung der Firstbereiche ergänzt. Insbesondere durch die Analyse der zeitlichen und räumlichen Verteilung der mikroakustischen Ereignisse als Indikator für ablaufende bzw. einsetzende Schädigungsprozesse können frühzeitig sicherheitsrelevante

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 <small>ASSE GMBH – Verantwortlich handeln.</small>
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung							Blatt: 62

Maßnahmen zur Stabilisierung gefährdeter Bereiche eingeleitet werden. Die Messergebnisse der Mikroakustik werden in Verbindung mit weiteren geotechnischen/geophysikalischen Messungen zur Bewertung der Gebrauchstauglichkeit genutzt.

- Es wurden konturnah anhaltend zahlreiche Ereignisse im nördlichen und im südlichen Firstbereich des Abbaus 3/490 beobachtet. In Verbindung mit der Verfüllung des LSB 1 wurde zeitweise eine deutlich erhöhte mikroakustische Aktivität im darüberliegenden Firstbereich detektiert.
- Im Firstbereich des Abbaus 4/490 wurde eine deutlich erhöhte Aktivität im südlichen Teil des Abbaus festgestellt. Diese orientiert sich zum Teil an geologischen Trennflächen und reicht mehrere Meter in die Firste. Darüber hinaus wurden lokale Cluster im Bereich des Notfalllagers und im Bereich des Traforaums beobachtet.
- Auffällig ist die Aktivität südlich vom Südstoß beider Abbaue, die entlang der Grenzfläche Salz-Deckgebirge verläuft. Diese Aktivität kann plausibel durch Verformungsprozesse, die durch gebirgsmechanische Beanspruchung am südlichen Baufeldrand entstehen, erklärt werden. Unter solchen Verformungsprozessen können die sehr unterschiedlichen elastischen und rheologischen Eigenschaften von Salz und Deckgebirge zur Mikrorissbildung führen [21].

Da im zentralen Firstbereich der Abbaue keine durchgängigen Aktivitäten mit gewölbeartiger Ausbildung festgestellt wurden, kann derzeit davon ausgegangen werden, dass die Gebrauchstauglichkeit der Abbaue noch gewährleistet werden kann. Im Abbau 3/490 verteilen sich jedoch Cluster erheblicher mikroakustischer Aktivität insbesondere auch auf den nördlichen Teil des Abbaus. Für diesen Bereich sind auch auf Grundlage der im Jahr 2015 durchgeführten gebirgsmechanischen Modellrechnungen [43] zukünftig weitere Schädigungen zu besorgen.

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung							Blatt: 63

3 Überwachung des Baufeldes an der Südflanke oberhalb der 750-m-S und insbesondere der Firstspaltverfüllung

Aufgrund des hohen Durchbauungsgrades und der langen offenen Standzeit, unterliegen die Tragelemente des Baufeldes an der Südflanke zunehmenden Entfestigungs- und Verformungserscheinungen. Dabei sind aus gebirgsmechanischer Sicht drei Hauptphasen (Abbau-, Stand- und Versatzphase) für das Verhalten des Gesamtsystems von ausschlaggebender Bedeutung.

Abbauphase

Das Baufeld an der Südflanke wurde im Zeitraum von 1916 bis 1964 zur Steinsalzgewinnung aufgefahren. Das Baufeld ist aufgrund seiner Lage und Größe für das gebirgsmechanische Verhalten von größter Bedeutung. Dort wurden von der 490- bis zur 750-m-Sohle insgesamt 13 Sohlen mit zumeist jeweils 9 Abbauen aufgefahren. Dadurch entstand ein rasterartiges Abbau-Pfeiler-Schweben-System mit einer durchschnittlichen Schwebenmächtigkeit von ca. 6 m und einer Pfeilerbreite von ca. 12 m mit einem Zentralpfeiler von ca. 20 m Mächtigkeit zwischen den Abbaureihen 4 und 5, der das Haupttragelement darstellt.

Die Hauptlast auf die Pfeiler und Schweben im Baufeld an der Südflanke wird querschlägig zum Streichen des Asse-Sattels eingetragen. Auf Basis der Tragfähigkeitsverhältnisse lässt sich das an der Südflanke aufgefahrene Tragsystem als nicht ausreichend dimensioniert bzw. nachgiebig bewerten.

Standzeit


Nach Abschluss der Salzgewinnung gab es von 1964 bis 1994 einen Zeitabschnitt ohne bergmännische Salzgewinnung bzw. mit nur wenigen Neuauffahrungen. In diesem Zeitraum wurde von 1984 bis 1992 der Tiefenaufschluss unterhalb der 775-m-Sohle zur Errichtung von Versuchsfeldern mit einem Ausbruchvolumen von ca. 240.000 m³ aufgefahren. Das dort gewonnene Salz wurde zur Verfüllung der Südflanke genutzt, so dass ca. 350.400 t Eigenversatz während der Standzeit in die Südflanke eingebracht wurden. Die restlichen Abbaue waren in dieser Zeit unversetzt dem Gebirgsdruck ausgesetzt. Die lange offene Standzeit der Abbaue hat einen weiteren großen Einfluss auf den Schädigungsgrad der Tragelemente.

Versatzphase

Um den steigenden Verformungs- und Versetzprozessen im Grubengebäude entgegenzuwirken, wurde von 1995 bis 2004 Blasversatz in die Abbaue im Baufeld an der Südflanke eingebracht.

Seit Ende 2009 wurden die durch Eigensetzung des Ronnenbergversatzes in den Abbauen der Südflanke entstandenen Firstspalte (Resthohlräume) sowie ausgewählte Abbaubegleitstrecken und Durchhiebe mit ca. 112.000 m³ Sorelbeton verfüllt (Stand 31.12.2016), um den verformungsaktiven Hohlraum weitestgehend zu minimieren und das Tragsystem zu stabilisieren (vgl. Anhang 1.3).

In Anhang 1.2 ist die aktuelle Verfüllsituation, bezogen auf den Schnitt 1 mit Stand 01/2017, dargestellt. Von den 100 Abbauen der Südflanke (490- bis 725-m-Sohle) wurde bisher in 59 Abbauen die Verfüllung der Firstspalte abgeschlossen. Das entspricht einem Anteil von ca. 59 %, der sich zu 67 % auf die Abbaureihen 6, 7 und 8 konzentriert. Am oberen Baufeldrand sind die Firstspalte der Abbaue der 511- und 532-m-Sohle nahezu verfüllt. Im Jahr 2016 wurden die Firstspalte und Resthohlräume in folgenden Bereichen mit Sorelbeton verfüllt:

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 <small>ASSE GMBH – Verantwortlich handeln</small>
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	

Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung	Blatt: 64
---	-----------

- Im Juli 2016 wurde die im Jahr 2012 begonnene Verfüllung von Abbau 2/532 beendet;
- Abbau 2 auf der 553-m-Sohle;
- Abbau 4 auf der 532-m-Sohle;
- Diagonalstrecke vor Abbau 3 auf der 658-m-Sohle (RH-658-3).

Bei der Umsetzung der Verfüllmaßnahmen ist eine messtechnische Überwachung der Bauzustände erforderlich, da im Rahmen der umzusetzenden Maßnahmen eine lokale Beeinflussung des Tragsystems, z. B. bedingt durch den Temperatureintrag bei der Betonage nicht ausgeschlossen werden kann. Die Ergebnisse der mikroseismischen Überwachung werden in Abschnitt 2.4.7 auf Blatt 47 und Abschnitt 2.4.6 auf Blatt 46 dargestellt.

3.1 Messergebnisse

3.1.1 Extensometer

Begonnen wurde die Firstspaltverfüllung im Bereich des Verformungsmaximums (Stand 2009), d. h. in den Abbauen 6 bis 8 auf der 532- und der 553-m-Sohle. Die gegenwärtige, räumliche Verteilung der Pfeilerstauchungsraten nach etwa 6 Jahren Firstspaltverfüllung zeigt, dass die Pfeilerstauchungsraten in diesem Bereich von 118 mm/a auf 76 mm/a im Jahr 2016 zurückgegangen sind, und dass die Bandbreite der Pfeilerstauchungsraten sich signifikant reduziert hat (s. Anhang 3.2, Blatt 218 und 219).

Im Jahr 2016 wird im Ostflügel noch eine leichte degressive Entwicklung der Pfeilerstauchungsraten beobachtet. Im Westflügel zeichnete sich im Jahr 2015 eine Tendenz zu konstanten Raten ab. Im Jahr 2016 wurde auch im Westflügel eine leicht degressive Entwicklung der Pfeilerstauchungsraten beobachtet.


3.1.2 Temperaturmessungen — Messtechnisch erfasste Einwirkungen auf das Tragsystem (Pfeiler und Schweben) und die Versatzkörper

Die Lokationen der Messketten und -sensoren sind u. a. in [45] aufgeführt, so dass darauf nicht weiter eingegangen wird. Da die Verfüllung mit Sorelbeton kaum oder nur einen vorübergehenden Einfluss auf das Feuchteregime hat, entfällt seit Mai 2013 dessen Darstellung in der messtechnischen Überwachung der Firstspaltverfüllung.

Die Datenerfassung der Temperaturmessungen erfolgt automatisiert mittels Datenlogger. Zusätzlich werden die Temperatursensoren der SMS zur Erfassung der Temperatureinflüsse auf das Tragsystem genutzt.

Pfeiler

Die Temperaturmessungen in den Pfeilern zeigen im Allgemeinen etwa vier Wochen nach Beginn der Verfüllung von nahe gelegenen Firstspalten einen Temperaturanstieg von ca. 3 K (s. Anhang 7 auf Blatt 341). Abweichend wurde Mitte 2013 ein Temperaturanstieg von ca. 9 K im Pfeiler 1/2 (Südseite des Pfeilers) auf der 574-m-Sohle beobachtet. Im Umfeld der verfüllten Firstspalte verbleibt im Durchschnitt eine Temperaturerhöhung von ca. 2 K.

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 <small>ASSE</small> <small>GM&H</small> <small>Verantwortlich handeln</small>
NNA	NNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	

Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung	Blatt: 65
---	-----------

Schweben (bzw. Restschweben)

Die Verfüllung eines Firstspaltes kann anhand der Temperaturmessung in der Schweben gut nachvollzogen werden. Wenige Tage nach Beginn der Verfüllung steigt die Temperatur in der Schweben um ca. 10 K an. Der maximale Temperaturanstieg wurde mit ca. 25 K in der Schweben zwischen den Abbauen 4/511 und 4/490 gemessen. Ungefähr vier Wochen bleibt die Temperatur konstant, dann ist eine stetige Temperaturabnahme erkennbar. Anhand der Temperaturmessungen kann auch die Nachverfüllung bereits betonierter Firstspalte erfasst werden, welche sich in einem erneuten Temperaturanstieg widerspiegelt. Der in Anhang 7 auf Blatt 342 dargestellte Temperaturverlauf zeigt Ende 2016 einen Wiederanstieg bedingt durch die Nachverfüllung des Abbaus 4/511 und der Schweben zum Abbau 4/490.

Nach ca. sechs Jahren Beobachtungszeit ist der Ausgangswert (ca. 30 °C) vor der Verfüllung an allen messtechnisch beobachteten Standorten noch nicht erreicht. Es verbleibt eine Temperaturerhöhung von ca. 2 K in der Schweben.

Versatz

Die Temperaturmessungen im Versatz zeigen nach Beginn der Verfüllung einen stetigen Anstieg von ca. 10 K (Mittelwert). Das erreichte Maximum bleibt ca. vier Wochen konstant, anschließend ist ein kontinuierlicher Temperaturrückgang erkennbar. Nach vierjähriger Beobachtungszeit wurde die Ausgangstemperatur von ca. 30 °C noch nicht erreicht. Es verbleibt eine Temperaturdifferenz von ca. 2 K. Der Betrag der Temperaturerhöhung ist von der Versatzmächtigkeit über der Instrumentierung abhängig und kann bis 15 K erreichen (s. Anhang 7 auf Blatt 343).

3.1.3 Salzlösungsmonitoring

Im Rahmen des Salzlösungsmonitorings werden die Fassungskmengen, die Austrittsorte und die physikochemischen Eigenschaften der zutretenden Salzlösung intensiv verfolgt und daraus eine sicherheitliche Bewertung abgeleitet.


Vor diesem Hintergrund sind die Einwirkungen der Firstspaltverfüllung auf den Salzlösungszutritt und eventuell sich abzeichnende Reaktionen im Gesamttragssystem von gebirgsmechanischer Bedeutung für die zielgerichtete Weiterführung der Verfüllmaßnahme.

Die wichtigsten Ereignisse im Jahr 2016 sind im Kapitel 5 (ab Blatt 139) beschrieben.

3.1.4 Weitere Messverfahren

Zur Einschätzung des Einflusses der Firstspaltverfüllung auf die gebirgsmechanische Situation in den Tragelementen, werden die Spannungsmonitorstationen in den Pfeilern herangezogen, in deren benachbarten Abbauen Firstspaltverfüllungen vorgenommen worden sind. Die Ergebnisse der Gebirgsspannungsmessungen in den Pfeilern können Abschnitt 2.1 (ab Blatt 14) entnommen werden.

Zur Einschätzung der gebirgsmechanischen Wirkung der Firstspaltverfüllung sind auch die Lastmessungen im Versatz von Abbauen zu berücksichtigen, in denen eine Firstspaltverfüllung erfolgt ist. Das betrifft den Abbau 1 auf der 616-m-Sohle, die Abbaureihe 7 von der 595- bis zur 658-m-Sohle und den Abbau 8/616 (s. Abschnitt 2.3, ab Blatt 33).

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung							Blatt: 66

Die Auswertung der mikroseismischen Ereignisse ist ebenfalls Bestandteil der gebirgsmechanischen Überwachung der Firstspaltverfüllung (s. Abschnitt 2.4, ab Blatt 35).


3.2 Zusammenfassende Bewertung der Überwachung der Firstspaltverfüllung

Durch die Verfüllung der Firstspalte mit Sorelbeton in den versetzten Abbauen der Südflanke soll eine beschleunigte Kompaktion des Versatzes und damit eine verbesserte Stützwirkung in den Abbauen erzielt werden. Weiterhin wird durch die damit verbundene Stützung der Schweben und zum Teil auch von Pfeilerbereichen (Verdämmungswirkung) eine Stabilisierung der Tragelemente erreicht, welche die degressive Entwicklung der Verformungsraten unterstützt.

Die bisher entsprechend dem SBPI 6/2009 durchgeführten Firstspaltverfüllungen zeigten erste positive gebirgsmechanische Wirkungen im Hinblick auf die Resttragfähigkeit des Tragsystems der Südflanke bzw. einer verbesserten Einspannung des Versatzkörpers, was sich in der degressiven Entwicklung der Pfeilerstauchungsraten äußerte (s. Anhang 3.2, Blätter 218 bis 219). Seit Mai 2013 hat sich jedoch die degressive Entwicklung der Pfeilerstauchungsraten verlangsamt.

Entsprechend ist die Firstspaltverfüllung in den Abbaureihen 2 bis 4 und 9 sowie die Verfüllung der Resthohlräume am oberen Baufeldrand möglichst zügig und systematisch fortzuführen.

Die Salzlösungsaustritte im Jahr 2016 sind gegenüber 2015 wenig verändert. Diese konzentrieren sich jedoch noch etwas stärker auf den Abbau 3/658 und stehen somit nicht im direkten Zusammenhang mit der Firstspaltverfüllung.

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 <small>ASSE GMBH – Verantwortlich handeln</small>
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung							Blatt: 67

4 Lokale Monitoringprogramme zur Überwachung sensibler Infrastrukturbereiche

4.1 Infrastrukturbereiche am oberen Baufeldrand (490-m-Sohle und Abbau 2/511)

Einleitung

Die Abbaue 3 und 4 auf der 490-m-Sohle stellen neben den Werkstätten, den Abbauen 8 und 9 im östlichen Teil der 490-m-Sohle sowie dem Abbau 2 auf der 511-m-Sohle für den weiteren Offenhaltungsbetrieb der Schachanlage Asse II wichtige Infrastrukturbereiche mit intensiver Nutzung dar. Aus gebirgsmechanischen Gefährdungsanalysen der Asse-GmbH (s. [46], [47]) und des Instituts für Gebirgsmechanik (s. [44]) ergab sich die Besorgnis einer zunehmenden Auflockerung in den Firstbereichen der infrastrukturell genutzten Abbaue, insbesondere der Abbaue 3/490, 4/490 und 2/511 am oberen Baufeldrand. Das Institut für Gebirgsmechanik empfahl in diesem Zusammenhang ein intensives Monitoring der Firsten dieser infrastrukturell genutzten Abbaue.


Seit geraumer Zeit werden indirekte und direkte Messverfahren eingesetzt, darunter z. B. Mikroseismik, Firstkontrollbohrungen, Rissüberwachungen durch Gipsmarken und/oder Fissurometer sowie Konvergenzmessungen, um die Infrastrukturbereiche zu überwachen und falls erforderlich, geeignete Sicherungs- und/oder Stabilisierungsmaßnahmen rechtzeitig initiieren zu können. Ende des Jahres 2012 wurde mit der Umsetzung erster zusätzlicher Monitoringmaßnahmen in den Abbauen 3 und 4 auf der 490-m-Sohle sowie im Abbau 2 auf der 511-m-Sohle begonnen. Mit Georadarmessungen wurde der „IST“-Zustand der Abbaufirsten vor dem Hintergrund bereits vorhandener Schädigungen untersucht. Durch den Einbau des Firsttextensometers im Abbau 4/490 werden mögliche Auflockerungen der Firste des Abbaus messtechnisch erfasst. Desweiteren wurden mikroakustische Messnetze in den Abbauen 3/490 und 4/490 installiert, die zur Bewertung des Schädigungsgrades und dessen zeitlicher Entwicklung herangezogen werden sollen.

Im Folgenden werden die wesentlichen Messergebnisse gegliedert nach den in Nutzung befindlichen Infrastrukturräumen dargestellt (vgl. [48]). Auf dieser Grundlage wird die aktuelle Situation insbesondere bezüglich des Schädigungsgrades und der Schädigungsentwicklung bewertet.

Wesentliche Änderungen

(Ver-)Änderungen im Jahr 2016

- Verfüllung des Laugespeicherbeckens 1 (LSB 1) im Abbau 3/490 mit Salzversatz mit anschließender Betonage einer Abschlusschicht von 268 m³ Sorelbeton im Juni 2016
- Georadarmessungen zur Untersuchung der Schwebenintegrität zwischen der Beschickungskammer und der MAW-Kammer
- Integration der Beschickungskammer und MAW-Kammer ins vorhandene Monitoringprogramm
- Erstellung von drei Firstkontrollbohrungen und zwei horizontalen Konvergenzmessstrecken im Bereich des Hauptgrubenlüfters auf der 490-m-Sohle
- Betonage der Zugänge zum Blindschacht 3 auf der 490-m-Sohle im Juni 2016 (Bauwerke: RH-490-2.2, ca. 556 m³ und RH-490-7.1, ca. 578 m³)

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	

Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung	Blatt: 68
---	-----------

- Betonage des Zugangs zum Rolloloch Abbau 4/490 im Zeitraum von September bis Oktober 2016 mit ca. 210 m³ Sorelbeton (Bauwerk: RH-511-9.3)
- Verfüllung Rissysteme in der Schwebe zwischen Abbau 4/490 und 4/511 mit ca. 200 m³ Sorelbeton im Oktober 2016 (Bauwerk: RH-511-9.4)

Abbau 3/490

Der Abbau 3 auf der 490-m-Sohle wurde von 1962 - 1964 aufgefahren und 1993 zu ca. 2/3 mit Salzgrus versetzt. Die aus gebirgsmechanischer Sicht ungünstig flach aufgefahrene Firste im Abbau 3/490 wurde mit Maschendrahtverzug und einer Systemankerung (ca. 1 Anker/m², Ankerlänge: 1m) gesichert. Heute werden dort Zutrittslösungen und Salzlösungen (Anmachlösung) zur Sorelbetonproduktion in den Laugespeicherbecken (LSB) zwischengelagert. Von den insgesamt drei Speicherbecken (LSB 1, LSB 2 und LSB 3) im Abbau 3 sind nur noch die Speicherbecken LSB 2 und LSB 3 in Betrieb. Das LSB 1 wurde auf Grund von festgestellten Firstschädigungen in Form von größeren Ablösungen vorsorglich im Juni 2015 außer Betrieb genommen (vgl. [40]), im Juli 2016 mit Salz versetzt und im Anschluss mit einer Sorelbetonabschlusschicht (Sorelbeton A1) von ca. 268 m³ bis auf das Niveau der Dammkronen verfüllt (s. Abbildung 4.1). Im nördlichen Teil des Abbaus befinden sich die Pumpensysteme, welche die Förderung der gesammelten Lösungen nach über Tage und die Annahme der Lösungen zur Sorelbetonproduktion sichern.




Abbildung 4.1: Fotoaufnahme des verfüllten Lösungsspeicherbeckens 1 (LSB 1) im Abbau 3/490 vom 03.01.2017.

Messsysteme und Messergebnisse

Firstkontrollbohrungen

Im Abbau 3/490 sind 11 Firstkontrollbohrungen (FK-Brg. 15/490-3 bis 25/490-3) vorhanden, die sich überwiegend im nördlichen Teil des Abbaus befinden (Anhang 8.1 auf Blatt 344). Die Inspektionen dieser Firstkontrollbohrungen erfolgten im November 2016. Mit Ausnahme der Firstkontrollbohrung

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 <small>ASSE</small> <small>GmbH – Verantwortlich handeln</small>
NNA	NNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	

Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung	Blatt: 69
---	-----------

FK-Brg. 15/490-3, wurden in den restlichen Bohrungen keine Hinweise auf geöffnete Risse gefunden. Zu dem im Jahr 2013 festgestellten geöffneten Riss in ca. 0,7 Meter Tiefe in der Firstkontrollbohrung FK-Brg. 15/490-3 sind seitdem keine weiteren offenen Rissbildungen hinzugekommen (s. Abbildung 4.2 und Abbildung 4.3).



Abbildung 4.2: FK-Brg. 15/490-3, Tiefe: 0,7 m



Abbildung 4.3: FK-Brg. 15/490-3, Tiefe: 0,7 m, Ansicht: Süd

Visuelle Befunde

Im September 2016 wurde bei einer Kontrollbefahrung eine abgerissene Ankerplatte auf der Betonplatte im LSB 1 gefunden, die dem größten vorhandenen Löser im Firstbereich oberhalb des LSB 1 zugeordnet werden konnte (s. Abbildung 4.4 auf Blatt 70). Bei einer weiteren Kontrollbefahrung im Oktober wurde eine weitere abgerissene Ankerplatte gefunden, die sich ca. 2 Meter vom Südstoß und ca. 4,8 Meter östlich des Dammes zwischen LSB 1 und LSB 2 dem Firstbereich oberhalb des LSB 2 zuordnen ließ.

Im Februar 2017 wurden die Firstbereiche oberhalb der Laugespeicherbecken 1 bis 3 einer visuellen Inspektion unterzogen. Oberhalb des LSB 2 und LSB 3 wurden gegenüber der in Bericht [40] dokumentierten Rissbildungen und Abschalungen (s. auch Anhang 8.10 auf Blatt 353 und Anhang 8.11 auf Blatt 354) keine neuen Auffälligkeiten im Firstbereich festgestellt. Die vorhandene Systemankerung zeigte im nördlichen Teil des Abbaus 3/490 keine Auffälligkeiten bzgl. etwaiger Ankerdefekte oder gelöster Ankerplatten. An den Stößen, insbesondere am gesamten Südstoß (Übergang Stoß/Fiste) und stellenweise am Nordstoß, sind beanspruchungsbedingte Abschalungen erkennbar.

Konvergenzmessungen

Horizontale Konvergenzen

Es befinden sich zwei horizontal querschlägige (Messstellen: 4903–4904 und 4911–4912) und eine horizontal streichende Konvergenzmessstelle (Messstelle: 4913–4914) im Abbau 3/490 (s. Anhang 8.1 auf Blatt 344). Die mittleren horizontal querschlägigen Konvergenzraten im Abbau 3/490, die aus den Quartalsmessungen ermittelt wurden, zeigten im Jahr 2016 erhöhte Konvergenzraten gegenüber dem Jahr 2015 (s. Tabelle 4.1 auf Blatt 70 und Anhang 8.4 auf Blatt 347). In querschlägiger Richtung wurden Konvergenzraten zwischen 10,8 bis 12,6 mm/a (2015: 7,5 bis 8,5 mm/a) ermittelt. In streichender Richtung betrug die Konvergenzrate 4,4 mm/a (2015: 4,6 mm/a).

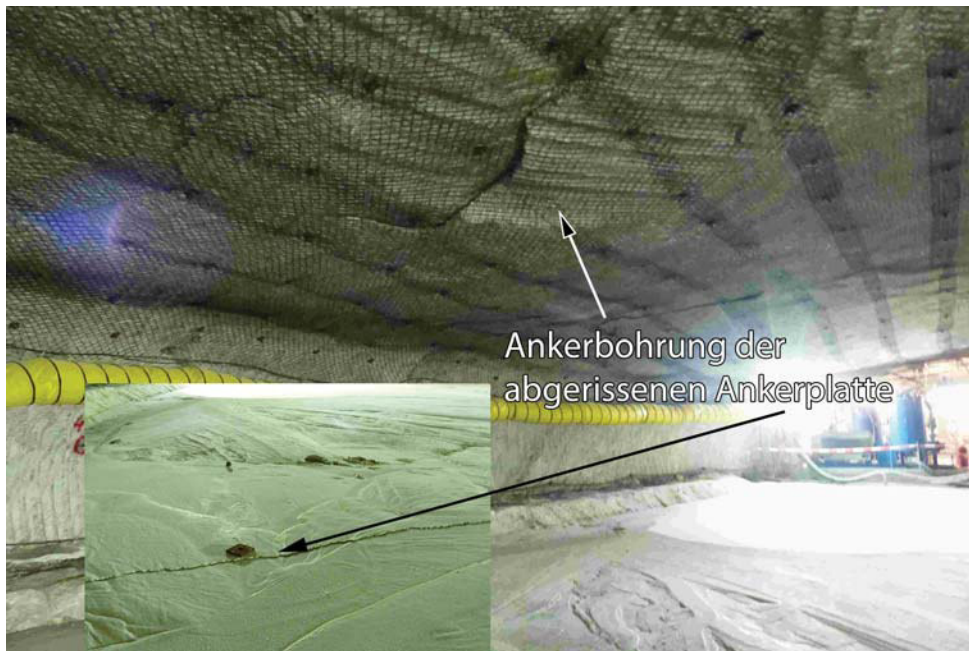


Abbildung 4.4: Fotoaufnahme von der größten Ablösung (Riss 4) im Zentrum oberhalb des LSB 1 im Abbau 3/490 vom 20.09.2016.

Tabelle 4.1: Horizontale Konvergenzraten im Abbau 3/490

		Messstelle:		
		4903–4904	4911–4912	4913–4914
Jahr	Tage	Konvergenzrate [mm/a]		
2009	130	10,0	11,2	9,2
2010	365	8,6	9,6	2,1
2011	365	9,9	8,5	2,9
2012	366	9,6	7,7	3,6
2013	365	6,7	7,2	3,6
2014	365	7,8	6,9	2,5
2015	365	8,5	7,5	4,6
2016	366	12,6	10,8	4,4

Vertikale Konvergenzen

Die vertikalen Konvergenzraten im Abbau 3/490 folgen dem langfristigen Trend. Die Konvergenzen werden seit 2009 quartalsweise erfasst. Die für das Jahr 2016 ermittelten Konvergenzraten zeigen gegenüber dem Vorjahr nur leicht veränderte Messwerte. Es wurden Konvergenzraten von 25 und 37 mm/a für die Messstellen 4915 und 4916 auf dem östlichen Damm und Konvergenzraten von 21 bis 22 mm/a für die Messstellen 4917 und 4918 auf dem westlichen Damm ermittelt (s. Abbildung 4.5 auf Blatt 71 und Tabelle 4.2 auf Blatt 71). Wie schon in vergangenen Berichten dargestellt wurde (vgl. [40], [25]), trat im Abbau 3/490 seit ca. März 2011 eine gleichmäßig beschleunigte Veränderung der vertikalen Konvergenzentwicklung statt. Die Veränderung der vertikalen Konvergenzraten in 2016 gegenüber

dem Vorjahr ist nur leicht erhöht und befindet sich damit auf einem ähnlichen Konvergenzniveau wie im Jahr 2010.

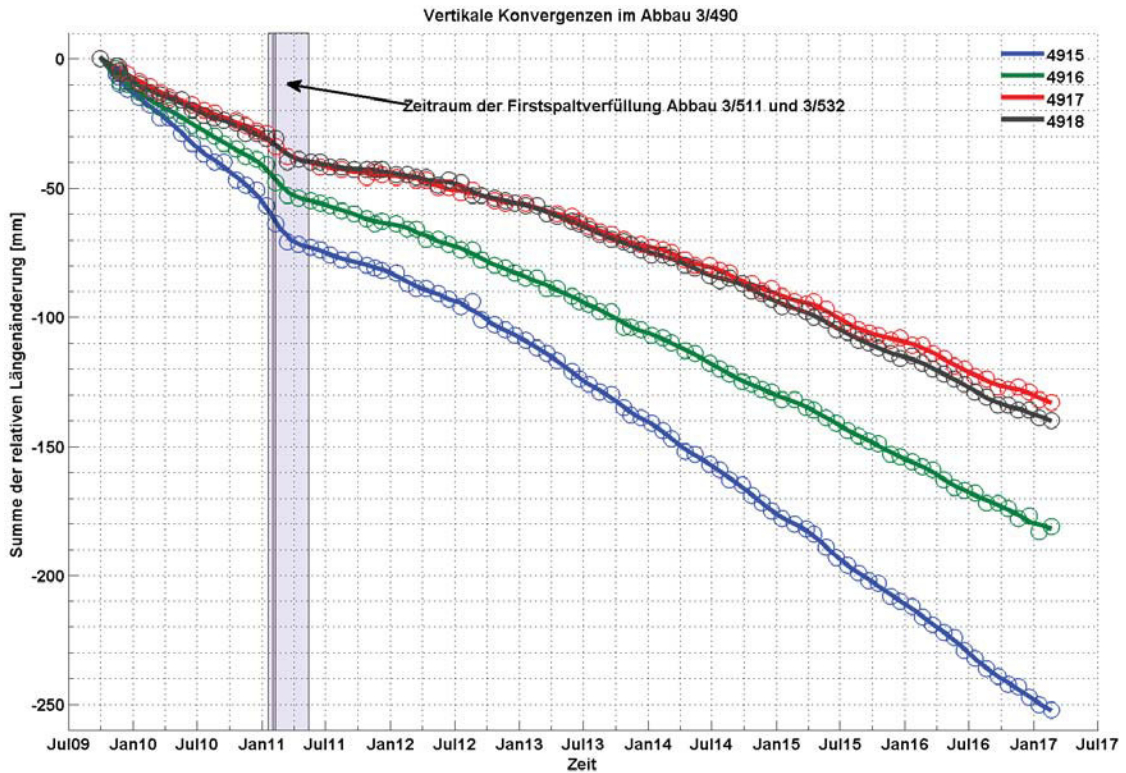



Abbildung 4.5: Vertikale Konvergenzmessungen im Abbau 3/490

Tabelle 4.2: Vertikale Konvergenzmessungen im Abbau 3/490

		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

Fissurometermessungen

Die Dämme zwischen den Laugespeicherbecken (LSB 1, LSB 2 und LSB 3) bestehen aus aufgeschüttetem konsolidiertem Salzversatz. Auf Grund der Sohlenaufwölbung bzw. der querschlägigen

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung							Blatt: 72

Schwebenstauchungen, als direkte Reaktion der einwirkenden Gebirgsspannungen, bildeten sich in diesen Dämmen Risse, deren Ausbissverläufe ca. Ost–West streichen und auf ca. halber Dammstrecke liegen (vgl. Anhang 8.1 auf Blatt 344). Insgesamt werden fünf dieser Risse messtechnisch durch Fissurometermessstellen überwacht:

- Westlicher Damm (zwischen LSB1 und LSB2): Messstellen 013 F und 014 F,
- Östlicher Damm (zwischen LSB2 und LSB3): Messstellen 015 F, 033 F (004 F) und 035 F (016 F).

Die langfristige Entwicklung bleibt seit längerem erhalten. Die größten Änderungen der Rissentwicklungen werden auf dem östlichen Damm beobachtet. Die Raten sind gegenüber dem Vorjahr 2015 leicht degressiv verändert. Für das Jahr 2016 wurden Raten für die Öffnungsweiten im Mittel von 8,29 mm/a (035 F, s. Anhang 8.9 auf Blatt 352) und 4,87 mm/a (033 F, s. Anhang 8.8 auf Blatt 351) gemessen. Auf dem westlichen Damm zeigten sich weiterhin nur leichte Änderungen der Raten der Gesamtverschiebung, die mit ≤ 1 mm/a auch im Jahr 2016 weiterhin auf einem geringen Niveau liegen (013 F, s. Anhang 8.5 auf Blatt 348 und 014 F, s. Anhang 8.6 auf Blatt 349).


Mikroakustische Messungen im Abbau 3/490

Die mikroakustische Firstüberwachung im Abbau 3/490 wurde im Herbst 2015 in das Monitoringprogramm am oberen Baufeldrand eingebunden. In diesem Bericht werden die Ergebnisse der mikroakustischen Überwachung für den Zeitraum zwischen dem 01.01.2016 bis zum 31.12.2016 dargestellt. Durch die Betonage des LSB1 am 20./21.06.2016 wurde eine deutliche Steigerung der Ereignisraten (Dreiwochenmittelwert) festgestellt, die ca. über einen Zeitraum von zwei Monaten anhielt und auf den durch die Betonage verursachten erhöhten Temperatur- und Feuchteeintrag zurückzuführen ist. Die deutliche Steigerung der Ereignisraten hat sich ab ca. Mitte September 2016 wieder auf das Niveau vor den Betonagen eingeregelt (s. Anhang 6.2 auf Blatt 330 und Anhang 6.3 auf Blatt 331).

Insbesondere der südliche Bereich hinter Abbau 3/490 zeigt eine deutliche mikroakustische Aktivität, die räumlich den geologischen Grenzflächen folgt. Im Firstbereich des Abbaus 3/490 konzentriert sich die mikroakustische Aktivität auf den nördlichen Abbauteil. Weiterhin sind deutliche streifenförmige Muster in den Rissdarstellungen zu erkennen, die aus der flächenhaften Anordnung der einzelnen Ereignisse in der Projektion entstehen und dauerhaft aktive Bereiche kennzeichnen. Hinzu kommen darüber hinaus lokale Aktivitätsbereiche, die insbesondere südlich oberhalb des LSB 1 und LSB 3 zu erkennen sind. Im nördlichen Abbauteil ist auch ein Zusammenhang zwischen der konturnahen Schädigung des Firstbereiches oberhalb des Dammes zwischen LSB 1 und LSB 2 in der Umgebung der Firstkontrollbohrung FKBrG. 15/490-3 zu erkennen. Dies deutet auf eine weiter voranschreitende Schädigungsentwicklung dieses Bereiches hin. Detailliertere Ausführungen zur mikroakustischen Überwachung im Abbau 3/490 befinden sich im Kapitel Abschnitt 2.5.4.1 auf Blatt 57. Darstellungen zur mikroakustischen Überwachung im Abbau 3/490 für den Zeitraum vom 01.01.2016 bis zum 31.12.2016 sind in Anhang 6.2, Blätter 327 bis 330 enthalten.

Bewertung und Empfehlung

Die Gebrauchstauglichkeit des Abbaus 3/490 ist nur noch eingeschränkt gegeben. Die Firstbereiche oberhalb der LSB 2 und 3 zeigen visuell nur „kleinere“ Anzeichen von Firstschädigungen in Form von Ablösungen, die sich insbesondere im südlichen und süd-östlichen Abbaubereich konzentrieren. Visuelle Veränderungen gegenüber der im Februar 2015 aufgenommenen Schädigungen oberhalb des LSB 2 und LSB 3 (vgl. [40] o. Anhang 8.10 auf Blatt 353) konnten nicht festgestellt werden.

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	

Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung	Blatt: 73
---	-----------

Oberhalb des LSB 1 bleibt die Notwendigkeit weiterer Stailisierungsmaßnahmen bestehen. Auf Grund von erheblichen konturnahen Ablösungsbildungen wurde das LSB 1 im Juni 2015 vorsorglich außer Betrieb genommen und im Juni 2016 betoniert. Da die im September 2016 im Bereich der größten Ablösung vorgefundene abgerissene Ankerplatte darauf hindeutet, dass die Schädigungsentwicklung weiter anhält und als Indiz für eine zunehmende Schädigungsentwicklung in diesem Bereich zu werten ist, wurde in [41] eine firstbündige Betonage empfohlen. Dies soll zum einen einer fortlaufenden Schädigungsentwicklung oberhalb des LSB 1 entgegenwirken, zum anderen aber auch die Firstspannweite des Abbaus 3/490 reduzieren (s. Anhang 8.3 auf Blatt 346). Darüber hinaus bleibt die Empfehlung des vollständigen Rückzugs aus Abbau 3/490 bestehen (s. [44], [37], [40] und [21]). Dies sollte nach Fertigstellung der übertägigen Annahmestelle für Lösungen II (AFL II) sowie nach Vorbereitung eines alternativen Standortes für die weiterhin erforderliche Zwischenspeicherkapazität für Salzlösungen und die Pumpentechnik schnellstmöglich erfolgen.


Abbau 4/490

Der Abbau 4 auf der 490-m-Sohle (s. Abbildung 4.6) wurde in der Zeit von 1962 - 1963 aufgefahren und wird derzeit als Infrastrukturräum genutzt. Die Abbaulänge beträgt ca. 55 Meter, die Breite ca. 40 Meter und die Höhe ca. 6 Meter. Der Abbau 4 ist damit der einzige Abbau auf der 490-m-Sohle, der gegenüber den anderen Abbaue mit einer geringeren Höhe aufgefahren wurde. Im nordwestlichen Teil des Abbaus befindet sich das Notfalllager. Der überwiegende Teil des Abbaus wird als Zwischenlagerplatz und zum Abstellen von Fahrzeugen genutzt.

Die Sohle des Abbaus wurde letztmalig im Jahr 2004 planiert. Zur Stabilisierung der Schwebel des Abbaus wurde im Februar 2011 im darunterliegenden Abbau 4/511 der Resthohlraum im Rahmen der Firstspaltverfüllung verfüllt. In den vergangenen Jahren hat sich die Sohle des Abbaus 4/490 auf Grund der einwirkenden Gebirgsspannungen erneut stark aufgewölbt. Lokale Schädigungen der Firste im Bereich der Trafostation und im Bereich des Notfalllagers wurden durch Maschendrahtverzug und Ankerung gesichert.



Abbildung 4.6: Fotoaufnahme des Abbaus 4/490 vom 03.01.2017.

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung							Blatt: 74

Messsysteme und Messergebnisse

Firstkontrollbohrungen

Die Inspektionen der 14 Firstkontrollbohrungen (FK-Brg. 1/490-4 bis FK-Brg. 14/490-4) zeigten im November 2016 keine Hinweise auf offene Risse. Die sieben Firstkontrollbohrungen in der Diagonalstrecke zum Abbau 4/490 (FK-Brg. 1/490-DSA4 bis FK-Brg. 7/490-DSA4) wurden letztmalig im März 2017 inspiziert und zeigten dabei ebenfalls keine Hinweise auf offene Risse. Die Lage der Firstkontrollbohrungen kann Anhang 8.1 auf Blatt 344 entnommen werden.

Konvergenzmessungen

Im Abbau 4/490 befinden sich zwei horizontal-querschlägige (Messstellen: 4919 –4920 (westlich), 4921–4922 (östlich) und eine horizontal streichende Konvergenzmessstelle (Messstelle: 4923-4924), die seit dem Jahr 2014 quartalsweise gemessen werden (s. Anhang 8.1 auf Blatt 344).

Die horizontal-querschlägigen Konvergenzraten lagen im Jahr 2016 zwischen 18,2 und 22,1 mm/a (2015: 16,0 bis 18,3 mm/a). In streichender Richtung wurde eine Konvergenzrate von 4,3 mm/a (2015: 3,9 mm/a) festgestellt (s. Tabelle 4.3 auf Blatt 74 und Anhang 8.19 auf Blatt 362).

Tabelle 4.3: Horizontale Konvergenzraten im Abbau 4/490

		Messstelle:		
		4919–4920	4921–4922	4923–4924
Jahr	Tage	Konvergenzrate [mm/a]		
2014	224	20,1	16,1	2,9
2015	365	18,3	16,0	3,9
2016	366	18,2	22,1	4,3


Firstextensometer

Im Zentrum des Abbaus 4/490 befindet sich ein Firstextensometer (490002) von 9 Metern Länge mit Ankerpunkten in 3 m, 6 m und 9 m Tiefe, dass seit dem 03.12.2013 die Verformungen im Firstbereich erfasst. Vom 30.11.2016 bis zum 03.01.2017 wurden auf Grund technischer Defekte keine Messdaten erfasst.

Insgesamt wurde seit Beginn der Messwertaufzeichnung eine Dehnung von ca. 2,9 mm zwischen Firste (Firstextensometerkopfpunkt) und dem tiefsten Extensometerpunkt (9 m) gemessen. Die Verschiebungen laufen mit geringen Verschiebungsraten von ≤ 1 mm/a ab (s. Anhang 8.20 auf Blatt 363). Die größten Dehnungen wurden dabei im Bereich zwischen 3 und 6 Metern mit ca. 1,1 mm gemessen.

Firstnivellement

Im Juni 2014 wurden insgesamt fünf Firstnivellementpunkte mit den Bezeichnungen FN34, FN35, FN36, FN37 und FN38 im Abbau 4/490 eingerichtet (s. Anhang 8.1 auf Blatt 344). Zudem wird der Kopfpunkt des Extensometers FiEx 490002 in das regelmäßige Firstnivellement mit eingebunden. Bezogen werden die relativen Firstsenkungen seit dem 10.10.2016 auf den Polygonpunkt PP 490082

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	

Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung	Blatt: 75
---	-----------

(davor auf den Polygonpunkt PP 490072). Die erste Bezugsmessung fand am 31.07.2014 statt. Die Absenkungen werden als negative, die Hebungen als positive Messwerte in der Tabelle 4.4 auf Blatt 75 dargestellt. Die Messwerte des Firstnivelements weisen auf eine gleichmäßige Firstsenkung im Abbau 4/490 hin.

Tabelle 4.4: Ergebnisse des Firstnivelements im Abbau 4/490 bezogen auf den Polygonpunkt PP 490072 bzw. PP 490082

Datum	Messstellenbezeichnung					
	FN34	FN35	FN36	FN37	FN38	FiEx 490002
	Kumulative Absenkungen [mm]					
31.07.2014	0	0	0	0	0	0
18.08.2014	0	1	0	2	2	3
18.11.2014	-7	-7	-6	-6	-6	-6
19.11.2014 ⁽¹⁾	-7	-7	-6	-6	-6	
29.01.2015	-12	-12	-12	-13	-13	
04.05.2015	-11	-11	-10	-11	-12	3
30.07.2015 ⁽²⁾	-17	-16	-16	-17	-17	-10
10.11.2015	-24	-22	-23	-23	-24	-10
27.01.2016	-29	-28	-28	-29	-31	-16
02.05.2016	-39	-39	-40	-40	-41	
02.08.2016	-54	-53	-53	-54	-56	-28
11.10.2016						⁽³⁾
10.11.2016	-66	-65	-66	-68	-69	-28
26.01.2017	-70	-69	-70	-71	-72	-32

⁽¹⁾ Erneute Bezugsmessung, Reflektorfolien an FN34, FN35, FN36, FN37 & FN38 installiert
⁽²⁾ Erneute Bezugsmessung, neuer Bezugspunkt PP 490082
⁽³⁾ keine erneute Bezugsmessung, Reflektorfolie an FiEx 490002 installiert


Georadarmessungen

Firstuntersuchungen

Zur Bewertung des Schädigungsgrades im Firstbereich des Abbaus 4/490 wurden im November 2012 Georadarmessungen durchgeführt. Aus den Abschlussbewertungen der Ergebnisberichte [49] und [50] ist zu entnehmen, dass zum Zeitpunkt der durchgeführten Messungen im November 2012 keine markanten Ablösungen, Klüfte, Schwäche-/Störungszonen, Materialwechsel und Feuchtstellen in den gemessenen Profilen detektiert worden sind.

Schwebenuntersuchung

Die Kontrollbohrung KBrG. 004.1 in der Sohle im Abbau 4/490 (s. Anhang 8.14 auf Blatt 357) zeigte bei den Inspektionen rissige/klüftige Bereiche (s. Anhang 8.15 auf Blatt 358). Zur Erkundung der Schweben zwischen Abbau 4/490 und 4/511 wurden im Abbau 4/490 Georadarmessungen auf der Sohle durchgeführt. In Kombination mit der Kontrollbohrung KBrG. 004.1 konnten Reflektoren in diesem

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 <small>ASSE GMBH – Verantwortlich handeln</small>
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung							Blatt: 76

Bereich entsprechend vorhandenen Rissen zugeordnet werden. Darüber hinaus zeigten sich zahlreiche Reflexionsbereiche innerhalb der Schwebel, die auf vorhandene Schädigungen hindeuteten. Aus diesen Ergebnissen wurden entsprechend weitere Erkundungsbohrungen im Abbau 4/490 in Richtung Abbau 4/511 gestoßen (vgl. Anhang 8.13 auf Blatt 356). Bei einigen dieser Bohrungen konnte, wie auch bei Kontrollbohrung KBrg. 004.1, eine wechselhaft ein- und ausziehende Wetterbewegung festgestellt werden, so dass von einem Wetterschluss des darunterliegenden Abbaus mit der weiteren Grube auszugehen war. Während der Verfüllmaßnahmen konnten die Anstiege des Sorelbetons in den Bohrungen beobachtet werden, die darauf schließen lassen, dass großräumige, flächenhafte Riss-/Kluftverbindungen in der Schwebel bestanden. Des Weiteren kann eine Neuausbildung eines Firstspalts zwischen der Firste und dem Versatz im Abbau 4/511 in Betracht gezogen werden. Im Oktober 2016 wurden insgesamt ca. 200 m³ Sorelbeton in die Resthohlräume im Firstbereich des Abbaus 4/511 und in Spalten innerhalb der Schwebel eingebracht.

Mikroakustische Messungen im Firstbereich des Abbaus 4/490


In diesem Abschnitt werden die Ergebnisse der mikroakustischen Firstüberwachung im Abbau 4/490 für den Zeitraum zwischen dem 01.01.2016 bis zum 31.12.2016 dargestellt. Im Abbau 4/490 sind bei den Betrachtungen über längere Zeiträume insbesondere streifenförmige Strukturen im südlichen Abbaubereich oberhalb der Firste erkennbar. Wie auch beim Abbau 3/490 ist eine stärkere mikroakustische Aktivität südlich bzw. südlich oberhalb des Abbaus 4/490 festzustellen, die den geologischen Trennflächen folgt. Im Bereich der Abbaufirste sind diese flächenhaften Streifenmuster auf den südlichen und südöstlichen Abbaubereich konzentriert. Im nordwestlichen Abbaubereich (im Notfalllager) wurde ein „neueres“ Cluster detektiert, welches auch mit dort vorhandenen konturnahen Abschalungsbildungen von der Raumlage zusammenfällt. Detailliertere Ausführungen zur mikroakustischen Überwachung im Abbau 3/490 befinden sich im Kapitel Abschnitt 2.5.4.2 auf Blatt 59. Darstellungen zur mikroakustischen Überwachung im Abbau 4/490 für den Zeitraum vom 01.01.2016 bis zum 31.12.2016 sind in Anhang 6.4, Blätter 333 bis 336 enthalten.

Visuelle Befunde

Im Jahr 2004 wurde die Sohle des Abbaus 4/490 letztmalig hergerichtet. Die damals nahezu ebene Sohlenfläche hat sich im Laufe der Jahre bedingt durch Konvergenz stark aufgewölbt, so dass sich eine starke Aufblätterung der Sohle bildete. Veränderungen im Bereich des Maschendrahtverzuges im Bereich des Notfalllagers im Firstbereich und in der Nähe der Trafostation konnten im Jahr 2016 nicht festgestellt werden. Weiterhin deuten sich konturnahe Abschalungen im Firstbereich des Notfalllagers an, die von ihrer Raumlage auch mit dort detektierten mikroakustischen Ereignissen zusammenfallen.

Bewertung und Empfehlung

Die Gebrauchstauglichkeit des Abbaus 4/490 ist derzeit gegeben. Auf Grund der starken Sohlenaufwölbung, die aus der relativ hohen Konvergenz in Verbindung mit der geringen Widerstandsfähigkeit bzw. der hohen Nachgiebigkeit der relativ geringmächtigen Sohle gegen die südlich einwirkenden Gebirgsspannungen resultiert, sind weitere Stabilisierungsmaßnahmen vorgesehen (s. Anhang 8.12 auf Blatt 355). Durch die Einbringung eines Stützbauwerks im südlichen Bereich des Abbaus 4/490 soll zum einen die Firstspannweite reduziert und zum anderen der weiter stattfindenden Sohlenaufwölbung der Abbausohle entgegengewirkt werden.

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	
NNA	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	

Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung	Blatt: 77
---	------------------

Abbau 8/490

Der Abbau 8/490 wurde in der Zeit von 1962-1964 mit einer Höhe von ca. 15 Metern aufgeföhren und später bis auf ca. 10 Meter Höhe mit Salzversatz wieder aufgefüllt. Der Abbau 8/490 wird als betrieblicher Lagerplatz und zum Abstellen von Fahrzeugen genutzt (s. Abbildung 4.7).



Abbildung 4.7: Fotoaufnahme des Abbaus 8/490 vom 03.01.2017.

Messsysteme und Messergebnisse

Firstkontrollbohrungen


Im Jahr 2015 wurden insgesamt neun neue Firstkontrollbohrungen mit 3 Metern Länge (FKBrg. 11/490-8 bis FKBrg. 19/490-8, s. Anhang 8.1 auf Blatt 344) im Abbau 8/490 erstellt, die die vorhandenen Bohrungen FKBrg. 1/490-8 bis FKBrg. 10/490-8 ersetzen. Die Inspektionen dieser Bohrungen im November 2016 zeigten keine Hinweise auf offene Rissbildung. Die Bohrungen FKBrg. 1/490-8 bis FKBrg. 10/490-8 wurden im Oktober und November 2016 qualitätsgerecht mit IM-Asse-1 verfüllt.

Konvergenzmessungen

Die horizontal-querschlägige Konvergenzrate im Abbau 8/490 wird seit dem Jahr 2009 quartalsweise über die Messstelle 4909–4910 gemessen. Der langfristige Trend der Konvergenzraten bleibt erhalten (vgl. Tabelle 4.5 auf Blatt 78 und Anhang 8.21 auf Blatt 364). Im Jahr 2016 zeigte sich gegenüber dem Vorjahr eine erhöhte Konvergenzrate von 26,6 mm/a (2015: 22,7 mm/a).

Visuelle Befunde

Im Abbau 8/490 wurden im März 2017 visuell keine nennenswerten Veränderungen im Firstbereich festgestellt.

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 <small>ASSE</small> <small>Verantwortlich handeln</small>
NNA	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	

Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung	Blatt: 78
---	-----------

Tabelle 4.5: Horizontale Konvergenzraten im Abbau 8/490

		Messstelle:
		4909–4910
Jahr	Tage	Konvergenzrate [mm/a]
2009	130	26,7
2010	365	24,2
2011	365	24,6
2012	366	23,4
2013	365	23,5
2014	365	24,8
2015	365	22,7
2016	366	26,6

Bewertung und Empfehlung

Die Gebrauchstauglichkeit des Abbaus 8/490 ist derzeit gegeben. Aufgrund der sehr flachen Firstwölbung und der langen Standzeit sind jedoch gewölbeartige Auflockerungen zu besorgen. Daher sind 2017 Georadarmessungen an der Firste geplant.

Abbau 9/490

Der Abbau 9/490 ist über den Abbau 8/490 erreichbar und wurde in der Zeit von 1962-1964 aufgefahren und später zu zwei Dritteln mit Salzversatz aufgefüllt. Der Abbau 9/490 wird als betrieblicher Lagerplatz genutzt (s. Abbildung 4.8). Im Juni 2016 wurde der Zugang zum Blindschacht 3 (Bauwerk: RH-490-7.1) mit ca. 578 m³ Sorelbeton verfüllt.


Messsysteme und Messergebnisse

Firstkontrollbohrungen

Im Jahr 2015 wurden insgesamt 9 neue Firstkontrollbohrungen mit 3 Metern Länge (FKBrg. 11/490-9 bis FKBrg. 19/490-9, s. Anhang 8.1 auf Blatt 344) im Abbau 9/490 erstellt, die die vorhandenen Bohrungen FKBrg. 1/490-8 bis FKBrg. 10/490-8 ersetzen. Die Inspektionen dieser Bohrungen im November 2016 zeigten keine Hinweise auf offene Rissbildung. Die Bohrungen FKBrg. 1/490-9 bis FKBrg. 10/490-9 wurden im Oktober und November 2016 qualitätsgerecht mit IM-Asse-1 verfüllt.

Visuelle Befunde

Visuell wurden im Abbau 9/490 im März 2017 keine Auffälligkeiten im Firstbereich festgestellt.

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	
NNA	NNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	

Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen
 Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung

Blatt: 79



Abbildung 4.8: Fotoaufnahme des Abbaus 9/490 vom 03.01.2017.

Bewertung und Empfehlung

Die Gebrauchstauglichkeit des Abbaus 9/490 ist derzeit gegeben. Aufgrund der sehr flachen Firstwölbung und der langen Standzeit sind jedoch gewölbeartige Auflockerungen zu besorgen. Daher sind 2017 Georadarmessungen an der Firste geplant werden.

E-Werkstatt/490

Die E-Werkstatt auf der 490-m-Sohle befindet sich im östlichen Grubenbereich der 490-m-Sohle nördlich des Abbaus 9/490 (s. Abbildung 4.9). Im Juni 2016 wurde der östliche Bereich der E-Werkstatt (Zugang Richtung Blindschacht 3) betoniert (Bauwerke: RH-490-2.2, ca. 556 m³) und eine neue Ersatzfluchtbohrung eingerichtet.

Messsysteme und Messergebnisse

Firstkontrollbohrungen

Insgesamt befinden sich zwei Firstkontrollbohrungen (FKBrg. 1/490-E und FKBrg. 2/490-E) mit einer Länge von 3 Metern im direkten Arbeitsbereich der E-Werkstatt. Die letzten Inspektionen dieser Bohrungen im Januar 2017 zeigten keine Hinweise auf offene Rissbildungen. Die Lage der Firstkontrollbohrungen ist Anhang 8.1 auf Blatt 344 zu entnehmen.

Konvergenzmessungen

Im Mai 2014 wurden zwei horizontal-querschlägige Konvergenzmessstellen (4925–4926 und 4927–4928) in der E-Werkstatt eingerichtet. Die Konvergenzentwicklung zeigte 2016 geringe Divergenzraten von -0,5 mm/a (s. Tabelle 4.6 auf Blatt 80 und Anhang 8.22 auf Blatt 365).



Abbildung 4.9: Fotoaufnahme der E-Werkstatt/490 vom 03.01.2017.

Tabelle 4.6: Horizontale Konvergenzraten in der E-Werkstatt/490

		Messstelle:	
		4925–4926	4927–4928
Jahr	Tage	Konvergenzrate [mm/a]	
2014	224	1,4	–2,3
2015	365	0,8	–0,1
2016	366	–0,5	–0,5

Fissurometermessungen

In der E-Werkstatt werden die Rissentwicklungen am südlichen Stoß durch zwei Fissurometer überwacht. Die Messstelle 020F befindet sich im Bereich des Pausenraums. Gegen Ende des ersten Halbjahres 2016 kam es zu einer deutlichen Änderung der Messwerte. Insbesondere die Öffnungsweite des Fissurometers 020F zeigte eine signifikante Aufweitung im Zeitraum von ca. Mitte April 2016 bis Ende August 2016. Die Rate für das Jahr 2016 war gegenüber den Vorjahren deutlich erhöht (s. Anhang 8.24 auf Blatt 367).

Auch die Veränderung der Risslängen zeigten für das Jahr 2016 signifikante Veränderungen. Zwischen dem Februar 2016 und Januar 2017 wurden Rissverlängerungen zwischen 0 und 30 cm festgestellt (vgl. Anhang 8.26 auf Blatt 369 und Anhang 8.27 auf Blatt 370).

Visuelle Befunde

In der Fluchtbohrung zwischen der E-Werkstatt und dem Abbau 9/490 wurden im Jahr 2016 Risse festgestellt. Eine Rissüberwachung wird entsprechend vorgenommen. Visuell sind, mit Ausnahme der


Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung							Blatt: 81



Abbildung 4.10: Fotoaufnahme des Risses im Pfeiler zwischen E-Werkstatt/490 und Abbau 8/490 vom 03.01.2017, Blickrichtung: Südost

Rissentwicklungen am Südstoß der E-Werkstatt (s. Abbildung 4.10 auf Blatt 81) und in der Fluchtbohrung, keine weiteren Schädigungen in der E-Werkstatt festgestellt worden.

Bewertung und Empfehlungen

Die Gebrauchstauglichkeit der E-Werkstatt ist gegeben. Die Rissentwicklungen am Südstoß der E-Werkstatt haben im Jahr 2016 gegenüber den Vorjahren deutlich zugenommen. Die Rissentwicklung wurde durch ein Risslängenmonitoring erweitert und wird weiterhin überwacht und ggf. durch weitere Messstellen erweitert. In Abhängigkeit der weiteren Entwicklung der Rissbildungen sind ggf. weitere Stabilisierungsmaßnahmen vorzusehen und umzusetzen.


Kfz-Werkstatt/490

Die Kfz-Werkstatt befindet sich nördlich der Abbaureihe 7 auf der 490-m-Sohle in der aufgeweiteten Sattelrichtstrecke nach Osten (s. Abbildung 4.11). Die Kfz-Werkstatt ist im Vergleich zu den anderen Infrastrukturräumen auf der 490-m-Sohle mit einer relativ günstigen Firstwölbung aufgefahren. Zur Installation einer neuen Kranbahn wurden im Jahr 2016 Bereiche der Firste nachgeschnitten.

Messsysteme und Messergebnisse

Firstkontrollbohrungen

In der Kfz-Werkstatt wurden im Jahr 2015 insgesamt 5 Firstkontrollbohrungen (FKBrg. 4/490-Kfz bis FKBrg. 8/490-Kfz) mit 3 Meter Länge (Ausnahme: FKBrg. 4/490-Kfz, 4 Meter Länge) erstellt. Diese zeigten bei den letzten Inspektionen im Januar 2017 keine Hinweise auf offene Risse. Für die neu zu installierende Kranbahn wurden insgesamt 40 Ankerbohrungen von ca. 2,5 Metern Länge erstellt. Diese

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	

Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung	Blatt: 82
---	-----------



Abbildung 4.11: Fotoaufnahme der Kfz-Werkstatt/490 vom 03.01.2017.

wurden im September 2016 inspiziert. Hinweise auf offene Rissbildungen wurden nicht festgestellt. Die Bohrungen zeigten jedoch in verschiedenen Tiefenbereichen Farbwechsel, die auf sulfathaltige Lagen bzw. Einschaltungen hindeuten.

Georadarmessungen


Zur Untersuchung des Firstbereichs wurden im Januar 2017 Georadarmessungen an der Firste im zentralen Bereich der noch zu installierenden Kranbahn mit einer 400-MHz Antenne durchgeführt (s. Abbildung 4.12 auf Blatt 83). In Kombination mit den vorhandenen Firstkontrollbohrungen FKBrG. 5/490-KFZ und FKBrG. 6/490-KFZ konnten als Ursache für die 2 deutlichen Reflexionsbereiche markantere sulfathaltige Einschaltungen ausgemacht werden (vgl. Abbildung 4.13 auf Blatt 84). Aus den Radargrammen zeigt sich eine flächenhafte, lagige Ausbildung dieser sulfathaltigen Bereiche. Insgesamt wurden keine Hinweise auf relevante Schädigungen festgestellt.

Visuelle Befunde

Visuell sind in der Kfz-Werkstatt keine beanspruchungsbedingten Schädigungen festgestellt worden.

Bewertung und Empfehlung

Die Gebrauchstauglichkeit der Kfz-Werkstatt ist gegeben. Zur Überwachung der Firste im Bereich der Kranbahn ist, insbesondere auch zur Beobachtung der geologischen Trennflächen im Firstbereich, der Einbau eines 6 Meter langen Firsttextensometers mit Ankerpunkten in 3 m und 6 m vorgesehen. Die zu erstellende Extensometerbohrung ist als Kernbohrung vorgesehen. Des Weiteren ist die Einrichtung von 2 horizontal-querschlägigen Konvergenzmessstrecken geplant. Auf Grund der intensiven betrieblichen Nutzung soll das Monitoring zukünftig durch wiederkehrende Georadarmessungen ergänzt werden.

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 <small>ASSE GMBH</small> <small>Verantwortlich handeln</small>
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	

Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen
 Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung

Blatt: 83

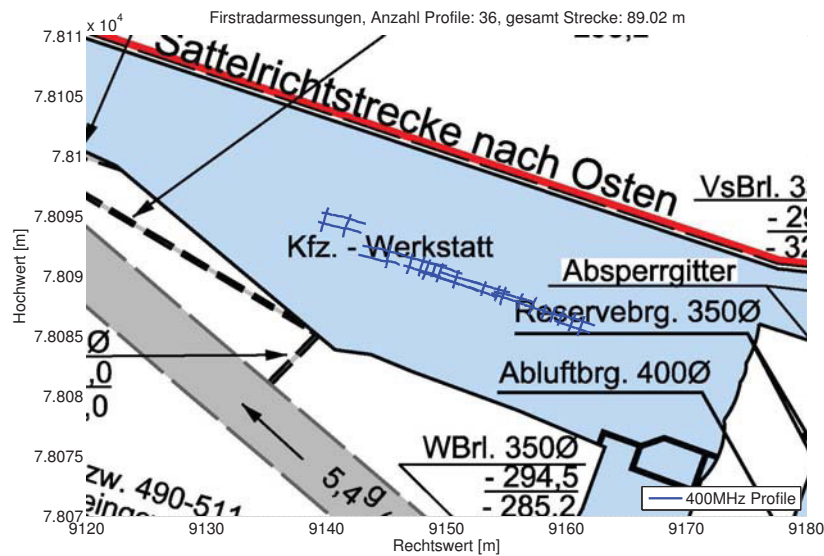


Abbildung 4.12: Gesamtübersicht der mit der 400-MHz-Antenne aufgenommenen Profile der Firstuntersuchungen in der Kfz-Werkstatt/490.

Füllort Schacht 2/490

Die Firste im Füllort ist mit Maschendrahtverzug und Systemankerung ausgestattet (s. Abbildung 4.14). Im Jahr 2016 wurde der Südstoßbereich im Füllort Schacht 2 teilweise nachgeschnitten und der Zugangsbereich zum Hauptgrubenlüfter umfangreich hergerichtet. Nördlich angrenzend an den Füllort befindet sich eine Nische, in der sich die Trafostationen für die untertägige Stromversorgung befinden.

Messsysteme und Messergebnisse

Firstkontrollbohrungen

Im Füllort Schacht 2 auf der 490-m-Sohle befinden sich 3 Firstkontrollbohrungen von 3 Meter Länge (FKBr. 01/490-FS2 bis FKBr. 03/490-FS2, s. Anhang 8.1 auf Blatt 344). Die Inspektionen dieser Bohrungen im Januar 2017 zeigten keine Hinweise auf offene Rissbildungen. Die vorhandenen Stoßkontrollbohrungen (StKBr. 490-3 und StKBr. 490-4) wurden am 23.08.2016 einer erneuten Inspektion unterzogen. Grund dafür waren festgestellte Verschiebungen der Spurlatten des Korbs, die eine fortschreitende Schädigungsentwicklung des Schachtausbaus besorgen ließen. Die Inspektionen zeigten im Vergleich mit den letztmalig am 06.03.2014 durchgeführten Inspektionen keine nennenswerten Veränderungen.

Bewertung und Empfehlung

Die Gebrauchstauglichkeit des Füllorts Schacht 2 auf der 490-m-Sohle ist derzeit noch gegeben. Mittelfristig ist der Schachtausbau im Bereich des Füllortes, insbesondere des Schachtkragens zu berauben und neu herzurichten, um eine langfristige Nutzung zu gewährleisten.

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00

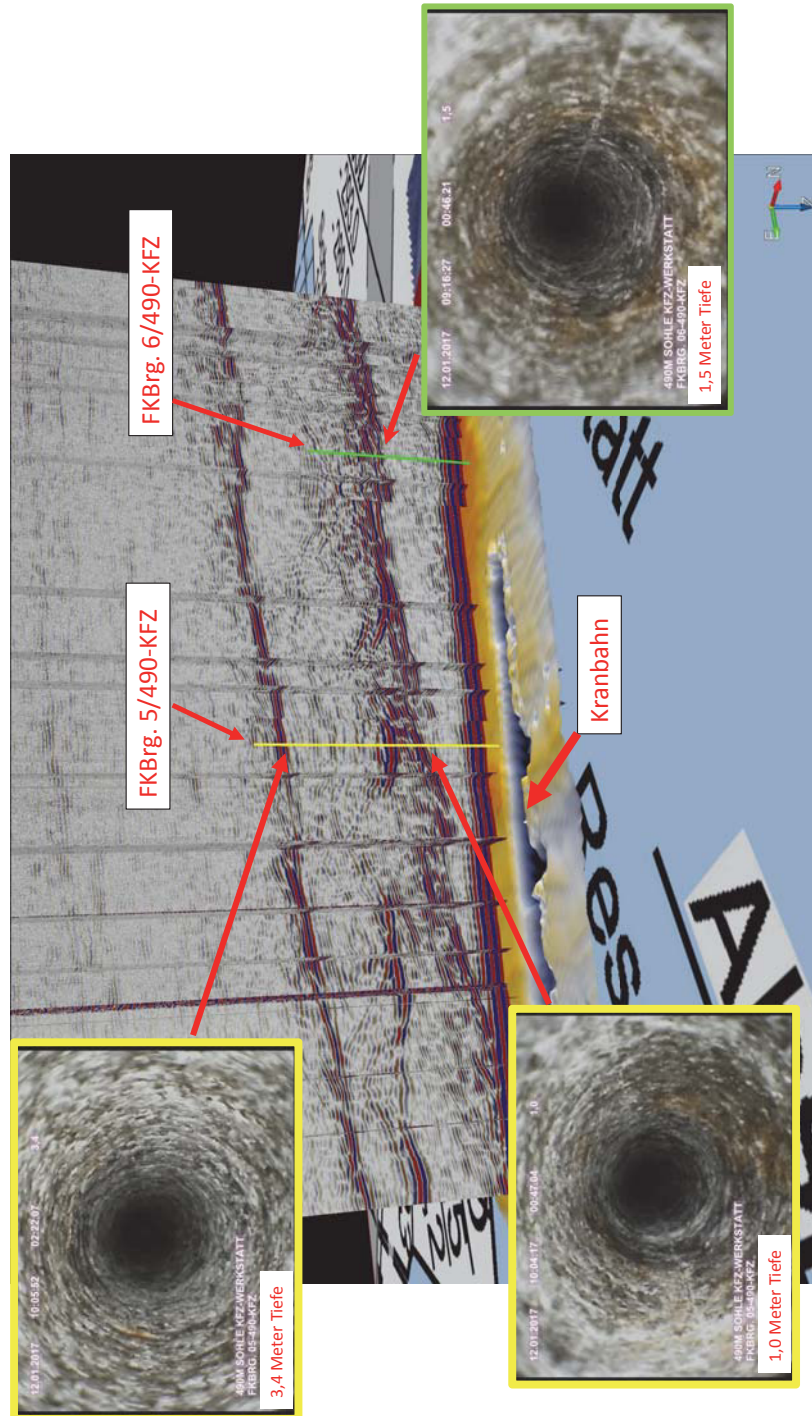


Abbildung 4.13: 3-D Darstellung der Ergebnisse der Georadaruntersuchungen an der Firste der Kfz-Werkstatt/490 in Kombination mit vorhandenen Firstkontrollbohrungen. Gelb: Firstkontrollbohrung FKBrG. 5/490-KFZ, Grün: Firstkontrollbohrung FKBrG. 6/490-KFZ. Die Reflexionen aus dem Firsthangenden konnten sulfathaltigen Bereichen zugeordnet werden.

Füllort Schacht 4/490

Der Zugang zum Füllort Schacht 4 auf der 490-m-Sohle befindet sich an einem Streckengabelungspunkt zwischen der Diagonalstrecke zum Abbau 4/490 und der Wendelstrecke im Bereich der Dieseltankstelle.


Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 <small>ASSE</small> <small>Verantwortlich handelt.</small>
NNA	NNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	



Abbildung 4.14: Fotoaufnahme des Füllortes Schacht 2/490 vom 03.01.2017.




Abbildung 4.15: Fotoaufnahme des Füllortes Schacht 4/490 vom 03.01.2017.

Messsysteme und Messergebnisse

Firstkontrollbohrungen

Die drei vorhandenen Firstkontrollbohrungen (FKBrg. 01-490-FS4 bis FKBrg. 03-490-FS4, s. Anhang 8.1 auf Blatt 344) zeigten bei den letzten Inspektionen im Januar 2017 keine Hinweise auf offene Rissbildungen.

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung							Blatt: 86

Visuelle Befunde

Im Zugang zum Füllort Schacht 4/490 sowie im Füllortbereich selbst sind zahlreiche konturnaher Ablösungen von wenigen Dezimetern Mächtigkeit an den Stößen und im Firstbereich festgestellt worden.

Bewertung und Empfehlung

Die Gebrauchstauglichkeit des Füllortes Schacht 4 und dessen Zugangsbereich sind derzeit noch gegeben. Die zahlreich vorhandenen Ablösungen sind durch geeignete Maßnahmen zu entfernen. Der räumliche Zuschnitt des Füllortbereichs sollte entsprechend den Anforderungen ggf. angepasst bzw. verkleinert werden. Stützbauwerke in nicht benötigten Bereichen sind als günstig für die gebirgsmechanische Gesamtsituation zu bewerten.

Standort HGL/490

Der Standort des Hauptgrubenlüfters südlich des Füllorts Schacht 2/490 wurde im Jahr 2016 umfangreich für die neue Hauptgrubenlüfteranlage hergerichtet (s. Abbildung 4.16). Dieser Bereich wurde zeitgleich in das Monitoring integriert. Es wurden entsprechend zwei Konvergenzmessstrecken eingerichtet und 3 Firstkontrollbohrungen im Bereich des Hauptgrubenlüfters erstellt.




Abbildung 4.16: Fotoaufnahme der Schallschutzkulisse des Hauptgrubenlüfterstandortes auf der 490-m-Sohle vom 03.01.2017.

Messsysteme und Messergebnisse

Firstkontrollbohrungen

Die drei Firstkontrollbohrungen FKBrG. 01/490-HGL bis FKBrG. 03/490-HGL von 3 Metern Länge wurden im Zuge der Herrichtung des Hauptgrubenlüfterstandortes erstellt und im April 2016 erstmals

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 <small>ASSE</small> <small>GmbH</small> <small>Verantwortlich handeln</small>
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	

Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung	Blatt: 87
---	-----------

inspiziert. Die letzten Inspektionen fanden im November 2016 statt. Es wurden keine Hinweise auf Rissbildungen gefunden.

Konvergenzmessungen

Zur Überwachung der Konvergenzentwicklung im Bereich des Hauptgrubenlüfterstandortes wurden zwei Konvergenzmessstellen K26 und K27 eingerichtet (s. Anhang 8.1 auf Blatt 344). Die Bezugsmessung fand am 21.07.2016 statt. Die mittlere Konvergenzrate lag im Jahr 2016 bei 3,4 mm/a (K26) und bei 4,8 mm/a (K27) (vgl. Tabelle 4.7 auf Blatt 87 und Anhang 8.28 auf Blatt 371).

Tabelle 4.7: Horizontale Konvergenzraten im Bereich des HGL

		Messstelle:	
		K26	K27
Jahr	Tage	Konvergenzrate [mm/a]	
2016	164	3,7	4,8

Bewertung und Empfehlung

Die Gebrauchstauglichkeit des Standortes des Hauptgrubenlüfters ist gegeben. Der Standort wurde in das Monitoring am oberen Baufeldrand integriert.

Abbau 8a/490 (Beschickungskammer) und 8a/511 (MAW-Kammer)

Beschickungskammer

Die Beschickungskammer auf der 490-m-Sohle wurde 1967/68 aufgefahren und ist von der Sattelrichtstrecke nach Osten erreichbar (s. Abbildung 4.17). Gegen Ende des Jahres 2013 wurde der Firstbereich und die Stöße in der Beschickungskammer umfangreich beraubt und die Firste und Bereiche der Stöße mit einer Systemankerung (Ankerlänge 1 m, 1 Anker/m²) und Gewebeverzug gesichert. Der ehemalige Zugang zum Abbau 8/490 im südlichen Bereich der Beschickungskammer ist mit Salzversatz versetzt. Die zu Einlagerungszeiten verwendeten Gerätschaften (Schaltschränke, Kranbahn, etc.) sind weitestgehend in ihrer ursprünglichen Form erhalten.

MAW-Kammer

Die MAW-Kammer befindet sich im östlichen Bereich der 511-m-Sohle und wurde zwischen den Jahren 1961 und 1962 aufgefahren. Die MAW-Kammer liegt in einem Nebenabbau nördlich der eigentlichen Abbaue der Südflanke im Jüngeren Steinsalz der Leinefolge (Na3). Die quadratische Grundfläche beträgt ca. 500 m², bei einer Höhe von ca. 14,0 m. In der MAW-Kammer wurden insgesamt 1.293 Fässer mit mittelradioaktivem Abfall und acht Fässer mit schwachradioaktivem Abfall eingelagert. Die Einlagerung fand zwischen August 1972 und Januar 1977 statt und erfolgte ausschließlich über die Beschickungskammer. Dazu wurden die Fässer mittels Seilwinde und Greifer in die MAW-Kammer herabgelassen. Im


Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	
NNA	NNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung							Blatt: 88



Abbildung 4.17: Fotoaufnahme in der Beschickungskammer (Abbau 8a/490) vom 16.01.2016.

Zuge der Einlagerung entstand daher ein Schüttkegel aus 200-l-Fässern (s. Abbildung 4.18). Aktuelle visuelle Befunde aus der MAW-Kammer liegen nicht vor.




Abbildung 4.18: Fotoaufnahmen der MAW-Kammer auf der 511-m-Sohle. Linkes Bild: 1972, Rechtes Bild: 1984.

Messsysteme und Messergebnisse

Georadarmessungen

Auf Grund eines radiologischen Ereignisses im September 2015 wurden zur Untersuchung der Schwebenintegrität Georadarmessungen auf der Sohle der Beschickungskammer durchgeführt [51]. Die Untersuchung sollte Aufschluss über die Integrität der Schweben zwischen der Beschickungskammer und der MAW-Kammer liefern. Den Ergebnissen der Georadaruntersuchung kann entnommen werden, dass zum Zeitpunkt der Messdurchführung Hinweise auf mögliche Auflockerungen im Sohlenbereich der

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 <small>ASSE GMBH</small> <small>Verantwortlich handeln</small>
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	

Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung	Blatt: 89
---	-----------

Beschickungskammer bis in ca. 2,5 Meter Tiefe festgestellt wurden. Der Firstbereich der MAW-Kammer zeigte sich insgesamt als sehr flach ausgebildet. Reflexionen, die im Nahbereich der eigentlichen Firstreflexion gefunden wurden, deuten auf Ablösungen hin. Gleichzeitig zeigte sich der Bereich westlich der Beschickungsbohrung deutlich dahingehend auffällig, da in diesem Bereich starke Dämpfungen bei den Georadarmessungen festgestellt wurden.

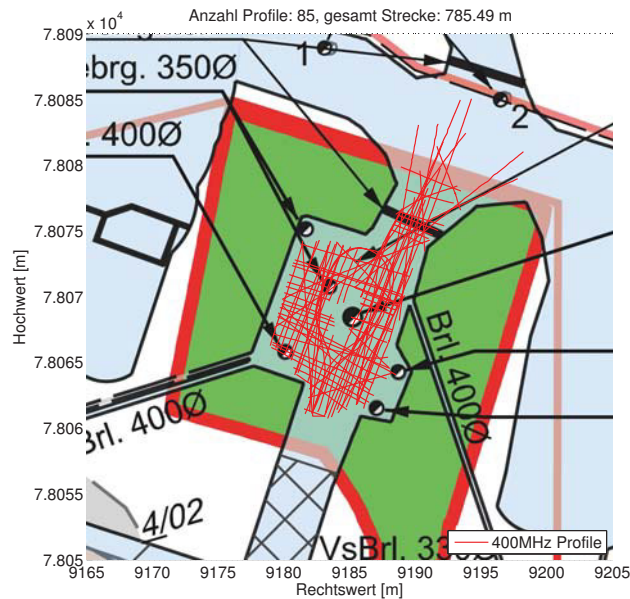


Abbildung 4.19: Gesamtübersicht der mit der 400-MHz-Antenne aufgenommenen Profile in der Beschickungskammer auf der 490-m-Sohle zur Untersuchung der Schweben zwischen der Beschickungskammer und der MAW-Kammer. Die Abbildung wurde der Unterlage [52] entnommen.


Visuelle Befunde

Visuell sind in der Beschickungskammer keine Auffälligkeiten im Firstbereich detektiert worden. Der Pfeiler im nördlichen Zugangsbereich zeigt beanspruchungsbedingte Schädigungen in Form von Rissbildungen.

Bewertung und Empfehlung

Ende 2016 wurden Georadarmessungen zur Untersuchung der Schweben zwischen der Beschickungskammer auf der 490-m-Sohle und der MAW-Kammer auf der 511-m-Sohle durchgeführt (vgl. [52]). Danach liefern die durchgeführten Messungen Hinweise auf Trennflächen bzw. Ablösungserscheinungen, die sich im Bereich der Firste der MAW-Kammer aufgrund gebirgsmechanischer Beanspruchungen gebildet haben. Eine eindeutige Interpretation der Firstkontur hinsichtlich schon stattgefundenen Firstfäule ist auf Grundlage der Georadarmessergebnisse allerdings nicht möglich, da der Ursprungszustand der Firste zu Einlagerungszeiten nicht dokumentiert ist und die im Zuge der Messungen Ende 2016 erkennbar ungleichmäßige Firstkontur auch den Auffahrungszustand widerspiegeln könnte.

Die Schweben hat im untersuchten Bereich unterhalb der Beschickungskammer (incl. nördlicher Zugangsbereich) eine mittlere Mächtigkeit von 4,5 bis 5,5 Metern. Sie zeigte im Bereich zwischen 2 und

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 <small>ASSE GMBH – Verantwortlich handeln.</small>
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung							Blatt: 90

4,5 Metern Tiefe wenige Reflektoren. Auf Grundlage dieser Messergebnisse sowie unter Berücksichtigung der gebirgsmechanischen Gesamtsituation ist von einem noch wenig geschädigten bzw. noch weitgehend intakten Schwebenkern (ohne durchgehende Trennflächen) auszugehen.

Im Untersuchungsbereich westlich der Beschickungsbohrung (DN 1000) ist eine Bewertung der Schwebenintegrität auf Grund von nur schwach detektierten Signalreflexionen (stärkere Signaldämpfung) eingeschränkt, was dazu führen kann, dass gebirgsmechanische Trennflächen in diesem Bereich nicht sicher detektiert wurden. Da teilweise bei den Messungen im Bereich der einzelnen Bohrungen, aber auch in anderen Bereichen Reflexionen der MAW-Firstkontur ausblieben, muss auch festgehalten werden, dass eventuelle Firstausbrüche, welche eine ungünstige Geometrie zurücklassen, vorliegen und sich in den Radargrammen der Georadarmessungen nicht deutlich genug abzeichnen. Eine detailgetreue Abbildung der Firstkontur ist auf Grund des entfernten Untersuchungsbereichs und der damit auf Grund der benötigten Eindringtiefe geringeren Untersuchungsfrequenz, nicht zu erwarten.

Daher sind ergänzend zur Untersuchung der Schwebenintegrität Inspektionen der vorhandenen Bohrungen und die Erfassung der Firstkontur bzw. Hohlraumkontur zu empfehlen.

Streckenkreuz: Sattelrichtstrecke nach Osten – Querschlag Abbau 6/490

Messsysteme und Messergebnisse

Firstkontrollbohrungen

Im Streckenkreuzbereich zwischen der Sattelrichtstrecke nach Osten und dem Querschlag Abbau 6 auf der 490-m-Sohle befinden sich zwei Firstkontrollbohrungen (FK-Brg. 1/490-SQS und FK-Brg. 2/490-SQS). Diese zeigten bei den letzten Inspektionen im Januar 2017 keine Hinweise auf offene Risse.

Abbau 2/511

Der Abbau 2 auf der 511-m-Sohle (s. Abbildung 4.20) wurde in der Zeit von 1960 - 1964 aufgefahren. Im Jahr 2002 erfolgte die Verfüllung des Abbaus mit Ronnenbergsalz. Zwischen 2004 und 2005 wurde der Versatz bis auf das Niveau der Abbaubegleitstrecke (511-m-Sohle) ausgefördert und die Bohrwerkstatt im Abbau 2/511 eingerichtet. Die Firstspaltverfüllung zur Stabilisierung der Schweben im darunterliegenden Abbau 2/532 wurde im März 2012 begonnen. Von Mitte Mai bis Mitte Juli 2016 wurde die Betonage des Firstspalts im Abbau 2/532 fortgesetzt. Es wurden insgesamt ca. 1300 m³ Sorelbeton eingebracht.

Messsysteme und Messergebnisse

Firstkontrollbohrungen

Es befinden sich fünf Firstkontrollbohrungen im Abbau 2/511 (s. Anhang 8.2 auf Blatt 345). Die letzten Inspektionen im Januar 2017 zeigten keine Hinweise auf offene Rissbildungen.



Abbildung 4.20: Fotoaufnahme des Abbaus 2/511 vom 03.01.2017.

Konvergenzmessungen


Im Mai 2014 wurden zwei horizontale Konvergenzmessstrecken (querschlägige Messstrecke: 5111–5112, streichende Messstrecke: 5113–5114) im Abbau 2/511 eingerichtet (s. Anhang 8.2 auf Blatt 345). Die Bezugsmessung fand am 22.05.2014 statt. In horizontal querschlägiger Richtung wurden im Jahr 2016 Konvergenzraten von 9,3 mm/a und in streichender Richtung von 6,1 mm/a festgestellt, die gegenüber dem Jahr 2015 leicht erhöht waren (s. Tabelle 4.8 auf Blatt 91 und Anhang 8.29 auf Blatt 372).

Tabelle 4.8: Horizontale Konvergenzraten im Abbau 2/511

		Messstelle:	
		5111–5112	5113–5114
Jahr	Tage	Konvergenzrate [mm/a]	
2014	224	8,8	3,0
2015	365	8,0	4,2
2016	366	9,3	6,1

Firstnivellement

Im Juni 2014 wurden insgesamt fünf Firstnivellementpunkte mit den Bezeichnungen FN39, FN40, FN41, FN42 und FN43 im Abbau 4/490 eingerichtet (s. Anhang 8.2 auf Blatt 345). Bezogen werden die relativen Firstsenkungen auf den Polygonpunkt P 511014. Die erste Bezugsmessung fand am 31.07.2014 statt. Am 19.11.2014 wurden Reflektorfolien an den Messpunkten angebracht, sodass zukünftig auch horizontale Verschiebungen der Firstnivellementpunkte gemessen werden können. Die Absenkungen werden als negative, die Hebungen als positive Messwerte in der Tabelle 4.9 dargestellt.

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	
NNA	NNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung							Blatt: 92

Die Messwerte des Firstnivelements weisen auf eine gleichmäßige Senkung der Firste im Abbau 2/511 hin.

Tabelle 4.9: Ergebnisse des Firstnivelements im Abbau 2/511 bezogen auf den Polygonpunkt PP 511014

Datum	Messstellenbezeichnung				
	FN39	FN40	FN41	FN42	FN43
	Kumulative Absenkungen [mm]				
31.07.2014	0	0	0	0	0
18.08.2014	-2	-1	-3	-2	-3
18.11.2014	-10	-10	-11	-9	-11
19.11.2014 ⁽¹⁾	-10	-10	-11	-9	-11
29.01.2015	-15	-14	-15	-15	-16
04.05.2015	-22	-21	-22	-22	-23
30.07.2015	-28	-28	-29	-26	-23
10.11.2015	-36	-37	-37	-36	-37
27.01.2016	-39	-38	-39	-38	-38
03.05.2016	-49	-49	-48	-47	-48
02.08.2016	-64	-64	-63	-63	-64
10.11.2016	-66	-65	-64	-65	-65
26.01.2017	-72	-72	-70	-70	-66

⁽¹⁾ Erneute Bezugsmessung, Reflektorfolien installiert

Georadarmessungen

Zur Untersuchung der Firstbeschaffenheit im Abbau 2/511 wurden im Januar 2013 Georadarmessungen an der Firste durchgeführt. Zum Zeitpunkt der durchgeführten Messungen im Januar 2013 wurden keine markanten Ablösungen, Klüfte, Schwäche-/Störungszonen, Materialwechsel und Feuchtstellen in den gemessenen Profilen detektiert [53].

Visuelle Befunde


Bei der visuellen Inspektion der Firste im März 2017 in der Bohrwerkstatt wurden keine Hinweise auf Ablösungsbildungen festgestellt.

Bewertung und Empfehlung

Die Gebrauchstauglichkeit der Bohrwerkstatt (2/511) ist gegeben. Es ist der Einbau eines 9 Meter langen Firsttextensometers in Abbaumitte und Georadarmessungen an der Firste vorgesehen.

Gesamtbewertung

Das Monitoring der Infrastrukturräume am oberen Baufeldrand wurde seit 2012 kontinuierlich erweitert und erlaubt eine differenzierte Bewertung der Situation. Generell ist aus den vorliegenden Spannungsmessungen noch keine Abnahme der hohen gebirgsmechanischen Beanspruchung der Tragelemente

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 <small>ASSE</small> <small>GM&H</small> <small>Verantwortlich handeln</small>
NNA	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	

Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung	Blatt: 93
---	-----------


abzuleiten [21]. Im Jahr 2016 wurden insbesondere gegenüber dem Vorjahr erhöhte horizontal querschlägige Konvergenzraten und eine weiterhin anhaltend hohe mikroakustische Aktivität im Bereich des südlich vorgelagerten Deckgebirges festgestellt.

Auf Grundlage der Monitoringergebnisse ergibt sich für die infrastrukturell genutzten Bereiche am oberen Baufeldrand folgende lokale Einschätzung:

- *Abbau 3/490*: Im Abbau 3/490 wurden zunehmende Schädigungen insbesondere im Firstbereich oberhalb des LSB 1 festgestellt. Zum temporären Erhalt der Gebrauchstauglichkeit wurde eine Teilverfüllung im westlichen Teil des Abbaus 3/490 empfohlen. Darüber hinaus bleibt die Empfehlung des vollständigen Rückzugs aus dem Abbau 3/490, sobald alternative technische Einrichtungen zum Laugenmanagement hergestellt sind, bestehen (vgl. auch [44], [37], [40] und [21]). Die Teilverfüllung des Abbaus 3/490 ist Ende 2017 vorgesehen.
- *Abbau 4/490*: Die Schädigungsentwicklung im Abbau 4/490 nimmt insbesondere im südlichen und zum Teil im westlichen Abbauteil zu. Auf Grund der anhaltenden Schädigungsentwicklung sind weitere Stabilisierungsmaßnahmen im südlichen Teil des Abbaus 4/490 Ende 2017 vorgesehen.
- *Abbau 8/490 und Abbau 9/490*: Die Abbaue 8/490 und 9/490 weisen für die vorhandenen Firstspannweiten sehr geringe, gebirgsmechanisch ungünstige, Firstwölbungen auf. Auf Grund der intensiven betrieblichen Nutzung wird das Monitoring zukünftig um Georadarmessungen der Firste erweitert werden.
- *Füllort Schacht 2/490 und Füllort Schacht 4/490*: Der Füllort Schacht 4/490 inkl. des Zugangsgebietes weist zahlreiche konturnahe, ineinandergreifende Ablösungen auf. Hier sind Beraube- bzw. Nachschnitarbeiten vorzusehen.
- *Kfz-Werkstatt/490*: Die Kfz-Werkstatt auf der 490-m-Sohle besitzt eine vergleichsweise günstige Konturierung der Firste. Auf Grund der intensiven betrieblichen Nutzung und geologischer Schichtflächen im Firstbereich ist ein intensiveres Monitoring vorzusehen.
- *Beschickungskammer/490*: Die Beschickungskammer wurde auf Grund von konturnahen Ablösungen umfangreich beraubt und geankert. In der Sohle wurden Auflockerungszonen in Richtung der MAW-Kammer/511 detektiert. In Abhängigkeit von der weiteren Schädigungsentwicklung sind ergänzende Erkundungs- und ggf. Sanierungsmaßnahmen vorzusehen.
- *E-Werkstatt/490*: In der E-Werkstatt wurden im Jahr 2016 insbesondere Risslängenveränderungen im Pfeiler zum Abbau 9/490 festgestellt. Je nach weiterer Entwicklung sind ggf. Stabilisierungsmaßnahmen erforderlich.

Unter Berücksichtigung der gebirgsmechanischen Gesamtsituation am oberen Baufeldrand sind weitere Schädigungen, insbesondere der Firstbereiche in den Abbauen, zu erwarten. Daher ist mittelfristig ein möglichst weitgehender Rückzug aus den Abbauen anzustreben.

Da der obere Baufeldrand des Grubengebäudes auch bezüglich der Schädigungsentwicklung in Richtung des südlich vorgelagerten Deckgebirges relevant ist, sind zur nachhaltigen Stabilisierung weitere vorgezogene Verfüllmaßnahmen auf den oberen Sohlen des Baufeldes an der Südflanke entsprechend der oben dargestellten Einschätzung erforderlich.

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	
NNA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung							Blatt: 94

4.2 Nebenabbau auf der 532-m-Sohle (Abbau 6a/532–9b/532)

Die Nebenabbau 6a/532–9b/532 wurden im Zeitraum 1956 bis 1961 nördlich der Abbaureihen 6/532–9/532 im Na3 an der Südflanke des Asse-Sattels aufgeföhren. Die Nebenabbau haben eine durchschnittliche Höhe von 15 m und umfassen ein Abbauvolumen von ca. 141.000 m³. Bereits zwischen 1999 bis 2001 wurden die Nebenabbau bis in eine Höhe von ca. 10 m mit Salzversatz verfüllt. Anschließend wurden sie zum Teil als Lagerfläche genutzt. Der südliche Teil des Abbaus 8a/532 wurde bereits im Jahr 1983 vorsorglich vollständig mit Salzgrus verfüllt. Der verbliebene Firstspalt wurde im Jahr 2001 mit einer Zement-Flugasche-Suspension verfüllt.

Gebirgsmechanische Untersuchungen ergaben, dass sich die Nebenabbau im Bereich der maximalen Pfeilerstauchungsraten des Westflügels befanden (s. Anhang 3.2). An den teilweise sehr flach verlaufenden Firsten wurden visuelle Schädigungen festgestellt. In einer von der 511-m-Sohle aus erstellten Bohrung ergaben Georadaruntersuchungen weitere Hinweise auf weitreichende Schädigungen der Firste des Abbaus 6a/532. Daher wurde der Nebenabbau 6a/532 im Jahr 2010 aus arbeitssicherheitslichen Gründen vorsorglich für den allgemeinen Grubenbetrieb gesperrt. Im 1. Quartal 2013 wurde auf Grundlage des Sonderbetriebsplans 02/2012 der Abbau 6a/532 durch eine Strecke nördlich umfahren, um die östlich gelegenen Abbau wieder zugänglich zu machen. Eine Bewertung der Gebrauchstauglichkeit der Abbau 7a- bis 9b/532 erfolgte im 3. und 4. Quartal 2013 anhand von Firstkontrollbohrungen und Georadarmessungen an den Abbaufirsten. Die Ergebnisse der Untersuchungen ließen auf eine weit vorgeschrittene Schädigung der Firsten in den Abbauen 7a und 7b schließen [54] und führten somit zur Zutrittsbeschränkung in diesen beiden Abbauen. Inzwischen sind die Abbau 6a/532 und 7a/532 vollständig und der südliche Teil des Abbaus 7b/532 verfüllt.

Zur Gewährleistung der Gebrauchstauglichkeit noch zugänglicher Grubenträume wird seitdem anhand von Fissurometer-, Temperatur-, Konvergenz-, Inklinometer- und Extensometermessungen sowie durch die Inspektion der Firstkontrollbohrungen die Überwachung des Bereiches fortgesetzt (s. Anhang 9.1 auf Blatt 373 und Anhang 9.2 auf Blatt 374).


Beschreibung der Situation und Messergebnisse

Abbau 6a/532

Der vorhandene Resthohlraum im Abbau 6a/532 wurde im ersten Quartal 2013 mit 4.309 m³ Eigensalz und anschließend im August 2013 und von Januar bis März 2014 mit ca. 3.700 m³ Sorelbeton verfüllt. Der Salzversatz wurde lagenweise durch fernbediente Fahrzeuge eingebracht und verdichtet. Aus der Hohlraumbilanz von 2016 bzw. markscheiderischen Messungen ergibt sich eine Porosität im eingebrachten Salzversatz von ca. 28 % [20].

Umfahrung der Abbau 6a/532 und 7a/532

Im 4. Quartal 2014 wurde die Umfahrung des Abbaus 6a/532 nördlich des Abbaus 7a/532 bis in den Abbau 7b/532 verlängert (s. Abbildung 4.21). Die potentielle Auswirkung der Verfüllung des Abbaus 6a/532 auf den Schachtsicherheitspfeiler wird seit Juli 2013 durch die Erfassung der Temperaturverläufe am Südstoß und Nordstoß der Umfahrung überwacht (s. Anhang 9.3, Blätter 375 bis 376). In beiden Messbohrungen konnte seit Messbeginn eine Temperaturerhöhung um bis zu ca. 3 K beobachtet werden (Maximum im September 2015). Zum Berichtsstand liegen die Temperaturen zwischen 32 °C und 34 °C. Die Ergebnisse der Konvergenzmessungen zeigen, dass die Strecke seit Messbeginn im Mai 2013 um ca. 14 mm (durchschnittliche Konvergenzrate von ca. 3,8 mm/a) in horizontaler Richtung

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 <small>ASSE</small> <small>GM&H</small> <small>Verantwortlich handeln</small>
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung							Blatt: 95

konvergierte (s. Anhang 9.4, Blätter 377 bis 378). Die vertikale Strecke ist seit Oktober 2014 auf Grund der an der Firste installierten Lutte nicht mehr messbar.



(a) Blick nördlich von Abbau 6a/532 nach Nordosten



(b) Blick nördlich von Abbau 7a/532 nach Westen

Abbildung 4.21: Umfahrung nördlich der Abbaue 6a/532 und 7a/532, Stand 14.03.2017

Abbaue 7a und 7b/532

Die Ergebnisse der Georadarmessungen und der Inspektion der Firstkontrollbohrungen in den Abbauen 7a und 7b/532 im Jahr 2013 ließen auf eine weit vorgeschrittene Schädigung der Firste dieser Abbaue schließen [54], [55]. Diese Entfestigungs- und Bruchprozesse erstreckten sich hauptsächlich auf den zentralen Bereich der Abbaue in der ca. 6 m mächtigen Schweben im Liegenden der Abbaue 7a und 7b auf der 511-m-Sohle.


Zur Sicherung bzw. Stabilisierung dieser Bereiche wurden die vorhandenen Hohlräume im Abbau 7a/532 und im südlichen Teil des Abbaus 7b/532 im Jahr 2015 mit Eigensalz und Sorelbeton versetzt. Der Salzversatz wurde vergleichbar zum Abbau 6a/532 lagenweise durch fernbediente Fahrzeuge eingebracht und verdichtet. Aus den markscheiderischen Messungen ergibt sich für den Abbau 7b/532 ein eingebrachtes Salzversatzvolumen von ca. 1.900 m³ und eine Einbauporosität von ca. 28 %. Anschließend wurden die Resthohlräume von März 2015 bis Mai 2015 mit 2.526 m³ und von August 2015 bis Oktober 2015 mit 2.512 m³ Sorelbeton verfüllt. Zur weiteren Stabilisierung des Bereiches wurden auch im Juli 2015 die Abbaubegleitstrecke nördlich des Abbaus 7/511 auf der 511-m-Sohle (s. Anhang 9.1 auf Blatt 373) – in welcher ein streichender Riss in der Sohle verlief [25] – sowie der Zugang zum Abbau 7a auf der 511-m-Sohle mit insgesamt 2.001 m³ Sorelbeton verfüllt.

Der nördliche Teil des Abbaus 7b/532 wurde Ende 2013 untersucht und ließ bis auf zwei potentielle kleine firstnahe Rissstrukturen auf eine intakte Firste schließen [56].

Der Zugang zur Messnische für die Extensometer- und Inklinometerbohrungen im Pfeiler 6a/7a-532 ist vorläufig durch eine Bohrung von der 511-m-Sohle aus ermöglicht worden.

Abbaue 8a- bis 9b/532

Die Inspektion der Firstkontrollbohrungen im Jahr 2013 und die Ergebnisse der Georadarmessungen in den Abbauen 8a/532 bis 9b/532 zeigten keine vergleichbaren Schädigungen wie in den Abbauen 7a/532 und 7b/532 [54], [55], [56].

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	
NNA	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung							Blatt: 96

Der unterhalb der MAW-Kammer gelegene Abbau 8a/532 (s. Anhang 9.1 auf Blatt 373) wurde Anfang der 1980er Jahre bis auf eine Durchfahrtsstrecke weitgehend verfüllt. Im Rahmen der Verfüllung der Südflanke wurde der Firstspalt verfüllt. Diese Maßnahme zeigte sich als nicht nachhaltig, da sich in dem Abbau inzwischen wieder ein deutlicher Firstspalt ausgebildet hat oder der ursprüngliche Firstspalt nicht vollständig verfüllt wurde. Die 2013 vermessenen Radarprofile im Bereich der Durchfahrtsstrecke (nördlich der MAW-Kammer gelegen) detektierten keine nennenswerten Schädigungen in der Abbaufirste [57]. Im Zuge von Georadarmessungen der MAW-Kammer [52] wurde Ende 2016 der Firstspalt des Abbaus 8a/532 erneut visuell inspiziert. Der Firstspalt verläuft über den gesamten verfüllten Bereich des Abbaus 8a/532. Die Höhe nimmt von ca. 0,4 m an der Böschungskante auf ca. 1,0 m in südlicher Richtung zu. Aus der visuellen Begutachtung sind keine Hinweise auf großflächige Löser bzw. Schwebendurchbrüche erkennbar (s. Abbildung 4.22).

Im Bereich der Fluchtbohrung zur 490-m-Sohle waren Abschalungen an der Firste visuell zu erkennen. Der Bereich wurde im November 2016 nachgeschnitten. In der Fluchtbohrung wurde ein weitgehend umlaufender Riss bei ca. 0,2 mm festgestellt (s. Abbildung 4.23). Der Bereich wurde daher lokal durch 1,0 m lange Anker gesichert (s. Abbildung 4.23).

Im zentralen Teil des Abbaus 8b/532 wurden firstferne Reflektionen detektiert, welche jedoch nicht als Ablösungsstrukturen interpretiert worden sind. Somit zeigt der Abbau 8b/532 keine erheblichen Schäden in der Firste.



Abbildung 4.22: Abbau 8a/532, Böschung der Verfüllung mit Firstspalt, Blick nach Südwesten, Stand: 02.02.2017


Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung							Blatt: 97




Abbildung 4.23: Abbau 8a/532, Fluchtbohrung zur 490-m-Sohle mit Sicherungsankern und konturnahem Riss, Blick nach Osten, Stand 08.03.2017

Im Abbau 9a/532 wurden visuell Rissbildungen festgestellt, die sich jedoch nicht weiter ins Hangende verfolgen lassen, so dass von schwachen, konturnahen Rissbildungen auszugehen ist. Im südöstlichen Teil des Abbaus 9a/532 wurden schwache Reflektionen in 2 bis 6 m Tiefe festgestellt, welche auf petrographische Unterschiede und mittels Georadar nicht auf Rissstrukturen zurückzuführen sind (verifiziert durch Firstkontrollbohrungen).

Im Abbau 9b/532 wurden Reflektoren bis in 0,5 m Tiefe festgestellt, deren Schädigungen sich teilweise an der Firste erkennen lassen. Bei der Kamerabefahrung der Firstkontrollbohrungen von November 2015 wurde in der FKBrg. 1/532-9b ein konturnaher Riss bei 0,1 m Bohrlochteufe mit einer Öffnungsweite von ca. 1,0 mm festgestellt. Der Abbau 9b/532 wird zur Zeit als Zwischenlager für Salz genutzt und war daher im Jahr 2016 nur eingeschränkt befahrbar. Zum Berichtsstand lagern im südlichen Bereich des Abbaus ca. 1.400 m³ Mischsalz. Eine Kamerabefahrung der noch zugänglichen Firstkontrollbohrungen ergab keine konturnahe Schädigung.

Der Abbau 9b/532 wird derzeit zur Verfüllung vorbereitet und ist weitgehend mit Salz verfüllt, so dass die Firstkontrollbohrungen nicht zugänglich waren.

Die Konvergenzmessungen in der Durchfahrtsstrecke im Bereich der Pfeiler 7b/8a-532 und 8b/9a-532 zeigten von März 2008 bis Februar 2017 eine Gesamtkonvergenz von ca. 15 mm in horizontaler Richtung und von ca. 23 bis 25 mm in vertikaler Richtung. Die berechneten Konvergenzraten für das Jahr 2016 sind im Vergleich zum Jahr 2015 mit 1,4 mm/a in horizontaler und 1,9 mm/a in vertikaler Richtung leicht rückläufig (Messquerschnitt zwischen Abbau 7b/532 und 8a/532). Im Vergleich zum Jahr 2015 werden an der Konvergenzmessstelle zwischen Abbau 8b/532 und 9a/532 konstante vertikale Konvergenzraten von ca. 3,9 mm/a und ein leichter Anstieg zu Konvergenzraten von ca. 3,3 mm/a in horizontaler Richtung registriert (s. Anhang 9.4 (Blätter 377–378)).

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung							Blatt: 98

Bewertung der Ergebnisse

Die Ergebnisse der Georadarmessungen und der Inspektion der Firstkontrollbohrungen in den Abbauen 7a- und 7b/532 ließen auf eine weit vorangeschrittene Schädigung der Firste im zentralen Teil dieser Abbaue schließen. Zur Sicherung bzw. Stabilisierung dieser Bereiche wurden im Jahr 2015 beide Abbaue vergleichbar zum Abbau 6a/532 verfüllt bzw. teilverfüllt.

Die Untersuchungen in den Abbauen 8a/532 bis 9b/532 zeigten konturnahe Rissbildungen an der Firste in den Abbauen 9a/532 und 9b/532. Die Verfüllung der Abbaue 9a/532 und 9b/532 soll analog zu Abbau 6a/532 umgesetzt werden. Anschließend, bzw. im Zuge der qualitätsgerechten Abdichtung der Durchhiebe und der vertikalen Verbindungen zur 490-m-Sohle, sind auch die Resthohlräume in den Abbauen 8a/532 und 8b/532 zu verfüllen.


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

Die im Westflügel des Baufeldes der Südflanke gelegenen Abbaue 1-4 auf der 553- und der 574-m-Sohle wurden in den Jahren von 1950 bis 1958 aufgefahren. Aufgrund der unzureichenden Dimensionierung der Tragelemente und der langen unverfüllten Standzeit der Abbaue sind starke Verformungen und Auflockerungen der Schweben und Pfeiler eingetreten. Die Schweben in der Abbaureihe 3 sind beginnend von der 511-m-Sohle bis zur 595-m-Sohle gebrochen. Im Abbau 3/574 wurden im Jahr 1998 Schwebenbrüche mit Flächen von ca. 844 m² zur 553-m-Sohle und 1.075 m² zur 595-m-Sohle festgestellt [58]. Diese Schwebendurchbrüche vergrößerten sich nachweislich bis zur Verfüllung der Abbaue. Um die Verformung der Südflanke zu verlangsamen, wurden die Abbaue von 1995 bis 2004 mit Salzgrus verfüllt. Es ist jedoch davon auszugehen, dass sich aufgrund der anhaltenden Schädigungsprozesse, auch nach der Verfüllung mit Salzversatz, die Schwebendurchbrüche vergrößert haben.

Die Pfeilerbreite zwischen den Abbauen 2–3 und 3–4 beträgt ca. 12 m. Die durch die Konsolidierung entstandenen Firstspalte werden seit 2009 zur weiteren Stabilisierung mit Sorelbeton verfüllt. Im Vergleich sind, bis auf Abbaureihe 9, die Firstspalte im Ostflügel fast vollständig verfüllt. Im Rahmen des 4. Nachtrags des Sonderbetriebsplans 6/2009 wurden im zweiten Quartal 2016 die Firstspalte in den Abbauen 2/532, 4/532 und 2/553 verfüllt. Die Abbaue 3/553 sowie 2/574 bis 4/574 sind noch nicht verfüllt. In einer Stellungnahme vom 07.08.2015 wurde aufgrund der fortschreitenden Schädigung eine zeitnahe Verfüllung des Abbaues 3/553 angeregt [59]. Eine Aktualisierung der Einschätzung der gebirgsmechanischen Situation am Westflügel der 574-m-Sohle erfolgte im August 2015 [60]. Momentan wird die Abbaubegleitstrecke auf der 553-m-Sohle im westlichen Bereich als Infrastrukturräum (Werkstatt) genutzt.

In der Abbaubegleitstrecke nach Westen in Höhe des Abbaus 3/574 und in der Zufahrtsstrecke zum Blindschacht 1 auf der 574-m-Sohle wurden im Juni 2013 verstärkte Rissbildungen festgestellt. Im Juli 2013 erfolgte eine Aufnahme und Kartierung der Rissstrukturen zur Dokumentation der geschädigten Bereiche im Westflügel der 574-m-Sohle [61]. In der Abbaubegleitstrecke der 553-m-Sohle wurden im März 2017 weitere Rissstrukturen am südlichen Stoß und an der Firste kartiert. Es ist zu prüfen, inwieweit die gefundenen Rissstrukturen der beiden Sohlen in Verbindung stehen und somit die Tragfähigkeit des Bereiches insgesamt beeinflussen.

Weiterhin ist im Juni 2013 die Katasterlokalisierung L574006 (s. Anhang 10.2 auf Blatt 380) wieder aktiv geworden. Im Dezember 2013 wurde die Situation im Bereich der Katasterlokalisierung L574006 hinsichtlich der möglichen Zuflussentwicklung und Auswirkungen auf die Betriebssicherheit bewertet [30], wobei vorangeschrittene Schädigungen dokumentiert wurden. An der Katasterlokalisierung L553007 sind seit August 2016 zwei weitere Fassungsstellen aktiv.

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung							Blatt: 99

Bislang wurden zur Stabilisierung der geschädigten Bereiche im westlichen Flügel des Baufelds folgende Maßnahmen durchgeführt:

553-m-Sohle

- März und April 2015: Betonage des westlichen Zugangs zum Abbau 3/553;
- April 2014: Sicherung der Firste im Bereich der Zufahrt zur Abbaubegleitstrecke 553-m-Sohle;
- Juli 2014: Betonage des westlichen Zugangs zum Abbau 4/553;
- Mai 2016: Verfüllung des Firstspalts im Abbau 2/553 mit 379 m³ Sorelbeton.

574-m-Sohle und Abbaureihe 1

- Anfang des 3. Quartals 2013: Vorgezogene Teilverfüllung des Resthohlraums im Abbau 1/574;
- Im Zuge der Verfüllung der Abbaue und Streckenabschnitte in der Abbaureihe 1 zwischen der 595-m-Sohle und der 725-m-Sohle:
 - Juli 2014 und November bis Dezember 2014: Firstspaltverfüllung des Abbaus 1/595 und Betonage der nördlich gelegenen Abbaubegleitstrecke mit 2.749 m³ Sorelbeton;
 - Juli bis August 2014: Firstspaltverfüllung des Abbaus 1/616 und Betonage der nördlich gelegenen Abbaubegleitstrecke mit 884 m³ Sorelbeton;
 - September 2014: Firstspaltverfüllung des Abbaus 1/637 mit 259 m³ Sorelbeton;
 - Oktober 2014: Firstspaltverfüllung des Abbaus 1/658 mit 165 m³ Sorelbeton;
 - Dezember 2014 bis Januar 2015: Betonage des Abbaus 1/574 (insgesamt 777 m³ Sorelbeton zwischen 28.06.2013 und 13.01.2015) und der Wetterstrecke zum Blindschacht 1 auf der 574-m-Sohle mit 3.465 m³ Sorelbeton;
- September bis November 2014: Verfüllung des Resthohlraums in der Abbaubegleitstrecke im Bereich der Abbaue 4/574 und 5/574 mit 2.819 m³ Sorelbeton.


Gebirgsmechanische Überwachung

Spannungsmessungen

Die Ergebnisse der Spannungsmessungen sind in Abschnitt 2.1.4.1 ab Blatt 15 detailliert dargestellt.

Im südlichen Pfeilerbereich in 577 m Teufe sind im Jahr 2013 im Zuge der Resthohlraumverfüllung des Abbaus 1/574 mit Sorelbeton Druckanstiege festgestellt worden. Im Jahr 2014 sind diese Effekte abgeklungen (s. Anhang 2.1 auf Blatt 178), d. h., es haben sich wieder die Spannungswerte von vor der Verfüllung eingestellt. Die maximal registrierte Spannung in vertikaler Richtung steigt seit Anfang 2015 von ca. 7 MPa auf ca. 10 MPa (November 2016) an. Die Spannungsmesswerte in den anderen Richtungen zeigen einen konstanten Kurvenverlauf.

In der Pfeilermitte (Bohrung SMS 5/574, 598 m Teufe) liegt die maximal registrierte Spannung bei ca. 24 MPa (σ_{max}) in querschlägiger Richtung. Die minimale Komponente – in horizontal/streichender Richtung – beträgt 1,2 MPa (s. Anhang 2.1 auf Blatt 179). In der Auswertung werden drei von ursprünglich

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 <small>ASSE GMBH – Verantwortlich handeln.</small>
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung							Blatt: 100

sechs Messrichtungen berücksichtigt. Die Messrichtung horizontal/45° querschlägig ist seit April 2015 und die Messrichtung vertikal seit Ende 2015 inaktiv (s. Anhang 2.1 auf Blatt 179).

Die Messergebnisse deuten aufgrund ihres Verlaufes im Westflügel auf hochbeanspruchte und überwiegend entfestigte Pfeiler hin. Die beanspruchten Pfeilerkerne sind aber zumindest im Bereich der einbindenden Schweben bzw. Schwebenreste oberhalb der 658-m-Sohle noch intakt. Die Maximalspannungen haben tendenziell leicht zugenommen und die Minimalspannungen sind weitgehend unverändert. Damit haben die gemessenen Spannungsdifferenzen zugenommen. Die exemplarische Auswertung der voll funktionsfähigen SMS zeigt, dass die berechneten maximalen Hauptnormalspannungen noch um bis zu 2 MPa höher als die gemessenen liegen. Die so bestimmten minimalen Hauptnormalspannungen liegen entsprechend niedriger als die gemessenen Minimalspannungen. Damit sind auch die berechneten Spannungsdifferenzen entsprechend höher.

Verformungsmessungen

Die Ergebnisse der Extensometermessungen sind in Abschnitt 2.2.5 ab Blatt 26 beschrieben.

Die Isolinien der Pfeilerstauchungsraten (s. Anhang 3.2 auf Blatt 219) zeigen für den Zeitraum Januar 2016 bis Januar 2017 ein Verschiebungsmaximum von 72 mm/a im Bereich des Pfeilers 3/4 auf der 553-m-Sohle. Im Pfeiler 2/3 (574-m-Sohle) liegen die aktuellen Pfeilerstauchungsraten in diesem Zeitraum bei ca. 58 mm/a.


Die Zeitreihen der Pfeilerstauchungsraten im Pfeiler 3/4 auf der 553-m-Sohle und im Pfeiler 2/3 auf der 574-m-Sohle sind in (s. Abschnitt 2.2.5 auf Blatt 26) dargestellt. Von Anfang 2011 bis Ende 2013 wurde an beiden Lokationen eine insgesamt degressive Entwicklung der Stauchungsraten beobachtet. Im Jahr 2014 blieben die Raten auf einem konstanten Niveau, bevor sich der degressive Trend im ersten Halbjahr 2015 fortsetzte. Aktuell setzt sich die degressive Tendenz fort.

Rissbeobachtungen

Seit dem Jahr 2012 wird vor Abbau 6/553 im Firstbereich südlich der Lutte der Riss 2 mittels der Fissurometer 017F und 018F überwacht (s. Anhang 10.5 auf Blatt 383). Das Fissurometer 017F zeigt seit Beginn der Messung eine Zunahme der Öffnungsweite von ca. 1 mm bei geringem Höhenversatz von ca. 0,5 mm und einer Scherung von ca. 0,2 mm. Dabei haben die Verschiebungsraten für die Öffnungsweite und den Höhenversatz seit 2012 kontinuierlich abgenommen. Im Jahr 2012 lagen die Verschiebungsraten noch bei ca. 0,3 mm/a. Im Jahr 2016 konnte keine Veränderung festgestellt werden. Die Scherung ist im Vergleich zum Jahr 2012 leicht erhöht (2012: 0,14 mm/a, 2016: 0,21 mm/a). Ein ganz ähnliches Bild zeigt das Fissurometer 018F, wobei hier die Bewegungen der Scherung und des Höhenversatzes entgegengesetzt verlaufen, was vermutlich auf einen Instrumentierungseffekt zurückzuführen ist. Im März 2017 wurden weitere, teils bereits bekannte Risse im Firstbereich und am südlichen Stoß der Abbaubegleitstrecke aufgenommen (s. Anhang 10.3 auf Blatt 381). Dabei liegen die Öffnungsweiten im Bereich zwischen 0,3 bis 20 mm. Mehrere Nordost-Südwest streichende Risse wurden am südlichen Stoß von Abbau 4/553 beobachtet. Diese verlaufen im Osten in der Stoßmitte und tauchen im Westen in die Sohle ab (s. Abbildung 4.24).

Der Riss 7 hat eine Öffnungsweite von >20 mm. Desweiteren ist ein deutlicher Luftzug vor dem Riss zu beobachten. Dies lässt auf eine Verbindung zum dahinterliegenden Firstspalt von Abbau 4/553 schließen.

Beginnend im Westen der 574-m-Sohle (westlicher Bereich der Wetterstrecke zum Blindschacht 1) bis nördlich Abbau 5/574 – werden seit Juni 2013 die festgestellten Risse im Stoß- und Firstbereich

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	
NNA	NNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung							Blatt: 101



(a) Riss 3 im östlichen Zugangsbereich zu Abbau 4/553




(b) Riss 7 mit Öffnungsweite größer 20 mm

Abbildung 4.24: Risse am Südstoß der Abbaubegleitstrecke vor Abbau 4 auf der 553-m-Sohle, von der Stoßmitte nach Westen zur Sohle verlaufend

überwacht (s. Anhang 10.2 auf Blatt 380). Die messtechnische Überwachung dieser Risse erfolgt überwiegend anhand von Messpunkten zur Ermittlung der Öffnungsweite und von Markierungen der Endpunkte zur Einschätzung der Risslängen und deren Verlängerung.



Abbildung 4.25: Riss 3/574 mit Markierung von Rissenden und verschiedenen Messpunkten zur Ermittlung der Öffnungsweite

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 <small>ASSE</small> <small>GM&H – Verantwortlich handeln</small>
NNA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	

Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung	Blatt: 102
---	------------

Am Riss 1 (westlicher Zugang zum Abbau 3/574) wurden zusätzlich ein Fissurometer an der Firste ungefähr in Streckenmitte installiert und im westlichen Zugang eine Gipsmarke gesetzt. An den Rissen 2 und 4 (Firste und südlicher Stoß der Abbaubegleitstrecke nördlich des Abbaus 3/574) wurden ebenfalls Gipsmarken gesetzt. Infolge der Verfüllung der Wetterstrecke zum Blindschacht 1 von Dezember 2014 bis Januar 2015 und der Abbaubegleitstrecke nördlich der Abbaue 4/574 und 5/574 von September bis November 2014 werden zum Berichtsstand nur noch die Risse im Bereich der Abbaubegleitstrecke nördlich des Abbaus 3/574 überwacht.

Die Messergebnisse Anfang des Jahres 2017 zeigen deutliche Veränderungen der Rissöffnungen seit Messbeginn zum Teil im mm-Bereich (s. Anhang 10.4 auf Blatt 382). Die Fissurometermessungen am westlichen Zugang zum Abbau 3/574 (s. Anhang 10.6 auf Blatt 385) erfassten seit Juni 2013 Gesamtverschiebungen der Öffnungsweite von ca. 1,1 mm (Verschiebungsrate von 0,09 mm/a im Jahr 2016), des Höhenversatzes von ca. 0,41 mm und der Scherung von ca. 0,03 mm. An den Gipsmarken GM25/574 und GM27/574 wurden Haarrisse detektiert. Dagegen wurden im Vergleich zu November 2013 Verlängerungen im Zentimeter- bis im Dezimeterbereich an mehreren Rissen festgestellt. Die größte Verlängerung wurde am Riss 5, am südlichen Stoß vor Abbau 3/574, mit 60 cm nach Osten beobachtet.

Die Videoinspektion der Inklinometerbohrungen in den Pfeilern 3/4-553, 4/5-553 und 2/3-574 zeigen Risse, Verformungen und auf Feuchtigkeit zurückzuführende Salzausblühungen (s. Abbildungen 4.26 bis 4.28).



(a) Salzausblühungen als Hinweis auf Feuchtigkeit




(b) Beanspruchter Bereich mit elliptisch verformtem Bohrlochquerschnitt

Abbildung 4.26: Ausgewählte Fotos aus dem Bohrloch 553012 (Pfeiler 3/4, 553-m-Sohle)

Die Höhenänderung im Pfeiler 3/4 auf der 553-m-Sohle (Bohrung 553012) wird seit 1997 gemessen. Eine Kamerabefahrung aus dem Jahr 2017 zeigt, dass bei einer Bohrlochteufe von 0 bis 7 m Feuchtigkeit im Bohrloch zu erkennen ist. Von dort an befindet sich das Bohrloch in einem trockenen Zustand. Im Anfangsbereich sinkt der Bohrlochdurchmesser von anfänglichen 86 mm auf kleiner 70 mm. Ab einer Bohrlochteufe von 37 m ist das Bohrloch zum Teil leicht elliptisch bzw. konvergiert. Im Bereich zwischen 35 bis 48 m ist das Bohrloch stark beansprucht, was mit den dort verstärkten Senkungen übereinstimmt.

Im Pfeiler 4/5 auf der 553-Sohle ist im Bohrloch 553014 keine Feuchtigkeit zu erkennen. Insgesamt können fünf Rissstrukturen identifiziert werden (bei ca. 1,7 m, 17,9 m, 30 m, 42 m und 44 m). Die in dem Bohrloch gemessenen Senkungen sind anfangs relativ gering und nehmen mit zunehmender Tiefe zu.

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung							Blatt: 103



(a) Riss in der östlichen und westlichen Bohrlochwand



(b) Riss im Westen und in der Firste

Abbildung 4.27: Ausgewählte Fotos aus dem Bohrloch 553014 (Pfeiler 4/5, 553-m-Sohle)



(a) Beginn der Rissstruktur




(b) Ende der Rissstruktur

Abbildung 4.28: Ausgewählte Fotos aus dem Bohrloch 574005 (Pfeiler 2/3, 574-m-Sohle)

Auf der 574-m-Sohle werden Inklinometermessungen im Pfeiler 2/3 durchgeführt (Bohrloch 574005, s. Abbildung 4.28). In der Bohrung setzen ab ca. 4 m Bohrlochteufe starke Senkungen ein, welche ab 26 m bis zum Bohrlochtiefsten abflachen. Im Abschnitt zwischen 11 m und 12 m Teufe ist ein Sprung zu beobachten, der auf einen stark beanspruchten Bereich hindeutet. So ist ab 12 m der Bohrlochdurchmesser auf kleiner 70 mm konvergiert. Im Bereich von 38 bis 48 m ist Feuchtigkeit im Bohrloch zu beobachten. Insgesamt lassen sich ein Riss und mehrere Ausbrüche in dem Bohrloch erkennen.

Firstkontrollbohrungen

Zur Überwachung der Firste im Zugangsbereich der Abbaubegleitstrecke der 553-m-Sohle wurden vor dem östlichen Zugang zu Abbau 4/553 im Jahr 2012 die Firstkontrollbohrungen 01/553 und 02/553 gestoßen (s. Anhang 10.3 auf Blatt 381). Bei der Bohrlochbefahrung wurden in der Firstkontrollbohrung 01/553 bei einer Bohrlochtiefe von 2,0 m ein 2 bis 3 mm breiter Riss und ein Versatz festgestellt. Daraufhin wurde im Jahr 2013 die Firste in diesem Bereich nachgeschnitten und mit Ankern sowie Maschendrahtverzug gesichert. Daraufhin waren die Bohrungen nicht mehr zugänglich. Eine weitere

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung							Blatt: 104

Firstkontrollbohrung befindet sich nördlich des Pfeilers 4/5 in der Abbaubegleitstrecke. Diese wurde in Umsetzung des Sonderbetriebsplans 09/2010 zur Herstellung der Radonbohrung II gestoßen und zeigt keine Rissbildung.

Um mögliche Auswirkungen der Verfüllung der Wetterstrecke zum Blindschacht 1 hinsichtlich der Ausbildung von Rissen in der Firste im Bereich des Pfeilers 2/3-574 zu überwachen, wurden im 3. Quartal 2014 die Firstkontrollbohrungen 574/12 und 574/13 am Streckenkreuz gestoßen (s Anhang 10.2 auf Blatt 380). Dabei verläuft die Firstkontrollbohrung 13/574 in einem Winkel von ca. 45° über den Riss 13 auf die senkrecht verlaufenden Bohrung 12/574 zu und quert diese bei 4,9 m. Die Inspektion der Bohrungen vor der Verfüllung im September 2014 zeigte in der Bohrung 13/574 einen Riss bei ca. 1 m Bohrlochtiefe mit einer Öffnungsweite kleiner als 1 mm, welcher vermutlich mit dem Riss 13 in Verbindung gesetzt werden kann. Nach der Verfüllung der Wetterstrecke durchgeführte Bohrlochbefahrungen, zuletzt Anfang 2017, lassen keine Veränderungen erkennen.

Mikroseismik

Die Ergebnisse zur mikroseismischen Überwachung im westlichen Bereich der 574-m-Sohle und des Blindschachts 1 können Abschnitt 2.4.6 auf Blatt 46 entnommen werden.

Salzlösungsmonitoring


Die detaillierten Ergebnisse zum Salzlösungsmonitoring im Bereich der Katasterlokalitäten L553007 und L574006 können Kapitel 5 ab Blatt 139 entnommen werden.

Aus der Abbildung (s Anhang 10.7 auf Blatt 386) ist zusammenfassend zu erkennen, dass die aktuellen Fassungsraten an den Katasterlokalitäten L553007 und L574006 auf einem sehr geringen Niveau liegen. Die Fassungsrate der Katasterlokation L553007 lag im Jahr 2013 noch konstant bei ca. 9 L/d. Zu Beginn des Jahres 2014 war eine Abnahme der Fassungsrate auf ca. 3 L/d zu beobachten. Dieser Trend setzte sich leicht abgeschwächt bis Mitte 2015 fort, ab diesem Zeitpunkt liegt die Fassungsrate bei konstant ca. 0,35 L/d.

An der Katasterlokation L574006 setzte sich der Anfang 2014 einsetzende degressive Verlauf seit Mitte 2015 kontinuierlich fort. Bis Ende 2015 lag die tägliche Fassungsrate noch bei durchschnittlich ca. 2 L/d. Im Jahr 2016 ist die tägliche Fassungsrate auf durchschnittlich 0,6 L/d gesunken. Mit Stand 18. März 2017 werden nur noch durchschnittlich 0,13 L/d an dieser Katasterlokation gefasst. Die Entwicklungen der einzelnen Fassungsstellen lässt einen zunehmend degressiven Trend der Fassungsraten erwarten, weitere Fassungsstellen werden vermutlich trocken fallen.

Bewertung der Situation

Aufgrund der starken Schädigungen und Rissbildungen im Bereich des Abbaus 1/574 wurde dieser Anfang des 3. Quartals 2013 zum Teil vorzeitig zur Stabilisierung verfüllt. Weiterhin wurde im 3. Quartal 2014 der Abbau 1/595 betoniert. Die Fortsetzung der Resthohlraumverfüllung im Abbau 1/574 sowie die Teil-Betonage der Wetterstrecke zum Blindschacht 1 (bis Pfeiler 2/3) erfolgten Ende des 4. Quartals 2014 und Anfang des 1. Quartals 2015. Bis zum Sommer 2015 wurde in diesem Bereich noch eine erhöhte mikroseismische Aktivität registriert. Das Niveau von vor 2013 wurde noch nicht wieder erreicht. Um einer Ausbreitung der Austrittsbereiche nach Osten entgegenzuwirken bzw. eine Verlagerung der Austrittsstellen aus der Abbaureihe 3 zu verhindern und um die stark geschädigten Bereiche zu

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung							Blatt: 105

stabilisieren, wurden im 3. und 4. Quartal 2014 weitere Verfüllmaßnahmen in der Abbaubegleitstrecke im Bereich der Abbaue 4/574 und 5/574 durchgeführt.

Die Fassungsraten an den Zutrittsstellen nördlich des Abbaus 3/574 sind seit Anfang 2014 kontinuierlich stark zurückgegangen und es werden nur noch geringe Mengen aufgefangen (s Anhang 10.7 auf Blatt 386). An mehreren Stellen wurde eine Verlängerung der Risse bis in den Dezimeterbereich festgestellt.

Das weiterhin präsente Pfeilerstauchungsmaximum im Bereich des Pfeilers 3/4 im Westflügel auf der 553-m-Sohle mit den vorliegenden hohen Maximalspannungen und damit einhergehenden Spannungsdifferenzen belegen die aktuell starke gebirgsmechanische Beanspruchung in diesem durch den Salzbergbau übermäßig durchbauten Bereich im Westflügel des Baufelds an der Südflanke. Diverse Risse im Stoß- Firstbereich der Abbaubegleitstrecke auf der 553-m-Sohle sowie der konstatierte Lösungszutritt resultieren aus dieser Beanspruchung, weitere Schädigungen sind zu besorgen. Kamerabefahrungen von Inklinometerbohrungen in den Pfeilern 3/4-553, 4/5-553 und 2/3-574 zeigen Risse, konvergierende Bohrlochquerschnitte und Hinweise auf Feuchtigkeit.

Das Auftreten von Zutrittslösung aus dem Deckgebirge und die Schwebenbrüche belegen, dass sich das Tragsystem auch in diesem Bereich im Nachbruchbereich befindet. Nur aufgrund der Resttragfähigkeit wird die gegenwärtige Gebrauchstauglichkeit noch gewährleistet. Zwar sind die Fassungsraten der Lösungszutritte zuletzt weiterhin rückläufig, jedoch ist bei einer Wiederaktivierung des Lösungszutritts durch Feuchtekiechen und Versatzsackungen eine weitere Entfestigung im Bereich der Abbaue 3/574 und 3/553 sowie auch eventuell unterhalb zu besorgen. Daher ist zu empfehlen, die bereits erfolgten Stabilisierungsmaßnahmen durch die weitere Verfüllung der Resthohlräume zu ergänzen, insbesondere die Firstspalte in Abbau 3/553 und 4/553 sowie die nicht mehr benötigten Streckenabschnitte in diesem Bereich. Während der Verfüllarbeiten ist zu beobachten, ob die Risssysteme der 553-m und 574-m-Sohle in Verbindung stehen. Die Abbaubegleitstrecke im Bereich des Abbaus 3/574 ist zur weiteren Beobachtung der Austrittsstellen noch vorübergehend zu erhalten. Anschließend ist, auch in Verbindung mit der Firstspaltverfüllung der Abbaue 2/574 und 4/574, ein sukzessiver Rückzug vorzusehen.


4.4 Gebirgsmechanische Situation im Bereich der Wendelstrecke von der 490- bis zur 850-m-Sohle

Situationsbeschreibung

Die Wendelstrecke stellt als einzige durchgehend befahrbare Verbindung, von der 490- zur 850-m-Sohle, eine für den Betrieb des Bergwerkes wesentliche Infrastrukturkomponente dar.

Ausgehend von der 750-m-Sohle wurde von 03/1970 bis 12/1978 – gem. SBPl. 40/2 – der Wendelstreckenabschnitt zur 800-m-Sohle aufgefahren. Im Zeitraum von 09/1972 bis 01/1975 erfolgte der Streckenvortrieb von der 750- zur 490-m-Sohle. Ab 08/1974 wurde die Wendelstrecke im Gegenortbetrieb, d. h. von der 490-m-Sohle abwärts, aufgefahren. Der Durchschlag wurde im Januar 1975 nördlich des Abbaus 8 auf der 595-m-Sohle erreicht. Im Zeitraum von 09/1983 bis 02/1984 erfolgte die Auffahrung von der 800- zur 850-m-Sohle (Anhang 11.1 auf Blatt 387).

Von der 490-m-Sohle bis zum Firstniveau der 700-m-Sohle befindet sich die Wendelstrecke in unmittelbarer Nähe der Abbaue im Baufeld an der Südflanke, welches starken gebirgsmechanischen Einwirkungen unterliegt. Ab der 553-m-Sohle verläuft die Wendelstrecke zunehmend im weniger standfesten Carnallitit bzw. im unmittelbaren Grenzbereich dazu. Ab der 700-m-Sohle liegt die Wendelstrecke im Bereich des intensiv durchbauten Baufelds im Sattelkern mit kleinräumig wechselnden Schichtfolgen

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 <small>ASSE GMBH</small> <small>Verantwortlich handeln</small>
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung							Blatt: 106

der Staßfurt-Formation. Bedingt durch die vorliegenden geologischen und gebirgsmechanischen Faktoren sind insbesondere in den Bereichen von der 637- bis zur 775-m-Sohle erhebliche Schädigungen an der Wendelstrecke festzustellen [47], [23].

Daher wird seit 2012 im Bereich von der 637- bis zur 775-m-Sohle ein intensives geotechnisches Monitoring, einhergehend mit der Empfehlung und Umsetzung von Sanierungsmaßnahmen, durchgeführt. Aufgrund dort festgestellter Schäden bzw. Beanspruchungen wurden die unmittelbar an die Wendelstrecke anschließenden bzw. in deren Streckenverlauf einbezogenen Infrastrukturbereiche mit aufgenommen. Hierzu gehören auf der 750-m-Sohle der Hauptquerschlag nach Süden, sowie die Streckenaufweitung in der 1. südlichen Richtstrecke nach Westen („alte E-Werkstatt“), von der die Wendelstrecke zur 775-m-Sohle abzweigt.

Zur detaillierten räumlichen Zuordnung, der im Rahmen des geotechnischen Monitorings betrachteten Wendelstreckenabschnitte von der 490- bis zur 850-m-Sohle (Anhang 11.1 auf Blatt 387), erfolgt eine Aufteilung in die folgend aufgeführten sieben Teile - unter Berücksichtigung ihrer jeweils unterschiedlichen Monitoringprogramme bzw. Schadensbilder:


1. Wendelstrecke von der 490-m-Sohle bis oberhalb der Wendelkehre 616/637
2. Wendelstrecke von der Wendelkehre 616/637 bis zum Sohlenniveau der 679-m-Sohle
3. Wendelstrecke vom Firstniveau der 700-m-Sohle bis zum Sohlenniveau der 700-m-Sohle (wird in einem separaten Monitoringbericht zur 700-m-Sohle beschrieben und bewertet [32])
4. Wendelstrecke vom Firstniveau der 725-m-Sohle bis zum Anschluss an die Wendelkehre im Sohlenniveau der 725-m-Sohle
5. Wendelstrecke von der Wendelkehre im Sohlenniveau der 725-m-Sohle bis zum Abzweig der Wendelstrecke von der 1. südlichen Richtstrecke nach Westen auf der 750-m-Sohle
6. Wendelstrecke vom Abzweig der 1. südlichen Richtstrecke nach Westen auf der 750-m-Sohle bis zum Temperaturversuchsfeld V (TVF V) im Firstniveau der 775-m-Sohle
7. Wendelstrecke unterhalb des Temperaturversuchsfelds V (TVF V) im Firstniveau der 775-m-Sohle bis zu den Salzgewinnungsstrecken auf der 850-m-Sohle

Bewertung der Messergebnisse

Für die Wendelstreckenabschnitte von der 490- bis zur 616-m-Sohle und vom TVF V auf der 775- bis zur 850-m-Sohle basieren die in Abschnitt 4.4 gegebenen Empfehlungen auf laufenden visuellen Kontrollen und den vorliegenden Standortdaten. Die folgende Auswertung von Messwerten bezieht sich auf die Daten, welche im Rahmen der intensiver betrachteten Monitoringbereiche vom Firstniveau der 637-m-Sohle bis zum TVF V auf der 775-m-Sohle erhoben wurden.

Folgende geotechnische Instrumentierungen bzw. Erkundungsmaßnahmen wurden dabei ausgewertet, wobei die Lage der Messstellen u. a. Anhang 1.1 auf Blatt 167 zu entnehmen ist:

- First- und Stoßkontrollbohrungen
- Sohlkontrollbohrungen (Sohlkontrollbohrungen in der Wendelstrecke werden nur im Sohlenniveau der 700-m-Sohle inspiziert und im entsprechenden Monitoringbericht abgehandelt [32])
- Konvergenzmessungen
- Rissbeobachtung (Fissurometermessungen)

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 <small>ASSE</small> <small>Verantwortlich handeln</small>
NNA	NNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	

Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung	Blatt: 107
---	------------

- Extensometermessungen
- Georadarmessungen

Wendelstrecke von der Wendelstreckenkehre 616/637 bis zum Sohlenniveau der 679-m-Sohle

Die in den Firstkontrollbohrungen festgestellte Feuchtigkeit und die signifikanten Salzausblühungen sind überwiegend auf Zersetzungserscheinungen im Carnallit durch feuchte Grubenwetter zurückzuführen, können aber anteilig auch auf ausgebildete Schädigungen hinweisen (Anhang 11.2, Bild 7 auf Blatt 388).

Die Konvergenzmessungen in den neuen Umfahrungen belegen seit Messbeginn eine überwiegend kontinuierliche bis leicht degressive Entwicklung der Konvergenzraten (Anhang 11.5, Bild 20 auf Blatt 393). Die ermittelten Verformungsraten liegen in der Bandbreite der Werte von 2015. Im Vergleich mit den Mittelwerten der 2015 für diesen Bereich ermittelten Verformungsraten von 1,1‰/a für die horizontale Messstrecke und 1,7‰/a für die vertikale Messstrecke (Vergleichswerte für Südflanke Wendelstrecke, 490- bis 700-m-Sohle, Carnallit [14]) liegen die Werte der oberen Wendelstreckenumfahrung unterhalb der Mittelwerte und die der unteren Wendelstreckenumfahrung tendenziell oberhalb bzw. gleichauf.

Die auf hohem Niveau nahezu konstanten Pfeilerstauchungsraten führen zu einer fortschreitenden Schädigung im Bereich der 637-m-Sohle. Dort lässt sich zwar ein abgeschwächter degressiver Trend erkennen, die Pfeilerstauchungsraten liegen dennoch mit 40 bis 70 mm/a auf hohem Niveau (Abschnitt 2.2.5 auf Blatt 26). Unterhalb der 637-m-Sohle fallen die Pfeilerstauchungsraten mit ca. 10 bis 20 mm/a deutlich geringer aus (Abschnitt 2.2.5 auf Blatt 26).

An den noch vom ursprünglichen Wendelstreckenverlauf verbliebenen Stößen in der Wendelkehre, im Sohlenniveau der 637-m-Sohle, zeigen sich teilweise Entfestigungserscheinungen. Im Bereich der 2012/2013 als obere und untere Umfahrung aufgefahrenen Streckenabschnitte, sind noch keine relevanten Schädigungen erkennbar.

Im weiteren Verlauf der Wendelstrecke, vom Anschluss der unteren Umfahrung im Sohlenniveau der 637-m-Sohle bis zum Zugang zu Abbau 3/658, zeigt sich diese insbesondere an den Stößen als überwiegend intensiv entfestigt (Abbildung 4.29).




(a) Abgesperrter intensiv geschädigter Südstoß der Wendelstrecke zwischen entfestigter Spritzbetonsicherung und Nische



(b) Entfestigter schmaler Pfeiler zwischen Wendelstrecke und Diagonalstrecke zur 679-m-Sohle mit Rissen in bewehrter Spritzbetonsicherung

Abbildung 4.29: Intensiv entfestigter Südstoß vom Sohlenniveau der 637-m-Sohle bis zum Zugang zu Abbau 3/658

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 <small>ASSE</small> <small>GM&H</small> <small>Verantwortlich handeln</small>
NNA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	

Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung	Blatt: 108
---	------------

Vor allem der Südstoß, inklusive der dort abschnittsweise aufgetragenen Spritzbetonstabilisierungen, weist zunehmend signifikante Abschalungen auf. Dort erfolgte eine anteilige Absperrung des Südstoßes auf etwa 50 m Länge. Die auf Höhe der Abbaue 3/658 und 4/658 eingerichteten Konvergenzmessstrecken K014 und K015 sowie die im weiteren Verlauf der Wendelstrecke auf der 679-m-Sohle gelegenen Konvergenzmessstrecken K016 und K017 deuten einen leicht progressiven Verlauf der Konvergenzraten an (Anhang 11.5, Bild 21 auf Blatt 393). Die Verformungsraten von den mittig der Abbaureihe 3 installierten westlichen Messstrecken K014 und K016 liegen tendenziell eher unterhalb und die weiter östlich, näher an Abbaureihe 4, installierten Messstrecken K015 und K017 liegen oberhalb der in diesem Bereich für 2016 ermittelten Verformungsraten (Vergleichswerte für Südflanke Wendelstrecke, 490- bis 700-m-Sohle, Carnallitit (s. Tabelle 2.3 auf Blatt 32)).

Wendelstrecke vom Firstniveau der 700-m-Sohle bis zum Sohlenniveau der 700-m-Sohle

Ausführungen zum etwa 230 m langen Wendelstreckenabschnitt auf der 700-m-Sohle erfolgen im Teil zur 700-m-Sohle Abschnitt 4.5 auf Blatt 113.

Wendelstrecke vom Firstniveau der 725-m-Sohle bis zum Anschluss an die Wendelkehre im Sohlenniveau der 725-m-Sohle

Zur Bewertung der Situation in diesem Wendelstreckenabschnitt werden auch die zwei im unteren Sohlenbereich der 700-m-Sohle gelegenen Konvergenzmessstrecken K17 und K021 einbezogen. Im Streckenteil der ersten oberen 35 m, bis etwa zur Konvergenzmessstrecke K021, liegen keine relevanten visuell erkennbaren Schädigungen vor. Die Verformungsraten der beiden östlichen Messstrecken K17 und K021 liegen unterhalb der Vergleichswerte für diesen Grubenraum (Vergleichswerte für Sattelkern, 700- bis 775-m-Sohle, Staßfurtsteinsalz mit Verformungsraten von etwa 0,6‰/a für die horizontale Messstrecke und 1,0‰/a für die vertikale Messstrecke [14]), aber innerhalb der Bandbreite von 2015. Weiter westlich sind an Nord- und Südstoß zunehmend Abschalungen ausgebildet (Abbildung 4.30).




(a) Intensive Abschalungen am Südstoß der Wendelstrecke im Bereich des Pfeilers an der Zugangsstrecke zum Abbau 6/725 (Na2) auf der 725-m-Sohle



(b) Signifikant entfestigter Nordstoß der Wendelstrecke westlich einer Nische im Firstniveau der 725-m-Sohle

Abbildung 4.30: Entfestigte Stöße im Wendelstreckenabschnitt vom Firstniveau /725 bis zur Wendelkehre Sohlenniveau /725

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	
NNA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	

Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung	Blatt: 109
---	------------

So weist der Nordstoß weiter westlich, im Bereich zwischen einer Nische und der Stabilisierungsmauer am Querschlag zum Hauptgesenk I westl., tiefgründige Abschalungen und damit einen dringenden Sanierungsbedarf auf - der Südstoß zeigt sich dort weniger entfestigt.

Im unteren Abschnitt des betrachteten Bereichs zeigen sich an Nord- und Südstoß intensive Abschalungen. Die dort im verformungsaktiveren Carnallit mittig von Abbau 8/725 (Na₂) gelegene Konvergenzmessstrecke K022 weist mit Verformungsraten von 1,4‰/a für die horizontale Messstrecke und 1,5‰/a für die vertikale Messstrecke im Vergleich zu den beiden östlichen Messstellen deutlich höhere Verformungsraten auf. Diese liegen oberhalb der in diesem Bereich für 2015 ermittelten Verformungsraten (0,7‰/a für die horizontale Messstrecke und 1,2‰/a für die vertikale Messstrecke - Vergleichswerte für Satteln, 700- bis 775-m-Sohle, Carnallit [14]), befinden sich aber in der Bandbreite der 2015 gemessenen Werte.

Wendelstrecke von der Wendelkehre im Sohlenniveau der 725-m-Sohle bis zum Abzweig der Wendelumfahrung von der 1. südlichen Richtstrecke nach Westen auf der 750-m-Sohle

Der westliche Teil dieses Wendelstreckenabschnitts ist durch die Stabilisierung der östlichen Wendelstreckenkehre im Sohlenniveau der 725-m-Sohle und die Erstellung von Sorelbeton-Stützmauern entlang der nachgeschnittenen Stöße (Abbildung 4.31a) aktuell als ausreichend stabilisiert anzusehen (s. Abbildung 4.31a auf Blatt 109).

Im östlich anschließenden Wendelstreckenabschnitt, bis zum Hauptquerschlag nach Süden, sind nach einem Konturnachschnitt steil stehende Risse in der Firste (Abbildung 4.31a) sowie Abschalungen an den Stößen verblieben (Abbildung 4.31b). Bei anschließenden Georadarbefahrungen wurden im Bereich der Firstrisse diverse konturnahe Reflektoren aufgezeichnet, welche die ausbeißenden Risse kreuzen. Bei einer Überprüfung durch Firstkontrollbohrungen wurden in zwei Bohrungen geöffnete Risse bzw. ein Riss von geringer Öffnungsweite festgestellt, weitere potentielle Risse bzw. Trennfächen an Schichtgrenzen deuten sich an (Anhang 11.2, Bilder 8 bis 9, auf Blatt 388). Eine Vernetzung der seigeren Firstrisse mit großräumigen horizontalen Rissstrukturen wurde nicht festgestellt, ist jedoch zu besorgen.




(a) Westlicher Wendelstreckenabschnitt von der 725-m- zur 750-m-Sohle mit Stabilisierungsmauern an Nord- und Südstoß



(b) Nachgeschnittener östlicher Wendelstreckenabschnitt von der 725-m- zur 750-m-Sohle mit steil einfallenden Trennflächen im Übergang Nordstoß zur Firste

Abbildung 4.31: Sanierungsmaßnahmen im Wendelstreckenabschnitt von der 725-m- zur 750-m-Sohle

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung							Blatt: 110

Die an den Firstrissen installierten Fissurometer 038F bis 042F zeigen keine einheitliche Entwicklung der Verschiebungsraten. Die Fissurometer 041F und 042F zeigen sich, nach einem zuvor kontinuierlichen Verlauf der Verschiebungsbewegungen, auf niedrigem Niveau, zuletzt stagnierend mit Gesamtverschiebungsraten von unter 0,5 mm/a (s. Anhang 11.4, Bild 19 auf Blatt 392). Die Fissurometern 038F bis 040F belegen, nach einem zuvor eher stagnierenden Verlauf, seit September 2016 eine leicht progressive Entwicklung bei Gesamtverschiebungsraten von etwa 1,2 mm/a (s. Anhang 11.4, Bild 18 auf Blatt 391).

Die im weiteren östlichen Verlauf der Wendelstrecke bei den Georadaruntersuchungen detektierten Auflockerungen am Nordstoß konnten überwiegend in den Stoßkontrollbohrungen bestätigt werden (Anhang 11.3, Bilder 13 bis 15, auf Blatt 389). Eine randliche Fortsetzung der Schädigungen des Stoßbereichs bis in die Firste wird in den beiden westlichen Firstkontrollbohrungen durch steil einfallende geöffnete Risse von geringer Öffnungsweite angedeutet (Anhang 11.2, Bilder 10 bis 11, auf Blatt 388). Für eine Vernetzung der steil einfallenden Risse in den Stößen mit horizontal verlaufenden Strukturen in der Firste gibt es keine Hinweise.


Die Verformungsraten der im betreffenden Wendelstreckenabschnitt gelegenen Messstrecke K031 liegen etwa in der Größenordnung der 2013 in diesem Bereich ermittelten Ausgangswerte (s. Anhang 11.5, Bild 23 auf Blatt 395).

Im verbliebenen Bereich des Hauptquerschlags nach Süden auf der 750-m-Sohle lassen die Firstkontrollbohrungen keine Entfestigung erkennen, der konturnahe Auflockerungen aufweisende südliche Teil wurde mit Sorelbeton verfüllt. Einzelne Risse mit geringer Öffnungsweite bzw. potentielle Risse in den Firstkontrollbohrungen im Bereich der ehemaligen E-Werkstatt in der 1. südlichen Richtstrecke nach Westen zeigen sich zum Vorberichtsstand von 2015 unverändert.

Wendelstrecke vom Abzweig der Wendelumfahrung von der 1. südlichen Richtstrecke nach Westen auf der 750-m-Sohle bis zum Temperaturversuchsfeld V (TVF V) im Firstniveau der 775-m-Sohle

Nach der Verfüllung des östlichen Teils des Wendelstreckenabschnitts von der 750-m-Sohle bis zur 775-m-Sohle wurde dieser 2014 durch eine Neuauffahrung von der 1. südlichen Richtstrecke nach Westen aus ersetzt. Diese neu aufgefahrne Strecke zeigt seit Anfang 2015 die Ausbildung von Rissen bei gleichzeitig geringfügig erhöhter mikroseismischer Aktivität auf. Insbesondere im Bereich der Abzweigung von der Richtstrecke in die Neuauffahrung, werden an die geologischen Schichten gebundene steil einfallende Risse bzw. Abschalungen durch Fissurometer überwacht (Abbildung 4.32). Kleinräumige Feuchtstellen sind an der Firste unterhalb der Y-Strecke sowie im Bereich des südwestlichen Stoßes erkennbar.

Die Auswertung des Fissurometers 034F zeigte am nordöstlichen Stoß Anfang 2015 sehr hohe Gesamtverschiebungsraten von etwa 18 mm/a, welche sich bis Februar 2017 auf etwa 7 mm/a verringert haben (Abbildung 4.32b). Am südwestlichen Stoß ist an Fissurometer 037F (Abbildung 4.32a) die Gesamtverschiebungsrate in dieser Zeit von etwa 6 mm/a auf etwa 5 mm/a zurückgegangen. Insgesamt nehmen die Anzahl der erkennbaren Risse sowie deren Verschiebungsbewegungen bzw. Risslängen weiterhin zu, aber mit verminderter Geschwindigkeit.

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung							Blatt: 111



(a) Südstoß im Ostteil der Wendelstreckenumfahrung zur 775-m-Sohle mit steil einfallenden Trennflächen und Fissurometer 037F



(b) Fissurometer 034F an einem in der Schichtung verlaufenden Riss am Nordoststoß im Einmündungsbereich der Wendelstreckenumfahrung zur 775-m-Sohle

Abbildung 4.32: Entfestigungserscheinungen im Wendelstreckenabschnitt von der 1. südl. Richtstrecke nach Westen zur 775-m-Sohle

Mittels der dort mehrfach durchgeführten Georadaruntersuchungen wurden markante Reflektoren an den Stößen der Neuauffahrung sowie im Bereich des untersuchten Nordstoßes der 1. südlichen Richtstrecke nach Westen aufgezeichnet, welche die steil stehenden geologischen Schichten abbilden. Dabei ist eine Verlängerung der Reflexionszonen, entsprechend einer Zunahme der Schädigung, erkennbar. Kontrollbohrungen in den oberen Südstoß sowie in der Firste nahe am Übergang zum Südstoß zeigen keine geöffneten Risse, sondern angedeutete potentielle Rissstrukturen bzw. mögliche Trennflächen an Schichtgrenzen sowie geringfügige Salzausblühungen (Anhang 11.2, Bild 12 auf Blatt 388 und Anhang 11.3, Bild 16 auf Blatt 389).

Die Firstradaruntersuchungen weisen einen Bereich mit markanten konturnahen Reflexionsstrukturen im oberen Streckenteil auf, wobei in der dort erstellten Firstkontrollbohrung keine geöffneten Risse zu erkennen sind.


Die seit April 2016 festgestellten vertikalen Konvergenzraten liegen mit 1,8‰/a innerhalb der zu erwartenden Bandbreite, aber oberhalb der Mittelwerte für diesen Grubenraum.

Fazit

Zusammenfassend lässt sich die aktuell verbliebene insgesamt etwa 3.630 m lange Wendelstrecke (inklusive der auf einzelnen Sohlen einbezogenen Verbindungsstrecken) in Abhängigkeit von der vorgesehenen Nutzungsdauer in drei Abschnitte unterteilen:

1. Der Bereich von den Salzgewinnungsstrecken im Firstniveau der 850-m-Sohle bis zur Einbiegung der Wendelstreckenumfahrung in die 1.südliche Richtstrecke nach Westen auf der 750-m-Sohle (etwa 830 m Länge und ca.120 m Verbindungsstrecke auf der 800-m-Sohle):

Dieser Bereich wird nach derzeitiger Planung bis Ende 2021 abgeworfen und verfüllt sein. Der nur noch relativ kurzen Nutzungsdauer entsprechend sollte hier der Schwerpunkt auf ein Monitoring gelegt werden, zumal größere Streckenteile bereits neu aufgefahren bzw. nachgeschnitten wurden. Aufwändige Sanierungsmaßnahmen sollten auf den konkreten Bedarfsfall beschränkt bleiben.

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung							Blatt: 112

- Die Wendelstrecke von der 750- zum Sohlenniveau der 700-m-Sohle (etwa 670 m inklusive der einbezogenen Strecken auf der 750-m-Sohle):

Dieser Streckenabschnitt soll entsprechend derzeitiger Planung, nach dem Rückzug von der 750-m-Sohle und der Einrichtung des Lösungsmanagements für in den tieferen Sohlen anfallende Salzlösungen auf der 700-m-Sohle, bis Ende 2023 sukzessive abgeworfen und verfüllt werden. Der Abschnitt weist insbesondere an den Stößen intensive Schädigungen auf und unterliegt einer starken infrastrukturellen Nutzung. Aufgrund der vorgesehenen Nutzungsdauer und der bereits vorliegenden Schädigungen sind hier, neben einem intensiven Monitoring, bedarfsabhängig auch Sanierungsmaßnahmen, wie die Erstellung von Stabilisierungsmauern an entfestigten Stößen, zur Gewährleistung der Gebrauchstauglichkeit als erforderlich und angemessen anzusehen.

- Der Bereich der Wendelstrecke von der 700-m-Sohle im Sohlenniveau bis zur 490-m-Sohle (etwa 2.010 m):

Dieser Teil ist nach derzeitigem Planungsstand für die gesamte Betriebszeit der Schachanlage, unter Gewährleistung der Gebrauchstauglichkeit, offen und in Betrieb zu halten. Aufgrund der bereits vielfach vorliegenden und der zukünftig zu erwartenden Schädigungen, sind hier kontinuierlich Sanierungs- und Stabilisierungsmaßnahmen vorzunehmen. Sanierungsmaßnahmen, wie die Erstellung ausreichend dimensionierter Sorelbetonmauern, können entsprechend für eine Stabilisierung sorgen. Bereichsweise ist die Neuauffahrung von stabilen und durchgängigen Streckenabschnitten mit etwa 4,7 bis 5,0 m Breite sinnvoll. Benötigte Ausweichpunkte sind bevorzugt in geologisch günstigen Bereichen anzulegen.

In den letzten fünf Jahren wurden einzelne intensiv geschädigte Bereiche der Wendelstrecke, in denen die Gebrauchstauglichkeit nicht mehr gewährleistet werden konnte, verfüllt und durch etwa 300 m neu aufgefahrene Strecken umfahren. Weitere insgesamt etwa 100 m lange Abschnitte, mit ausgeprägten Abschaltungen der Stöße, wurden durch die Erstellung von Sorelbetonmauern entlang der nachgeschnittenen Stöße stabilisiert. Einzelne Firstabschnitte sind mit einer Systemankerung versehen worden.

Dementsprechend wurde ein großer Teil der insgesamt über 3,5 km langen Wendelstrecke noch nicht saniert, unterliegt aber einer fortschreitenden Entfestigung. Dort ist zukünftig ein kontinuierlich hoher Bedarf an Monitoring- und Sanierungsmaßnahmen erkennbar - zumal auch erst vor relativ kurzer Zeit neu aufgefahrene Strecken bereits deutliche Schädigungen aufweisen.

In Abhängigkeit von der vorgesehenen Nutzungsdauer und dem Zustand der Wendelstrecke sind zur Gewährleistung der Gebrauchstauglichkeit zunehmend Stützbauwerke aus Sorelbeton zu errichten (s. Abbildung 4.33), welche ihrerseits durch ein geeignetes Monitoring zu überwachen sind. Bereichsweise sind auch neue Streckenabschnitte aufzufahren [62].

Für die Wendelstrecke ist grundsätzlich anzustreben, nicht mehr benötigte Abschnitte sowie offene Grubenräume im Umfeld baldmöglichst abzuwerfen. Die großen Spannweiten in den Streckenkehren sind zu reduzieren und ungenutzte Nischen firstbündig zu verfüllen. Bei Nachschnitтарbeiten bzw. Neuauffahrungen ist eine Firstwölbung (Scheitelhöhe) von etwa einem Drittel der Streckenbreite anzustreben.


Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	




Abbildung 4.33: Stabilisierung des oberen Wendelstreckenabschnitts zwischen der Wendelkehre 725 und der 750-m-Sohle durch Erstellung von Sorelbetonmauern entlang der nachgeschnittenen Stöße

4.5 Infrastrukturräume auf der 700-m-Sohle

Die Umsetzung der geplanten Vorsorgemaßnahmen zur Minimierung der Konsequenzen eines auslegungsüberschreitenden Lösungszutritts (AÜL) in die Schachtanlage Asse II, sieht u. a. eine weitgehende Verfüllung der tieferen Grubenräume einschließlich der 725-m-Sohle und Teilen der 700-m-Sohle bis etwa 2023 vor. Dafür erfolgt sukzessive ein Rückzug auf die 700-m-Sohle, von der aus sowohl die erforderlichen Verfüllmaßnahmen als auch das Lösungsmanagement der in den tieferen Sohlen, z. B. 725- und 750-m-Sohle, anfallenden Lösungen abgewickelt werden sollen [2]. Des Weiteren ist von dort eine Verfüllung der Schächte 2 und 4 durch Abdichtungsbauwerke bis zur 700-m-Sohle geplant, im Fall eines AÜL sind Notfallmaßnahmen über die 700-m-Sohle einzuleiten.

Somit stellt die 700-m-Sohle einen wichtigen und zur Umsetzung der Vorsorge- bzw. Notfallmaßnahmen unverzichtbaren Infrastrukturbereich dar, dessen Gebrauchstauglichkeit durch ein umfangreiches Monitoring sicherzustellen ist (s. Anhang 12.1 auf Blatt 396). Für eine detailliertere Zuordnung erfolgt eine Aufteilung in die folgend aufgeführten drei Teile (s. Anhang 12.2 auf Blatt 397).

1. Zentraler Teil der 700-m-Sohle im Sohlenniveau mit folgenden Grubenräumen von Norden nach Süden:
 - die Strecke zum Carnallitit-Baufeld (gegenwärtig gesperrt)
 - die Schrägstrecke in Richtung Schacht 2
 - der Wendelstreckenabschnitt im Sohlenniveau

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	
NNA	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung							Blatt: 114

- der Streckenansatz nach Süden (gegenwärtiger Traforaum)
 - der westliche Teil der Richtstrecke nach Osten (Vahlberger Strecke) von den westlichen Wettertoren bis zum Wettertor östlich der Bunkerstrecken
 - der Querschlag zum Schacht 2
 - die Standorte der Baustoffanlagen 20BA und 50BA (MAT-Behälter Abfüllstation)
 - Bunkerstrecken
2. Östlicher Teil der 700-m-Sohle im Sohlenniveau und Verbindungsstrecke
3. Firstniveau der 700-m-Sohle und Wendelstrecke (bis zur Einbindung ins Sohlenniveau)
- Richtstrecke nach Osten
 - Strecke nach Norden (gegenwärtig Werkstatt und Zugang zu den Zyklonen)

Zentraler Teil der 700-m-Sohle im Sohlenniveau

Situationsbeschreibung

- *Bergbauliche Situation der betreffenden Grubenräume*

Die Richtstrecke nach Osten im Sohlenniveau (Vahlberger Strecke) der 700-m-Sohle wurde 1911 als Erkundungsstrecke und Verbindungsstrecke zum damals im Bau befindlichen Schacht Asse 3 aufgefahren (s. Anhang 12.1 auf Blatt 396).


Die Wendelstrecke wurde Anfang der 1970er Jahre beginnend von der 750-m-Sohle aufwärts aufgefahren und erreichte Mitte 1974 das Niveau der 700-m-Sohle. Der Streckenansatz nach Süden (Trafostation) wurde in 2004 aufgefahren, die Auffahrung für den Standort der Baustoffanlage erfolgte 2005.

Von der Vahlberger Strecke geht auf Höhe des Standorts der Baustoffanlage 20BA unmittelbar ein 2004 und 2015 nachgeschnittener Wetterquerschlag zum Schacht 2 nach Nordosten ab. Dieser schließt, mit einem Gleitbogenausbau und einer Sorelbetonhinterfüllung versehen, an Schacht 2 an. Die östlich anschließende Wetterstrecke ist abgemauert. Nordöstlich der 20BA gehen noch diverse Bunkerstrecken und Streckenansätze ab.

Nördlich des Kreuzungspunkts der Wendelstrecke (Sohlenniveau der 700-m-Sohle) mit der Vahlberger Strecke geht von einer zum Schacht 4 verlaufenden Strecke eine 2005 aufgefahrene Schrägstrecke ins Firstniveau nach Osten ab.

- *Geologische Situation*

Der „Zentrale Teil der 700-m-Sohle im Sohlenniveau“ im westlichen Abschnitt der Vahlberger Strecke inklusive Traforaum, der Baustoffanlagen 20BA und 50BA, der nördlich davon abgehenden Strecken sowie Abbau 6/725 wurde vollständig in Schichten der Staßfurt-Folge aufgefahren. Überwiegend sind hier Nordwest-Südost streichend Polyhalitbänkchensalz (Na₂P), kieseritisches Übergangssalz (Na₂K) und Speisesalz (Na₂S) aufgeschlossen. Im Süden der Baustoffanlagen, im östlichen Abschnitt der Vahlberger Strecke sowie an den nördlich gelegenen Strecken, erfolgt zunehmend ein Übergang in den Carnallit (K₂C).

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	
NNA	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung							Blatt: 115

- *Gebirgsmechanische Situation*

Für den Bereich der Baustoffanlagen 20BA und 50BA sowie die Vahlberger Strecke ergibt sich eine Lage im stark beanspruchten Sattelkern oberhalb des Baufeldes im älteren Steinsalz (Na2). Insbesondere im Umfeld der Baustoffanlagen liegt ein hoher Durchbaugungsgrad vor, hier kommt es zur Ausbildung vielfältiger Risse. Der Standort der Baustoffanlagen im Sohlenniveau der 700-m-Sohle wird von der Strecke zwischen Abbau 6/725 (Na2) und dem Hauptgesenk II östl. unterfahren, wobei sich hier eine Schwebenmächtigkeit von etwa 20 m ergibt.

Eine weitere Schwebenmächtigkeit von etwa 5,5 m zwischen Sohlenniveau der 700-m-Sohle und 725-m-Sohle ergibt sich in dem Bereich, in dem die Wendelstrecke und der westliche Teil der Vahlberger Strecke den Abbau 6/725 (Na2) überfahren. Dort wurden in einem Rolloch horizontale Risse registriert, welche jedoch noch nicht bis in den Fahrbahnbereich der Wendelstrecke reichen.

Des Weiteren wird die im Sohlenniveau gelegene Baustoffanlage 20BA von der Zyklonstrecke im Firstniveau der 700-m-Sohle mit einer Schwebenmächtigkeit von etwa 6 m überfahren.

Erste Stabilisierungsmaßnahmen erfolgten im November 2015 und im Dezember 2016 mit der Betonage von Nischen in der Vahlberger Strecke, zunächst zwischen den westlichen Wettertoren und dann gegenüber der Strecke zum Hauptgesenk I östl.. Anschließend erfolgte im Januar 2017 die Erstellung eines Stützbauwerks in dem als Beobachtungsbereich 1 benannten Teilstück am nördlichen Weststoß des Standorts der 20BA.

Messergebnisse


- *Konvergenzmessquerschnitte [14]*

Im Gleitbogenausbau des nördlich von der Vahlberger Strecke zum Schacht 2 abgehenden Wetterquerschlags ist seit Februar 2016 der Konvergenzmessquerschnitt K046 eingerichtet. Bedingt durch Instrumentierungseffekte erfolgt hier noch keine weitere Auswertung.

- *Rissüberwachung*

Im Bereich zwischen den beiden Wettertoren im westlichen Abschnitt der Vahlberger Strecke sowie an fünf Lokationen im anschließenden südwestlichen Bereich der Baustoffanlage 20BA (s. Abbildung 4.34) erfolgt seit Oktober 2014 die Messung von Rissöffnungsweiten und Längenänderungen der Risse an den Stößen, welche überwiegend vertikal und nur vereinzelt horizontal verlaufen. Seit Januar 2016 werden die Risse in dem Fluchtweg zwischen den Baustoffanlagen 20BA und 50BA als siebte Lokation aufgenommen. Die Messung der Öffnungsweite wird direkt am Stoß an einem definierten Messpunkt mit einer Messlehre vorgenommen. Die Länge der Rissausbreitung erfolgt mit Markierungen zum Stand des Ableszeitpunkts.

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00



Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung	Blatt: 116
---	------------

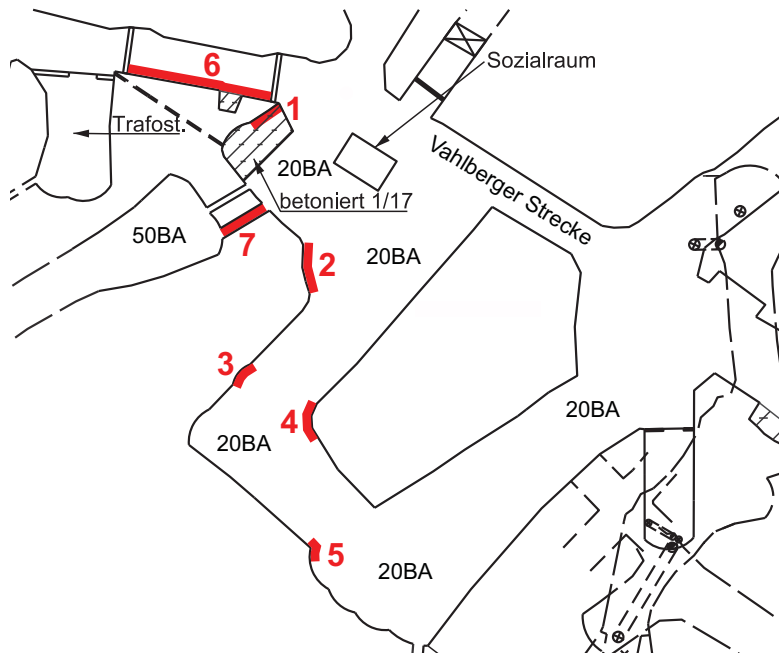


Abbildung 4.34: Lage der Beobachtungsbereiche im Umfeld der Baustoffanlage 20BA auf der 700-m-Sohle


Vom 06.01.2016 bis 03./04.01.2017 bzw. 29.03.2017 wurden in den sieben Beobachtungsbereichen überwiegend konstante bzw. nur marginal vergrößerte Öffnungsweiten ermittelt. Die maximal registrierte Aufweitung in diesem Zeitraum liegt bei ca. 3,0 mm im Beobachtungsbereich 7, die maximal ermittelten Aufweitungsraten bewegen sich in einer Größenordnung von maximal 3,0 mm/a. Im Beobachtungsbereich 3 zeigt sich in diesem Zeitraum ein deutlicher Höhenversatz der Risskanten von ca. 3,5 mm mit Raten von etwa 2,9 mm/a. Der Riss im Beobachtungsbereich 5 konnte zuletzt im Dezember 2015 gemessen werden, nach der Durchführung diverser Sicherungsmaßnahmen musste der Messpunkt dort im März 2017 durch einen neuen ersetzt werden.

Eine deutlichere Veränderung wurde bei den Risslängen ermittelt, dort treten Verlängerungen von etwa 1 bis 50 cm auf. Darüber hinaus hat sich die Anzahl der Risse weiterhin geringfügig erhöht, insbesondere im Beobachtungsbereich 6 zwischen den Wettertoren sind weitere Querrisse zu bereits vorhandenen Rissen entstanden. Dort deuten sich beim Abklopfen des Stoßes partiell beginnende Abschalungen an.

Anfang Februar 2016 wurden an drei Rissen die Fissurometer 043F bis 045F eingerichtet.

Das Fissurometer 043F befindet sich westlich einer Nische am Südstoß des Streckenbereichs zwischen den Wettertoren T4 und T5 an der Vahlberger Strecke. Im Zeitraum vom 03.02.2016 bis 24.01.2017 beträgt die Gesamtverschiebungsrate 0,5 mm/a, was ungefähr der Rissöffnungsweitenentwicklung entspricht. Die Verschiebungswerte der Scherung betragen im gleichen Zeitraum 0,2 mm, der Höhenversatz ist zu vernachlässigen. Nach dem 24.01.2017 zeigen sich eher stagnierende Verschiebungswerte (s. Anhang 12.6 auf Blatt 402).

Südlich der Wettertore T4 und T5 wurde am Weststoß des Beobachtungsbereichs 1 das Fissurometer 044F eingerichtet. Dort zeigt sich im Zeitraum vom 03.02.2016 bis 24.01.2017 eine Gesamtverschiebungsrate von 1,3 mm/a, was ungefähr der Entwicklung des Höhenversatzes entspricht. Die Verschiebungswerte der Öffnungsweite betragen im gleichen Zeitraum 0,6 mm, die Scherung ist zu vernachlässigen. Nach dem 03.01.2017 ist das Fissurometer aufgrund der Erstellung eines Stabilisierungsbauwerks aus Sorelbeton entfallen (s. Anhang 12.6 auf Blatt 403).

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung							Blatt: 117

An der nordwestlichen Ecke des Großpfeilers bei der 20BA wurde das Fissurometer 045F am Stoß instrumentiert. Im Zeitraum vom 03.02.2016 bis 03.02.2017 ist eine Gesamtverschiebungsrates von 1,9 mm/a ermittelt worden, was etwa dem Verschiebungswert der Scherung entspricht (s. Anhang 12.6 auf Blatt 404). Im gleichen Zeitraum liegen die Verschiebungswerte der Öffnungsweite bei 0,8 mm.

- *Georadarmessungen*

Bei 2014 durchgeführten Georadaruntersuchungen waren im Zugangsbereich der Vahlberger Strecke keine Hinweise auf Riss- oder Ablösungsstrukturen erkennbar. Auch während der Untersuchung eines Georadarprofils in der Schrägstrecke gefundene Reflektoren werden nicht auf tatsächliche Rissstrukturen zurückgeführt.

- *Sohlenkontrollbohrungen*


Im Bereich der Wendelstrecke (Sohlenniveau) der 700-m-Sohle überfährt diese den unterlagernden Abbau 6 (Na2) der 725-m-Sohle. Dort sind in einem ehemals als Fluchtfahrung genutzten Rolloch intensive horizontale Rissbildungen in der ca. 5,5 m mächtigen Schweben sowie eine deutliche Auflockerung der Sohle unterhalb der Auflagekonstruktion ausgebildet. Zur Erkundung wurden dort 2015 die drei geneigten Sohlkontrollbohrungen SKBrg.700-09 bis SKBrg.700-11 gestoßen.

Bei der letzten Kamerabefahrung im März 2017 wird bestätigt, dass sich die im Rolloch ausgebildeten Risse weiterhin nicht bis in die Schweben unterhalb der Wendelstrecke nachverfolgen lassen und auch keine weiteren relevanten Auflockerungen erkennbar sind. Bei der Kamerabefahrung vom 20.06.2016 wird in SKBrg.700-09 erstmals bei etwa 5,4 m von OK Sohle in der Bohrung stehende Lauge angefunden, ferner sind Salzausblühungen ausgebildet. Bei der letzten Befahrung vom 13.03.2017 hat sich der Laugenpegel auf etwa 5,8 m abgesenkt. Die beiden anderen Bohrungen zeigen sich zunehmend mit Salzgrus verunreinigt.

Bewertung der Messergebnisse

Im zentralen Teil der 700-m-Sohle im Sohlenniveau zeigen sich insgesamt erhebliche visuell erkennbare Schädigungen der Konturbereiche, wobei die im westlichen Bereich der Vahlberger Strecke ausgebildeten Risse und Abschalungen im Oktober 2015 bei einer Streckenoptimierung durch Nachschnitarbeiten der Streckenkontur überwiegend entfernt wurden. Der Beobachtungsbereich 1 wurde durch die Erstellung eines firstbündigen Stabilisierungsbauwerks aus Sorelbeton vollständig verfüllt, welches auch die Stagnation der Verschiebungswerte am Fissurometer 043F zwischen den Wettertoren induziert haben kann. Die Verformungsraten der im Bereich des Sattelkerns gelegenen Messstrecke K046 liegen oberhalb der in diesem Grubenbereich für 2016 ermittelten Werte [18]. Insbesondere an den süd-südwestlich anschließenden Standorten der Baustoffanlagen 20BA und 50BA werden weiterhin Risse und Abschalungen am Hauptpfeiler und an den Stößen registriert. Die wachsende Anzahl und die zunehmende Länge der Risse weisen auf eine fortschreitende Entfestigung innerhalb des Standorts hin, ebenso wie die an Fissurometer 045F registrierten Verschiebungswerte. Weitere deutliche Schädigungen finden sich an den Stößen der von der Wendelstrecke zum Füllort Schacht 4 verlaufenden Strecke und der davon in östlicher Richtung abgehenden Schrägstrecke.

Die im Randbereich der Wendelstrecke im Sohlenniveau oberhalb von Abbau 6/725 (Na2) vorliegenden Schädigungen lassen eine zukünftige Ausweitung der im ehemaligen Rolloch vorgefundenen horizontalen Risse in den Fahrbahnbereich bzw. eine fortschreitende Entfestigung der zwischen Abbau und Wendelstrecke liegenden Schweben besorgen.

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung							Blatt: 118

Östlicher Teil der 700-m-Sohle im Sohlenniveau und Verbindungsstrecke

Situationsbeschreibung

- *Bergbauliche Situation der betreffenden Grubenräume*

Die 1911 aufgefahrene Richtstrecke nach Osten im Sohlenniveau (Vahlberger Strecke) beginnt im Sohlenniveau der 700-m-Sohle südlich des Schachtes Asse 2 und verläuft von dort auf einer Länge von ca. 375 m nach Osten (s. Anhang 12.1 auf Blatt 396). Im östlichen Abschnitt wurde im Mai 2014 eine Aufweitung der Strecke für die Baustoffanlage 40BA eingerichtet. Östlich anschließend folgen nach Süden abgehend die Verbindungsstrecke zum Firstniveau und der 1927 erstellte Querschlag zum Blindschacht 3. Im Jahr 1912 wurde weiter östlich ein Querschlag in nordöstlicher Richtung aufgefahren. Von dieser Lokation am östlichen Rand des Carnallitbaufeldes wurde 1916 ein Gesenk östlich von Kaliabbau 12-Ost bzw. westlich von ELK1/750 aufgefahren. Die ursprünglich geplante östliche Verbindung zum Schacht Asse 3 wurde seinerzeit nicht fertiggestellt [63]. Die Strecke endet hier ca. 30 m hinter dem sogenannten Dammjoch, welches 1914 aus 40 Tübbingelementen erstellt und im September 2014 mit Sorelbeton verfüllt wurde. Danach wurde im unmittelbar vorlagernden Streckenteil das Bohrort für die horizontalen Erkundungsbohrungen in Richtung der übertägigen Erkundungsbohrung Remlingen 15 eingerichtet.

In Folge des Erbohrens von Lösung wurde im Jahre 1912 ein Bohrlochsicherheitspfeiler um die Bohrung 23/700 verfügt. Das ehemalige Bohrort befindet sich in einer Nische ca. 20 m westlich des Dammjoches [63].

Die Verbindungsstrecke vom Sohlen- zum Firstniveau ist von Mitte März bis Ende April 2014 erstellt worden.

- *Geologische Situation*

Der östliche Teil der 700-m-Sohle im Sohlenniveau (Vahlberger Strecke) wurde bis auf eine Einschaltung von Polyhalitbänkchensalz (Na₂P) nahezu vollständig im Carnallit (K2C) der Staßfurt-Folge aufgefahren.

Die Verbindungsstrecke zwischen First- und Sohlenniveau steht ebenfalls im Kaliflöz der Staßfurt-Folge (K2C) an, auch hier zeigt sich im Bereich der mittigen Umbiegung am Nordstoß ein kleinräumiger Anschnitt des Na₂P [64].


Im östlichen Verlauf der Vahlberger Strecke, zum Dammjoch hin, erfolgt ein Übergang vom K2C hin zum Na₃-Steinsalz der Leineserie (Na₃β), welches auch als Trennfläche am westlichen Zugangsbereich zum Gesenk östlich des Kaliabbaus 12-Ost sowie im Querschlag zum Blindschacht 3 aufgeschlossen ist.

- *Gebirgsmechanische Situation*

Für den Bereich der Vahlberger Strecke ergibt sich eine Lage im stark beanspruchten Sattelkern oberhalb des Abbaufelds im älteren Steinsalz (Na₂).

Lediglich der Querschlag zum Gesenk östlich Kaliabbau 12-Ost verläuft mit einer Schwebenmächtigkeit von etwa 20 m oberhalb des Kaliabbau 12-Ost.

Der nachprofilierter Bereich der neu aufgefahrenen Verbindungsstrecke weist eine ausreichende Firstwölbung auf.

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 <small>ASSE GMBH – Verantwortlich handeln</small>
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung							Blatt: 119

Messergebnisse

- *Konvergenzmessquerschnitte [14]*

Im mittleren Bereich der Vahlberger Strecke sind seit Juli 2014 die Konvergenzmessquerschnitte K038 und K039 eingerichtet, die horizontalen und vertikalen Verformungsraten bewegen sich zum Januar 2017 mit Verformungsraten zwischen 0,0 bis 0,9 mm/a weiterhin auf dem Niveau der bislang dort ermittelten Werte (s. Anhang 12.5, Bild 25 auf Blatt 400). Weiter östlich wurden seit 2004 in dem nach Süden abgehenden Querschlag zum Blindschacht 3 der Messquerschnitt K18 und in der nördlich zum Gesenk östlich Kaliabbau 12-Ost abgehenden Strecke der Messquerschnitt K19 eingerichtet (s. Anhang 12.3 auf Blatt 398). In den Messstrecken von K18 wurden bei der letzten Messung, vor Abwurf des alten Messquerschnitts, im Juli 2014 zuletzt Verformungsraten von horizontal ca. 2,1 ‰/a und vertikal ca. 2,4 ‰/a registriert (s. Anhang 12.5, Bild 26 auf Blatt 400). Nach erfolgter Neuinstrumentierung im Oktober 2016 wurden dort im Januar 2017 geringfügig höhere Verformungsraten von horizontal ca. 2,4 ‰/a und vertikal ca. 3,0 ‰/a ermittelt. Der Messquerschnitt K19 im Carnallitit-Baufeld weist im Januar 2017 horizontale Konvergenzraten von ca. 2,3 mm/a auf, die vertikalen Konvergenzraten lagen mit 4,4 mm/a deutlich höher. Beide Konvergenzraten liegen unterhalb der Werte vom November 2015 (s. Anhang 12.5, Bild 26 auf Blatt 400).

Ebenfalls seit Juli 2014 sind in der neu aufgefahrenen Verbindungsstrecke zwischen den Richtstrecken die Konvergenzmessquerschnitte K040 und K041 eingerichtet worden (s. Anhang 12.3 auf Blatt 398). Die Konvergenzraten bewegten sich am 09.01.2017 marginal unterhalb des Vorjahresniveaus in einem Bereich zwischen etwa 0,1 mm/a und 0,8 mm/a (s. Anhang 12.5, Bild 27 auf Blatt 401).


- *Minimalspannungsmessungen und Permeabilitätsmessungen*

Im Bereich des Querschlags zum Gesenk östlich Kaliabbau 12-Ost sowie im Umfeld des Dammjochs wurden diverse Erkundungsbohrungen mit anschließender Durchführung von Permeabilitäts- und Minimalspannungsmessungen erstellt [65].

Erwartungsgemäß zeigt sich bei den Erkundungsbohrungen in den augenscheinlich aufgelockerten Stößen eine Korrelation von Zunahme der minimalen Hauptspannungen und Abnahme der Permeabilitäten je größer der Abstand zur Stoßkontur wird. Die Untersuchungen an den Erkundungsbohrungen im Sohlenbereich belegen eine deutliche Zunahme der Auflockerungen bei Annäherung an das Carnallititbaufeld.

In den westlich unmittelbar oberhalb des Carnallititbaufelds im Kalisalz verlaufenden Bohrungen, ergeben sich nur minimale Hauptspannungen zwischen 3 bis 5 MPa, welche signifikant unterhalb der auf der 700-m-Sohle erwarteten teufenbezogenen Spannungen von etwa 15 bis 16 MPa liegen. Die östlich zwischen Querschlag und Dammjoch im standfesteren Steinsalz verlaufenden Bohrungen liegen mit 8 bis 11 MPa ebenfalls eindeutig unter den erwarteten Werten.

Mitte 2016 erfolgten im Carnallitit Untersuchungen zur Standorterkundung eines potentiellen Bohrorts für Bohrungen zur Faktenerhebung an der ELK 12/750 [66]. Die Bohrungen wurden in zwei Lokationen an der Vahlberger Strecke gestoßen, in einer Aufweitung westlich der Verbindungsstrecke zur Richtstrecke im Firstniveau und im Einmündungsbereich des Querschlags in Richtung des Gesenks östlich Kaliabbau 12-Ost. In den acht Erkundungsbohrungen wurden Kamerabefahrungen, Permeabilitätsmessungen und Minimalspannungssondierungen zur Untersuchung der Gebirgsbeschaffenheit im geplanten Auffahrungsort sowie zur Prüfung der Schwebenintegrität zwischen der Vahlberger Strecke und dem Carnallititbaufeld bzw. den Strecken der B-Sohle durchgeführt.

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 ASSE GMBH – Verantwortlich handeln
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	

Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung	Blatt: 120
---	------------

Die Untersuchungen der Gebirgsbeschaffenheit am angedachten Bohrort weisen auf deutlich geschädigte Bereiche (Scherzonen) hin, die dort großräumig um das Carnallitbaufeld im Bereich der geplanten Auffahrung verlaufen. Bei den Untersuchungen der Bohrungen zum Nachweis der Schwebenintegrität zwischen Vahlberger Strecke und dem Streckensystem der B-Sohle wurden jeweils mehrere Meter mächtige integere Bereiche nachgewiesen. Für die Schwebenintegrität zwischen Vahlberger Strecke und dem Carnallitbaufeld zeigen sich nur in der östlichen Bohrung integere Bereiche, in der westlichen Lokation sind deutlich beanspruchte Abschnitte erkennbar. Anhand der Untersuchungen wird insgesamt von der Auffahrung eines Bohrorts für Bohrungen zur Faktenerhebung an der ELK 12/750 in diesem Bereich abgeraten.

- *Erkundungsbohrung zur Radonbohrung 2*

Der Abstand der Verbindungsstrecke zur betrieblichen Bohrung 473 (Radonbohrung 2) von 4,3 m wurde durch die Erkundungsbohrung SBS-750-30.1 ermittelt (s. Anhang 12.3 auf Blatt 398).

Bewertung der Messergebnisse

Im östlichen Teil der 700-m-Sohle (Sohlenniveau) weisen die Stöße der Vahlberger Strecke teilweise Abschalungen auf, welche nach Osten hin zunehmen.

Erhebliche Schädigungen treten in dem von der Vahlberger Strecke abgehenden Querschlag zum Gesenk östlich Kaliabbau 12-Ost auf. Die letzte Auswertung der hier eingerichteten horizontalen und vertikalen Konvergenzmessstrecken deutet mit hohen Verformungsraten auf eine Fortsetzung der intensiven Entfestigung dieses oberhalb des Carnallitbaufelds gelegenen Bereichs hin, wobei die Werte unterhalb der des Vorberichts liegen.

Dies korreliert mit den Ergebnissen der geotechnischen Messungen des Instituts für Gebirgsmechanik GmbH (IfG), welche im o. a. Querschlag und Gesenk sowie in dem geplanten Auffahrungsbereich oberhalb des Carnallitbaufelds signifikante Auflockerung belegen.


In der 2014 neu aufgefahrenen Verbindungsstrecke zwischen den Richtstrecken nach Osten vom Sohlen- zum Firstniveau liegen bislang keine signifikanten Entfestigungen vor. Der günstig konturierte Streckenquerschnitt der Verbindungsstrecke unterstützt die geplante langfristige Offenhaltung.

Firstniveau der 700-m-Sohle und Wendelstrecke (bis zur Einbindung ins Sohlenniveau)

Situationsbeschreibung

- *Bergbauliche Situation der betreffenden Grubenräume*

Die Richtstrecke nach Osten im Firstniveau wurde 1994 als Abbaubegleitstrecke zur Verfüllung der Abbaue 11/700 bis 18/700 der Südflanke mit einem Querschnitt von ca. 17,5 m² aufgefahren und verläuft nördlich der Abbaue der Südflanke im Firstniveau der 700-m-Sohle (s. Anhang 12.1 auf Blatt 396). Aus der Strecke wurden Zugänge zu den Abbauen 10/700 bis 18/700 sowie eine auf Höhe Abbau 12/700 nach Norden zu den Zyklonen abgehende Strecke aufgefahren. Weiter westlich trifft die Richtstrecke nach Osten (Firstniveau), im Bereich des Querschlags zu den Abbauen 9 und 10, auf die Wendelstrecke. In den Jahren 1988 – 1996 wurden die Abbaue 10-12/700 mit Eigensalz (durchschnittliche Einbaudichte: 1,46 t/m³) und die Abbaue 13-18/700 mit Ronnenbergsalz (durchschnittliche Einbaudichte: 1,27 t/m³) versetzt [67].

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	
NNA	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	

Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung	Blatt: 121
---	------------

In den Jahren 1996 bis 1997 wurde die Richtstrecke im Firstniveau auf einer Länge von ca. 190 m – von Abbau 13/700 bis Abbau 18/700 – mit einem Gemisch von Eigensalz und Fremdsalz (Ronnenbergversatz) verfüllt und im Zuge der Firstspaltverfüllung in der Südflanke (06/2009–05/2012) auf einer Länge von ca. 170 m wieder aufgewältigt [63]. Im Westen mündet die Richtstrecke nach Osten (Firstniveau) in die Wendelstrecke ein, dort wurde die Baustoffanlage 30BA eingerichtet. Von hier geht auch eine Strecke zum Abbau 12/700 ab, welche jetzt als Standort des Mediencontainers fungiert.

Abwärts an der nach Norden umschwenkenden Wendelstrecke geht nordöstlich der Zugang zum 2006 aufgefahrenen Standort der Baustoffanlage 50BA ab, welche über einen Fluchtweg mit der 20BA verbunden ist (Pfeilerdurchgang).

- *Geologische Situation*

Sowohl die Vahlberger Strecke, als auch die Richtstrecke nach Osten im Firstniveau, wurden überwiegend im Kaliflöz der Staßfurt-Folge (K2C) aufgefahren, das Einfallen der Schichten variiert zwischen 68 bis 80° nach SW bzw. 80° nach NE. Das Kaliflöz in den beiden Richtstrecken unterscheidet sich dadurch, dass es in der Richtstrecke nach Osten im Firstniveau augenscheinlich brüchiger als im Sohlenniveau ist.

Die südlich der Richtstrecke nach Osten im Firstniveau gelegenen Abbaue 11/700 bis 18/700 wurden im Steinsalz der Leineserie (Na3β) aufgefahren, die nördlich zu den Zyklonen abgehende Strecke durchläuft mehrfach Wechselfolgen von ins Kalisalz eingeschalteten Na2K- und Na2P-Lagen.

Die Wendelstrecke hingegen quert im betrachteten Bereich von Süden nach Norden sämtliche Schichten der Staßfurt-Folge, beginnend im Firstniveau mit K2C bis zur Na2K, Na2P und Na2S-Abfolge im Sohlenniveau auf Höhe der Vahlberger Strecke.

- *Gebirgsmechanische Situation*

Die Richtstrecke nach Osten im Firstniveau sowie die Abbaue auf der 700-m-Sohle sind dem Baufeld an der Südflanke zuzuordnen. Im Vergleich zu den anderen Sohlen unterscheiden sich die Abbaue auf der 700-m-Sohle dadurch, dass diese in Streichrichtung nur die halbe Größe aufweisen und somit eine doppelte Anzahl an querschlägigen Pfeilern vorhanden ist.

Im Firstniveau der 700-m-Sohle befindet sich die Wendelstrecke noch im Bereich der Südflanke, führt dann aber nordwärts in das Baufeld im Sattelkern (Na2).


Die ermittelten Verschiebungsvektoren im betrachteten Streckenabschnitt zeigen in Richtung der Abbaue im Baufeld an der Südflanke [13].

Messergebnisse

- *Konvergenzmessquerschnitte [14]*

In der Richtstrecke nach Osten im Firstniveau der 700-m-Sohle existieren vier Konvergenzmessquerschnitte, einer in westlicher Verlängerung zwischen den Abbauen 9/10 (K018) sowie jeweils in den Pfeilern 12/13 (K028, Pfeilerreihe 6/7), 14/15 (K029, Pfeilerreihe 7/8) und 16/17 (K030, Pfeilerreihe 8/9) (s. Anhang 12.3 auf Blatt 398).

Die an den vier Messstellen in der Richtstrecke nach Osten im Firstniveau ermittelten horizontalen Verformungsraten bewegen sich seit November 2014 in einer Bandbreite zwischen ca. 0,7 bis 1,7%/a. In vertikaler Richtung liegen die Verformungsraten der Messstellen am Abbau 10, im

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 <small>ASSE GMBH – Verantwortlich handeln</small>
NNA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung							Blatt: 122

Pfeiler 14/15 und im Pfeiler 16/17 im Januar 2017 bei 2,2 bis 2,8‰/a. Im Bereich Pfeiler 12/13 wird zum gleichen Zeitpunkt eine deutlich höhere vertikale Verformungsrate von 4,3‰/a ermittelt.

Auf der 700-m-Sohle werden seit November 2014 die höchsten Verformungsraten in den Strecken im Grubengebäude der Schachanlage Asse II von durchschnittlich knapp unter 5‰/a ermittelt (s. Anhang 12.5, Bild 28 auf Blatt 401).

- *Extensometer*

In den Pfeilern 8/9 (Pfeilerreihe 4/5, Extensometer 700005), 11/12 (Abbaureihe 6, Extensometer 700003) und 12/13 (Pfeilerreihe 6/7, Extensometer 700004) ist je ein querschlägiges 4- bzw. 5-fach Extensometer eingebaut (s. Anhang 12.3 auf Blatt 398).

Die am 14.02.2017 an den östlichen Messstellen auf der 700-m-Sohle ermittelten querschlägigen Pfeilerstauchungsraten liegen für die Extensometer 700003 mit 36,0 mm/a bzw. 700004 mit 33,9 mm/a und 700005 mit 15,4 mm/a jeweils nur geringfügig unterhalb der am 01.01.2016 ermittelten Werte. Die Pfeilerstauchungsraten in den Pfeilerreihen 11/12 und 12/13 liegen weiterhin deutlich oberhalb der Raten, die im Hauptpfeiler der westlich davon gelegenen Pfeilerreihe 4/5 im gleichen Zeitraum ermittelt wurden (s. Abschnitt 2.2.5 auf Blatt 26).

- *Inklinometer*

Im Pfeiler 12/13 auf der 700-m-Sohle befindet sich die Bohrung 700005 für Inklinometermessungen, welche mit einer Temperatur-/Feuchtemesskette bestückt ist (s. Anhang 12.3 auf Blatt 398).

Das Bohrloch (700005) neigt sich im Bezugszeitraum 1997 bis 2016 gleichmäßig bis in eine Tiefe von 24 m. Im Anschluss daran nimmt das Einfallen zu. Bei einer Tiefe von 48 m steigt die Bohrung zunächst wieder an, um dann ab 54 m bis zum Ende der Bohrung bei 60 m auf –723 mm abzufallen. Die maximale Gesamtsenkung im Bezugszeitraum wurde bei 48 m Tiefe mit –782 mm berechnet [16].


- *Temperatur-/Feuchtemesskette*

Im Pfeiler 12/13 befindet sich eine Bohrung für Inklinometermessungen (s. Anhang 12.3 auf Blatt 398), welche, abgesehen vom Zeitpunkt der Inklinometermessung, mit einer Temperatur-/Feuchtemesskette bestückt ist. Hier liegen die an den einzelnen Sensoren gemessenen Luftfeuchtigkeiten am 30.01.2017 zwischen 23 bis 40 % (am 30.01.2016 zwischen 25 bis 41 %), die Temperaturen liegen zum gleichen Zeitpunkt bei etwa 34 °C, wobei die Werte etwa auf dem Vorjahresniveau liegen [28].

Eine weitere Temperatur-/Feuchtemesskette befindet sich im Pfeiler 14/15 (ÜFV 23) (s. Anhang 12.3 auf Blatt 398). Dort zeigen sich an den einzelnen Sensoren am 31.01.2017 relative Luftfeuchtwerte zwischen 33 % und 59 %. Die Temperaturen betragen zwischen 33 bis 35 °C. Es ergibt sich keine signifikante Veränderung der Luftfeuchte- bzw. der Temperaturwerte im Vergleich zum Vorjahr [28].

Bewertung der Messergebnisse

Die Stöße der Richtstrecke nach Osten im Firstniveau zeigen sich insgesamt deutlicher geschädigt, als im Sohlenniveau, grundsätzlich weist der Carnallit hier eine vergleichsweise geringere Stabilität auf. Auch die dort ermittelten Verformungsraten, insbesondere in Pfeilerreihe 6/7, liegen im oberen Bereich der insgesamt im Grubengebäude ermittelten Werte.

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 <small>ASSE GMBH – Verantwortlich handeln</small>
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung							Blatt: 123

Fazit

Die Messergebnisse und visuellen Beobachtungen zeigen bereits eine deutlich fortschreitende Entfestigung der für die Durchführung der Vorsorgemaßnahmen unverzichtbaren Infrastrukturräume auf der 700-m-Sohle. Um die hierzu benötigten langen Standzeiten zu realisieren, ist die sukzessive Umsetzung umfangreicher Sanierungs- und Stabilisierungsmaßnahmen erforderlich.

Vordringlich sind zunächst Verfüllmaßnahmen im zentralen Sohlenniveau der 700-m-Sohle im Umfeld der Baustoffanlage 20BA vorzusehen (s. Anhang 12.4 auf Blatt 399), da hier eine zunehmende Entfestigung die Gebrauchstauglichkeit der Anlage gefährdet. Bis Januar 2017 erfolgte die Umsetzung erster kleinräumiger Verfüllmaßnahmen im südlichen Randbereich der Vahlberger Strecke.

Aufgrund der bereits registrierten Schädigungen im Randbereich der Wendelstrecke im Sohlenniveau der 700-m-Sohle, oberhalb von Abbau 6/725 (Na₂), ist eine möglichst zeitnahe vollständige Verfüllung des schräg unterhalb der Fahrbahn gelegenen Abbaus zu empfehlen. Der untere Bereich des Abbaus 6/725 (Na₂) wurde mit Eigensalz verfüllt, darüber wurde Versatz der Halde Ronnenberg eingebracht. Im Zuge der Sanierung soll der Ronnenbergversatz (ca. 2.000 m³) herausgefahren werden. Der entstehende Resthohlraum ist mit Sorelbeton zu verfüllen.

Damit einhergehend ist die Fahrbohrung von der Wendelstrecke auf der 700-m-Sohle in den Abbau 6/725 (Na₂) abzuwerfen. So kann einem Fortschreiten der Schädigung im Bereich der Wendelstrecke entgegengewirkt und die Eignung als Standort für die in diesem Bereich geplanten Abdichtbauwerke erhalten werden.

Als weitere Maßnahme sollte der im Einfahrtsbereich der Vahlberger Strecke gelegene Traforaum verlegt und der alte Standort verfüllt werden.

Ebenso ist eine Verfüllung oder Teilverfüllung des Standorts der Baustoffanlage 50BA mit Sorelbeton geplant.


Nach Abschluss der im Rahmen der Vorsorgemaßnahmen mit dieser BA geplanten Betonagen sollte sukzessive die Verfüllung des Standorts der 20BA bzw. aller nicht mehr benötigten Grubenräume erfolgen, um den restlichen zur längerfristigen Offenhaltung angedachten Infrastrukturräum auf der 700-m-Sohle zu stabilisieren.

Die im Bereich der Richtstrecke nach Osten im Firstniveau registrierten Verformungsraten sind vergleichsweise hoch und werden zu Schädigungen der Konturbereiche führen. Dies ist weiterhin zu beobachten, bedarfsweise ist das Monitoring anzupassen und bei fortschreitender Entfestigung sind bzw. werden geeignete Sanierungsmaßnahmen geplant.

Nach Beendigung der Erkundungsmaßnahmen in Richtung Remlingen 15 bzw. nach der Erstellung von Abdichtungsbauwerken im Gesenk östlich Kaliabbau 12-Ost und dem zugehörigen Querschlag sowie im Querschlag zum Blindschacht 3, wird ein Rückzug aus dem intensiv geschädigten östlichen Abschnitt der Vahlberger Strecke bis zur Verbindungsstrecke angeraten.

4.6 Füllort Schacht 2 auf der 750-m-Sohle

Das bereits 1908 aufgefahrene Füllort Schacht 2 auf der 750-m-Sohle erstreckt sich bei mittleren Firsthöhen zwischen 3 und 5 m über eine Fläche von etwa 750 m² im Bereich von Speisesalz (Na₂S) und Polyhalitbänkchensalz (Na₂P) – Wechsellagerungen der Staßfurtfolge. Innerhalb des unmittelbaren Füllortbereichs (etwa 22 m Durchmesser mit Schacht 2 im Zentrum) befinden sich drei kleinere Pfeiler im Norden, Südwesten und Südosten. Der südwestliche Pfeiler ist mit bewehrtem Spritzbeton gesichert

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 <small>ASSE GMBH</small> <small>Verantwortlich handeln</small>
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung							Blatt: 124

und der südöstliche nach der Salzgewinnung aus Bullflexsäulen aufgebaut worden, eine nördliche Umfahrung des Nordpfeilers wurde mit losem Salz versetzt.

Der hohe Gebirgsdruck im Bereich der 750-m-Sohle führt in Verbindung mit der langen Standzeit und dem hohen Durchbaungsgrad zur Ausbildung erheblicher Schädigungen im Füllortbereich [47]. Die Pfeiler sind weitgehend entfestigt und weisen auch im Bereich der Sicherungen durch Spritzbeton bzw. Bullflexsäulen keine relevante gebirgsmechanische Stützwirkung mehr auf. So ist sowohl in den Pfeilern, als auch im östlichen Übergang zur nördlichen Richtstrecke nach Osten eine Rissbildung erfolgt.

Um die Gebrauchstauglichkeit des Füllortes bis zum planmäßigen Abwurf überprüfen und gewährleisten zu können, wird ein Monitoringprogramm [68] durchgeführt, welches die Überwachung von Firstkontrollbohrungen, Gipsmarken, Rissmessstellen und Konvergenzmessstrecken sowie ein Firstnivellement beinhaltet. Ergänzend wird seit 2013 der Bereich des Schachts 2 von der Füllortbühne auf der 750-m-Sohle bis zur Buchtholzbühne in das Monitoring einbezogen. Hier wurde im Vorfeld eine zu geringe Einbindung der Träger der Füllortbühne in das anstehende Salz sowie eine Schädigung des unterlagernden Betonausbaus im Schacht konstatiert. Darüber hinaus wird seit 04/2015 das Füllort Schacht 4 auf der 750-m-Sohle in das Monitoring mit einbezogen (aufgefahren Mitte der 1970er Jahre), welches sich unmittelbar an den bislang betrachteten Bereich anschließt und in dem umfangreiche Schädigungen ausgebildet sind.

Auf Grundlage der Monitoringergebnisse wurden bereits diverse Verfüll- bzw. Stabilisierungsmaßnahmen initiiert. So erfolgten 2013 die Verfüllung einer Nische im östlichen Füllortbereich sowie die Erstellung von östlich und westlich an die nördliche Pfeilerumfahrung anschließender Stützbauwerke aus Sorelbeton.




(a) Nachgeschnittener südöstlicher Füllortstoß mit Unterschneidung durch ehemaligen Luttenkanal



(b) Bis zum Übergangsbereich zur Firste nachgeschnittener Südoststoß am Übergang zur nördlichen Richtstrecke nach Osten

Abbildung 4.35: Konturnachschnitt im Bereich des südöstlichen Füllortstoßes

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung							Blatt: 125



(a) Sanierter südöstlicher Stoß mit Stützmauer-
elementen aus Sorelbeton innerhalb des Luttenkanals



(b) Einschalung eines kleinen Sorelbetonsockels
westlich des verfüllten Hauptquerschlags nach
Norden

Abbildung 4.36: Betonagearbeiten im Füllortbereich

In 2014 erfolgte die umfassende Teilverfüllung des westlichen Füllorts mit Sorelbeton, einschließlich des Bereichs zwischen den südöstlichen und südwestlichen Pfeilern unmittelbar am Schacht 2. Anschließend wurde 2015 der vom Füllort Schacht 2 abgehende Hauptquerschlag nach Norden mit Sorelbeton verfüllt.

Im August 2016 erfolgte ein Nachschnitt des geschädigten südöstlichen Stoßes, von der Einmündung zum Hauptquerschlag nach Süden bis zur Einmündung in die nördliche Richtstrecke nach Osten (Abbildung 4.35). In diesem Zuge wurden die dort ausgebildeten Vertikalrisse weitestgehend entfernt, wobei die installierten Gipsmarken entfallen sind. Der durch einen ehemaligen Luttenkanal unter-schnittene Bereich wurde nachgefräst und mit einer eingepassten Sorelbetonstützmauer stabilisiert (Abbildung 4.36a). Als Stellfläche zur Aufnahme diverser Gerätschaften wurde im Oktober 2016 am Nordstoß des Pfeilers ein flacher Sockel aus Sorelbeton erstellt (Abbildung 4.36b).




(a) Aus Bullflexelementen aufgebaute südöstlicher
Pfeiler mit Messstelle MS9 in mit Spritzbeton sa-
nierter Pfeilerecke



(b) Einhäuptige Schalung an der Sorelbetonstützma-
uer vor dem Bereich der Bullflexsäulen am südöst-
lichen Pfeiler

Abbildung 4.37: Stabilisierungsmaßnahmen am südöstlichen Pfeiler im Bereich der Bullflexsäulen

Im November 2016 erfolgte eine Stabilisierungsmaßnahme am entfestigten südöstlichen Pfeiler. Dort wurde im Bereich zwischen dem Stützbauwerk der westlichen Teilverfüllung und der mit bewehr-

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	

Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen
 Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung

Blatt: 126

tem Spritzbeton ertüchtigten südöstlichen Pfeilerecke eine firstbündige Sorelbetonstützmauer erstellt, welche die Bullflexsäulen vollständig abschließt (Abbildung 4.37).

Im Bereich des nordöstlichen Stoßes am südwestlichen Pfeiler ist das vorgesetzte Sorelbetonmauerwerk, welches u. a. zur Aufnahme der Schalttafel für die Schachtsteuerung dient, intensiv geschädigt und von überwiegend vertikalen Rissen durchzogen (Abbildung 4.38b). Auch der Stoß des nördlichen Pfeilers zeigt sich im Bereich des Schachts als deutlich entfestigt (Abbildung 4.38a).



(a) Südöstlicher Pfeiler mit firstbündig erstellter Sorelbetonstützmauer am Südoststoß und entfestigtem Nordoststoß. Der Füllort-Nordstoß am Schacht ist ebenfalls entfestigt



(b) Geschädigtes Sorelbetonmauerwerk mit Rissen am nordöstlichen Pfeilerstoß

Abbildung 4.38: Füllort mit geschädigtem südöstlichen Pfeiler und entfestigtem Nordoststoß


Am Füllort von Schacht 4/750 sind von August 2015 bis Februar 2016 sukzessive umfangreiche Stützbauwerke am West- und Oststoß erstellt worden, welche in die nördliche Richtstrecke nach Westen einbinden (Abbildung 4.39 auf Blatt 130).

Messergebnisse

Firstkontrollen mittels Bohrlochkamera

Zur Bewertung der Firstsicherheit werden aktuell die Firstkontrollbohrungen FKBrG. 750-1 und FKBrG. 750-4 und FKBrG. 750-14 in Richtung der östlichen und westlichen Richtstrecken betrachtet, weitere vormals inspizierte Bohrungen wurden im Rahmen der 2013 bzw. 2014 durchgeführten Verfüllmaßnahmen abgeworfen.

Die FKBrG. 750-01 und FKBrG. 750-04 im östlichen Füllortbereich wurden am 26.01.2017 inspiziert. Es wurden beanspruchte Konturen und Spuren des Bohrvorgangs, aber keine offenen Risse festgestellt (s. Anhang 13.2, Bild 31 auf Blatt 406). In Veränderung zum letzten Berichtsstand deuten sich in FKBrG. 750-04 ab etwa 1,4 m Bohrlochteufe dunkle Verfärbungen und geringfügige Salzausblühungen als Hinweis auf Feuchtigkeit an (s. Anhang 13.2, Bild 32 auf Blatt 406), ab etwa 6,0 m sind kleine Kalieinsprenglinge erkennbar. Bei der Befahrung vom 27.06.2016 zeigte sich in diesem Bereich die Ausbildung einer länglichen Salzausblühung bei etwa 6,3 m Bohrlochteufe (s. Anhang 13.2, Bild 33 auf Blatt 406).

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 <small>ASSE</small> <small>GM&H</small> <small>Verantwortlich handelt.</small>
NNA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung							Blatt: 127

Die FKBrG. 750-14 zeigt sich bei der Inspektion am 26.01.2017 unverändert zum Stand des letzten Jahresberichts. Es gibt keine offenen Risse, die Konturausbrüche bei ca. 2,1 m und zwischen 3,6 bis 3,8 m sind auf den Bohrvorgang zurückzuführen. Zwischen 3,8 m und 5,0 m Bohrlochteufe findet sich eine Kalieinschaltung, in diesem Bereich ist die Bohrung leicht feucht und es deuten sich beginnende Salzausblühungen an (s. Anhang 13.2, Bilder 34 bis 36, auf Blatt 406).

Beobachtung der Gipsmarken und Rissmessstellen

Die zur Beobachtung der Schädigungsentwicklung im Füllortbereich genutzten Gipsmarken sind in Anhang 13.1, Bild 30 auf Blatt 405 dargestellt. Seit Oktober 2014 sind im Rahmen der westlichen Teilverfüllung des Füllorts Schacht 2 die Gipsmarken GM7/750 und GM8/750 weggefallen, beim Nachschnitt des südöstlichen Stoßes im August 2016 wurden die noch verbliebenen Gipsmarken im Füllortbereich entfernt.

Für die Gipsmarken GM4/750 bis GM6/750 und GM28/750 ergeben sich bei der letzten Messung am 30.06.2016 keine relevanten Veränderungen zur Messung vom 19.01.2016 (letzte Messung Jahresbericht 2015).


Ergänzend zu den Gipsmarken wird bei Schacht 2 seit dem 10.08.2010 der Abstand von beidseitig an Rissen angebrachten Messpunkten aufgezeichnet (s. Anhang 13.3, Bild 37 auf Blatt 407). Inzwischen sind die Messpunkte im Bereich des südwestlichen Pfeilers (MS2, MS3, MS6 und MS7) durch die westliche Teilverfüllung des Füllortes Schacht 2 entfallen. Der Messpunkt MS1 wurde nach einer Stabilisierungsmaßnahme des südöstlichen Pfeilers aufgegeben und sukzessive durch die Messpunkte MS5, MS8 und MS9 ersetzt. Die am 03.09.2013 an einer armierten Betonwand eingerichtete Messstelle MS4, an der nordwestlichen Seite des südöstlichen Pfeilers, wird weiterhin gemessen.

Eine an den Messstellen MS1 bis MS3 beobachtete Abhängigkeit der Öffnungsweitenentwicklung von einem Jahresgang kann an den am südöstlichen Pfeiler verbliebenen Messstellen MS4, MS5, MS8 und MS9 nicht erkannt werden. An der Messstelle MS9 wird seit dem 30.06.2016 ein Riss in der Spritzbetonstabilisierung am südöstlichen Pfeiler überwacht. Bis zum 01.11.2016 stieg die Öffnungsweite auf ca. 4,1 mm über den Ausgangswert, danach sank die Öffnungsweite und stagnierte bis zum 14.02.2016 zwischen 3,3 bis 3,6 mm. An den geringfügig um den Ausgangswert schwankenden Messstellen MS5 und MS8 wird weiterhin keine eindeutige Entwicklung der Rissöffnungsweite festgestellt. An MS4 hat sich die bereits zuvor beobachtete Zunahme der Öffnungsweite im Zeitraum vom 19.01.2016 bis zum 31.01.2017 um 0,8 mm fortgesetzt, dabei vergrößerte sich die Öffnungsweite von 1,3 mm auf 2,1 mm. Bis zum 14.02.2017 verringerte sich die Öffnungsweite leicht auf ca. 2,0 mm über dem Ausgangswert.

Im November 2014 wurden die Messstelle R-750-09.1 + -09.2 an zwei Vertikalrissen am Stoß des Übergangs Hauptquerschlag nach Süden / Wendelstrecke Richtung 725-m-Sohle in das Monitoring aufgenommen. Dort ist Ende Februar 2016 das Fissurometer 049F eingerichtet worden. Im Zeitraum vom 29.02.2016 bis 27.02.2017 zeigen die Öffnungsweite bzw. Scherung Verschiebungswerte von 1,0 mm bzw. 0,5 mm mit entsprechenden Raten von 1,0 mm/a bzw. 0,5 mm/a. Die Gesamtverschiebungsrates beträgt 1,2 mm/a, der Höhenversatz ist zu vernachlässigen (s. Anhang 13.4 auf Blatt 410).

Darüber hinaus wurde am Stoß, gegenüber der verfüllten Nische im östlichen Füllortabschnitt an mehreren parallel verlaufenden Vertikalrissen die Messstelle R-750-10 eingerichtet und im Februar 2016 durch Fissurometer 047F ersetzt. Dort steigt nach anfänglicher Stagnation die Öffnungsweite im Zeitraum vom 05.04.2016 bis 27.02.2017 von etwa dem Ausgangswert um 1,0 mm an - bei einer Rate von 1,1 mm/a, welche der Gesamtverschiebung entspricht (s. Anhang 13.4 auf Blatt 408).

Ab Ende Oktober wurde im Übergang zur nördlichen Richtstrecke nach Westen, östlich von Füllort Schacht 4/750, das Fissurometer 048F an einem Riss in der Firne instrumentiert. Im Zeitraum vom

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung							Blatt: 128

27.10.2016 bis 27.02.2017 ist der Verschiebungsbetrag der Scherung vom Ausgangswert auf 0,3 mm gestiegen, bei einer Rate von 1,0 mm/a - dies entspricht etwa der Gesamtverschiebung (s. Anhang 13.4 auf Blatt 409).

Firstnivellement

Um erhöhte Firstsenkungen im stark durchbauten Bereich des Füllortes Schacht 2 auf der 750-m-Sohle feststellen zu können, werden Absenkungsraten von 12 Firstpunkten (FN 02/750 bis FN 13/750) im Füllortbereich gegenüber einem in der nördlichen Richtstrecke nach Westen gewählten Bezugspunkt (Polygonpunkt PP750093) erfasst. Um Unterschiede in den Firstsenkungen darstellen zu können, werden die Nivellementpunkte einem in der Firste vermarkten Bezugspunkt außerhalb des Füllortbereiches (hier FN 01/750) gegenübergestellt und bewertet. Ergänzend wurde ein Polygonpunkt in der Sohle unterhalb FN 01/750 eingemessen (s. Anhang 13.1, Bild 29 auf Blatt 405). Die Erfassung der Höhenänderungen erfolgt in Millimetern; die Messgenauigkeit liegt bei 0,3 mm.


Bedingt durch die 2014 im Bereich des Füllorts durchgeführten Verfüllmaßnahmen sind die westlichen Nivellementpunkte FN 02/750 bis FN 04/750 und FN 13/750 sowie der südlich gelegene Messpunkt FN 05/750 entfallen.

Die Messungen am 27.01.2017 belegen mit Senkungsbeträgen von 42 bis 55 mm eine Fortsetzung der bisherigen Firstabsenkung, wobei die Raten von 9,4 mm/a bis 12,3 mm/a geringfügig unterhalb des Vorjahresniveaus liegen. Die Absenkung im östlichen Füllortbereich liegt zuletzt gleichauf mit den Werten des außerhalb gelegenen Vergleichspunkts bzw. an FN 11/750 etwas darunter. Auch die im Januar 2017 registrierten Verformungsraten von etwa 1,7 bis 3,5 %/a liegen geringfügig unterhalb der Werte von Januar 2016 (1,8 bis 3,7 %/a).

Horizontale Konvergenzmessstrecken

Im westlichen, stärker gebirgsmechanisch beanspruchten Bereich, wurde die horizontale Verformung seit August 2012 anhand der Konvergenzmessstrecke K026H und im östlichen Teil ab April 2013 anhand der Konvergenzmessstrecke K027H gemessen. Beide Messstrecken wurden 2013 bzw. 2015 abgeworfen. Mitte November 2015 wurden in den verbliebenen Umfahrungen des Füllortes Schacht 2 jeweils horizontale Konvergenzmessstrecken in der Nähe der Wettertore eingerichtet. Die Konvergenzmessstrecke K042 ist westlich des Wettertors zur nördlichen Richtstrecke nach Osten, Konvergenzmessstrecke K043 ist nordöstlich des Wettertors zum Hauptquerschlag nach Süden und Messstrecke K044 ist nordöstlich des Wettertors in der westlichen Füllortumfahrung gelegen (s. Anhang 13.1, Bild 30 auf Blatt 405). Als typische Messgenauigkeit für die Erfassung der Konvergenz horizontaler Messstrecken ist von 1 mm auszugehen.

Die Konvergenzraten zur Vormessung betragen für K042H im Zeitraum Juni 2016 bis Oktober 2016 13,9 mm/a (Verformungsrate 2,1 %/a), sinken im Zeitraum Oktober 2016 bis Januar 2017 auf 5,7 mm/a (Verformungsrate 0,9 %/a) ab [14]. Für Konvergenzmessstrecke K043H betragen die Konvergenzraten zur Vormessung im Zeitraum Juni 2016 bis Oktober 2016 16,5 mm/a (Verformungsrate 2,5 %/a) und sinken im Zeitraum Oktober 2016 bis Januar 2017 auf 8,4 mm/a (Verformungsrate 1,3 %/a) ab [14]. Eine ähnliche Entwicklung zeigt sich an Messtelle K044H. Die Konvergenzraten zur Vormessung betragen dort im Zeitraum Juni 2016 bis Oktober 2016 20,0 mm/a bzw. 2,8 %/a und sinken im Zeitraum Oktober 2016 bis Januar 2017 auf 10,7 mm/a bzw. 1,5 %/a ab [14].

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung							Blatt: 129

Visuelle Kontrolle Füllort Schacht 2 und am Schacht

Als zuletzt durchgeführte Stabilisierungsmaßnahmen im Bereich des Schachts 2 erfolgten im Oktober 2016 die Sanierung des südöstlichen Füllortstoßes mit Verfüllung eines ehemaligen Luttenkanals sowie im November 2016 die Erstellung eines Stützbauwerks am südöstlichen Pfeiler im Bereich der Bullflexsäulen. Durch Abschluss dieser Verfüllmaßnahmen sind inzwischen ungefähr 44 % der ursprünglich offenen Fläche bzw. 39 % des Grubenraums im Füllort Schacht 2 auf der 750-m-Sohle stabilisiert worden.

Nach Abschluss der Sanierung des südöstlichen Füllortstoßes sind die dort vorhandenen Risse weitestgehend entfernt worden, der Bereich der deutlich entfestigten Bullflexsäulen wird durch das vorgesetzte Sorelbetonbauwerk vollständig abgedeckt. Größere Rissstrukturen bzw. Entfestigungen an den Füllortpfeilern zeigen sich weiterhin am Stoß des nördlichen Pfeilers und am südöstlichen Pfeiler im Umfeld des Sorelbetonmauerwerks zur Aufnahme der elektrischen Einrichtungen. Hier zeigt sich augenscheinlich bzw. durch den Verlauf der Messwerte von Messstelle MS4 eine fortschreitende Entfestigung durch die vorliegende intensive gebirgsmechanische Beanspruchung. Vorhandene größere Rissstrukturen im Randbereich des Füllorts Schacht 2/750 werden durch die Fissurometer 047F bis 049F überwacht.


Die Schädigungen des ergänzend in das Monitoringprogramm aufgenommenen Bereichs am Schacht 2, von der Bühne Füllort 750-m-Sohle bis zur Buchtholzbühne, setzen sich augenscheinlich nur sehr geringfügig fort.

Visuelle Kontrolle Füllort Schacht 4

Unmittelbar nordwestlich des bislang betrachteten Monitoringbereichs um Schacht 2 schließt sich das Füllort Schacht 4 auf der 750-m-Sohle an. In dem, in einem stark durchbauten Bereich, direkt westlich der neuen Umfahrung des Schachts 2 gelegenen Füllort, waren umfangreiche Schädigungen ausgebildet. Diese erforderten die Umsetzung von Sicherungs- bzw. Stabilisierungsmaßnahmen.

Das Füllort wurde im Zuge der Erstellung des Schachts 4 Mitte der 1970er Jahre aufgefahren. Eine ehemalige westliche Umfahrung sowie der östlich anschließende Teil des Füllorts sind bereits seit längerem mit Salzversatz verfüllt und abgemauert. Des Weiteren wurde ein südwestlich gelegener ehemaliger Zugang zur Wendelstrecke (Bereich von der 725-m zur 750-m-Sohle) verfüllt und zum Füllort hin mit Stahlblech verschlossen. Die von der nördlichen Richtstrecke nach Westen ausgehende Zugangsstrecke zum Füllort Schacht 4 ist mit zwei Wettertoren versehen. Die Firste und Stöße des Füllorts bzw. der Zugangsstrecke weisen teilweise deutliche Abschaltungen bzw. Risse auf und sind durch eine ältere Systemankerung mit Maschendrahtverzug sowie partiell mit Spritzbeton gesichert. Auch das Mauerwerk sowie die vorgesetzten Stahlträger zeigten intensive Schädigungen.

Zur Stabilisierung der intensiv geschädigten Stöße bzw. des Mauerwerks und zum Unterfangen des großflächigen Überhangs zum Schacht hin, wurden von November 2015 bis Januar 2016 jeweils östlich und westlich im Füllort Schacht 4 Stützbauwerke aus Sorelbeton erstellt, welche bis an die nördliche Richtstrecke nach Westen einbinden. Dort wurden die zwei neuen Wetterschleusen bis Mitte 2016 eingerichtet (Abbildung 4.39).

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 <small>ASSE GMBH – Verantwortlich handeln</small>
NNA	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	

Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung	Blatt: 130
---	------------



(a) Neues Wettertor und mit Sorelbeton stabilisierte Stöße unmittelbar an der Einbindung zur nördlichen Richtstrecke nach Westen



(b) Neue Wettertore in der mit Sorelbetonmauern stabilisierten Zugangsstrecke zum Füllort Schacht 4/750

Abbildung 4.39: Sanierungsmaßnahmen im Bereich der Zugangsstrecke zum Füllort Schacht 4/750

Im Bereich der nördlichen Richtstrecke nach Westen zwischen Füllort Schacht 4 und der neuen westlichen Umfahrung von Schacht 2 zeigen sich diverse Risse und Abschalungen an Firste und Stößen, begünstigt durch einen kleinräumigen Wechsel der geologischen Schichten. Hier wurde im Oktober 2016 das Fissurometer 048F an einem Firstriss installiert.


Bewertung der Ergebnisse / Fazit

Der durch das Monitoringprogramm überwachte Bereich des Füllorts Schacht 2 auf der 750-m-Sohle wurde durch Verfüllmaßnahmen und Nachschneidearbeiten an den Konturen umfangreich stabilisiert. Dennoch setzt sich die Schädigung an den Firsten und Stößen mit geringer Geschwindigkeit fort, insbesondere am nördlichen und südwestlichen Pfeiler sowie in den Übergangsbereichen zu den angeschlossenen Strecken.

Die Entwicklung der Rissmessstelle MS4 am südöstlichen Pfeiler lässt weiterhin eine Ablösung der dortigen Betonwand besorgen, hier sind aktuell Sanierungsmaßnahmen vorgesehen. Die seit November 2016 rückläufige bzw. stagnierende Entwicklung der Rissöffnungsweite an Messstelle MS9 wird auf die Erstellung des Stützbauwerks im Bereich der Bullflexsäulen zurückgeführt. Auch die Stagnation der Rissöffnungsweitenentwicklung an den Gipsmarken bis zur letztmöglichen Messung Mitte 2016 gibt Hinweis auf eine Stabilisierung durch die bislang durchgeführten Verfüllmaßnahmen. Die an den drei Fissurometern erfassten Verschiebungsbewegungen belegen eine fortgesetzte Entfestigung, jedoch auf relativ niedrigem Niveau.

Bei der Auswertung der drei Konvergenzmesstrecken zeigt sich eine deutliche Schwankung der Messwerte im Jahresverlauf. Die im Januar 2017 ermittelten Verformungsraten liegen unterhalb der für 2016 erhobenen Mittelwerte.

Die im Vergleich zum Nivellementpunkt außerhalb des Füllorts zunehmend erhöhte Absenkung der Firsnivellementpunkte innerhalb des Füllorts hat sich an dem im südwestlichen Füllort verbliebenen Nivellementpunkt FN06/750 fortgesetzt, ist jedoch im östlichen Füllort nicht mehr erkennbar. Dort liegt die Absenkung auf gleichem Niveau bzw. unterhalb des Vergleichspunkts außerhalb des Füllorts, was auf die bislang erfolgte Umsetzung der mit dem BfS abgestimmten Verfüll- und Sanierungsmaßnahmen [69] zurückgeführt werden kann.

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	
NNA	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung							Blatt: 131

Im Bereich des nördlichen Pfeilers und des Ausbaus von Schacht 2 unterhalb der 750-m-Arbeitsbühne ist zuletzt augenscheinlich nur ein geringfügiges Fortschreiten der Beanspruchung im Bereich des Füllorts Schacht 2 auf der 750-m-Sohle zu erkennen.

Um einer fortgesetzten Entfestigung im Füllortbereich und im Schachtausbau relevant entgegenzuwirken, sind daher weitere Stabilisierungsmaßnahmen erforderlich. So ist aktuell eine weitere Stabilisierung des südöstlichen Pfeilers vorgesehen, dabei soll der entfestigte Bereich mit der angebrachten Schaltafel (bei Messpunkt MS4) ertüchtigt werden. Weiterhin ist zu prüfen, inwieweit der geschädigte Stoß des Nordpfeilers am Füllort stabilisiert werden kann, ohne die Konstruktion der Sohlenbühne auf der 750-m-Sohle zu beeinträchtigen. Zum Erhalt der Sicherheit im Schacht 2 von der Füllortbühne auf der 750-m-Sohle bis zur Buchtholzbühne sollte die Umsetzung der dort geplanten Sanierungsmaßnahmen vorangetrieben werden.

Aufgrund der längeren Standzeit des östlichen Abschnitts bis zum planmäßigen Abwerfen des Füllorts, ist dort neben einer regelmäßigen Kontrolle der Firste und Stöße die Einrichtung einer Systemankerung mit Maschendraht im Bereich der Firste - zunächst zwischen Schacht 2 und Hauptquerschlag nach Norden - vorzusehen.


Im erweiterten Monitoringbereich am umfassend stabilisierten Füllort Schacht 4 auf der 750-m-Sohle ist die Entwicklung der bereits vorhandenen Entfestigung, insbesondere in der Firste des Füllorts und im Bereich der nördlichen Richtstrecke nach Westen, weiterhin zu beobachten.

4.7 Nördliche und 2. nördliche Richtstrecke nach Osten auf der 750-m-Sohle

Der Monitoringbereich der nördlichen und 2. nördlichen Richtstrecke nach Osten auf der 750-m-Sohle liegt zwischen dem Carnallititbaufeld im Norden und dem südlich anschließenden, gebirgsmechanisch stark beanspruchten Na2-Baufeld im Sattelkern. Es stehen vorwiegend die Schichten von Speisesalz (Na2S) und Polyhalitbänkchensalz (Na2P) der Staßfurtfolge an. Die Grenzflächen von Na2S und Na2P verlaufen etwa WNW–ESE und queren die NW-SE verlaufenden Richtstrecken. Im Zugangsbereich von Abbau 6/Ost des Kalibaufeldes wird in der 2. nördlichen Richtstrecke kieseritisches Übergangssalz (Na2K) angetroffen.

Die nördliche Richtstrecke nach Osten auf der 750-m-Sohle wurde etwa 1920 aufgefahren, die nördliche Aufweitung im westlichen Streckenabschnitt, mit einhergehender Einrichtung einer Kfz-Werkstatt, erfolgte in zwei Phasen Mitte der siebziger und Mitte der achtziger Jahre des letzten Jahrhunderts. Bis Anfang Oktober 2012 sowie vom zweiten Quartal 2013 bis November 2013 wurde die Aufweitung als temporärer Standort der Misch- und Pumpanlage 30BA genutzt und ist seit Sommer 2014 Pausenplatz. Im Umfeld der Streckenaufweitung befinden sich isolierte kleinere Pfeiler, welche nur noch eine eingeschränkte Tragfähigkeit aufweisen. Südlich liegen zwei Zugänge zum versetzten Abbau 4a/750 (Na2), ein Zugang zu Abbau 5a/750 (Na2) sowie ein verfülltes ehemaliges Holzlager. Nördlich dazu verläuft die 2. nördliche Richtstrecke nach Osten, im Liegenden beider nördlichen Richtstrecken befinden sich verfüllte Bereiche der 775-m-Sohle, im Westen erstreckt sich im Hangenden die verfüllte A-Sohle des Carnallititbaufeldes. Sukzessive erfolgten seit Anfang 2013 in der nördlichen Richtstrecke nach Osten die unten aufgeführten Stabilisierungsmaßnahmen (s. Anhang 14.7 auf Blatt 419).

Der betrachtete Abschnitt der etwa 1910–1915 aufgefahrenen und im August 2015 mit Sorelbeton verfüllten 2. nördlichen Richtstrecke nach Osten beginnt im Westen auf Höhe eines 2013 mit einer Stützungsmauer versehenen Kleinpfeilers und geht bis zu dem zur nördlichen Richtstrecke abgehenden Querschlag. Im östlichen Streckenverlauf folgen der nach Norden abgehende Durchhieb zu Kaliabbau 4/Ost, der verfüllte ehemalige Blindschacht 4 sowie ein verfüllter ehemaliger Vorratsbunker. Im weiteren Verlauf münden die Zugänge zu den Kaliabbauen 5/Ost und 6/Ost sowie eine zu

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 <small>ASSE</small> <small>GM&H</small> <small>Verantwortlich handeln</small>
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	

Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung	Blatt: 132
---	------------

Kaliabbau 5/Ost (C-Sohle im Niveau der 725-m-Sohle) verlaufende Wetterbohrung in die Richtstrecke. Im zur nördlichen Richtstrecke abgehenden Querschlag befindet sich in der Firste ein Gesenk zur 725-m-Sohle, welches mit einem Gleitbogenausbau unterbaut war. Gleitbogen und Unterzug des Gesenks wurden vor der Verfüllung des nördlichen Querschlagabschnitts rückgebaut.

Insgesamt ist die Situation in diesem infrastrukturell stark genutzten Monitoringbereich durch einen hohen Durchbauungsgrad bei einem zu Beginn des Monitorings geringen Anteil an tragfähigen Gebirgsbereichen im Umfeld und einer langen offenen Standzeit geprägt. So lag 2012 das Verhältnis von Hohlraum zu Tragelementen für den Bereich der Aufweitung in der nördlichen Richtstrecke nach Osten noch bei ca. 70:30. Infolge der seitdem durchgeführten Verfüllmaßnahmen hat sich dort der absolute Anteil an festem Material signifikant erhöht (ca. 20:80).

Bedingt durch die lange offene Standzeit und den hohen Durchbauungsgrad unterliegt der Monitoringbereich, insbesondere im Bereich der Streckenaufweitung mit dem Pausenplatz, diversen Entfestigungs- und Bruchprozessen. So ist in den Firsten ein System von Rissen mit teils großer Öffnungsweite ausgebildet, die überwiegend NW-SE streichen und steil einfallen (Abbildung 4.43a). Auch die Stöße zeigen im Süden und im Norden Auflockerungserscheinungen (Abschalungen, Risse) unterschiedlicher Intensität. In den Pfeilern sind teils starke vertikale Stauchungsrisse ausgebildet. Der östlich des Querschlags zwischen den beiden Richtstrecken gelegene Teil der nördlichen Richtstrecke nach Osten, liegt zwar außerhalb des bislang betrachteten Monitoringbereichs, weist aber eine intensive und augenscheinlich zunehmende Entfestigung der Stöße auf.

Durch die unten aufgeführten Sanierungsmaßnahmen wurden im westlichen Teil der nördlichen Richtstrecke nach Osten die in der Firste und an den Stößen ausgebildeten Risse nahezu vollständig unterfangen bzw. stabilisiert.




(a) Streckenaufweitung westl. des Pausenplatzes mit großer offener Spannweite und bereits bestehenden Stützbauwerken am südl. und nordwestl. Stoß



(b) Errichtung eines Stützbauwerks vor dem ehem. Holzlager und Vorbereitung der Schalungsmauer vor dem westl. Zugang zu Abbau 4a(Na2)

Abbildung 4.40: Fortsetzen der Stabilisierungsmaßnahmen in der nördlichen Richtstrecke nach Osten

Bereits 2013 erfolgte als kurzfristige Sicherungsmaßnahme eine Bandagierung des westlichen Pfeilers zwischen der nördlichen und 2. nördlichen Richtstrecke nach Osten sowie die Errichtung eines Stützbauwerkes im Durchhieb zwischen den beiden Richtstrecken nach Osten (Abbildung 4.40a) - weitere Stabilisierungsmaßnahmen wurden empfohlen (Anhang 14.7 auf Blatt 419). Hierzu gehört die Erstellung eines Stützbauwerkes am Südstoß zwischen den Zugängen zu Abbau 4a (Na2) und Abbau 5a (Na2) in 2014, nachdem dort ein mehrfacher Abriss von Ankerplatten registriert wurde.

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	

Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen
 Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung

Blatt: 133



(a) Abschalen des Stützbauwerks am Südstoß im Bereich des Zugangs zu Abbau 5a(Na2)



(b) Stabilisierung des entfestigten westlichen Kleinpfeilers durch ein Stützbauwerk aus Sorelbeton

Abbildung 4.41: Nachfolgende Stabilisierungsmaßnahmen am Zugang Abbau 5a(Na2) sowie am westlichen Kleinpfeiler

Im Anschluss wurden 2015 der Westteil der 2. nördlichen Richtstrecke nach Osten und ein Teil des südlich abgehenden Querschlags mit Sorelbeton verfüllt. Ab Oktober 2016 wurde der Südstoß im Umfeld der Streckenaufweitung der nördlichen Richtstrecke nach Osten nachgeschnitten und das bereits vorhandene Stützbauwerk am Südstoß westlich und östlich verlängert. Hierzu wurde der von Rissen durchzogene Überhang vor dem ehemaligen Holzlager durch ein einhäufig geschaltes Stützbauwerk unterfangen (Abbildung 4.40b). Zeitgleich wurde die östlich anschließende entfestigte Zugangsstrecke zu Abbau 4a (Na2) durch eine Schalungsmauer verschlossen und mit Sorelbeton verfüllt, zuvor wurde dort ein Gleitbogensausbau entfernt. Parallel dazu ist weiter östlich auch der Zugang zu Abbau 5a (Na2) abgemauert und mit Sorelbeton verfüllt worden (Abbildung 4.41a).

Die Stabilisierung im Norden der Streckenaufweitung erfolgte zunächst durch die vollständige Ertüchtigung des westlichen Kleinpfeilers mit einer firstbündig erstellten Stützmauer (Abbildung 4.41b). Danach wurde die nordwestlich anschließende Hälfte der Streckenaufweitung mit einer Schalungsmauer unterfangen und mit Sorelbeton verfüllt (Abbildung 4.42a).




(a) Erstellung der Schalungsmauer für das Stützbauwerk im Bereich der nordwestlichen Streckenaufweitung mit Anschluss an den stabilisierten Pfeiler



(b) Verfüllter Zugang zu Abbau 5a(Na2) mit fertiggestelltem Stützbauwerk südlich des Pausenplatzes

Abbildung 4.42: Stabilisierungsmaßnahmen in der nordwestlichen Streckenaufweitung und am Zugang Abbau 5a(Na2)

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 <small>ASSE</small> <small>GM&H – Verantwortlich handeln</small>
NNA	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	

Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung	Blatt: 134
---	------------

In diesem Zuge wurde das Firsttextensometer FiEx 750-04 vollständig vom Bauwerk unterfangen, die Fissurometer 025F und 036F wurden abgeworfen.



(a) NE-SW streichende Risse im Zugang der Streckenaufweitung zwischen firstbündig stabilisiertem Kleinpfeiler (links) und mit Stützbauwerken stabilisiertem Südstoß



(b) Bis zum Firsttextensometer FIEX750-05 fertiggestelltes Stützbauwerk in der nordwestlichen Streckenaufweitung

Abbildung 4.43: Fertiggestellte Stützbauwerke im westlichen Monitoringbereich

Nach Durchführung der o. g. Betonagearbeiten zeigen sich der komplette Südstoß sowie die westliche Hälfte des Nordstoßes der Streckenaufweitung durch firstbündige Stützbauwerke stabilisiert (Abbildungen 4.42b bis 4.43b).

Ergänzend erfolgte im November 2016 die Verfüllung des östlichen Teils der 2. nördlichen Richtstrecke nach Osten bis zu den Kaliabbauen 9/Ost und 10/Ost. Weiterhin wurde ein Rollloch erkundet und verfüllt, welches von der Firste einer vom Querschlag zwischen den Richtstrecken nach Osten abgehenden verfüllten Strecke an die hangende B-Sohle anschließt.

Messergebnisse


Gipsmarken

In der nördlichen Richtstrecke nach Osten wurden im September 2012 die Gipsmarken GM09–GM15 und im Dezember 2012 die Gipsmarken GM19–GM22 gesetzt. Abgesehen von GM22/750 im Zugangsbereich der Streckenaufweitung sind alle Gipsmarken im Zuge der durchgeführten Verfüllmaßnahmen abgeworfen worden. Die Gipsmarke GM22/750 weist aktuell weiterhin keine Risse auf.

Bis zur letzten Messung Mitte 2016 setzte sich die bereits im Vorjahr angedeutete stagnierende Entwicklung der an den übrigen Gipsmarken registrierten Rissöffnungsweiten fort. In GM12/750 wurde jedoch erstmalig im Juni 2016 die Ausbildung eines Haarrisses aufgezeichnet. Die Messung der Rissöffnungsweite erfolgt ab 0,1 mm.

Fissurometermessungen

Von den ursprünglich drei im Monitoringbereich vorhandenen Fissurometern ist nur das Fissurometer 026F verblieben, welches im westlichen Zugangsbereich am 14.12.2012 installiert wurde um dort vorhandene NE-SW streichende Risse zu überwachen. Die Fissurometer 025F oberhalb des verfüllten Durchhiebs zur 2. nördlichen Richtstrecke und F036 westlich des BST-Pausenplatzes sind im Zuge

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	
NNA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung							Blatt: 135

der Erstellung eines Stützbauwerks im nordwestlichen Teil der Streckenaufweitung im Oktober 2016 entfallen.

Die Zeitreihe der Fissurometermessungen (s. Anhang 14.2, Bild 40 auf Blatt 412) an F026 zeigt bis zum Oktober 2016 einen vom Jahresgang beeinflussten Messwertverlauf. Bislang steigen jedes Jahr die Verschiebungswerte, insbesondere der Öffnungsweite, jeweils in den Wintermonaten deutlich an und sinken im Sommerhalbjahr wieder auf ungefähr den Ausgangswert zurück. Dabei zeigt sich jährlich eine kontinuierliche Zunahme der Öffnungsweitenentwicklung, Mitte März 2016 auf maximal 1,7 mm. Während der Erstellung der Stützbauwerke wird ein kurzzeitiger Rückgang der Rissöffnungsweite registriert. Ab Mitte Dezember steigt die Rissöffnungsweite wieder an, vom 07.10.2016 bis zum 14.02.2017 beträgt die Rate der Rissöffnungsweitenverschiebung 2,8 mm/a. Die Raten der Scher- und Höhenversatzverschiebungen bewegen sich im gleiche Zeitraum mit Werten von 1,3 mm/a bzw. 0,3 mm/a auf einem deutlich niedrigeren Niveau.

Konvergenzmessungen

Im September 2004 wurde in der nördlichen Richtstrecke nach Osten der Konvergenzmessquerschnitt K6 eingerichtet. Der Konvergenzmessquerschnitt K5 in der 2. nördlichen Richtstrecke nach Osten ist 2015 durch die Verfüllung der 2. nördlichen Richtstrecke nach Osten entfallen (s. [14]).

Aufgrund der Zerstörung der vertikalen Messstrecke von Konvergenzmessquerschnitt K6 war hier temporär von 10/2007 bis 12/2012 nur die horizontale Messstrecke aktiv, welche ihrerseits ab 08/2014 abgeworfen wurde. Eine Neuinstrumentierung der vertikalen Messstrecke erfolgte im Januar 2013. Die zuletzt am 04.02.2017 bestimmte vertikale Konvergenzrate beträgt 9,1 mm/a und hat sich im Vergleich zum Vorjahr (31.01.2016 mit 7,7 mm/a) leicht erhöht, wobei die zur Jahresmitte erhobene Rate (29.07.2016 mit 16,6 mm/a) deutlich darüber lag (s. Anhang 14.3, Bild 41 auf Blatt 413).

Die Konvergenz- bzw. Verformungsraten an Konvergenzmessquerschnitt K6 gehen insgesamt konform mit den üblichen Schwankungen der seit 2004 fortlaufend erfassten Konvergenzentwicklung.


Firstkontrollbohrungen

Im August 2012 wurden im Bereich in der nördlichen Richtstrecke nach Osten drei vertikale Firstkontrollbohrungen (FKBrg. 750-05 bis 750-07) erstellt. Zur Überprüfung der Firste im Bereich unterhalb der A-Sohle wurden im November 2013 die vertikale Firstkontrollbohrung FKBrg. 750-31 und die mit 30,7° in Richtung Südosten ansteigende FKBrg. 750-32 gestoßen (s. Anhang 14.1 auf Blatt 411). Darüber hinaus wird die im Jahre 2004 für Spannungssondierungen erstellte Erkundungsbohrungen R7-3 mit der Bohrlochkamera befahren. Bis auf R7-3 und FKBrg. 750-32 (zuletzt befahren am 27.06.2016) wurden alle Firstkontrollbohrungen zuletzt am 19.01.2017 inspiziert.

In den letzten Befahrungen der Firstkontrollbohrungen FKBrg. 750-05, -06 und -07 sowie der Erkundungsbohrung R7-3 zeigen diese Bohrungen beanspruchte Konturen, aber weiterhin keine offenen Risse. Der durchfeuchtete Bereich in der Bohrung R7-3 hat sich im Vergleich zur Vormessung nicht vergrößert.

Die Firstkontrollbohrung FKBrg. 750-31 durchteuft die mit Sorelbeton A 1 verfüllte Strecke auf der A-Sohle im Bereich von 2,4 m bis 4,6 m Bohrlochtiefe und endet bei 5,0 m wieder im anstehenden Salz. In den Bohrlochabschnitten vor und nach dem Übergang wurden Auflockerungen in Form von Rissen mit Öffnungsweiten von 2 bis 8 mm festgestellt (s. Anhang 14.4, Bilder 42 bis 45, auf Blatt 414).

In der Firstkontrollbohrung FKBrg. 750-32 befindet sich der Übergang Steinsalz–Sorelbeton bei 4,5 m und der Übergang Sorelbeton–Steinsalz bei 7,2 m Bohrlochteufe. Im nordwestlichen Bereich sind ab

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung							Blatt: 136

4,1 m Bohrlochteufe bis zum Übergang in den Sorelbeton starke Auflockerungen und Rissbildungen an der Bohrlochkontur erkennbar. Somit besteht kein kraftschlüssiger Übergang vom Steinsalz zum Sorelbeton (s. Anhang 14.4, Bilder 46 bis 47, auf Blatt 415). Der Übergang vom Sorelbeton zum Steinsalz bei 7,2 m Bohrlochteufe erfolgt bündig (s. Anhang 14.4, Bild 48 auf Blatt 415).

Die zwei in die A-Sohle im westlichen Eingangsbereich des Standorts gestoßenen Firstkontrollbohrungen (FKBrg. 750-31 und FKBrg. 750 32) belegen eine geringe Schwebenmächtigkeit von etwa 2,4 m, wobei die Schweben ab einem Konturabstand von etwa 2,0 m diverse Risse und Auflockerungen aufweist. Es zeigen sich keine erkennbaren Veränderungen an den Bohrungen im Vergleich zur Inspektion vom Juni 2016 bzw. April 2015.


Firstextensometer

Zur detaillierteren Überwachung im Bereich der ehemaligen Kfz-Werkstatt wurden von Dezember 2012 bis Januar 2013 sechs Zweifach-Extensometer (Ankerpunkte bei 2,0 m und 4,0 m) in der Firste instrumentiert (Anhang 14.1, Bild 39 auf Blatt 411). An den Kopfpunkten der fünf Extensometer FiEx 750-01 bis FiEx 750-05 wird die Temperatur in einer Bohrlochteufe von 0,4 m erfasst. Bei den Extensometermessungen beträgt die Messunsicherheit 0,1 mm und bei den Temperatursensoren 1 K.

Vor der Instrumentierung erfolgte eine Videoinspektion in allen Bohrungen. In der Bohrung FiEX-Brg. 750-04 zeigten sich an der nordwestlichen Bohrlochkontur aufgelockerte Bereiche in den Bohrlochabschnitten von 2,4 m bis 2,5 m und von 5,3 m bis 5,4 m. Es ist davon auszugehen, dass ein Riss, welcher mit Fissurometer 025F überwacht wurde, durch diese Bohrung angeschnitten wurde. Dieser mit Fissurometer 025F sowie Extensometer FiEx 750-04 überwachte Riss wurde Ende Oktober 2016 vollständig durch ein firstbündiges Stützbauwerk aus Sorelbeton unterfangen, wobei die Messfunktionen von FiEx 750-04 erhalten blieben. In den anderen fünf Bohrungen wurden keine geöffneten Risse oder aufgelockerten Bereiche festgestellt.

An dem über einem firstbündigen Stabilisierungsbauwerk installierten FiEx750-04 folgte einer bis zum 16.09.2015 dauernden Dehnungsphase eine Stagnation der Entwicklung bis zum 22.07.2016 mit einer Gesamtdehnung von zuletzt 1,6 mm am 4-m-Ankerpunkt. Vom 23.07.2016 bis 24.11.2016 zeigt sich eine leichte Dehnung auf insgesamt 2,3 mm bei einer Rate von 2,1 mm/a. Einsetzend mit der Verfüllung des mit einer Schalungsmauer begrenzten Stabilisierungsbauwerks unmittelbar unterhalb FiEx750-04 erfolgte bis zum 08.12.2016 ein sprunghafter Anstieg der Dehnung auf 4,8 mm entsprechend einer Rate von 64 mm/a. Danach sinkt die Gesamtdehnung kontinuierlich auf 4,4 mm am 16.02.2017 ab (Anhang 14.5, Bild 49 auf Blatt 416). Auch am 2-m-Ankerpunkt zeichnet sich die Verfüllung des Bauwerks mit Sorelbeton deutlich ab. Im Verfüllzeitraum steigt die dort erfasste Gesamtdehnung von 0,2 mm auf 1,8 mm um zum 16.02.2017 auf 1,0 mm abzusinken. Besonders signifikant fällt der Temperaturanstieg während der Verfüllmaßnahme aus, die Temperatur steigt von 31 °C am 24.11.2016 auf max. 76 °C am 01.12.2016 an, zum 16.02.2017 ist die Temperatur auf 37 °C gesunken.

Das Firstextensometer FiEx750-03 liegt in unmittelbarer Nähe südlich des Stabilisierungsbauwerks in der Streckenaufweitung. Dort folgt am 4-m-Ankerpunkt einer bis zum 02.09.2015 dauernden Dehnungsphase eine Stagnation der Entwicklung bis zum 28.05.2016 mit einer Gesamtdehnung von zuletzt 4,4 mm (Anhang 14.5, Bild 50 auf Blatt 416). Daran schließt sich bis zum 16.09.2016 eine Dehnungsphase mit einer Gesamtdehnung von 4,8 mm und einer Rate von 1,2 mm/a an. Bis zum 02.12.2016 stagnieren die Werte, um zeitgleich mit den Betonagetätigkeiten bis zum 13.12.2016 sprunghaft auf 5,4 mm Gesamtdehnung bei einer Rate von 22 mm/a anzusteigen. Bis zum 16.02.2017 ist die Dehnung am 4-m-Ankerpunkt stetig auf 5,3 mm abgesunken. An dem 2 -m-Ankerpunkt zeigt sich bislang keine signifikante Entwicklung der aufgezeichneten Dehnungsbewegungen, die Gesamtdehnung liegt hier zum 16.02.2017 mit 0,3 mm unterhalb des Ausgangswerts.

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 <small>ASSE</small> <small>GM&H</small> <small>Verantwortlich handeln</small>
NNA	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung							Blatt: 137

Direkt östlich des Stabilisierungsbauwerks befindet sich das Firstextensometer FiEx750-05, hier wird am 4-m-Ankerpunkt vom 22.09.2015 bis zum 20.07.2016 eine lange Stagnationsphase mit einer Gesamtdehnung von zuletzt 5,2 mm aufgezeichnet (Anhang 14.5, Bild 51 auf Blatt 417). Diese geht in eine geringfügige Dehnungsphase über. Bis zum 05.11.2016 beträgt die Gesamtdehnung 5,5 mm bei einer Rate von 1,1 mm/a und verringert sich zum 01.12.2016 wieder auf 5,4 mm. Bis zum 09.12. 2016, im Zeitraum der Betonagearbeiten, erfolgt ein sprunghafter Anstieg der Gesamtdehnung auf 5,6 mm bei einer Rate von 9,1 mm/a - bis zum 16.02.2017 bleiben die Werte auf diesem Niveau. Für den 2-m-Ankerpunkt lässt sich erstmals vom 28.05.2016 bis zum 01.12.2016 eine leichte Dehnungsphase mit einem Anstieg der Gesamtdehnung von 1,0 mm auf 1,5 mm mit einer Rate von 0,9 mm/a verzeichnen. Synchron zum 4-m-Ankerpunkt steigt auch hier die Dehnungsbewegung bis zum 09.12.2016 deutlich auf insgesamt 1,6 mm mit einer Rate von 6,4 mm/a an und stagniert danach.

An FiEx750-06 zeigte sich vom 17.09.2015 bis zum 06.06.2016 eine Stagnation der am 4-m-Ankerpunkt erfassten Dehnungsbewegungen bei etwa 1,4 mm Gesamtdehnung. Dem folgt bis zum 29.09.2016 ein Anstieg der Gesamtdehnung auf 2,2 mm mit einer Rate von 2,4 mm/a, danach stagnieren die Werte bis zum 16.02.2017. Die letzte Dehnungsphase wird auch am 2-m-Ankerpunkt aufgezeichnet, dort steigt die Gesamtdehnung vom 06.06.2016 bis zum 29.06.2016 von 0,6 mm auf 0,9 mm mit einer Rate von 1,1 mm/a (Anhang 14.5, Bild 52 auf Blatt 417).

Firstnivellement


Das Firstnivellement wird seit Januar 2013 an den gesetzten Firstnivellementpunkten FN 750-14, FN 750-15 und FN 750-17, der Kopfplatte der Firstextensometer FiEx 750-01 bis FiEx 750-06 und an festgelegten Punkten der Fissurometer F025 (FN 750-16) und F026 (FN 750-34) zur Ermittlung erhöhter bzw. ungleichmäßiger Firstsenkungen im stark durchbauten Bereich des ehemaligen Standorts der Misch- und Pumpanlage 30BA durchgeführt (s. Anhang 14.6). Um Unterschiede in den Firstsenkungen erkennen zu können, werden die Nivellementpunkte einem in der Firste vermarkten Bezugspunkt außerhalb des Monitoringbereiches (hier FN 01/750, NW des Füllorts Schacht 2, 750-m-Sohle [3]) gegenübergestellt und bewertet. Die Messungenauigkeit beträgt 0,3 mm. Durch die Betonage des Stabilisierungsbauwerks im nordwestlichen Teil der Streckenaufweitung sind die Nivellementpunkte FiEx750-04 und FN16 seit Oktober 2016 entfallen.

Bis zum 27.01.2017 wurden Gesamtsenkungen in einer Bandbreite von 57 mm (an FiEx 750-06) bis 64 mm (an FiEx 750-01 und FN 750-17) ermittelt. Die zu diesem Zeitpunkt ermittelten durchschnittlichen Absenkungsraten schwanken von minimal 14,5 mm/a an FiEx 750-06 bis maximal 16,2 mm/a an FiEx 750-01 und FN 750-34.

Georadarmessungen

Im Januar 2014 wurden im Monitoringbereich Georadarmessungen an diversen Profilen in der nördlichen Richtstrecke und der 2. nördlichen Richtstrecke nach Osten sowie auf dem verbindenden Querschlag im Osten durchgeführt [5].

In der nördlichen Richtstrecke nach Osten wurden Reflexionsstrukturen erfasst, die der dort verlaufenden A-Sohle zugeordnet werden. Weitere sichtbare Reflexionsstrukturen erwiesen sich als lokal bzw. lateral nicht lang aushaltend und stellen keine akute Gefährdung dar.

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung							Blatt: 138

Bewertung der Ergebnisse

Die Entfestigungserscheinungen in der nördlichen Richtstrecke nach Osten auf der 750-m-Sohle resultieren aus dem ursprünglich hohen Durchbaugrad sowie dem geringen Anteil an tragfähigen Gebirgsbereichen im Umfeld des Standorts sowie durch die Lage im Einflussbereich zwischen zwei Abbaufeldern.

Seit dem Jahresberichtsstand von 2015 wurde der Südstoß im Bereich der Streckenaufweitung Ende 2016 vollständig durch Sorelbetonstützbauwerke stabilisiert. Im Norden der Streckenaufweitung erfolgte die vollständige Ertüchtigung des westlichen Kleinpfeilers sowie eine firstbündige Betonage der nordwestlichen Hälfte der Streckenaufweitung bis Dezember 2016. Zur weiteren Stabilisierung wurde Ende 2016 die Verfüllung des östlichen Teils der 2. nördlichen Richtstrecke nach Osten sowie eines Rolllochs östlich des Querschlags zwischen den Richtstrecken nach Osten durchgeführt.

Die Monitoringergebnisse belegen 2016 im Bereich der Firste weiterhin deutliche Dehnungsbewegungen für die 2-m und 4-m-Ankerpunkte an verschiedenen Extensometern. Die innerhalb und randlich des Sorelbetonstützbauwerks im nordwestlichen Teil der Streckenaufweitung gelegenen Extensometer zeigten, beeinflusst durch den Betonagevorgang, sprunghafte Anstiege der Dehnungsbewegungen, welche jedoch seitdem rückläufig sind bzw. stagnieren. Die im Januar 2017 ermittelten Firstnivelementraten liegen, mit Ausnahme der an FN34/750 gewonnenen Daten, geringfügig unterhalb der im Vorjahresbericht erfassten Raten. Der bisher an Fissurometer 026F zu beobachtende Trend mit jährlich ansteigenden Phasen erhöhter Rissöffnungsweiten wurde unterbrochen.


Fazit

Bis Ende 2016 wurde der überwiegende Teil der für den Monitoringbereich empfohlenen Stabilisierungs- bzw. Sanierungsmaßnahmen umgesetzt. Die gebirgsmechanische Schädigung im Monitoringbereich hat sich 2016 fortgesetzt, wobei sich die Geschwindigkeit der Entfestigung verringert hat. Die Absenkungs- bzw. Dehnungsraten (ohne Betonageeinfluss) liegen unterhalb der Vorjahreswerte. Im westlichen Zugangsbereich der Streckenaufweitung, unterhalb der A-Sohle, zeigt sich die Schädigungsentwicklung bislang nicht degressiv. Dort ist die Umsetzung der noch ausstehenden Stabilisierungsmaßnahmen zu empfehlen, auch die Erkundung des Firstspalts in Abbau 4a/750 (Na2) ist zeitnah geplant.

Aufgrund der durchgeführten Stabilisierungsmaßnahmen wird die Gebrauchstauglichkeit für die verbliebene Strecke inklusive des Pausenplatzes aktuell als gegeben angesehen, jedoch ist die Schädigungsentwicklung weiterhin intensiv zu beobachten. Für den starken Entfestigungserscheinungen unterliegenden östlichen Teil der nördlichen Richtstrecke nach Osten wird eine Sanierung der Stöße empfohlen.

4.8 2. südliche Richtstrecke nach Westen auf der 750-m-Sohle

Die erforderlichen Stabilisierungsmaßnahmen wurden im April 2017 umgesetzt.

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung							Blatt: 139

5 Salzlösungsmonitoring

Auf der Schachtanlage Asse II ist seit 1988 ein Lösungszutritt aus dem Deckgebirge nachgewiesen. Ein Lösungszutritt birgt immer die Gefahr des Ersaufens des Grubengebäudes. Daher wird das Grubengebäude durch den Grubenbetrieb und die Standortüberwachung engmaschig überwacht und an allen bekannten, relevanten Stellen wird die austretende Lösung gesammelt, mengenmäßig erfasst und hinsichtlich der chemischen Zusammensetzung untersucht. Hierdurch können Veränderungen hinsichtlich der In-situ-Eigenschaften, Menge und Lösungszusammensetzung frühzeitig erkannt werden, die auf eine das Grubengebäude gefährdende Entwicklung des Lösungszutritts hindeuten (abnehmende Dichte und Temperatur bzw. Verringerung der gelösten Komponenten). Im Rahmen des Jahresberichtes der Standortüberwachung wird in diesem Kapitel ein Überblick über die wichtigsten Ereignisse im Jahr 2016 gegeben. Eine ausführliche Beschreibung mit Darstellungen zu den einzelnen Lösungssammelstellen hinsichtlich Menge und Zusammensetzung der gesammelten Lösungen wird im gesonderten Salzlösungsbericht 2016 der Standortüberwachung erstellt.

5.1 Überwachung des Salzlösungszutritts 2016


Die Standortüberwachung im Betrieb der Schachtanlage Asse II führt ein Programm zur Überwachung der im Grubengebäude austretenden Salzlösungen durch. Bei diesem Salzlösungsmonitoring werden Beobachtungen und gewonnene Daten des betrieblichen Lösungsmanagements, der Standortüberwachung und des Strahlenschutzes berücksichtigt. Stellen, an denen Lösungen beobachtet, aufgefangen und/oder gesammelt werden, sind im Salzlösungskataster und in Berichten der Standortüberwachung dokumentiert.

Zur Überwachung der Salzlösungen gehören Routinekontrollen vom Betrieb, der Standortüberwachung und des Strahlenschutzes mit täglichen bzw. wöchentlichen Messungen von Temperatur und Dichte der Lösungen. Im Rahmen des Lösungsmanagements des Betriebes werden täglich Daten zur Temperatur und Dichte der Lösungen relevanter Lösungssammelstellen und die Menge der aufgefangenen Lösungen über Schüttungsmessungen, Füllstandsmessungen von Auffang-, Sammel- und Transportbehältern sowie Abpumpmengen erfasst. Das Sachgebiet „Geologische und Hydrologische Messungen“ führt in Zusammenarbeit mit dem Qualitätssicherungslabor und dem Strahlenschutz routinemäßig wöchentliche, 14-tägige und monatliche Kontrollbeprobungen und chemische Analysen an für die Überwachung des Lösungszutritts relevanten Lösungssammelstellen durch. Dabei werden vor Ort Parameter der Lösung (Temperatur, Dichte, Leitfähigkeit, pH-Wert, Redoxspannung und Viskosität) und Umgebungsparameter der Lösungssammelstellen (Lufttemperatur, Luftdruck, relative und absolute Luftfeuchtigkeit sowie Gesteinstemperatur) erfasst und dokumentiert. Die chemischen Analysen erfolgen nach Freigabe der Proben durch den Strahlenschutz.

Im Jahr 2016 wurden im Qualitätssicherungslabor der Schachtanlage Asse II insgesamt 367 Proben (2015: 447 Proben) zur Überwachung und Kontrolle der Lösungszusammensetzung chemisch analysiert. 245 zusätzliche Proben (378 im Vorjahr) wurden im akkreditierten Labor der Fa. K-UTEC, Sondershausen, untersucht. 99 Proben, z. T. aus Überwachungsbereichen, (95 im Jahr 2015), die nicht im Qualitätssicherungslabor oder bei der K-UTEC untersucht werden, wurden im Labor des Instituts für Endlagerforschung der TU Clausthal analysiert. Im Auftrag des BfS gingen 91 weitere Proben zur Qualitätssicherung zur GRS Braunschweig zur Analyse (103 im Jahr 2015 zum VKTA Rossendorf).

Die Ergebnisse der chemischen Analysen von der Lösung aus der Hauptauffangstelle im Bereich der 658-m-Sohle (L658008) ergaben bei gleichbleibenden Fassungsraten für den Zeitraum von Ende Juli bis Anfang Dezember 2016 signifikante Änderungen gegenüber dem Vorjahr. Bei den Gehalten

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NNA	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00



Blatt: 140

von Natrium, Kalium, Calcium, Magnesium Chlorid und Sulfat sowie einigen Spurenelementen gab es deutliche Verschiebungen. Dabei wurde aber keine Untersättigung der Lösung festgestellt. Ab etwa Anfang Dezember 2016 sind die genannten Werte der Lösungen wieder auf dem Niveau der vorherigen Zusammensetzung angelangt. Durch diese Veränderung der Lösungszusammensetzung konnten auch zeitversetzt ab etwa August abweichende Zusammensetzungen an Messstellen auf der 725-m-Sohle (z. B. L725006 und P725010) festgestellt werden. Ab etwa Ende Dezember 2016 sind die Werte wieder auf dem Niveau der vorherigen Zusammensetzung angekommen. Eine ausführliche Darstellung und Dokumentation dieser Ergebnisse erfolgt mit dem separaten Salzlösungsbericht 2016 der Standortüberwachung.

5.2 Aufgefangene Salzlösungsmengen in der Südflanke

In der Schachanlage Asse II wurden 2016 ca. 4.550 m³ (2015: 4.545 m³, 2014: 4.402 m³) Salzlösungen im Bereich der Südflanke aufgefangen. Hinzu kommen ca. 111 m³ (2015: 97 m³, 2014: 155 m³) aus dem Bereich der Nordflanke (inklusive der auf der 800-m-Sohle aufgefangenen Lösungen von der 750-m-Sohle). In Summe wurden im Jahr 2016 ca. 4.661 m³ Salzlösung gesammelt. Das sind rund 24 m³ mehr als im Jahr 2015 (2014: 2.557 m³). Die im Bereich der Hauptsammelstelle (L658008) auf der 658-m-Sohle gesammelten Lösungen wurden zur Verfüllung an die Schachanlage Mariagluck abgegeben. Im Jahr 2016 wurden 4.424 m³ Lösung von der Asse in das Bergwerk Mariagluck verbracht (2015: 4.244 m³, 2014: 4.246 m³). Nicht abgabefähige Lösungen aus Bereichen der 725-, 750- und 800-m-Sohle wurden bei der Verfüllung von Hohlräumen zur Herstellung von Sorelbeton A0 und A1 verwendet. Dabei wurden insgesamt rund 398 m³ nicht abgabefähige Zutrittslösung verwertet (2015: 433 m³, 2014: 379 m³).

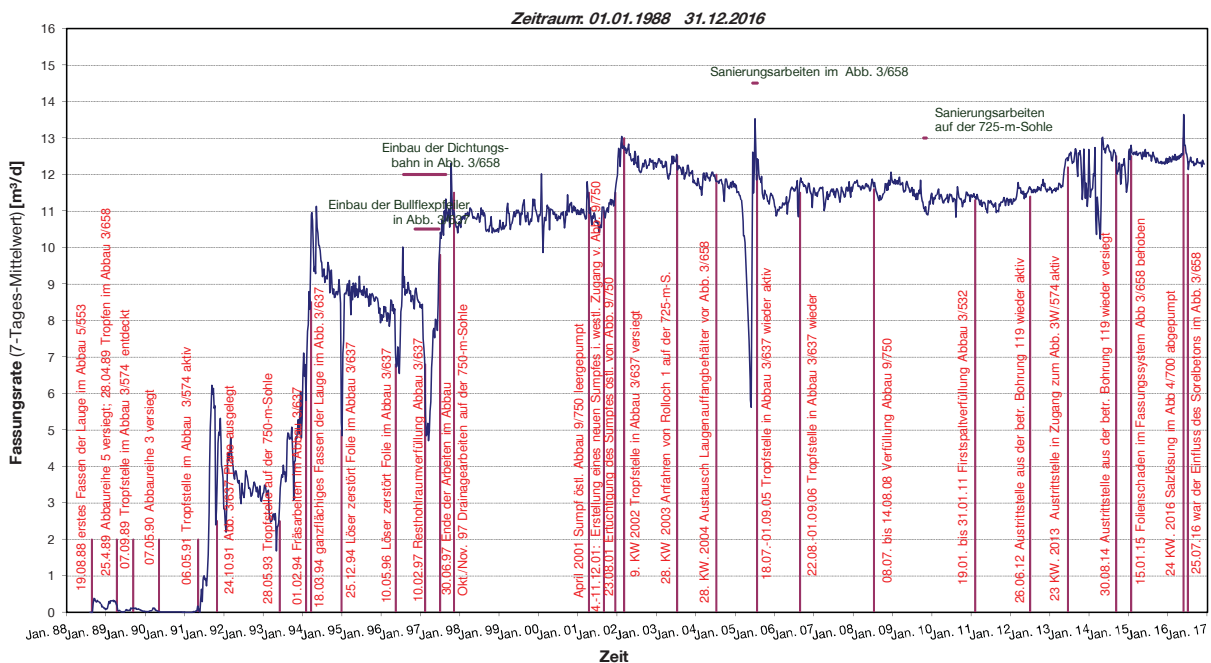


Abbildung 5.1: Fassungsrate im Baufeld der Südflanke (Wochenmittel)

Die Fassungsrate im Bereich des Baufeldes der Südflanke ab 1988 ist in Abbildung 5.1 dargestellt. Im Jahr 2016 lag hier die durchschnittliche Fassungsrate bei ca. 12,4 m³/d. Das sind 0,1 m³/d weniger als im Vorjahr. Die Entwicklung im Jahr 2016 zeigt insgesamt gegenüber dem Vorjahr keinen Anstieg der Fassungsraten. Der Verlauf der aufgefangenen Mengen Lösung für das Jahr 2016 ist den Kurven in

Abbildung 5.2 und Abbildung 5.3 zu entnehmen. Im Bereich von Abbau 3/658 (L658008) lag die Fassungsrate mit geringer Schwankungsbreite im Mittel bei ca. 11,8 m³/d. Während im Jahr 2015 oberhalb der Hauptauffangstelle auf der 658-m-Sohle noch etwa 4,4 L/d gefasst wurden, ging dies im Jahr 2016 auf einen Jahresmittelwert von ca. 0,9 L/d zurück. Im Bereich der Hauptauffangstelle wurden 2016 mit 11,8 m³/d im Mittel etwa 300 L/d mehr gefasst als 2015. Die Fassungsrate im Bereich der 725-m-Sohle ging im Jahresmittel auf etwa 574 L/d zurück. Damit wurden im Mittel 263 L/d weniger als 2015 gefasst. Die Rate der auf der 750-m-Sohle gefassten Lösung nahm mit ca. 63 L/d im Mittel im Vergleich zu 2015 wieder ab (2014: 35 L/d, 2015: 88 L/d). Die kurzzeitige Fassung von größeren Lösungsmengen im Juni 2016 über eine Bohrung in den Abbau 4/700, ist in der Kurve der Fassungsrate als kurzer Anstieg deutlich zu erkennen. Insgesamt wurden an dieser Stelle 14,3 m³ Lösung aufgefangen.

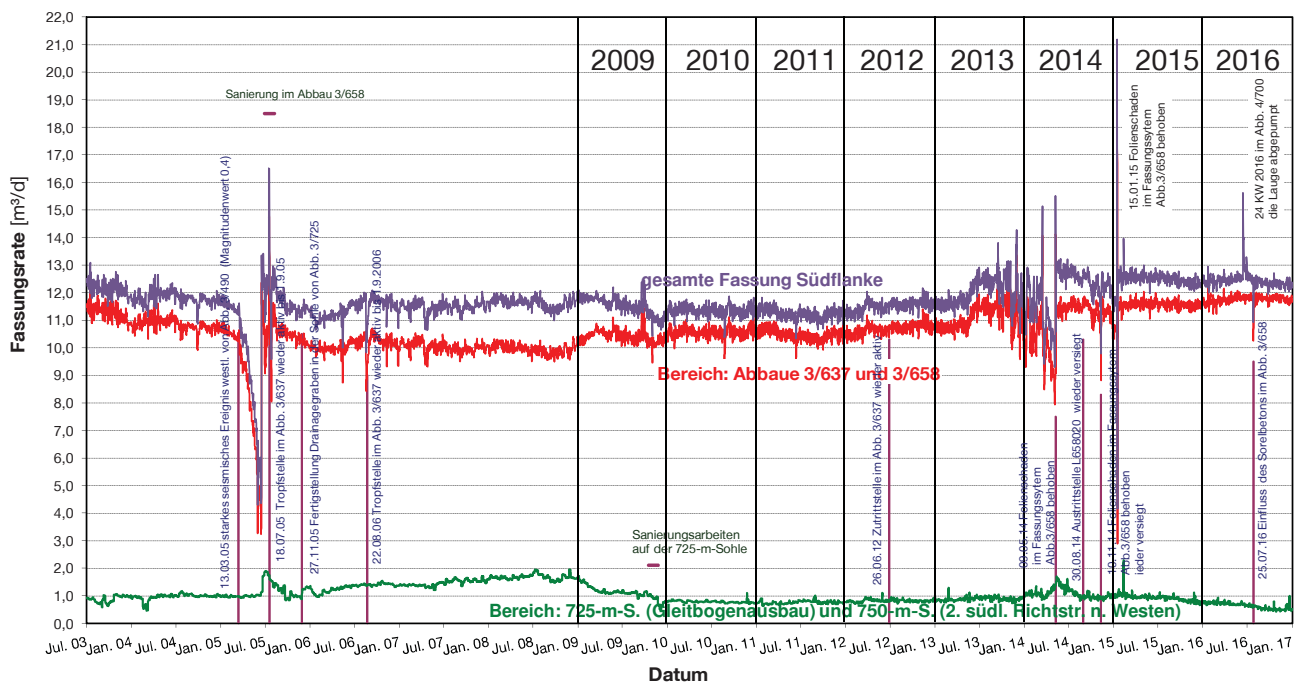


Abbildung 5.2: Fassungsrate im Bereich des Baufeldes der Südflanke auf der 553-, 574-, 637-, 658-, 725- und 750-m-Sohle

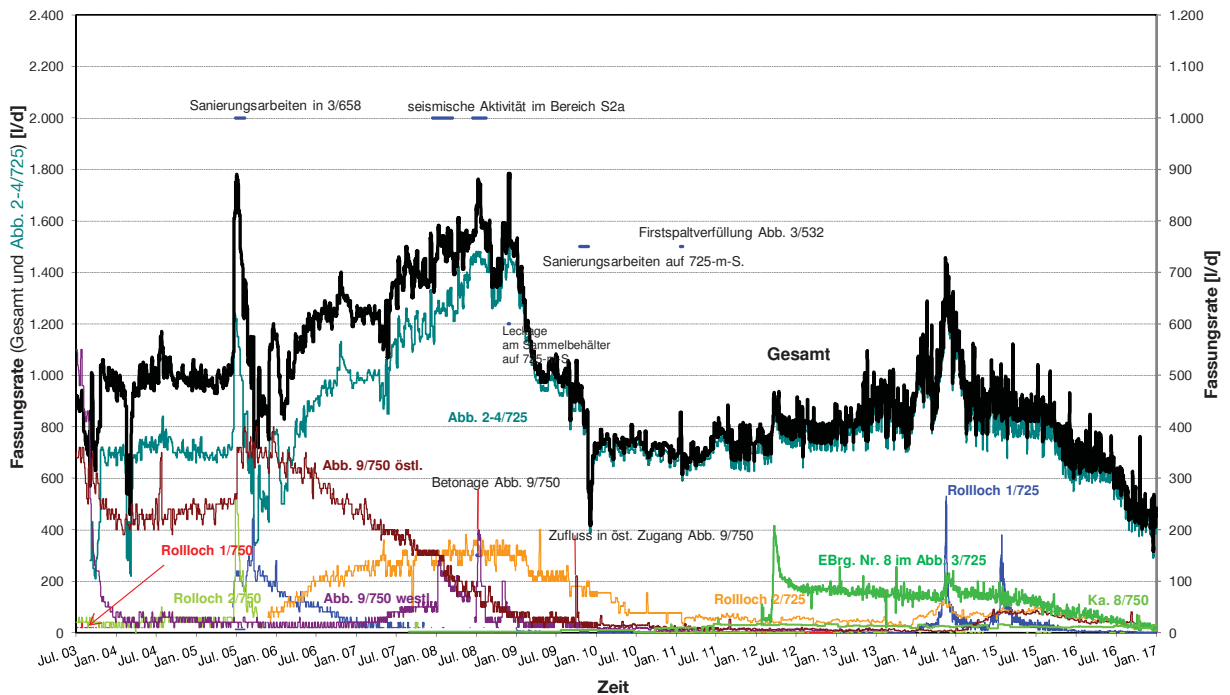
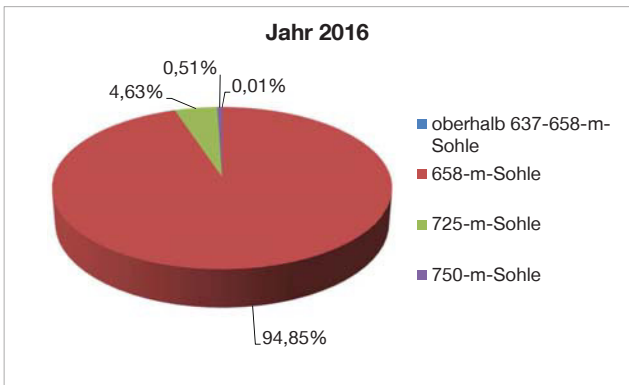
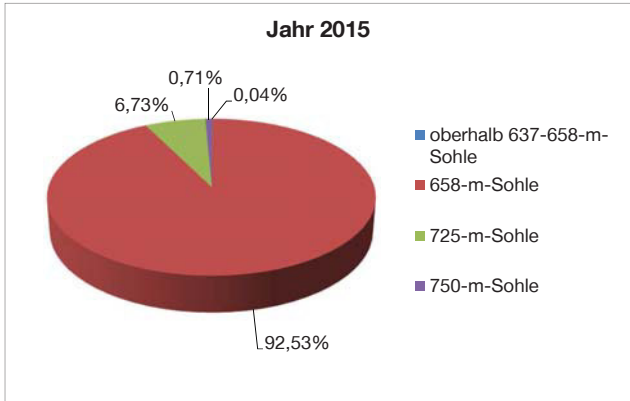
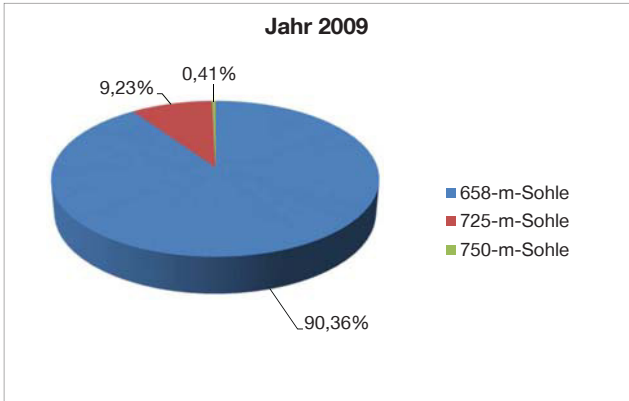


Abbildung 5.3: Fassungsrate im Bereich der Südflanke von der 725- und 750-m-Sohle

In Abbildung 5.4 ist die prozentuale Verteilung der täglich gefassten Lösungsmengen in der Südflanke dargestellt. Seit Juni 2013 werden auch Lösungen oberhalb der 637- und 658-m-Sohle gefasst, die 2016 lediglich noch einen Anteil von ca. 0,01 % der täglich im Bereich der Südflanke aufgefangenen Lösungsmengen umfassen. Der größte Anteil der gefassten Lösungen in der Südflanke wird auf der 658-m-Sohle gesammelt (ca. 94,8 %). Auf der 725-m-Sohle werden im Bereich der Südflanke Lösungen gesammelt, die nicht im Bereich der 658-m-Sohle aufgefangen werden. Dieser Anteil ist gegenüber dem Vorjahr, wie in Abbildung 5.4 ersichtlich, weiter gesunken und liegt für das Jahr 2016 bei ca. 4,63 %, stellt aber aufgrund des Lösungspotentials gegenüber Kalisalzbereichen weiterhin eine nicht zu unterschätzende Gefahr dar. Auf der 750-m-Sohle werden noch ca. 0,5 % der Lösungen der Südflanke aufgefangen. Dies ist gegenüber 2015 eine Abnahme. Ein Teil der auf der 750-m-Sohle gefassten Lösung wurde von einer Bohrung von der 700-m-Sohle aus gepumpt, beprobt und kontrolliert.



Jahr	Mittelwerte			
	oberhalb 637-658-m-Sohle	658-m-Sohle	725-m-Sohle	750-m-Sohle
	<i>l/d</i>			
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	63

Abbildung 5.4: Prozentualer Anteil der täglich gefassten Lösungen auf den einzelnen Sohlen, bezogen auf die täglich gefasste Gesamtmenge in der Südflanke

Oberhalb der 637- und 658-m-Sohle (s. Abbildung 5.5) sind die Fassungsraten auch 2016 weiter zurück gegangen, während die Lösungsmenge im Abbau 3/658 nahezu konstant geblieben ist (s. Abbildung 5.6). Die hier noch 2014 zu beobachtenden deutlich schwankenden Fassungsraten (im Zusammenhang mit der im August 2014 versiegten Fassungsstelle L658020) sind, wie auch im Vorjahr 2015 nicht mehr zu beobachten.

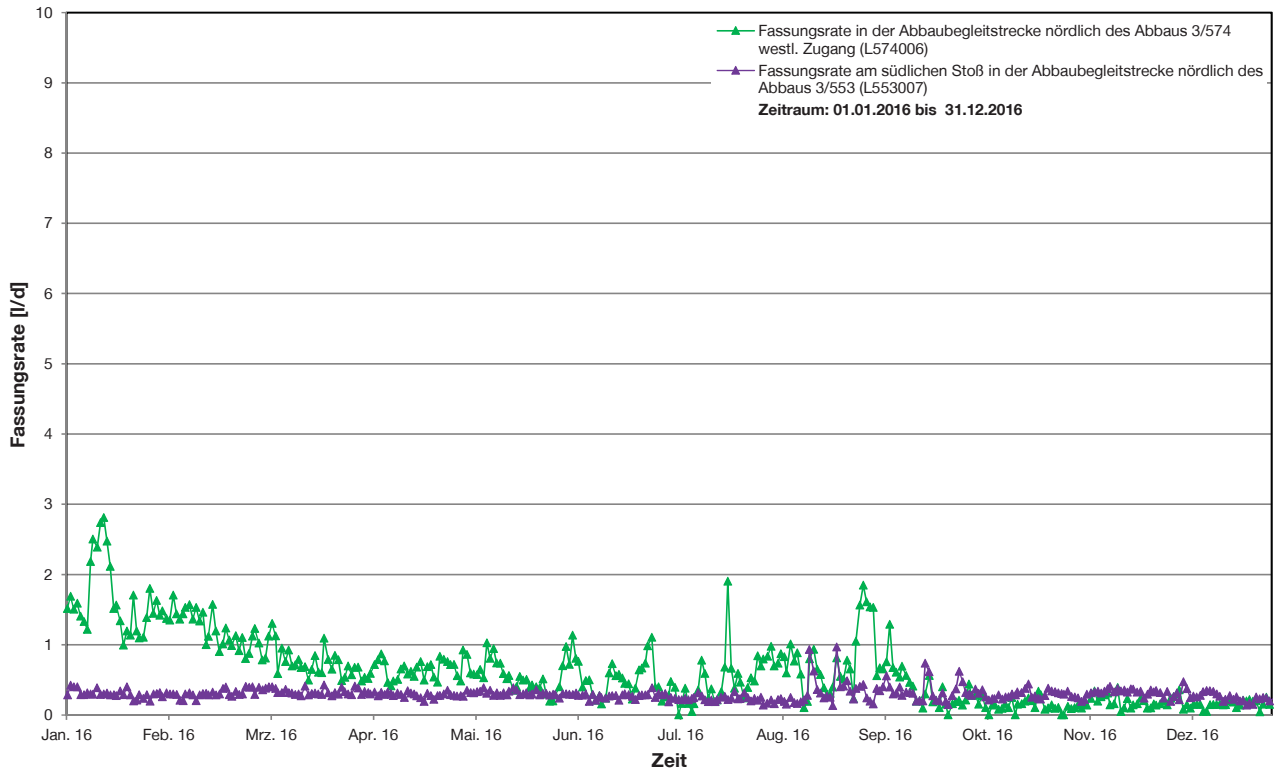


Abbildung 5.5: Fassungsrate aus dem Bereich 511-, 553- und 574-m-Sohle

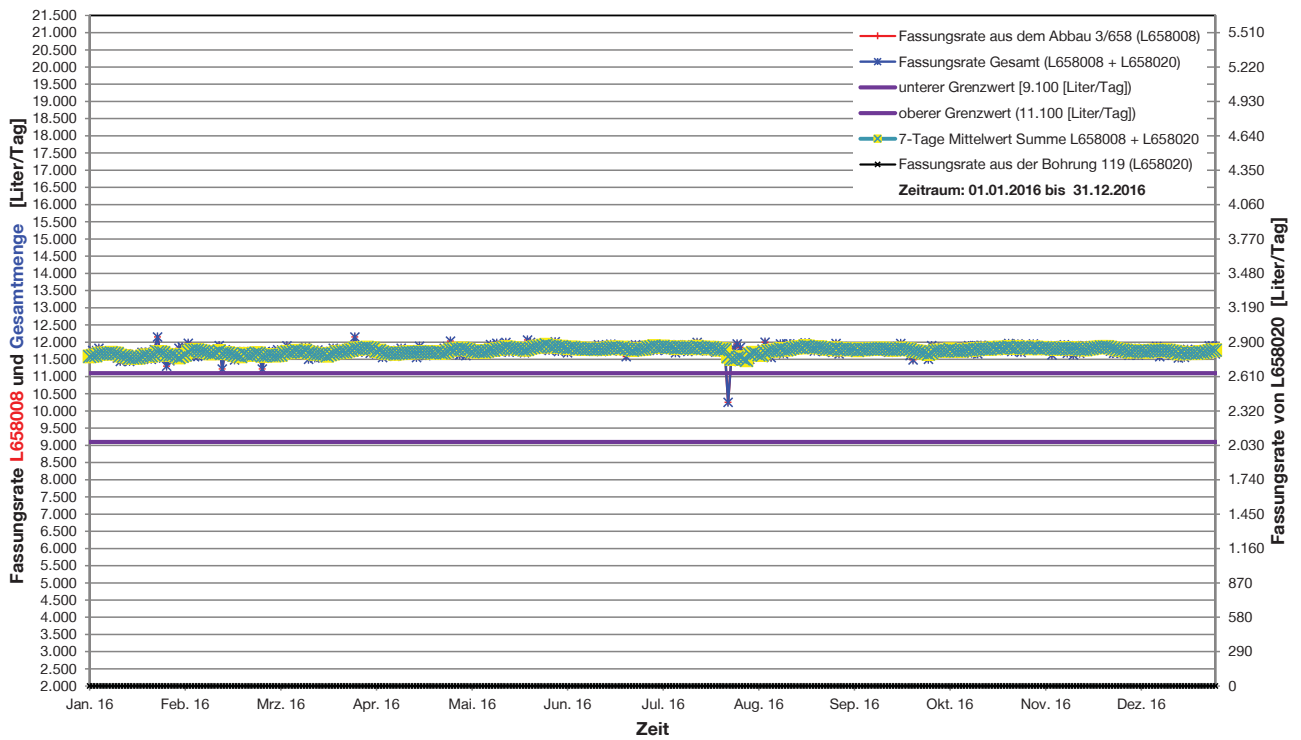



Abbildung 5.6: Fassungsrate aus dem Bereich 637- und 658-m-Sohle

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 <small>ASSE GMBH</small> <small>Verantwortlich handeln</small>
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	

Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen
 Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung

Blatt: 145

5.3 Lösungen in der Nordflanke

Im Bereich der Nordflanke wurde in der Vergangenheit an mehreren Sammelstellen in Sümpfen und Erkundungsbohrungen Lösung gefasst. Dabei wurden dort im Jahr 2015 insgesamt rund 97 m³ gefasst. 2016 nahm die Menge an gefasster Lösung aus der Nordflanke auf rund 111 m³ zu. Das entspricht einer Fassungsrate von 0,267 m³/d in 2015 bzw. 0,303 m³/d in 2016 (s. Abbildung 5.7). In 2014 wurden zusätzlich Erkundungsbohrungen zur Lösungsfassung gestoßen. Zunächst wurden 2 Bohrungen in der Nähe des Blindschachtes 4 und dann 2 Bohrungen im Nordwesten nahe der „Reichelt-Sümpfe“ erstellt. Seit Anfang 2014 wird über die Bohrungen beim Blindschacht 4 regelmäßig Lösung abgepumpt. Dort wurden 2014 rund 12,1 m³, 2015 rund 8,8 m³ und 2016 rund 4,7 m³ gefasst. Über die beiden Bohrungen in der Nähe der „Reichelt-Sümpfe“ wurden 2015 insgesamt 42,1 m³ abgepumpt. Im Jahr 2016 waren es insgesamt 39,3 m³. Über Bohrungen wurden also in der Nordflanke 2016 insgesamt rund 44 m³ gefasst und abgepumpt, das entspricht 39,7% der Gesamtmenge der Nordflanke.

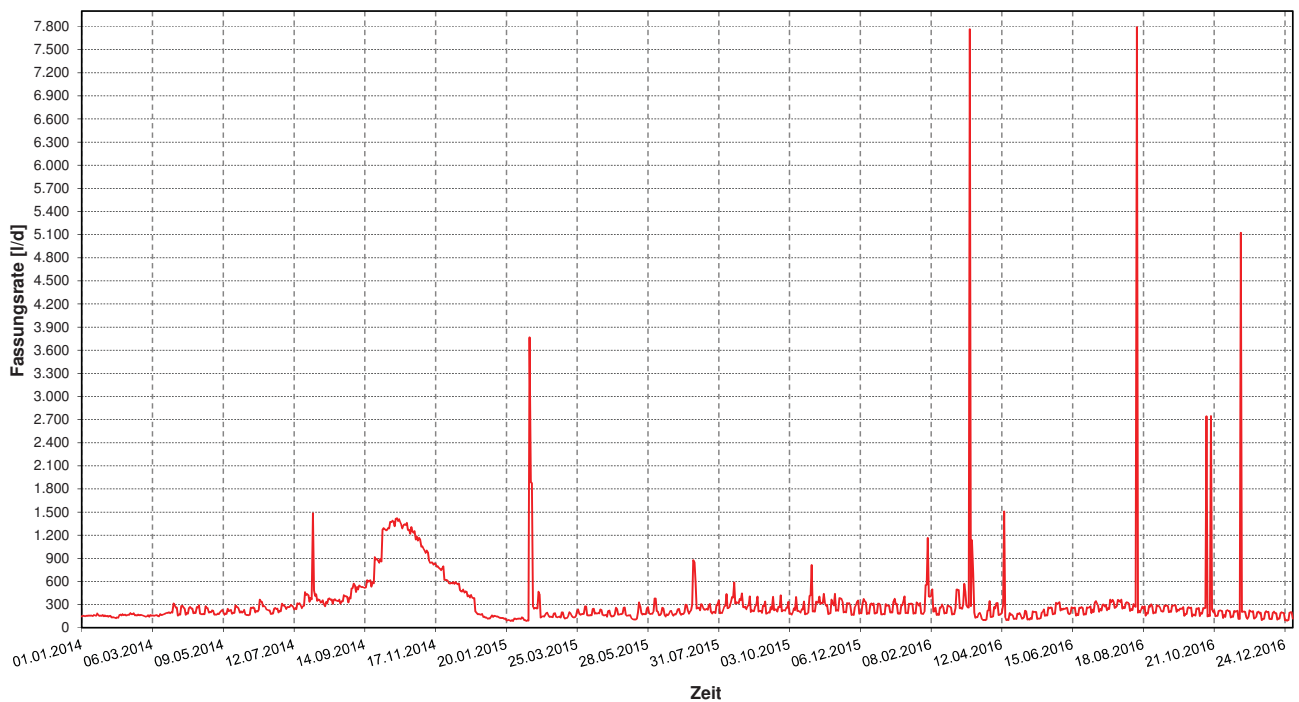




Abbildung 5.7: Fassungsrate aus dem Bereich der Nordflanke

5.4 Zusammenfassung

Im Jahr 2016 sind die Fassungsraten insgesamt gegenüber 2015 fast unverändert. Auf zwei Sohlen oberhalb der 637- und 658-m-Sohlen wurden Lösungen gefasst, deren Mengen weiter deutlich zurückgegangen sind. An der Lösung der Hauptauffangstelle auf der 658-m-Sohle wurden von Ende Juli bis Anfang Dezember 2016 Veränderungen in der chemischen Zusammensetzung registriert. Diese wurden etwas zeitversetzt auch bei einigen Stellen auf der 725-m-Sohle beobachtet. Die chemischen Analysen der überwachten Lösungen sind an den anderen Stellen nahezu unverändert und zeigen keine signifikante Abweichung in ihrer Zusammensetzung. Alle chemischen Analysen, In-situ- und Umgebungsparameter werden ausführlich im Salzlösungsbericht der Standortüberwachung 2016 dokumentiert.

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 <small>ASSE GMBH</small> <small>Verantwortlich handeln</small>
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung							Blatt: 146

Die Lösungsaustritte konzentrieren sich hauptsächlich auf die Abbaureihe 3. Das in der Abbaureihe 3 gefasste Lösungsvolumen machte 2016 etwa 99 % des gefassten Lösungsvolumens der gesamten Südflanke aus (2015 und 2014: 99 %). Dabei wurden 2016 allein rund 94,8 % der Lösung in der Südflanke im Abbau 3/658 gefasst (2015: 92,5 % 2014: 90,9 %), während die Anteile der gefassten Lösung oberhalb und unterhalb von Abbau 3/658 rückläufig waren. Aufgrund der gebirgsmechanischen Situation und ggfs. geochemischer Lösungsprozesse kann jederzeit eine Verlagerung des Lösungszutritts oder eine progressive Entwicklung der Fassungsraten eintreten. Daher ist eine sichere Prognose zur Entwicklung des Lösungszutritts nicht möglich. Im Fall einer Verlagerung oder eines starken Anstiegs der Fassungsraten kann eine fast vollständige Fassung der Lösungen oberhalb der 750-m-Sohle nicht gewährleistet werden. Daher ist eine schnellstmögliche Herstellung der Notfallbereitschaft, die auch die Stabilisierung des Baufeldes an der Südflanke durch die Firstspaltverfüllung beinhaltet, weiterhin im Sinne einer Risikominimierung erforderlich.

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 <small>ASSE GMBH – Verantwortlich handeln</small>
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung							Blatt: 147

6 Bau- und Versatzstoffe

Auf der Schachtanlage Asse II werden verschiedene Versatzstoffe zur Hohlraumreduzierung und damit zur Stabilisierung des Grubengebäudes sowie zur Abdichtung der Einlagerungsbereiche eingebracht. Alle verwendeten Baustoffe werden bei der Anlieferung und der Weiterverarbeitung überwacht. Dabei werden in der Anlieferung Untersuchungen vom Steinsalz, vom Magnesiumoxid, der Magnesiumchloridsole und an Injektionsmörteln durchgeführt. Bei der Verarbeitung unter Tage werden sowohl die Einzelkomponenten, als auch die Mischungen der Komponenten routinemäßig in Stichproben beprobt und hinsichtlich Zusammensetzung und Mischungsverhältnis untersucht. Auch das bei Nachschnitt- oder Aufwältigungsarbeiten gewonnene grubeneigene Salz wird vor und bei der Weiterverarbeitung zu Sorelbeton beprobt und untersucht.


Alle Komponenten der festen Baustoffe aus der Anlieferung und der Verarbeitung werden hinsichtlich Wassergehalt, Kornverteilung und Korndichte im Qualitätssicherungslabor der Asse-GmbH untersucht und bewertet. Hinzu kommt die Ermittlung der Zitronensäurereaktivität des verwendeten Magnesiumoxids (MgO). Die Ergebnisse sind ein Maß für die Abbindefähigkeit des Materials. Außerdem wird die chemisch-mineralogische Zusammensetzung analysiert und das Mischungsverhältnis vom Vorprodukt des Sorelbetons (Salz und MgO) bestimmt.

Das Fertigprodukt (Sorelbeton) wird extern in der Materialprüfanstalt der TU Braunschweig hinsichtlich der Festigkeitseigenschaften untersucht (Druckfestigkeit). An Sorelbetonproben von Bauwerken mit höheren Ansprüchen bzgl. der Festigkeit und Permeabilität werden zusätzlich noch Untersuchungen beim Institut für Gebirgsmechanik in Leipzig (IfG) und bei der Ingenieurpartnerschaft für Bergbau, Wasser- und Deponietechnik in Freiberg (IBeWa) durchgeführt. Das IfG ermittelt das Ersatzkompaktionsmodul, triaxiale Festigkeitsparameter, die Porosität und den Sättigungsgrad des Porenraumes. Bei der Fa. IBeWa werden die Gas- und Lösungspemeabilitäten sowie der Gaseindringdruck bestimmt.

Die gelieferte Anmischlösung für den Sorelbeton wird vom Lieferanten chemisch untersucht und vor der Einspeisung in die untertägigen Speicherbecken auf der 490-m-Sohle vom Qualitätssicherungslabor der Asse-GmbH nochmals auf die chemische Zusammensetzung und Einhaltung der Anlieferungskriterien hin überprüft. Eine weitere Beprobung der Lösung erfolgt bei der Verarbeitung zum Sorelbeton direkt an den Misch- und Pumpanlagen unter Tage. Des Weiteren wird auch die verwendete Zutrittslösung für die Produktion des Sorelbetons A0 für die Verfüllung im Tiefenaufschluss vor sowie bei der Verarbeitung zum Sorelbeton beprobt und untersucht.

Neben der Beprobung der Einzelkomponenten des Sorelbetons werden baubegleitend Kontrollen der Frischbetoneigenschaften durchgeführt. Dabei werden an den Misch- und Pumpanlagen Sorelbetonsuspensionsproben aus dem Vorlagebehälter entnommen. Es werden dann unmittelbar das Fließrinnenmaß, die Dichte, die Temperatur, die elektrische Leitfähigkeit und der Luftporengehalt der Frischbetonsuspension bestimmt und Proben für die Bestimmung der Festbetoneigenschaften und Beobachtung des Temperaturverlaufs beim Abbinden im Isolierbehälter hergestellt. Dabei werden auch Pumpendruck und eingestellte Leistung, der vorgegebene und eingestellte Lösungsanteil der Suspension sowie Daten zu den verwendeten Salzsarten zum Zeitpunkt der Probenahme dokumentiert.

Der Beprobungsumfang und die Häufigkeit der Beprobung wurde für die Bauwerksarten (Firstspaltverfüllung, Resthohlraumverfüllung, stützender Versatz, Widerlager und Strömungsbarrieren) in separaten QS-Programmen festgelegt und orientiert sich an den funktionalen Anforderungen an die Bauwerke.

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	
NNA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung							Blatt: 148

6.1 Qualitätssicherung der Bau- und Versatzstoffe

6.1.1 Magnesiumchloridlösung (Anmachflüssigkeit für Sorelbeton)

Für die Herstellung von Sorelbeton wird eine Magnesiumchloridsole (Anmachflüssigkeit) von Kali + Salz per LKW zur Schachanlage Asse II geliefert, die vor der Einleitung in die untertägigen Speicherbecken auf der 490-m-Sohle im Qualitätssicherungslabor untersucht und zur Verarbeitung freigegeben wird. Im Jahr 2016 wurden 623 LKW-Ladungen mit Magnesiumchloridsole bei der Anlieferung kontrolliert (2015: 640 LKW). Durch den Wechsel des Lieferanten 2014 wurde Lösung mit einem etwas geringeren Anteil an $MgSO_4$ geliefert, der aber durch einen entsprechend hohen Anteil an $MgCl_2$ ausgeglichen wurde, so dass die Dichte (bei 20 °C) immer bei rund $1,32 \text{ g/cm}^3$ lag. Insgesamt konnten im Jahr 2016 die Anforderungen an die Anmachflüssigkeit damit eingehalten werden. Die bei den Kontrolluntersuchungen ermittelten Gehalte der fiktiven Komponenten und die Dichte sind in Tabelle 6.1 dargestellt:


Tabelle 6.1: Mittlere Zusammensetzung aus 623 LKW-Anlieferungen Anmachflüssigkeit für die Produktion von Sorelbeton im Jahr 2016

Fiktive Komponenten	Einheit	Minimum	Maximum	Mittelwert
$MgCl_2$	g/L	399,34	450,88	431,10
NaCl	g/L	2,85	8,42	4,64
KCl	g/L	0,44	4,28	1,52
$MgSO_4$	g/L	22,01	31,68	25,26
$CaSO_4$	g/L	0,06	0,92	0,10
Dichte (20 °C)	g/cm^3	1,318	1,344	1,335
Dichte (30 °C)	g/cm^3	1,314	1,340	1,331

Bei der Betonage der einzelnen Bauwerke wurde die Anmachflüssigkeit im Rahmen der Qualitätssicherung baubegleitend nochmals 432 mal beprobt und untersucht. Dabei konnten keine signifikanten Abweichungen zur Anlieferung festgestellt werden.

6.1.2 Magnesiumoxid (MgO; Basismaterial für die Sorelbetonherstellung)

Bei der Herstellung von Sorelbeton A0 und A1 wird als Binder MgO verwendet. Dieses wird per LKW von Lehmann & Voss geliefert. Bei der Annahme der LKW-Lieferungen wird eine vom Lieferanten bei der Beladung des LKW genommene Querschnittsprobe untersucht. Dabei wird die Zitronensäurereaktivität des MgO im Qualitätssicherungslabor der Schachanlage Asse II ermittelt. Liegt das Ergebnis innerhalb der geforderten Bandbreite von 100 bis 500 Sekunden beim Erreichen von pH 7, werden die LKW zur Entladung in die übertägigen Silos der Baustoffanlagen I und II freigegeben. 2016 wurden 305 LKW Ladungen kontrolliert (2015: 307 LKW), davon wurden 2 Lieferungen nachbeprob, bemängelt und abgelehnt, da die Zitronensäurereaktivität oberhalb der Bandbreite lag. Die Untersuchungsergebnisse sind in Tabelle 6.2 dokumentiert. Bei der Entladung in die Silos der Baustoffanlagen I und II werden in der Anlage nochmals automatisch Durchschnittsproben entnommen, an denen später Korndichte und -verteilung, Wassergehalt und Zitronensäurereaktivität sowie die chemisch-mineralogische Zusammensetzung bestimmt werden. Zusätzlich werden bei der Verarbeitung des MgO unter Tage auch Proben an der Baustoffanlage südlich von Schacht 2 auf der 700-m-Sohle (20BA) entnommen. Die Ergebnisse

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 <small>ASSE GMBH – Verantwortlich handeln.</small>
NNA	NNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung							Blatt: 149

der Untersuchungen am MgO im Jahr 2016 dokumentieren eine gleichbleibend gute Qualität des gelieferten Materials.


Tabelle 6.2: Zusammenstellung der Laboruntersuchungen am MgO aus der Anlieferungskontrolle und den Qualitätskontrollen bei der Sorelbetonproduktion im Jahr 2016

Material	Anzahl der Untersuchungen	Wassergehalt [%]	Korndichte [g/cm ³]	Zitronensäure-reaktivität (pH=7,0) [s]	Zitronensäure-reaktivität (pH=8,6) [s]
		Mittelwert	Mittelwert	Mittelwert	Mittelwert
Basismaterial (MgO)					
Anlieferungsprobe (L&V)	305	–	–	226	256
Eingangskontrolle Asse	301	0,154	3,494	206	232
Unter Tage Proben für Bauwerke	238	0,105	3,481	232	260

Bei der Betonage der einzelnen Bauwerke wurde das MgO im Rahmen der Qualitätssicherung baubegleitend nochmals 238 mal beprobt und untersucht. Dabei konnten keine signifikanten Abweichungen zur Anlieferung festgestellt werden.

6.1.3 Steinsalz (Fremdsalz)

Bei der Firstspaltverfüllung und ausgewählten anderen Bauwerken wird für die Sorelbetonherstellung von der Firma Esco angeliefertes Steinsalz (Halit) verwendet. Die Anlieferung erfolgt seit 2014 per LKW in das Salzlager in Wendessen. Von dort erfolgt die weitere Anlieferung per LKW zur Schachanlage Asse II zur LKW-Annahmestelle für Salz. Im Jahr 2016 wurden insgesamt 20.385 t Salz auf die Schachanlage Asse II geliefert und nach unter Tage gefördert. Vom Lieferanten wird im Vorfeld die von der Eigenkontrolle ermittelte durchschnittliche mineralogische Zusammensetzung und der Wassergehalt übermittelt. Im Lager Wendessen erfolgen stichprobenartige Kontrollen der Anlieferung und regelmäßige Kontrollen des eingelagerten Salz-Schüttgutes. Die gewonnenen Proben werden im Qualitätssicherungslabor der Asse-GmbH untersucht. Bei der Förderung des Salzes über die Blasanlage nach unter Tage zu den Misch- und Pumpanlagen werden ebenfalls Proben entnommen und vom Qualitätssicherungslabor der Asse-GmbH untersucht. Bei den Untersuchungen wird Wassergehalt, Korndichte und -verteilung sowie die chemisch-mineralogische Zusammensetzung bestimmt. Die Mittelwerte der bei der Anlieferungskontrolle bestimmten Analyseergebnisse des Qualitätssicherungslabors der Asse-GmbH sind zur Übersicht in Tabelle 6.3 zusammengestellt. Alle Ergebnisse bewegen sich im Bereich der geforderten Qualitätskriterien. Das gelieferte Fremdsalz wird bei der Firstspaltverfüllung übertätig mit MgO in der Baustoffanlage II gemischt und nach unter Tage zu den Misch- und Pumpanlagen geblasen. Das Fremdsalz wird daher nicht nochmals untertätig beprobt. Bei Bedarf wird das Steinsalz auch für die Sorelbetonproduktion mit der untertätigen Baustoffanlage I, die auf der 700-m-Sohle installiert ist, verwendet, wo das Salz separat beprobt werden kann.

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 <small>ASSE GMBH – Verantwortlich handeln</small>
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung							Blatt: 150

Der Transport des Steinsalzes für die Baustoffanlage südlich von Schacht 2 auf der 700-m-Sohle sowie des Vorproduktes zu den semimobilen Baustoffanlagen unter Tage erfolgt pneumatisch. Da es hierbei zu Veränderungen der Kornverteilung kommt und für die Sorelbetonproduktion die Trockenkomponenten eine vorgegebene Kornverteilung einzuhalten haben, sind zusätzliche Untersuchungen der Kornverteilung erforderlich. Die Mittelwerte der bestimmten Laborparameter für das Jahr 2016 zeigt die Tabelle 6.3.

Tabelle 6.3: Zusammenstellung der Laboruntersuchungen am gelieferten Steinsalz aus der Anlieferungskontrolle und der baubegleitenden Beprobung unter Tage an der Baustoffanlage 20BA im Jahr 2016

Material	Einzelproben	Wassergehalt [%]	Korndichte [g/cm ³]
Steinsalz (über Tage Anlieferung)	76	0,058	2,172
Steinsalz (unter Tage 20BA)	34	0,024	2,162


6.1.4 Eigensalz und Mischsalz zur Verwendung bei der Sorelbetonherstellung

Im Grubengebäude der Schachtanlage Asse II fällt bei Nachschnitтарbeiten, Aufwältigung und Auffahrung von Strecken Salz mit unterschiedlicher mineralogischer Zusammensetzung an. Das Salz wurde 2016 dabei 156 mal zur Qualitätssicherung vorlaufend beprobt, untersucht und bewertet. Je nach Zusammensetzung werden die Salzsarten gelagert und – abhängig von den Anforderungen an die zu erstellenden Bauwerke – bei der Herstellung von Sorelbeton verwendet. Dabei kommen folgende Salzsarten zum Einsatz: Steinsalz, carnallitisches Salz, inhomogenes Mischsalz aus Streckenaufwältigungen und Ronnenberg-Salz aus der Verfüllung der Südflanke (Fremdsalz von der Halde Ronnenberg). Je nach Zusammensetzung, Feuchtegehalt und Kornverteilung werden diese Salzsarten einzeln oder gemischt verwendet. Bei Bauwerken mit hohen Anforderungen bzw. bei der Firstspaltverfüllung kommt auch Fremdsalz aus der Anlieferung zum Einsatz. Das Salz wird an der Baustoffanlage südlich von Schacht 2 auf der 700-m-Sohle (20BA) gemischt und an der Anlage baubegleitend zu den einzelnen Bauwerken beprobt und im Qualitätssicherungslabor untersucht. Bei einer an der 20BA verarbeiteten Menge von ca. 19.603 t Eigensalz im Jahr 2016 wurden baubegleitend zur Qualitätssicherung 205 Salzproben untersucht (s. Tabelle 6.4).

Tabelle 6.4: Zusammenfassung der Mittelwerte der Laborergebnisse von bei der Sorelbetonproduktion verwendeten Salzsarten im Jahr 2016

Material	Einzelproben	Wassergehalt [%]	Korndichte [g/cm ³]
Vorlaufende Beprobung: Steinsalz, Misachsatz, carnallitisches Salz	156	0,082	2,161
Baubegleitende Beprobung: Steinsalz, Mischsalz, carnallitisches Salz	205	0,083	2,111

Mit kleinen Baustoffanlagen werden im Grubengebäude die Schalungsmauern von Abbauzugängen, kleine Fundamente u.ä. hergestellt, die nicht extra beprobt werden. Diese kleinen Pumpen werden mit

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung							Blatt: 151

Vorprodukt aus sogenannten MAT-Behältern über die Befüllanlage 50BA, die von der 20BA beschickt wird, versorgt. An der 50BA wurde 2016 mit dem Vorprodukt insgesamt ca. 2.529 t Salz in die MAT-Behälter gefüllt.

6.1.5 Vorprodukt für die Sorelbetonherstellung

Die Mischung aus MgO (Binder) und Salz (Zuschlagsstoff), das sogenannte Vorprodukt für die Sorelbetonherstellung, wird zur Qualitätssicherung routinemäßig in Stichproben an den Misch- und Pumpanlagen unter Tage beprobt und im Qualitätssicherungslabor untersucht. Dabei werden Wassergehalt, Korndichte und -verteilung, Zitronensäurereaktivität sowie die chemisch-mineralogische Zusammensetzung und das Mischungsverhältnis ermittelt. Eine Übersicht über die Mittelwerte der Ergebnisse der Untersuchungen ist in Tabelle 6.5 zusammengefasst.


Tabelle 6.5: Zusammenfassung der Laborergebnisse der untersuchten Vorprodukte für die Sorelbetonproduktion im Jahr 2016

Material	Anzahl der Untersuchungen	Wassergehalt	Korndichte	Zitronensäurereaktivität (pH=7,0)	Zitronensäurereaktivität (pH=8,6)
		[%] Mittelwert	[g/cm ³] Mittelwert	[s] Mittelwert	[s] Mittelwert
Vorprodukt A0	14	0,264	2,271	88	217
Vorprodukt A1	461	0,123	2,240	140	328

6.2 Sorelbetonproduktion

6.2.1 Qualitätssicherung der Zusammensetzung des Sorelbetons

Im Jahr 2016 sind mit den Baustoffanlagen 1 und 2 im Grubengebäude der Schachanlage Asse II etwa 32.215 m³ Sorelbeton zur Hohlraumverfüllung hergestellt und verpumpt worden (2015: 34.362 m³). Alle verbauten Massen der Einzelkomponenten und das sich daraus ergebende Volumen von Sorelbeton wurden in der Qualitätssicherungs- und Mengenerfassungsanlage (QMA) erfasst und dokumentiert. Zusätzlich wurden ca. 2.009 m³ Sorelbeton mit kleinen Misch- und Pumpanlagen bei der Erstellung von Schalmauern, Fundamenten, Bohrlochverfüllungen und anderen kleinvolumigen Verfüllungen hergestellt. Für die unterschiedlichen Anforderungen an die Verfüllungen hinsichtlich der Festigkeitseigenschaften und der Permeabilitäten wurden differenzierte Vorgaben für die Mischungsverhältnisse von Salz (Zuschlagsstoff), Basismaterial (Binder) und Anmachflüssigkeit festgelegt. Anhand der in der QMA erfassten Daten ist eine ständige Kontrolle der Einhaltung festgelegter Bandbreiten für den Sorelbeton gegeben. Die vorgegeben Rezepturen wurden im Jahr 2016 eingehalten. Die im Jahr 2016 verbauten Massen, Volumina und die durchschnittliche prozentuale Zusammensetzung des Sorelbetons, die über die QMA erfasst wurden, sind in Tabelle 6.6 und Tabelle 6.7 zusammengefasst.

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 <small>ASSE</small> <small>GMHB</small> <small>Verantwortlich handelt.</small>
NNA	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	

Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung	Blatt: 152
---	------------

Tabelle 6.6: Übersicht der verbauten Gesamtmassen bei der Sorelbetonproduktion im Jahr 2016

Projekt	Sorel- beton [m ³]	Vor- produkt [t]	Salz [t]	Basis- material [t]	Anmach- flüssigkeit [m ³]	Zutritts- lösung [m ³]
Firstspaltverfüllung	6.547	9.663	8.212	1.450	2.363	–
Resthohlraumverfüllung A1	8.992	13.147	11.175	1.971	3.298	–
Resthohlraum mit Sorel A0	1.055	1.484	1.191	293	157	231
Stützender Versatz	12.514	18.280	15.552	2.728	4.611	–
Widerlager	1.282	1.872	1.590	282	476	–
Strömungsbarrieren	1.684	2.456	2.094	362	624	–
Sonstige	140	204	174	30	52	–
Gesamtsumme	32.215	47.105	39.988	7.117	11.581	231

Tabelle 6.7: Durchschnittliche prozentuale Zusammensetzung des Sorelbetons im Jahr 2016


Projekt	Salz	MgO	Anmachflüssigkeit*
Firstspaltverfüllung	64,1 Gew.-%	11,3 Gew.-%	24,6 Gew.-%
Resthohlraumverfüllung mit Sorelbeton A1	63,7 Gew.-%	11,2 Gew.-%	25,1 Gew.-%
Resthohlraumverfüllung mit Sorelbeton A0	60,4 Gew.-%	14,9 Gew.-%	24,8 Gew.-%
Stützender Versatz	63,6 Gew.-%	11,2 Gew.-%	25,2 Gew.-%
Widerlager	63,4 Gew.-%	11,3 Gew.-%	25,2 Gew.-%
Strömungsbarrieren	63,6 Gew.-%	11,0 Gew.-%	25,3 Gew.-%
Sonstiges	63,6 Gew.-%	11,0 Gew.-%	25,4 Gew.-%
Gesamtmittelwert	63,6 Gew.-%	11,3 Gew.-%	25,1 Gew.-%

* Bei Sorelbeton A0, Anmachflüssigkeit und Zutrittslösung

6.2.2 Qualitätssicherung der Frischbetonsuspension und der Einzelkomponenten

Für die Sicherstellung gleichbleibender Qualität und guter Verpumpbarkeit des Sorelbetons werden direkt an den Misch- und Pumpanlagen regelmäßig Proben zur Kontrolle der Suspensionseigenschaften entnommen. Dazu werden aus dem Vorlagebehälter der jeweiligen Anlage Proben zur Untersuchung der Frischbetoneigenschaften entnommen. Es werden folgende Parameter der Frischbetonsuspension bestimmt und in Arbeitsprotokollen dokumentiert: Fließrinnenmaß, Temperatur, Dichte, Luftporengehalt und Leitfähigkeit.

Im Vorfeld der Probenahme der Frischbetonsuspension werden Proben vom verwendeten Salz, Basis-material und der Anmachflüssigkeit - sowie bei der Sorelbeton-A0-Produktion auch von der Zutrittslösung - genommen und zur Untersuchung ins Qualitätssicherungslabor gebracht.

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung							Blatt: 153

Vor Ort wird die Temperatur und Dichte der Anmachflüssigkeit und der Zutrittslösung (bei A0) gemessen. Zusätzlich werden auf den Arbeitsprotokollen auch weitere Angaben zur Baustoffproduktion dokumentiert, wie der Pumpendruck, die eingestellte Rezepturzusammensetzung und die Förderleistung zum Zeitpunkt der Probenahme sowie Hinweise zur verwendeten Salzzart. Zur späteren Kontrolle der Festbetoneigenschaften werden Rückstellproben in KG-Rohre gegossen, die in externen Laboren untersucht werden. Zur Kontrolle des Abbindeverhaltens des Sorelbetons wird der Temperaturverlauf während des Abbindeprozesses an einer Probe in einem Isolierbehälter (quasiadiabatisch) aufgezeichnet und dokumentiert.


Mit der Kontrolle der Frischbetoneigenschaften können frühzeitig evtl. Parameterabweichungen beim Material oder der Misch- und Dosiereinrichtungen der Anlage erkannt werden. Damit wird eine gleichbleibende Qualität des Sorelbetons gewährleistet. Die bei den baubegleitenden Frischbetonuntersuchungen ermittelten durchschnittlichen Parameter zeigt Tabelle 6.8.

Tabelle 6.8: Durchschnittliche Ergebnisse der baubegleitenden Untersuchungen an der Frischbetonsuspension, der Anmachflüssigkeit und der Zutrittslösung im Jahr 2016

	Anzahl der Proben/Untersuchungen	Bestimmte Parameter	
		Parameter	Wert
Anmachflüssigkeit	721	Temperatur [°C]	29,6
	721	Dichte [g/cm ³]	1,331
Zutrittslösung	23	Temperatur [°C]	31,8
	23	Dichte [g/cm ³]	1,220
Frischbetonsuspension	812	Temperatur [°C]	31,1
	811	Leitfähigkeit [mS/cm]	18,1
	817	Dichte [g/cm ³]	1,85
	865	Fließbrinnenmaß [mm]	527
	170	Quasiadiabatische Abbinde-temperatur [°C]	80,8
	721	Luftporengehalt [%]	2,4

6.3 Sonstige Baustoffuntersuchungen

Im Qualitätssicherungslabor der Schachanlage Asse II werden neben den beschriebenen Untersuchungen noch Eingangskontrollen für Injektionsmaterialien durchgeführt. Für die Schalwände in den Abbauzugängen werden Rasengittersteine aus Sorelbeton geliefert, die stichprobenartig kontrolliert und bei der MPA Braunschweig untersucht werden. Dazu kommen noch Sonderuntersuchungen verschiedener Materialien. Diese Kontrollen machen jedoch nur einen sehr kleinen Teil der Gesamtuntersuchungen aus, daher wird an dieser Stelle nicht gesondert darauf eingegangen.

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 <small>ASSE</small> <small>Verantwortlich handeln</small>
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	

Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung	Blatt: 154
---	------------

7 Gesamtbewertung


Die bergsmechanische Situation wird im Folgenden auf Grundlage der insgesamt visuell und messtechnisch erfassten Informationen zum Spannungs- und Verformungszustand des Tragsystems, zum Monitoring der Infrastrukturbereiche, sowie unter Berücksichtigung der durchgeführten bergmännischen Arbeiten und hierbei insbesondere der durchgeführten Stabilisierungsmaßnahmen bewertet. Für das Gesamttragsystem stellt sich die Situation bezogen auf die Baufelder wie folgt dar:

1. Baufeld an der Südflanke

Das Baufeld an der Südflanke stellt mit ca. 3,0 Mio. m³ Hohlraumvolumen das mit Abstand größte Baufeld dar [20]. Aufgrund der nicht ausreichend dimensionierten Schweben und Pfeiler kommt es seit den 1980er Jahren zu erheblichen Schädigungen bzw. Bruchprozessen in den Tragelementen und den angrenzenden Deckgebirgsschichten. Einher ging diese Entwicklung mit einem starken Anstieg der querschlägigen Pfeilerstauchungsraten sowie zeitlich verzögert mit erhöhten übertägigen Senkungsraten. Messtechnisch kann somit eine hohe Mobilität des südlich vorgelagerten Deckgebirges belegt werden. Dies führt seit spätestens 1988 zu einem Integritätsverlust in der Steinsalzbarriere und zum Zutritt von Salzlösungen aus dem Deckgebirge. Zur Stabilisierung des Tragsystems wurden die Abbaue bis 2004 überwiegend mit 2,92 Mio. t Salzgrus verfüllt (etwa 2,6 Mio. m³). Bereits während der Versatzeinbringung war eine beginnende Stabilisierung des Tragsystems (ab ca. 1999) durch sich degressiv entwickelnde querschlägige Pfeilerstauchungsraten erkennbar. Da sich die Verformungsraten trotz der Salzeinbringung noch auf einem hohen Niveau bewegten und sich durch Konsolidierung des Salzversatzes in den Abbauen Firstspalte gebildet hatten, wurde zur zusätzlichen Stabilisierung ab Ende 2009 mit der Verfüllung der Firstspalte und Resthohlräume mit Sorelbeton begonnen. Bisher wurden ca. 112.000 m³ Sorelbeton in Firstspalte und Resthohlräume im Baufeld an der Südflanke oberhalb der 750-m-Sohle eingebracht [20].

Im Berichtszeitraum 2016 hat sich der hohe Beanspruchungszustand des Tragsystems wenig verändert. Da die maximalen Spannungen vor allem im Bereich des Hauptpfeilers 4/5 erkennbar angestiegen sind und die minimalen Spannungen im gesamten Baufeld im Jahre 2016 wenig verändert sind, haben sich die Spannungsdifferenzen insgesamt leicht und lokal deutlich erhöht. Die hohen Spannungsdifferenzen, die detektierten Rissbildungen sowie die in einigen Bereichen deutlich erhöhte mikroseismische und mikroakustische Aktivität weisen auf weiterhin stattfindende Bruch- bzw. Schädigungsprozesse hin. Mit dem sich langsam aufbauenden Versatzdruck und der damit verbundenen seitlichen Stützung der Pfeiler, zum Teil auch durch den Sorelbeton, wird jedoch einer weiteren Pfeilerentfestigung entgegengewirkt. Dies bewirkte, dass sich – trotz der weiter ablaufenden Schädigungsprozesse – auch im Jahre 2016 eine degressive Entwicklung der querschlägigen Pfeilerstauchungsraten einstellte. Im Jahre 2015 hatte sich dieser Trend zwar deutlich abgeschwächt, im Berichtszeitraum 2016 war jedoch wieder eine insgesamt leicht degressive Entwicklung der Pfeilerstauchungsraten zu konstatieren. Um diesen Trend weiter zu unterstützen, ist eine zügige und systematische Fortführung der Firstspaltverfüllung geboten. Dies betrifft insbesondere die Abbaureihen 2, 4 und soweit möglich bzw. vertretbar auch 3 sowie weitere Resthohlräume am oberen Baufeldrand. Nur so kann dem anhaltenden Integritätsverlust in den Tragelementen und damit auch im südlich vorgelagerten Deckgebirge entgegengewirkt werden.

Da im Westflügel des Baufeldes an der Südflanke auch insgesamt die Spannungsdifferenzen 2016 leicht zugenommen haben, ist in den schon stark entfestigten Tragelementen mit weiteren Schädigungsprozessen zu rechnen. In deren Folge ist auch ein weiterer Integritätsverlust in

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung							Blatt: 155

der hier sehr geringmächtigen Steinsalzbarriere und dem südlich vorgelagerten Deckgebirge zu besorgen. Das lokale Pfeilerstauchungsmaximum liegt im Westflügel mit Werten um 70 mm/a im Bereich der 574-m- bis 553-m-Sohle in den Abbaureihen 3 bis 5. Der Bereich ist zudem durch geologische Besonderheiten, wie einem linsenförmigen Hauptanhydritvorkommen und ein ca. West/Ost streichendes Kluftsystem mit Lösungsaustritten und einer Vielzahl von Tropfstellen, gekennzeichnet.


Allerdings geht die 2016 schwach degressive Entwicklung der Pfeilerstauchungsraten noch immer nicht mit einem relevanten Anstieg der im Salzversatz erfassten Spannungen einher. Da die weiter ablaufenden Verformungsprozesse auch die Schaffung neuer bzw. die Reaktivierung älterer Migrationspfade aus dem Deckgebirge ermöglichen, ist eine weitere Stabilisierung des im Westflügel liegenden Zutrittsbereiches durch eine zügige und systematische Umsetzung der Firstspaltverfüllung sowie die Betonage aller nicht mehr benötigten Teile der Abbaubegleitstrecken nach wie vor dringend notwendig.

Demgegenüber ist im Bereich des Pfeilerstauchungsmaximums im Ostflügel des Baufeldes, in dem bereits ein großer Teil der Firstspalte verfüllt ist, eine Stützwirkung deutlicher erkennbar. Diese korrelierte in den letzten Jahren mit einem tendenziellen Anstieg der Minimalspannungen und dem hier etwas stärkeren Rückgang der Pfeilerstauchungsraten. In 2016 setzte sich dieser Trend, wie oben dargestellt, abgeschwächt fort. Im Ostflügel erfolgt jedoch der Übergang vom oberen Bereich des Pfeilerstauchungsmaximums – welcher sich bis in das Firstniveau der 532-m-Sohle erstreckt – zum Unverritzten oberhalb der 490-m-Sohle auf vergleichsweise sehr kurzer Distanz. Hierdurch ergeben sich im Umfeld und auch im südlich vorgelagerten Deckgebirge weiterhin hohe Scherbeanspruchungen.

Die mikroseismische Aktivität weist weiterhin ablaufende Schädigungsprozesse, insbesondere im Bereich oberhalb bzw. nördlich oberhalb der ELK 4/750, im Bereich der ELK 6/750, am oberen Baufeldrand, in den zentralen und südlichen Bereichen der 800-, 750-, 725-, und 700-m-Sohle, aus. Aufgrund des bestehenden Lösungszutritts und der permanenten Gefahr seiner Veränderung und/oder Verlagerung, die sich mit den fortschreitenden Schädigungsprozessen weiter erhöht, ist eine weitere Stabilisierung dringend erforderlich. Hierbei kommt der messtechnischen Überwachung der Situation eine wichtige Bedeutung für die Überwachung und Steuerung des Bauablaufes bei den Stabilisierungsmaßnahmen zu.

2. Steinsalzbaufeld im Sattelkern

Das Baufeld im Sattelkern weist ein Hohlraumvolumen von etwa 448.000 m³ auf und ist zu etwa 71 % mit Salz und 17 % mit Sorelbeton versetzt (Stand 2016; [20]). Da der Nahbereich dieser Abbaue durch nachträglich aufgefahrenen Strecken (z. B. Wendelstrecke, nördliche Richtstrecken nach Osten) zum Teil stark durchbaut wurde, ist es lokal zu erheblichen Schädigungen in den Konturbereichen dieser infrastrukturell genutzten Strecken gekommen. Zur Überwachung der Schädigungsprozesse wurden seit 2012 lokale Monitoringprogramme initiiert. Dies betrifft die Wendelstrecke von der 700- bis 775-m-Sohle (s. Abschnitt 4.4 (Blätter 108–110)), den Füllortbereich Schacht 2 auf der 750-m-Sohle (s. Abschnitt 4.6 auf Blatt 123) und die nördlichen Richtstrecken nach Osten auf der 750-m-Sohle (s. Abschnitt 4.7 auf Blatt 131). Zur Stabilisierung dieser Bereiche wurden in den Jahren 2012 und 2013 die Abbaue auf der 775-m-Sohle mit Sorelbeton nachverfüllt. Auch auf der 750-m-Sohle wurden vorgezogene Verfüllmaßnahmen umgesetzt oder befinden sich in Vorbereitung.

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung							Blatt: 156

3. Carnallitbaufeld

Das in den 1920er Jahren aufgefahrene Carnallitbaufeld wurde bereits im Zuge der Gewinnung weitgehend mit Rückständen aus der Kalialaufbereitung verfüllt. 2016 wurde das Volumen des Baufeldes mit ca. 949.000 m³ bilanziert. Geotechnische Untersuchungen belegen eine erhebliche Schädigung der Pfeiler, Auflockerungen in den Konturbereichen insbesondere in der Firste des Abbaufeldes sowie eine konvergenzbedingt bereits stark fortgeschrittene Kompaktion des Versatzes. In 2015 und 2016 wurden im mittleren und östlichen Bereich Erkundungsbohrungen in den Firstbereich der Abbaue gestoßen. Dabei wurden zum Teil relevante Firstspalte festgestellt; die Verfüllung befindet sich bereits in Umsetzung. Aus den Ergebnissen des Tagesnivellements ist eine Beeinflussung des Senkungsgeschehens durch das Carnallitbaufeld abzuleiten und eine entsprechende Beanspruchung des Deckgebirges zu besorgen. Um dem entgegenzuwirken ist eine systematische Nachverfüllung der Resthohlräume vorgesehen.

Die Herkunft der im Bereich des Carnallitfeldes gefassten Lösung ist nicht sicher nur mit der Versatzeinbringung erklärbar, somit ist ein Zufluss von Lösungen aus umliegenden Gebirgsbereichen nicht auszuschließen [70].


4. Tiefenaufschluss

Der sogenannte Tiefenaufschluss (unterhalb der 775-m-Sohle) besteht aus Strecken und einer Kaverne, welche im Wesentlichen zu Forschungszwecken und zur Speicherung von ins Bergwerk eingedrungener Lösungen aufgefahren wurden. Das Hohlraumvolumen des Tiefenaufschlusses beträgt ca. 242.000 m³. Ab 2004 wurde mit der Verfüllung des Tiefenaufschlusses auf der 975-m-Sohle mit Salzversatz und zum Teil Schotter (Kaverne unterhalb Schacht 4 und Blindschacht 1) begonnen. Der Porenraum im unteren Bereich des Tiefenaufschlusses wurde mit einer gesättigten MgCl₂-dominierten Lösung aufgefüllt. Ab der 875-m-Sohle erfolgt seit 2009 die Resthohlraumverfüllung mit Sorelbeton. Im Jahre 2014 wurde die Verfüllung der 850-m-Sohle weitgehend abgeschlossen. Im Westen der 800-m-Sohle wurden 2012 Strecken zur Speicherung von Salzlösungen – sogenannte Sumpfstrecken – aufgefahren. Aufgrund der geringen Größe und des niedrigen Durchbauungsgrades hat der Tiefenaufschluss nur eine geringe Bedeutung für das Gesamtragsystem sowie für die Bewertung der Gebrauchstauglichkeit der längerfristig noch zu nutzenden Infrastrukturbereiche. Seit 2015 werden auf der 850-m-Sohle Strecken zur Gewinnung von Steinsalz aufgefahren. Diese Strecken werden sukzessive mit Sorelbeton unter Verwendung von carnallititischem Eigensalz oder kontaminierten Lösungen verfüllt.

Ab 2012 wurden sukzessive für alle relevanten Infrastrukturbereiche eine intensivere Beobachtung der Schädigungsprozesse in Form von Monitoringprogrammen und auf deren Grundlage vorgezogene Verfüllmaßnahmen initiiert. Mit diesen Maßnahmen soll eine Bewertung der Gebrauchstauglichkeit dieser Bereiche für den noch geplanten Nutzungszeitraum ermöglicht und durch die vorgezogenen Verfüllmaßnahmen soll der Schädigungsprozess verlangsamt werden.

Im Jahre 2015 ergab sich auch für den Infrastrukturbereich auf der 700-m-Sohle die Notwendigkeit einer deutlichen Erweiterung des lokalen Monitoringprogramms. Aufgrund der zunehmenden Schädigungen und Entfestigungen im Bereich der Baustoffanlage I wurden auch hier umfangreiche Stabilisierungsmaßnahmen vorgeschlagen, um die Gebrauchstauglichkeit für den geplanten Nutzungszeitraum (derzeit bis 2023) zu erhalten.

Eine weitere Besonderheit stellt die Wendelstrecke dar. Hier wurde im Januar 2012 der Bereich der 637-m-Sohle gesperrt, da die Schwebelast zwischen zwei Wendelstreckenabschnitten vollständig entfestigt war. Hier waren umfassende Sanierungen in Verbindung mit der Neuauffahrung von zwei Wendelabschnitten notwendig [71]. Bei einem weiteren Abschnitt der Wendelstrecke, zwischen der

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung							Blatt: 157

750- und 775-m-Sohle, war ebenfalls eine Neuauffahrung erforderlich. Diese wurde planmäßig im 2. Halbjahr 2014 umgesetzt. Weitere Wendelabschnitte, insbesondere von der 725- zur 750-m-Sohle, wurden in den Jahren 2015 und 2016 saniert. In der Wendelstrecke ist jedoch generell von einem laufenden hohen Sanierungsaufwand auszugehen.

Weiterhin wurden in folgenden Bereichen im besonderen Maße Schädigungsprozesse detektiert:


1. Die Rissentwicklung in der Abbaubegleitstrecke nach Osten auf der 511-m-Sohle, die im Firstbereich des Abbaus 6a/532 durchgeführten EMR-Messungen und Erkundungsbohrungen weisen auf eine streichende Scherbeanspruchung der Schweben zu den Nebenabbauen 6a/532, 7a/532 und 7b/532 hin. Die bereits fortgeschrittene Rissbildung in der Schweben oberhalb des Abbaus 6a/532 führte zur Sperrung des Abbaus. Nach Herstellung der nördlichen Umfahrung dieses Abbaus und seiner vollständigen Verfüllung wurde eine entsprechende Bewertung auch für die Gebrauchstauglichkeit der östlich gelegenen Nebenabbaue erstellt. Hierbei ergab sich auch für die Abbaue 7a und 7b/532, dass die hangenden Schweben stark geschädigt sind. Der Abbau 7a/532 ist inzwischen abgeworfen und vollständig verfüllt. Im Abbau 7b/532 wurde der südliche und mittlere Teil ebenfalls im Jahre 2015 verfüllt. Zur Begrenzung der Schädigungsentwicklung im Nahbereich der MAW-Kammer ist ein zügiger Rückzug bzw. eine Verfüllung der Nebenabbaue 7a bis 9b/532 zu empfehlen.
2. Im Bereich des Pfeilers 3/4 auf der 725-m-Sohle sowie im Bereich der Querschläge zwischen der 1. und 2. südlichen Richtstrecke nach Westen auf der 750-m-Sohle und der Schweben oberhalb der ELK 4/750 liegen Indizien für einen fortschreitenden Integritätsverlust vor. Hier sollten die vorgesehenen Verfüll- und Abdichtungsmaßnahmen weiter zügig umgesetzt werden. Die anhaltend hohe mikroseismische Aktivität belegt die Dringlichkeit von Stabilisierungsmaßnahmen in diesem Bereich.

Insgesamt hat die Stabilisierung des Tragsystems vor allem im Baufeld an der Südflanke und im Sattelkern zwar zu einem weiteren, sich im Berichtszeitraum wie oben angeführt abschwächenden, Rückgang der Verformungsraten geführt, die damit verbundenen Spannungsumlagerungen führen aber lokal in bereits stark geschädigten Bereichen und den Baufeldrändern zu weiteren Bruchvorgängen. Diese führten und führen zum Verlust der Gebrauchstauglichkeit von in solchen Bereichen angeordneten Infrastrukturkomponenten. Dies gilt insbesondere für die Abbaue und Abbaubegleitstrecken in der Südflanke, der Wendelstrecke (511- bis 679-m-Sohle und 725- bis 775-m-Sohle) sowie den Füllortbereich Schacht 2 und 4 (750-m-Sohle). Zur weiteren Bewertung der Nutzungsfähigkeit ist daher die Fortführung der Monitoringprogramme und bei Bedarf die Initiierung von entsprechenden Stabilisierungsmaßnahmen unabdingbar.

Insgesamt ist 2016 die mikroseismische Aktivität im Grubengebäude weiter angestiegen und lag zeitweise oberhalb der Meldekriterien entsprechend dem SBPL Firstspaltverfüllung - 17/2009. Außerhalb des Grubengebäudes fällt weiterhin die relativ hohe Aktivität im Bereich des südlich vorgelagerten Deckgebirges sowie im Bereich des oberen und östlichen Baufeldrandes auf.


Weiterhin sind südöstlich des Grubengebäudes im Bereich der 700-m-Sohle relativ starke Ereignisse im Salinar und im Übergangsbereich vom Salinar zum oberen Buntsandstein detektiert worden. Da sich dieser Bereich relativ weit außerhalb des Grubengebäudes befindet, ist eine alleinige gebirgsmechanische Ursache für diese Aktivität nicht plausibel.

Die Lösungsfassung wies im Baufeld an der Südflanke eine Stabilisierung des Lösungszutritts aus dem Deckgebirge auf einem Niveau von ca. 12,4 m³/d aus. Die installierten und zum Teil ausgebauten Fassungssysteme auf der 658- und 725-m-Sohle haben weiterhin den weitaus größten Anteil des Lösungszutritts oberhalb der 750-m-Sohle gefasst (ca. 99,5%). Auch der Anteil der Fassung in der Abbaureihe 3 lag 2016 bei 99% und damit unverändert auf hohem Niveau. Im Abbau 3/658 wurden

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 <small>ASSE GMBH</small> <small>Verantwortlich handeln</small>
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung							Blatt: 158

durchschnittlich 11,8 m³/d gefasst. Damit wurde auch hier das Meldekriterium entsprechend dem SBPL Firstspaltverfüllung 17/2009 dauerhaft überschritten. Sollte es im Zuge der weiterhin ablaufenden gebirgsmechanischen Schädigungsprozesse sowie von Subrosionsprozessen zu stärkeren Veränderungen des Lösungszutritts kommen, ist ein Versagen der Fassungssysteme bzw. deren Umläufigkeit zu besorgen. Eine unmittelbare Folge wäre dann ein durch zunehmende Durchfeuchtungen der Tragelemente forcierter Entfestigungsprozess, das verstärkte Eindringen von Lösungen in die Einlagerungskammern und ein Austrag von Kontaminationen. Eine wesentliche Aufgabe der Standortüberwachung ist es daher, solche Veränderungen frühzeitig zu erkennen. Auf dieser Grundlage können dann gegebenenfalls notwendige Maßnahmen initiiert werden.


Im Bereich der Nordflanke wurden im Jahre 2016 durchschnittlich 0,30 m³/d gesättigte MgCl₂-Lösung gefasst (2015: 0,27 m³/d). Dieser gegenüber 2015 erhöhte Wert hängt damit zusammen, dass 2016 in einem relevanten Umfang Standlösungen z. B. im Bereich des ehemaligen Sprengstofflagers abgepumpt worden sind. Die für 2016 ermittelte Fassungsrate von 0,30 m³/d liegt jedoch nahe an dem 8-Jahres-Durchschnitt (2009 bis 2016) von 0,23 m³/d. Damit bestehen derzeit zwar keine konkreten Hinweise für einen relevanten Lösungszutritt von „außen“ in das Carnallitbaufeld. Ein Zutritt aus dem Nebengebirge des Asse-Sattels bzw. über nicht ausreichend dicht verfüllte Altbohrungen aus den Anhydritmitteln ist jedoch weiterhin nicht auszuschließen.

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	
NNA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	

Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung	Blatt: 159
---	------------


8 Literaturverzeichnis

- [1] Asse-GmbH
Notfallplanung zur Minimierung der Konsequenzen eines auslegungsüberschreitenden Lösungszutritts
Stand: 23.02.2010
BfS-KZL: 9A/34000000/EBM/RB/0003/00
Asse-GmbH-KZL: 9A/23700000/BAU/GH/BZ/0003/00
- [2] Asse-GmbH
Notfallplanung - Statusbericht und geplante Umsetzung der Vorsorgemaßnahmen
Stand: 22.12.2011
BfS-KZL: 9A/34000000/EBM/RZ/0001/00
Asse-GmbH-KZL: 9A/44000000/BAU/GH/BZ/0001/01
- [3] Bundesamt für Strahlenschutz
Notfallplanung für das Endlager Asse
Stand: 28.02.2010
BfS-KZL: 9A/34000000/EBM/RB/0002/01
- [4] Asse-GmbH
Hohlraumbilanz für die Schachanlage Asse II und Abschätzung der Volumina zur Umsetzung der Maßnahmen zur Konsequenzenminimierung (Notfallplanung)
Stand: 31.01.2012
BfS-KZL: 9A/64140000/GB/R/0011/00
Asse-GmbH-KZL: 9A/64332000/BAU/GH/BZ/0001/00
- [5] Atomgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 15. Juli 1985 (BGBl. I S. 1565), das zuletzt durch Artikel 2 Absatz 14 des Gesetzes vom 1. April 2015 (BGBl. I S. 434) geändert worden ist.
- [6] ARCADIS Deutschland GmbH
Projekt Schachanlage Asse II, 2. Zwischenbericht zur Fortschreibung der Projektablaufplanung zum Stand 31.03.2013
Stand: 31.03.2013
BfS-KZL: 9A/12200000/BB/KV/0007/01
- [7] Bundesamt für Strahlenschutz. Schachanlage Asse II, Gesamtdarstellung zur Rückholungsplanung. urn:nbn:de:0221-2014021211169. Stand: 10.03.2014.
- [8] Asse-GmbH
Zusammenstellung und Bewertung der Salzlösungs- und Gaszutritte im Grubengebäude der Schachanlage Asse II
Stand: 21.07.2009
BfS-KZL: 9A/64222100/HG/RB/0002/01
Asse-GmbH-KZL: 9A/-/GEH/EB/BW/0001/01
- [9] Bundesamt für Strahlenschutz
Fließwege zutretender Salzlösungen im Grubengebäude der Schachanlage Asse II
Stand: 14.02.2012
BfS-KZL: 9A/64222000/HGG/RB/0001/00

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 <small>ASSE</small> <small>GM&H – Verantwortlich handeln</small>
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	

Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung	Blatt: 160
---	------------


- [10] Asse-GmbH
Überprüfung der vorhandenen geotechnischen und geophysikalischen Messsysteme im Hinblick auf die zur Notfallvorsorge und Faktenerhebung geplanten Maßnahmen
Stand: 26.10.2012
BfS-KZL: 9A/64300000/GC/RZ/0004/00
Asse-GmbH-KZL: 9A/64300000/GMÜ/GC/BZ/0001/00
- [11] Asse-GmbH
Begleitbericht zum Tagesnivellement 2016
Stand: 20.02.2017
BfS-KZL: 9A/64140000/GB/PF/0006/00
Asse-GmbH-KZL: 9A/64140000/MAR/GB/BT/0177/00
- [12] Asse-GmbH
Tagesnivellement – Begleitungsbericht zum Senkungsnivellement 2012
Stand: 12.12.2012
BfS-KZL: 9A/64140000/GB/PF/0001/00
Asse-GmbH-KZL: 9A/64140000/MAR/GB/BT/0045/00
- [13] Asse-GmbH
Erläuterungsbericht zu den Gebirgsbeobachtungen 2016
Stand: 01.02.2017
Asse-GmbH-KZL: 9A/64140000/MAR/GB/BZ/0017/00
- [14] Asse-GmbH
Konvergenzmessungen in Grubenbauen der Schachanlage Asse II – Bericht zu den Konvergenzmessungen bis 31.12.2015
Stand: 11.02.2016
BfS-KZL: 9A/64320000/GC/RA/0128/00
Asse-GmbH-KZL: 9A/64300000/GMÜ/GC/BT/0008/00
- [15] Asse-GmbH
151. Zwischenbericht zu den Extensometermessungen
Stand: 22.12.2016
Asse-GmbH-KZL: 9A/64140000/MAR/GB/BT/0172/00
- [16] Asse-GmbH
Inklinometermessungen - 20. Bericht
Stand: 10.03.2017
BfS-KZL: 9A/64140000/GB/RZ/0009/00
Asse-GmbH-KZL: 9A/64140000/MAR/GB/BT/0173/00
- [17] Asse-GmbH
Visuelle Beobachtungen in den Pfeilern - 18. Bericht 2016 -
Stand: 02.02.2017
Asse-GmbH-KZL: 9A/64140000/MAR/GB/BT/0174/00
- [18] Asse-GmbH
Konvergenzmessungen in Grubenbauen der Schachanlage Asse II – Bericht zu den Konvergenzmessungen bis 31.12.2016
Stand: 23.02.2017
Asse-GmbH-KZL: 9A/64300000/GMÜ/GC/BT/0012/00

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	

Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen
 Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung


Blatt: 161

- [19] Asse-GmbH
 Konvergenzmessungen Abbau 3, 490-m-Sohle – Zwischenbericht Nr. 75 aus Januar 2016
 Stand: 01.02.2016
 Asse-GmbH-KZL: 9A/64140000/MAR/GB/BT/0127/00
- [20] Asse-GmbH
 Hohlraumbilanz 2016 für die Schachanlage Asse II und Kalkulation der Volumina zur Umsetzung der Maßnahmen zur Konsequenzenminimierung (Notfallplanung)
 Stand: 01.09.2016
 BfS-KZL: 9A/64140000/GB/RZ/0007/00
 Asse-GmbH-KZL: 9A/64332000/BAU/GH/BZ/0004/00
- [21] Asse-GmbH
 Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen - Jahresbericht 2015
 Stand: 29.04.2016
 BfS-KZL: 9A/64330000/GC/PF/0007/00
 Asse-GmbH-KZL: 9A/64300000/GMÜ/GC/BT/0009/00
- [22] Asse-GmbH
 Fortschreibung der Darstellung und Bewertung der gebirgsmechanischen Situation im Bereich der Südflanke der Schachanlage Asse II auf der Grundlage gebirgsmechanischer In-situ-Messungen
 Stand: 12.03.2012
 BfS-KZL: 9A/64320000/GC/RA/0067/00
 Asse-GmbH-KZL: 9A/6432000/GMÜ/GC/BT/0005/00
- [23] Asse-GmbH
 Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen, Jahresbericht 2012 des Teilbereiches Standortüberwachung
 Stand: 25.11.2013
 BfS-KZL: 9A/64330000/GC/PF/0002/00
 Asse-GmbH-KZL: 9A/64300000/GMÜ/GC/BT/0001/02
- [24] Asse-GmbH
 Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen, Jahresbericht 2013 des Teilbereiches Standortüberwachung
 Stand: 28.02.2014
 BfS-KZL: 9A/64330000/GC/PF/0005/00
 Asse-GmbH-KZL: 9A/64300000/GMÜ/GC/BT/0005/00
- [25] Asse-GmbH
 Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen, Jahresbericht 2014 des Teilbereiches Standortüberwachung
 Stand: 11.05.2015
 BfS-KZL: 9A/64330000/GC/PF/0006/00
 Asse-GmbH-KZL: 9A/64300000/GMÜ/GC/BT/0007/01
- [26] Asse-GmbH
 Seismische Überwachung der im Oktober und November 2016 durchgeführten Testsprengungen in der Tiefbohrung Remlingen 15 und der Flachbohrung R15-01
 Stand: 02.02.2017
 Asse-GmbH-KZL: 9A/64223000/GMÜ/HF/BW/0004/00

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	

Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung	Blatt: 162
---	------------


- [27] Landesamt für Bergbau und Geologie
Sonderbetriebsplan Nr. 17/2009 "Messtechnische Überwachung im Rahmen der Firstspaltverfüllung"
G.-Nr. W 5010.2.17 I - 2009-015-III
Stand: 09.11.2009
Asse-GmbH-KZL: 9A/13223/SFV/DB/EV/0003/00
- [28] Asse-GmbH
Messbulletin - Mai 2016 bis Oktober 2016
Stand: 15.02.2017
Asse-GmbH-KZL: 9A/64320000/GMÜ/GC/BB/0042/00
- [29] Asse-GmbH
Zusammenfassung und Bewertung der radiologischen Daten sowie der Daten der Standortüberwachung zu den Ereignissen in der Kammer 8a/511-m-Sohle
Stand: 17.03.2017
Asse-GmbH-KZL: 9A/65100000/01STS/DA/BT/0001/00
- [30] Asse-GmbH
Stellungnahme zur Situation im Bereich der Katasterlokaltät L574006 auf der 574-m-Sohle
Stand: 11.12.2013
BfS-KZL: 9A/64300000/GC/RB/0035/00
Asse-GmbH-KZL: 9A/64300000/GMÜ/GC/BZ/0002/00
- [31] Helmholtz Zentrum
Ergebnisse der Mikroseismischen Überwachung auf der Schachanlage Asse - Jahresbericht 2008
Stand: 16.12.2008
HMGU-KZL: 14/77754/GMÜ/HF/BT/0010/00
- [32] Asse-GmbH
01. Monitoringbericht zu den Infrastrukturräumen auf der 700-m-Sohle
Stand: 20.10.2015
BfS-KZL: 9A/64320000/GC/RB/0043/00
Asse-GmbH-KZL: 9A/64330000/GMÜ/GC/BT/0003/00
- [33] Asse-GmbH
05. Zwischenbericht Monitoring 750-m-Sohle – nördliche Richtstrecke nach Osten
Stand: 31.12.2014
BfS-KZL: 9A/64330000/GC/RA/0121/00
Asse-GmbH-KZL: 9A/64332000/GMÜ/GC/BT/0004/00
- [34] Asse-GmbH
Datenerfassung Salzlösungskataster Asse II
Stand: 31.03.2017
- [35] Asse-GmbH
Messbulletin - November 2015 bis April 2016
Stand: 14.10.2016
Asse-GmbH-KZL: 9A/64320000/GMÜ/GC/BB/0041/00
- [36] Gefahrenabschätzung für die Schachanlage Asse. Niedersächsisches Landesamt für Bodenfor-
schung / Oberbergamt in Clausthal-Zellerfeld / Bergamt Goslar. Juni 1993.

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	
NNA	NNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	

Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen
 Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung


Blatt: 163

- [37] Asse-GmbH
 Monitoringbericht zu den Infrastrukturräumen auf der 490-m-Sohle und dem Abbau 2 auf der 511-m-Sohle
 Stand: 22.10.2014
 BfS-KZL: 9A/64320000/GC/RZ/0014/00
 Asse-GmbH-KZL: 9A/64320000/GMÜ/GC/BT/0017/01
- [38] J. Philipp u. a. „On the potential of In-Situ Acoustic Emission (AE) technology for the monitoring of dynamic processes in salt mines“. In: *Mechanical Behaviour of Salt VIII* (2015), S. 89–98.
- [39] Asse-GmbH
 Bewertung des Testbetriebs des Mikroakustikmesssystems
 Stand: 10.01.2017
 Asse-GmbH-KZL: 9A/64223000/GMÜ/HF/BW/0003/00
- [40] Asse-GmbH
 Dokumentation und Bewertung der Firstschädigungen oberhalb des Lösungsspeicherbeckens 1 (LSB1) im Westen des Abbaus 3 auf der 490-m-Sohle
 Stand: 29.07.2015
 BfS-KZL: 9A/64330000/GC/RB/0042/00
 Asse-GmbH-KZL: 9A/64330000/GMÜ/GC/BW/0023/00
- [41] Asse-GmbH
 Bewertung der Firstsituation im Westen des Abbaus 3/490 oberhalb des Lösungsspeicherbeckens 1 (LSB 1)
 Stand: 21.11.2016
 BfS-KZL: 9A/64330000/GC/RZ/0028/00
 Asse-GmbH-KZL: 9A/64330000/GMÜ/GC/BW/0002/00
- [42] IBeWa
 Permeabilitätsuntersuchungen im Bereich Abbau 4/490
 Stand: 10.02.2016
 Asse-GmbH-KZL: 9A/64300000/GMÜ/HB/BW/0001/01
- [43] Institut für Gebirgsmechanik GmbH
 Dreidimensionale numerische Berechnungen zur Bewertung der Schädigungsentwicklung in den Firsten der oberen Abbaue der westlichen Südflanke 3/490, 4/490 und 2/511
 Stand: 13.08.2015
 BfS-KZL: 9A/64331000/GC/RZ/0015/00
- [44] Institut für Gebirgsmechanik GmbH
 Gebirgsmechanische Gefährdungsanalyse der Abbaue 3 und 4 auf der 490-m-Sohle und des Abbaus 2 auf der 511-m-Sohle
 Stand: 13.06.2012
 BfS-KZL: 9A/64330000/GC/RB/0028/00
- [45] Asse-GmbH
 Messbulletin – April 2012
 Stand: 06.06.2012
 Asse-GmbH-KZL: 9A/64320000/GMÜ/GC/BB/0029/00
- [46] Asse-GmbH
 Zusammenstellung potenzieller Gefährdungen im Grubengebäude der Schachanlage Asse aus bergbausicherheitslicher und radiologischer Sicht
 Stand: 15.05.2009
 Asse-GmbH-KZL: 99/-/LZS/LB/BZ/0001/00

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	

Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung	Blatt: 164
---	------------

- [47] Asse-GmbH
Zusammenstellung potenzieller Gefährdungen im Grubengebäude der Schachanlage Asse aus bergbausicherheitslicher und radiologischer Sicht
Stand: 30.03.2012
BfS-KZL: 9A/66000000/NB/RE/0002/00
Asse-GmbH-KZL: 9A/24113000/SB/GH/BZ/0001/00
- [48] Asse-GmbH
02. Monitoringbericht zu den Infrastrukturräumen auf der 490-m-Sohle und der 511-m-Sohle
Stand: 05.04.2017
Asse-GmbH-KZL: 9A/64320000/GMÜ/GC/BT/0024/00
- [49] Asse-GmbH
Bo-Ra-tec GmbH: Ergebnisbericht geophysikalischer First-Radar-Messungen zur Ortung von Inhomogenitäten im Firstgesteinsverband des Abbaus 4 auf der 490 m-Sohle im Salzbergwerk ASSE
Stand: 06.12.2012
BfS-KZL: 9A/64223000/GC/RZ/0006/00
Asse-GmbH-KZL: 9A/64223000/GMÜ/GC/BW/0001/00
- [50] Asse-GmbH
K-UTEC Salt Technologies: Bericht zu den Georadarmessungen zur Untersuchung der Firstbeschaffenheit im Abbau 4/490-m-Sohle
Stand: 28.11.2012
Asse-GmbH-KZL: 9A/64223000/GMÜ/GC/BW/0002/00
- [51] Asse-GmbH
002/2016 Über meldepflichtige Ereignisse auf der Schachanlage Asse II
Stand: 15.07.2016
Asse-GmbH-KZL: 9A/61000000/MAW/EB/LA/0001/00
- [52] Asse-GmbH
Georadarmessungen zur Untersuchung der Schwebelast zwischen der Beschickungskammer auf der 490-m-Sohle und der MAW-Kammer auf der 511-m-Sohle
Stand: 11.01.2017
Asse-GmbH-KZL: 9A/64300000/GMÜ/GC/BT/0010/01
- [53] Asse-GmbH
Bo-Ra-tec GmbH: Ergebnisbericht geophysikalischer First-Radar-Messungen zur Ortung von Inhomogenitäten im Firstgesteinsverband des Abbaus 2 der 511-m-Sohle und des Abbaus 3 der 490-m-Sohle im Salzbergwerk ASSE II
Stand: 14.02.2013
BfS-KZL: 9A/64223000/GC/RB/0033/00
Asse-GmbH-KZL: 9A/64223000/GMÜ/GC/BW/0006/00
- [54] Asse-GmbH
Bewertung der Gebrauchstauglichkeit der Abbaue 7a bis 9b auf der 532-m-Sohle
Stand: 21.10.2013
BfS-KZL: 9A/64330000/GC/PB/0006/00
Asse-GmbH-KZL: 9A/64300000/GMÜ/GC/BN/0001/00
- [55] Asse-GmbH
Bo-Ra-tec GmbH: Ergebnisbericht geophysikalischer First-Radar-Messungen zur Ortung von Inhomogenitäten im Firstgesteinsverband in den Abbauen 7a, 7b, 8a, 8b, 9a und 9b der 532-m-Sohle sowie Sohlen-Radar-Messungen in der Abbaubegleitstrecke auf der 511-m-Sohle im

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	

Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen
 Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung

Blatt: 165

Salzbergwerk Asse

Stand: 17.10.2013

Asse-GmbH-KZL: 9A/64223000/GMÜ/GC/BW/0008/00

[56] Asse-GmbH

Bo-Ra-tec GmbH: Ergänzungsbericht geophysikalischer First-Radar-Messungen zur Ortung von Inhomogenitäten im Firstbereich der Abbaue 7b (Nord) und 8b (Süd) auf der 532-m-Sohle der Schachanlage ASSE II

Stand: 12.03.2014

Asse-GmbH-KZL: 9A/64223000/GMÜ/GC/BW/0013/00

[57] Asse-GmbH

Bewertung der Gebrauchstauglichkeit der Abbaue 7a bis 9b auf der 532-m-Sohle

Stand: 10.06.2014

Asse-GmbH-KZL: 9A/64300000/GMÜ/GC/BN/0001/01

[58] Asse-GmbH

Schwebendurchbrüche im Baufeld an der Südflanke (Na3, Leine-Steinsalz) der Schachanlage Asse II –Dokumentation

Stand: 25.10.2010

Asse-GmbH-KZL: 9A/64140000/MAR/GB/BZ/0001/00

[59] Asse-GmbH

Aktennotiz - Stellungnahme zur vorgezogenen Verfüllung des Abbaus 3/553

Stand: 07.08.2015

Asse-GmbH-KZL: 9A/64300000/GMÜ/GC/AA/0017/00

[60] Asse-GmbH

Monitoringbericht zum westlichen Bereich der 574-m-Sohle

Stand: 21.08.2015

Asse-GmbH-KZL: 9A/64300000/GMÜ/GC/BZ/0006/00

[61] Asse-GmbH

Situation im westlichen Bereich der 574-m-Sohle

Stand: 16.07.2013

BfS-KZL: 9A/64320000/GC/RA/0098/00

Asse-GmbH-KZL: 9A/64320000/GMÜ/GC/BT/0012/00

[62] Asse-GmbH

Monitoring im Bereich Wendelstrecke von der 490- bis zur 850-m-Sohle

Stand: 20.01.2017

Asse-GmbH-KZL: 9A/64300000/GMÜ/GC/BT/0011/00

[63] Asse-GmbH

Monitoringprogramm 700-m-Sohle – Richtstrecke nach Osten im Sohlenniveau (Vahlberger-Strecke) und Richtstrecke nach Osten im Firstniveau

Stand: 13.05.2014

BfS-KZL: 9A/64320000/GC/RZ/0011/00


Asse-GmbH-KZL: 9A/64330000/GMÜ/GC/BT/0001/00

[64] Asse-GmbH

Geologische Kartierung der neuen Verbindungsstrecke im Ostfeld der 700-m-Sohle

Stand: 17.09.2015

Asse-GmbH-KZL: 9A/64221000/GEO/HA/BN/0013/00

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	

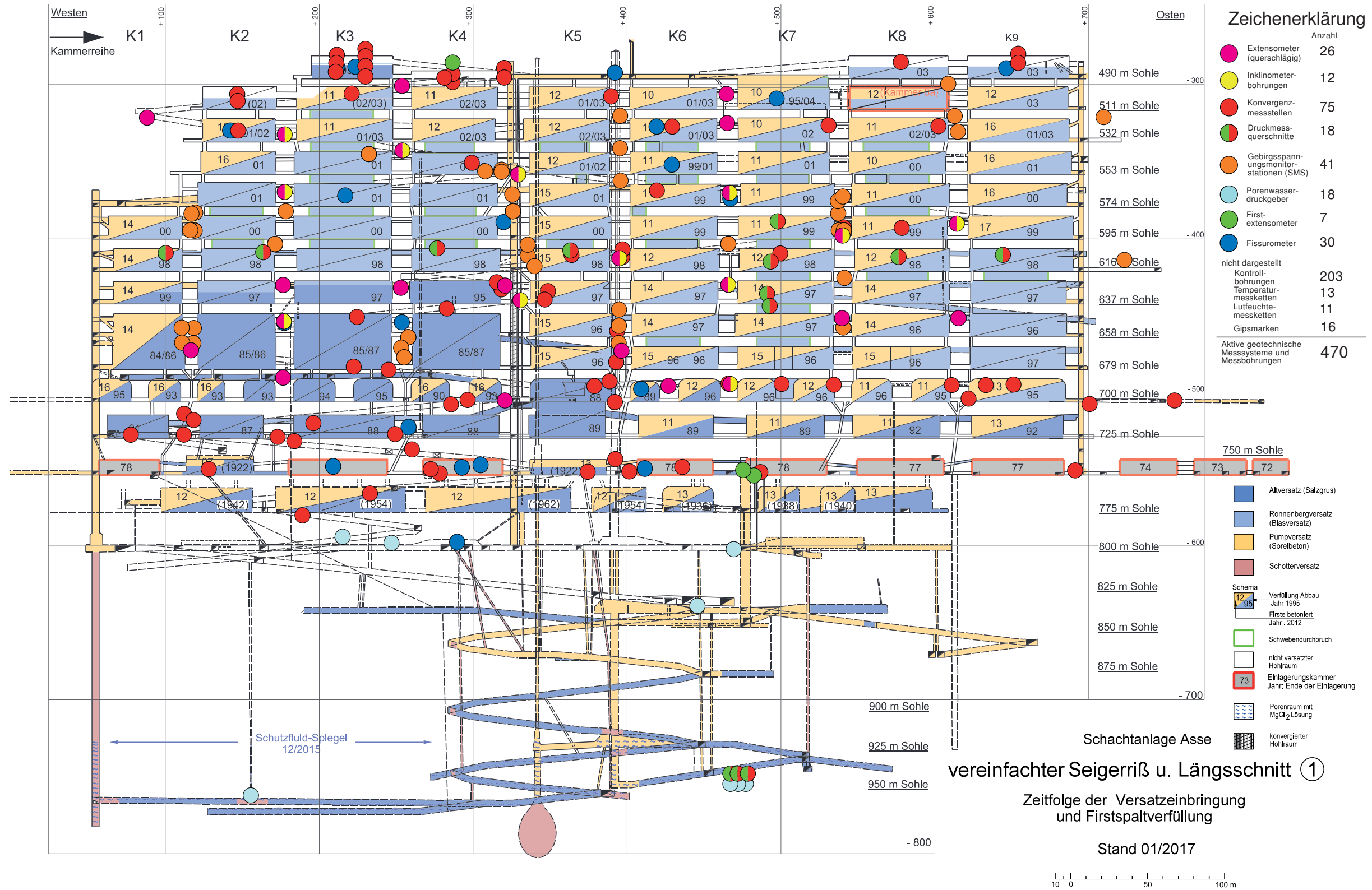
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung	Blatt: 166
---	------------

- [65] Asse-GmbH
IfG – Standorterkundungen im Bereich der geplanten Bauwerke SB-700-2 und SBS-750-10
Stand: 21.12.2015
Asse-GmbH-KZL: 9A/44214000/BSB/GC/BW/0010/00
- [66] Institut für Gebirgsmechanik
Bewertung des Gebirgsbereiches nordöstlich der Richtstrecke nach Osten im Sohlenniveau der 700-m-Sohle
Stand: 20.09.2016
BfS-KZL: 9A/64330000/GC/RZ/0024/00
Asse-GmbH-KZL: 9A/64330000/GMÜ/GC/BW/0001/00
- [67] Asse-GmbH
Hohlraumbilanz 2014 für die Schachanlage Asse II und Kalkulation der Volumina zur Umsetzung der Maßnahmen zur Konsequenzenminimierung (Notfallplanung)
Stand: 06.10.2014
BfS-KZL: 9A/64140000/GB/RZ/0002/00
Asse-GmbH-KZL: 9A/64332000/BAU/GH/BZ/0002/00
- [68] Asse-GmbH
Gebirgsmechanische Stellungnahme zur Situation im Füllort Schacht 2 auf der 750-m-Sohle der Schachanlage Asse II
Stand: 12.07.2012
BfS-KZL: 9A/64330000/GC/BN/0009/00
Asse-GmbH-KZL: 9A/64330000/GMÜ/GC/BN/0002/00
- [69] Asse-GmbH
Mögliche Maßnahmen zur Stützung und Stabilisierung des Füllortes am Schacht 2 im Bereich der 750-m-Sohle
Stand: 27.08.2012
BfS-KZL: 9A/63220000/GJ/RZ/0001/00
Asse-GmbH-KZL: 9A/63220000/FBA/GJ/LA/0001/00
- [70] Ercosplan
Zusammenstellung aller vorliegenden Daten zu den Reichelt-Sümpfen auf der 750-m-Sohle der Schachanlage Asse II
Stand: 18.11.2011
BfS-KZL: 9A/64222100/GC/RB/0020/01
- [71] Asse-GmbH
Sonderbetriebsplan Nr. 2/2014 Sanierung der Wendelstrecke zwischen der 750-m-Sohle und der 775-m-Sohle
Stand: 25.02.2014
BfS-KZL: 9A/13223000/DB/GC/0202/00
Asse-GmbH-KZL: 9A/13223000/-/DB/EP/0131/00
- [72] Asse-GmbH
Messbulletin - Mai 2015 bis Oktober 2015
Stand: 23.12.2015
Asse-GmbH-KZL: 9A/64320000/GMÜ/GC/BB/0040/00

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NNA	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00

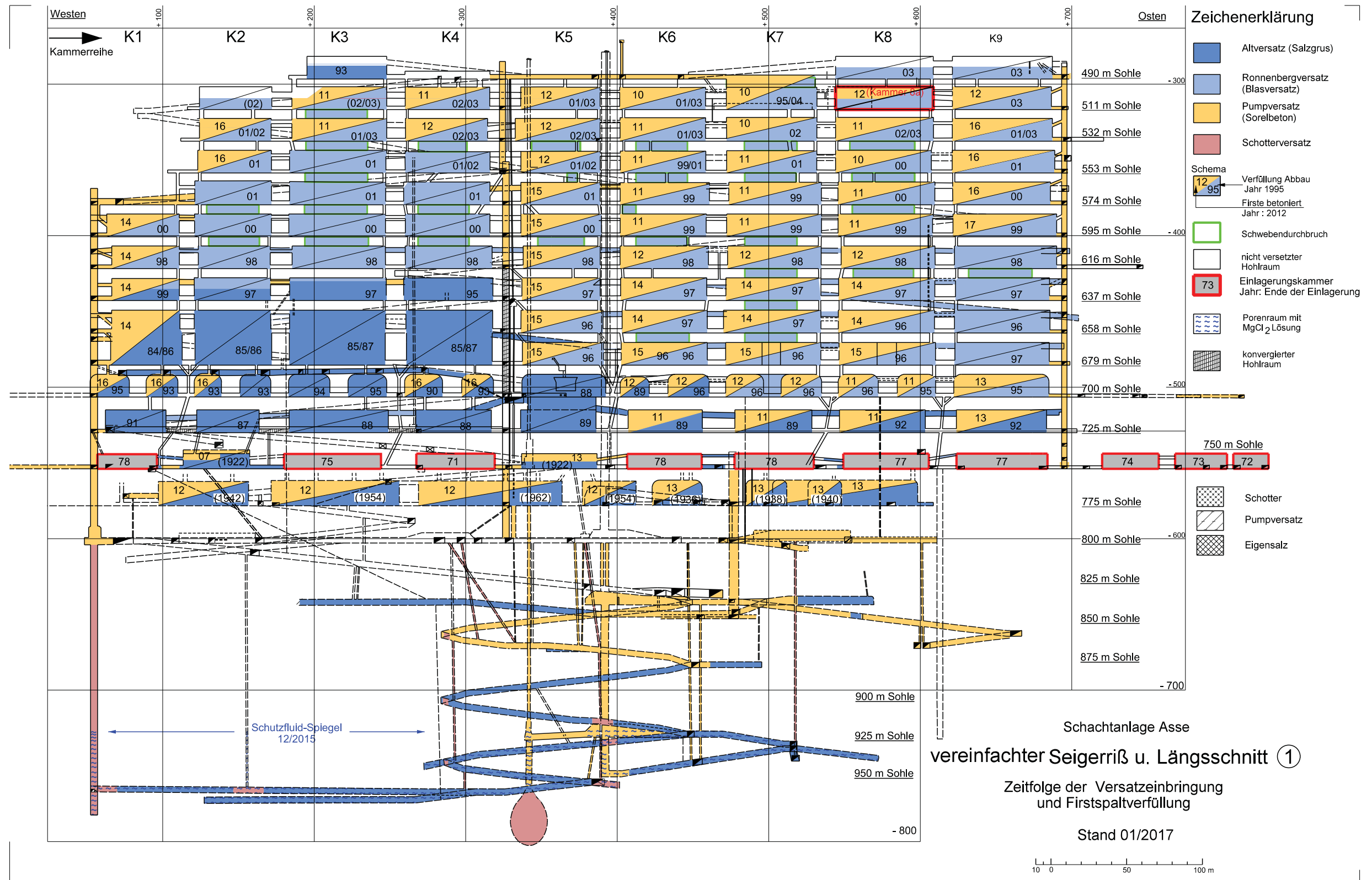
Anhang 1: Allgemeine Darstellungen

Anhang 1.1: Lage der geotechnischen Messstellen



Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NNA	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00

Anhang 1.2: Zeitfolge der Versatzeinbringung und Firstspaltverfüllung



1. Firstspaltverfüllung Abbaureihe 1 bis 9

lfd. Nr.	Abbaubezeichnung [Abbaureihe/Sohle]	Abbauvolumen * [m³]	mit Salz versetztes Volumen ** [m³]	Firstspalt geschätzt [m³]	Verfüllvolumen Sorelbeton bis 12/2016 [m³]	Verfüllzeitraum	Bemerkungen
1	1/595	26.367	25.973	350	394	16.07.14 - 17.07.14	
2	1/616	17.217	16.408	369	809	31.07.14 - 06.08.14	
3	1/637	13.187	12.928	339	259	22.09.14 - 23.09.14	
4	1/658	19.284	19.119	220	165	21.10.14 - 22.10.14	
5,6	1/700 und 2/700	13.930	13.445	650	485	26.11.15 - 02.12.15	
	Summe Abbaureihe 1	89.985	87.873	1.928	2.112		
7	2/532	25.346	23.996	1.000	1.350	12.03.12 - 18.07.16	
8	2/553	19.665	19.286	482	379	10.05.16 - 12.09.16	
	Summe Abbaureihe 2	45.011	43.282	1.482	1.729		
9	3/511	32.949	31.672	928	1.277	07.01.11 - 09.02.11	
10	3/532	35.315	33.607	743	1.708	18.01.11 - 13.05.11	
	Summe Abbaureihe 3	68.264	65.279	1.671	2.985		
11	4/511	35.895	33.569	750	2.326	07.01.11 - 23.02.11	
12	4/532	33.076	31.151	500	1.925	10.02.12 - 31.05.16	
13	4/553	27.965	27.919	772	46	10.01.12 -	
14, 15	7/700 und 8/700	11.467	11.432	140	35	08.12.15 -	
	Summe Abbaureihe 4	96.936	104.071	2.162	4.332		
16	5/511	27.652	26.330	1.000	1.322	16.01.12 - 26.01.12	
17	5/532	30.018	29.355	672	663	03.02.12 - 24.02.12	
18	5/553	24.601	24.184	500	417	10.02.12 - 16.02.12	
19	5/574	27.586	27.202	608	384	01.04.15 - 07.04.15	
20	5/595	21.239	20.432	500	807	09.03.15 - 08.04.15	
21	5/616	18.352	18.175	453	177	19.05.15 - 19.05.15	
22	5/637	12.336	12.195	328	141	30.06.15 - 30.06.15	
23	5/658	10.370	10.046	600	324	09.04.15 - 10.04.15	
24	5/679	19.538	18.564	461	974	13.04.15 - 21.04.15	
	Summe Abbaureihe 5	191.692	186.482	5.122	5.210		
25	6/511	27.652	26.998	691	654	17.06.10 - 06.08.10	
26	6/532	25.673	23.919	791	1.754	07.12.09 - 28.06.11	
27	6a/532	17.477	13.379	3.354	4.098	02.08.13 - 13.03.14	
28	6/553	28.365	27.868	576	497	20.08.10 - 08.03.11	
29	6/574	25.720	25.181	567	539	23.02.11 - 12.03.11	
30	6/595	30.483	30.078	645	405	30.06.11 - 04.07.11	
31	6/616	23.430	23.324	581	106	02.05.12 - 02.05.12	
32	6/637	14.296	14.084	200	212	05.03.14 - 23.06.14	
33	6/658	15.584	14.641	200	943	02.06.14 - 05.06.14	
34	6/679	16.796	16.676	276	120	25.02.15 - 25.02.15	
35, 36	11 + 12/700	21.798	21.008	2.752	790	08.07.11 - 06.03.12	
37	6/725	14.207	13.976	721	231	30.05.11 - 31.05.11	
	Summe Abbaureihe 6	261.481	251.132	11.354	10.349		
38	7/490	18.303	16.871	614	1.432	17.06.10 - 03.08.10	
39	7/511	28.960	28.629	365	331	22.04.10 - 27.04.10	mit Nebenabbauen 7a u. 7b/511
40	7/532	29.954	27.978	824	1.976	15.03.10 - 21.05.10	
41	7/553	26.095	25.677	1.309	418	11.08.10 - 08.03.10	
42	7/574	29.388	28.979	777	409	14.03.11 - 14.03.11	
43	7/595	29.185	27.578	726	1.607	05.07.11 - 16.08.11	
44	7/616	27.239	25.462	6.652	1.777	19.04.12 - 02.05.12	
45	7/637	37.183	36.645	300	538	28.02.14 - 25.06.14	
46	7/658	29.087	28.950	300	137	27.05.14 - 28.05.14	
47	7/679	24.550	21.629	600	2.921	25.02.15 - 25.03.15	
48, 49	13 + 14/700	34.188	32.842	4.206	1.346	08.09.11 - 06.03.12	
50	7/725	16.546	16.039	755	507	08.06.11 - 15.11.11	
	Summe Abbaureihe 7	330.678	317.279	17.428	13.399		
lfd. Nr.	Abbaubezeichnung [Abbaureihe/Sohle]	Abbauvolumen * [m³]	mit Salz versetztes Volumen ** [m³]	Firstspalt geschätzt [m³]	Verfüllvolumen Sorelbeton bis 12/2016 [m³]	Verfüllzeitraum	Bemerkungen
51	8/532	30.369	28.368	785	2.001	05.02.10 - 21.06.11	
52	8/553	29.586	28.788	534	798	11.08.10 - 19.08.10	
53	8/574	30.883	30.020	513	863	14.03.11 - 19.03.11	
54	8/595	31.588	31.371	472	217	17.08.11 - 18.08.11	
55	8/616	28.642	26.334	730	2.308	19.03.12 - 03.04.12	
56	8/637	28.841	28.521	350	320	25.02.14 - 25.06.14	
57	8/658	28.841	27.326	400	1.515	19.05.14 - 27.05.14	
58	8/679	27.906	25.711	1.250	2.195	02.02.15 - 13.02.15	
59, 60	15 + 16/700	24.715	22.205	3.478	2.510	15.09.11 - 13.10.11	
61	8/725	19.423	19.074	893	349	14.06.11 - 14.11.11	
	Summe Abbaureihe 8	280.794	267.718	9.405	13.076		
62	9/511	30.268	28.342	1.879	1.926	24.03.11 - 08.02.12	
63, 64	17 + 18/700	20.646	18.797	1.000	1.849	19.12.12 - 26.09.13	
65	9/725	19.208	18.457	918	751	17.07.13 - 07.10.13	
	Summe Abbaureihe 9	70.122	65.596	3.797	4.526		
	Summe I (Abbaureihe 1 bis 9)	1.389.952	1.345.430	52.867	57.718		

* unter Berücksichtigung der Konvergenz für 2016 kalkuliertes Volumen
 ** Abbauvolumen abzüglich Firstspaltvolumen geplant bzw. nach Betonage Istvolumen

Anteil der Versatzarten am Hohlraumvolumen [%]		
	aktuell geplant	Ist
Salzversatz	96,8%	95,8%
Sorelbetonversatz	3,2%	4,2%

Anhang 1.3: Status und Bilanzierung der Versatzanteile aus der Firstspaltverfüllung in den Abbaureihen 1 bis 9 einschließlich der Verfüllung weiterer Resthohlräume im Baufeld der Südflanke oberhalb der 750-m-Sohle, Stand: 31.12.2016

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00

Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen
 Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung

Blatt: 169




2. Weitere Hohlraumverfüllungen im Baufeld der Südflanke oberhalb der 750-m-Sohle

lfd. Nr.	Abbau bzw. Grubenbereich	Volumen * [m³]	mit Salz versetztes Volumen [m³]		Verfüllvolumen Sorelbeton bis 12/2016 [m³]	Verfüllzeitraum	Bemerkungen
67	Abbaubegleitstr. 725mS	5.120	3.685		1.435	16.05.11 - 25.04.13	
68	Wendelstrecke 637mS	-	-		4.849	24.09.12 - 09.01.14	
69	Blindschacht 2: 553mS	-	-		894	11.07.11 - 26.08.11	
70	Zufahrt Richtstr. n. O. 637mS	-	-		1.494	19.11.12 - 30.11.12	
71	Blindschacht 2a + Zugänge	-	-		1.917	24.01.13 - 06.08.13	
72	Blindschacht 1 + Zugänge	-	-		2.820	30.01.13 - 15.07.13	
73	Abbau 1/574	255	-		777	28.06.13 - 13.01.15	
74	Richtstr. n. W. 637mS	-	-		3.161	24.10.13 - 03.12.13	
75	Transportbrg. 637-/725mS	-	-		76	26.02.14 - 28.02.14	
76	östl. Abbaubegleitstr. 658mS	8.034	5.871		2.163	05.05.14 - 20.06.14	
77	Teil Abbaubegleitstr. 574mS	-	-		2.819	30.09.14 - 05.11.14	
78	Begleitstr. vor Abbau 1/616	1.755	1.680		75	07.08.14 - 07.08.14	SBS-725-6
79	Begleitstr. vor Abbau 1/595	-	-		2.355	20.11.14 - 15.12.14	
80	Wetterstr. zum BS 1 574mS	-	-		3.465	15.12.14 - 27.01.15	RH-574-3
81	Durchhieb Pfeiler 5/6 511mS	-	-		51	22.10.14 - 23.10.14	DH-511-5S
82	Richtstr. nach Osten 679mS	8.700	7.800		900	15.01.15 - 25.03.15	RH-679-8
83	Begleitstr. vor Abbau 5/679	-	-		370	13.02.15 - 18.02.15	RH-679-2
84	westl. zugang Abbau 3/553	-	-		66	18.03.15 - 20.04.15	RH-553-6.1
85	Begleitstr. vor Abbau 5/616	-	-		143	05.05.15 - 19.05.15	RH-616-3 und RH-616-3.1
86	Abbau 7a/532	-	-		2.697	25.03.15 - 12.06.15	RH-532-3
87	östl. Abbaubegleitstr. 511mS	-	-		1.976	30.06.15 - 24.07.15	RH-511-3 und RH 511-3.1
88	südl. Richtstrecke 490mS	-	-		2.623	26.08.15 - 06.10.15	RH-490-8
89	Teilbereich Abbau 7b/532	-	-		2.583	20.08.15 - 28.10.15	RH-532-2
90	Diagonalstr. vor Abbau 3/658	-	-		1.388	20.10.15 - 25.07.16	RH-658-3
91	Richtstr. n. Westen 700mS	5.224	4.093		1.131	05.10.15 -	RH-700-24
	Summe II	29.089	23.129		42.230		
	Gesamt (Summe I + II)	1.419.041	1.368.559		99.948		

* unter Berücksichtigung der Konvergenz für 2016 kalkuliertes Volumen

Weitere Hohlraumverfüllungen im Baufeld der Südflanke oberhalb der 750-m-Sohle

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
N/A/A	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung						
Blatt: 170						
 <small>ASSE</small> <small>Geotechnisch</small>						

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
N/A/A	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00

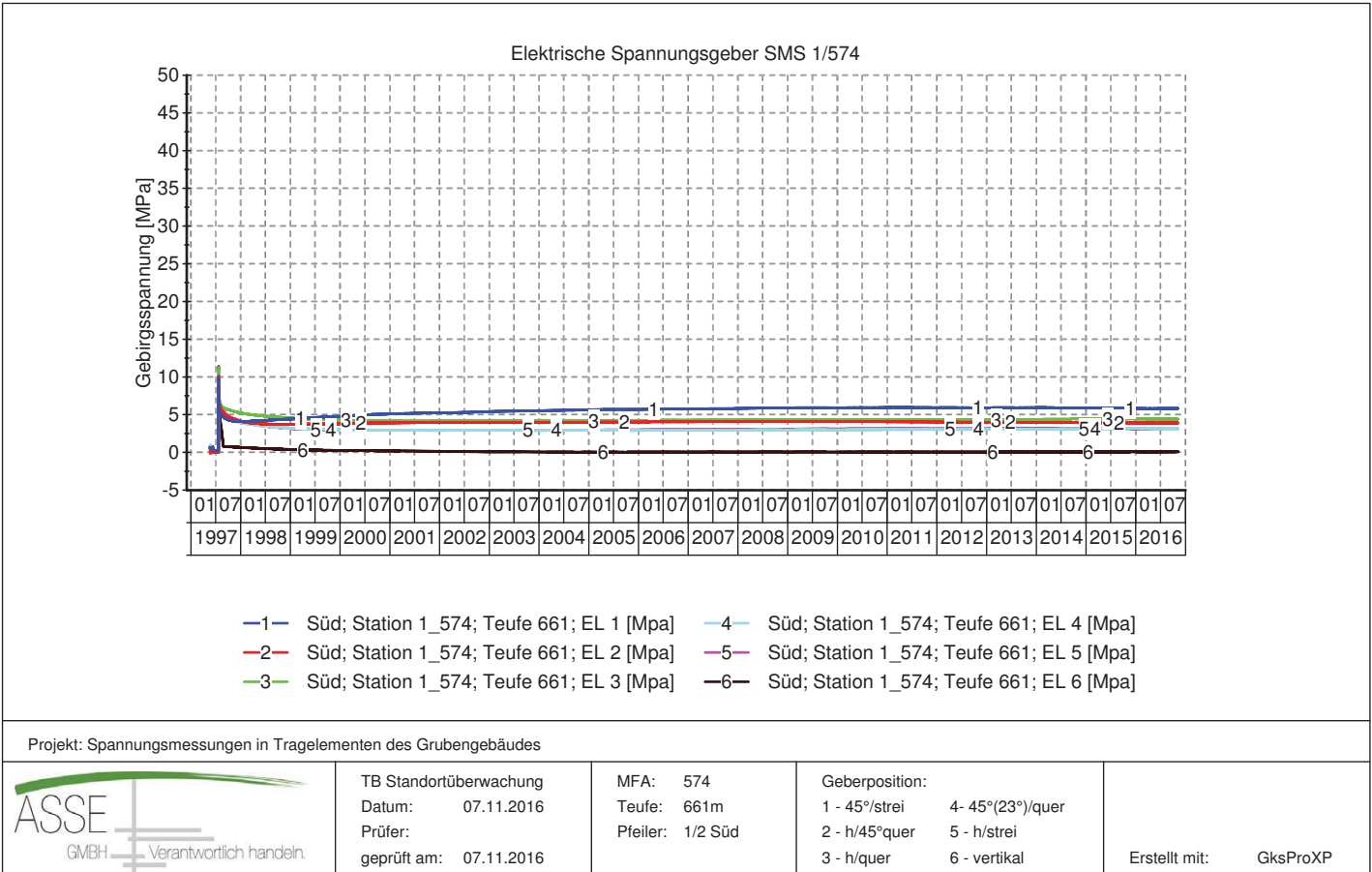
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen
Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung

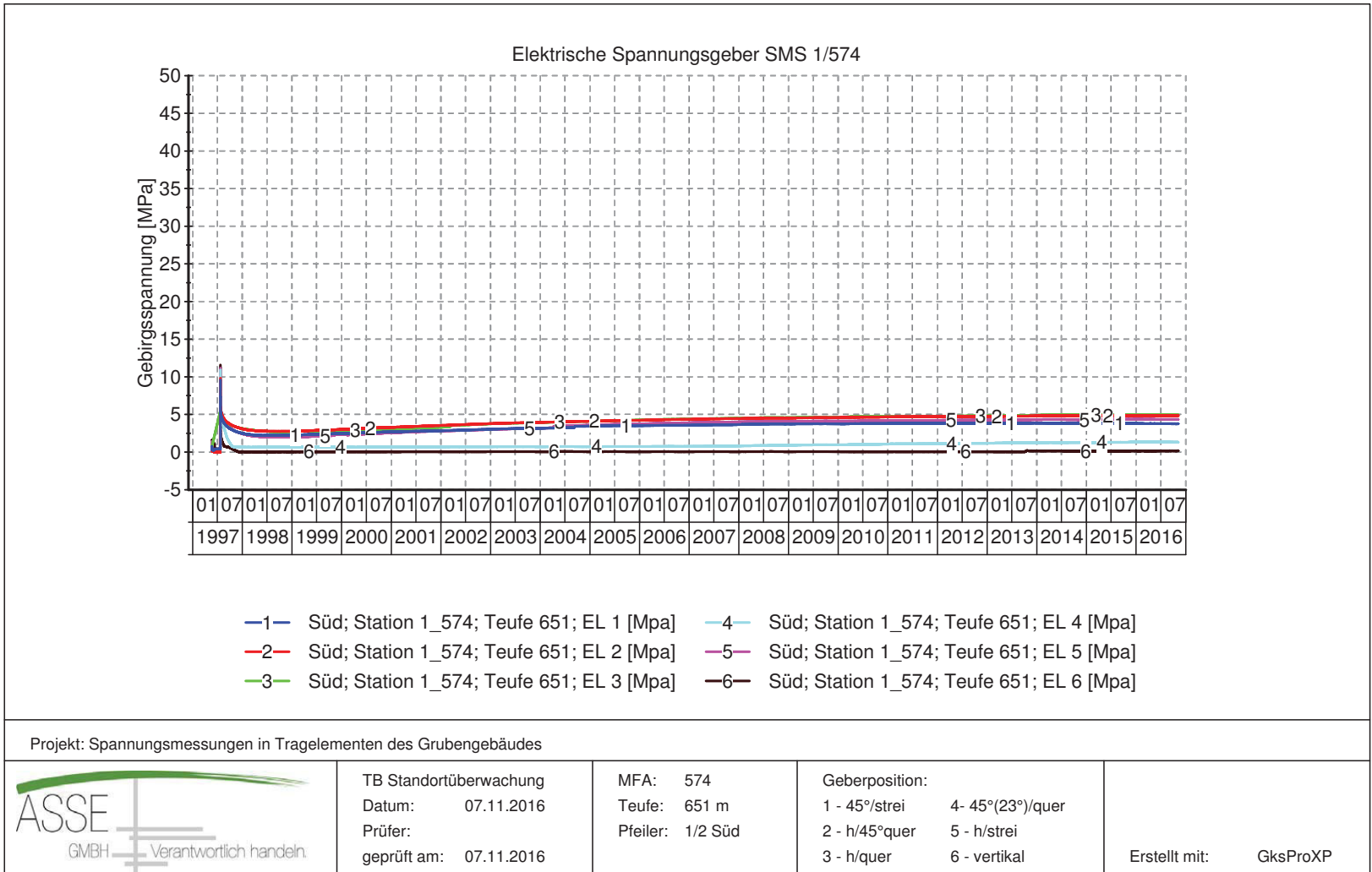
ASSE GmbH Verantwortlich handeln.	Blatt: 171
---	------------

Anhang 2: Gebirgsspannungsmessungen

Anhang 2.1: Westflügel

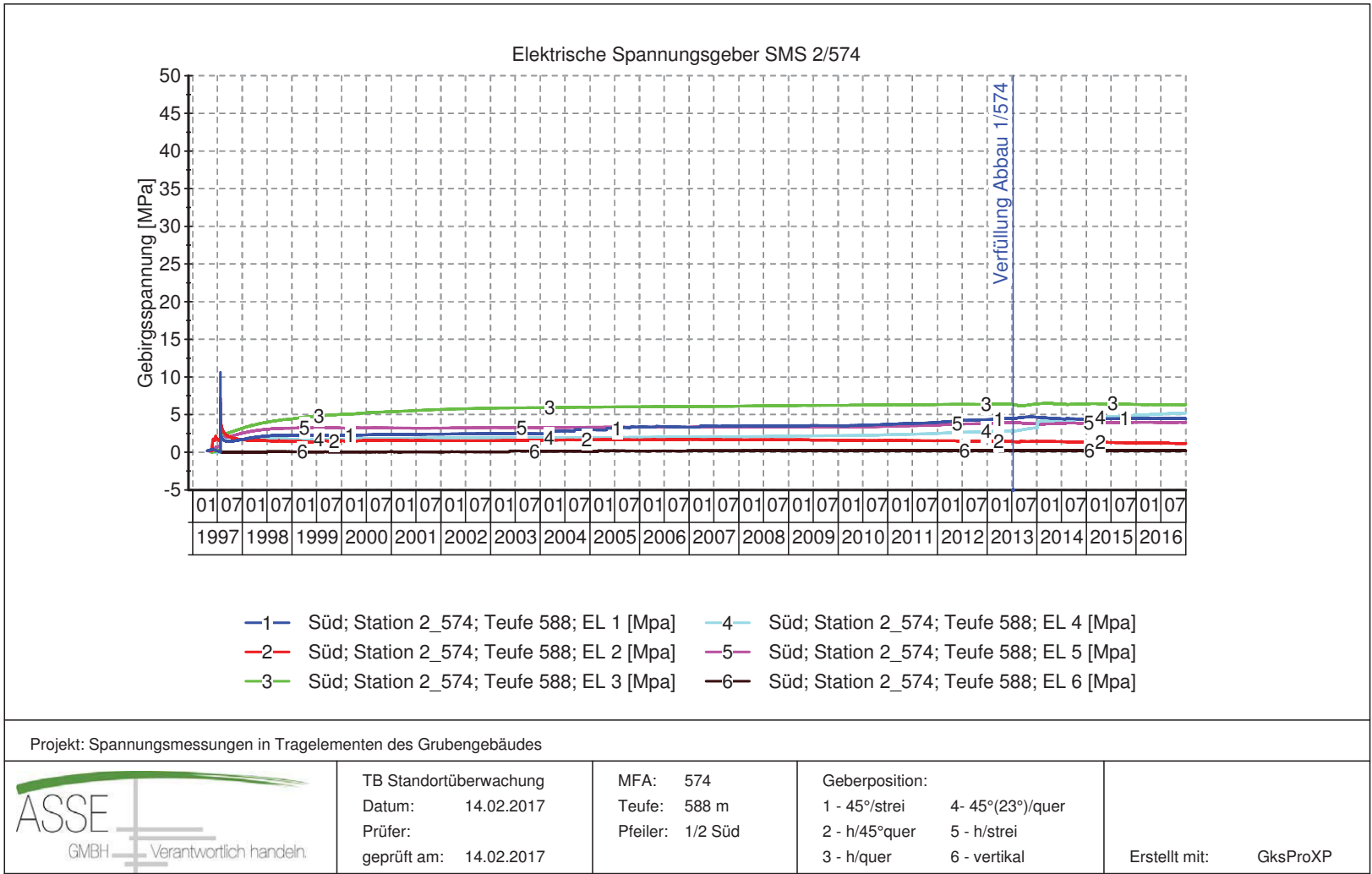
Messwertdarstellung SMS 1/574, Pfeiler 1/2-Süd, 661 m Teufe





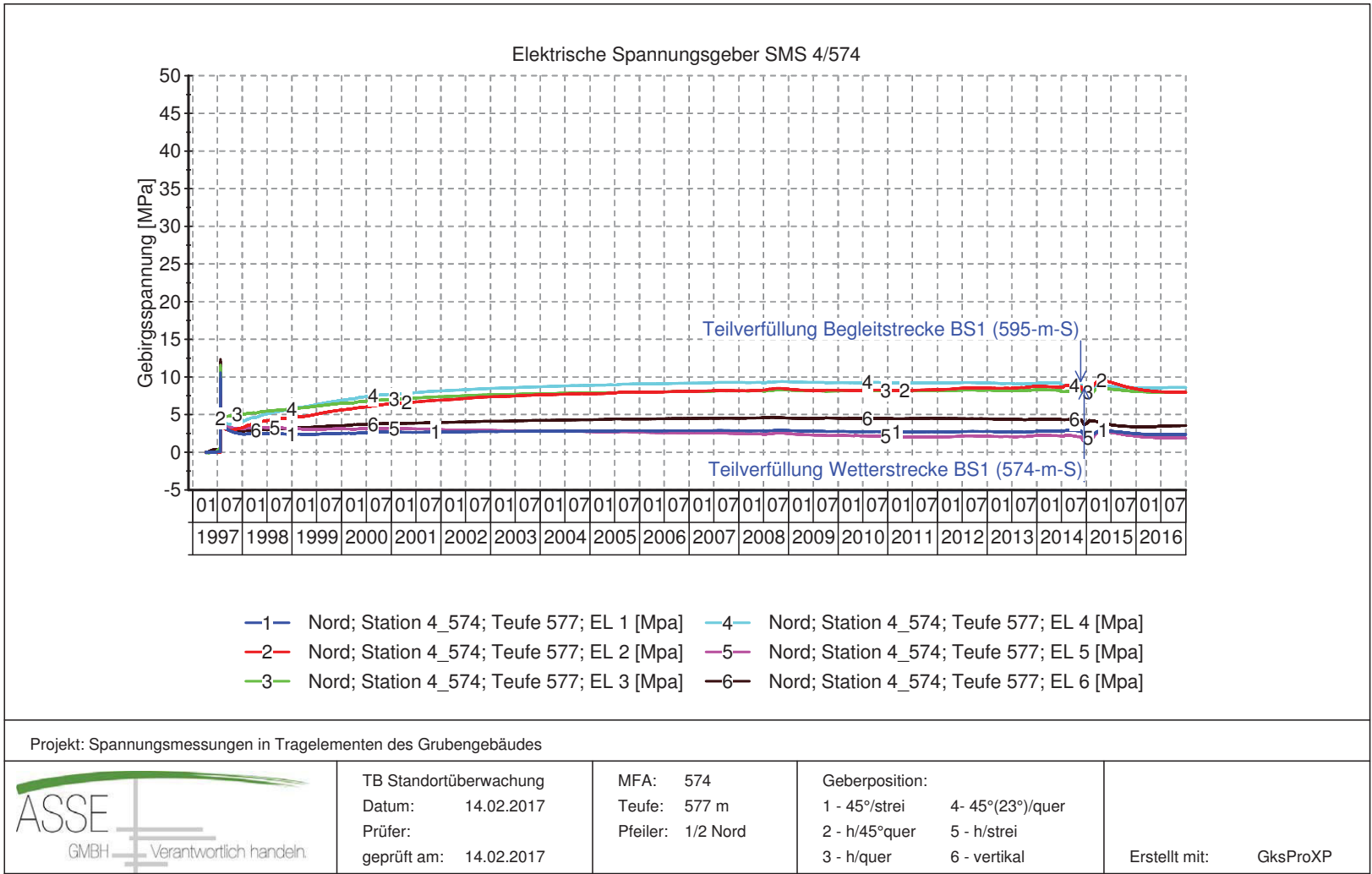
Messwertdarstellung SMS 1/574, Pfeiler 1/2-Süd, 651 m Teufe

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
N/NAA	NNNNNNNNNN	NN/AAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung						
Blatt: 172						



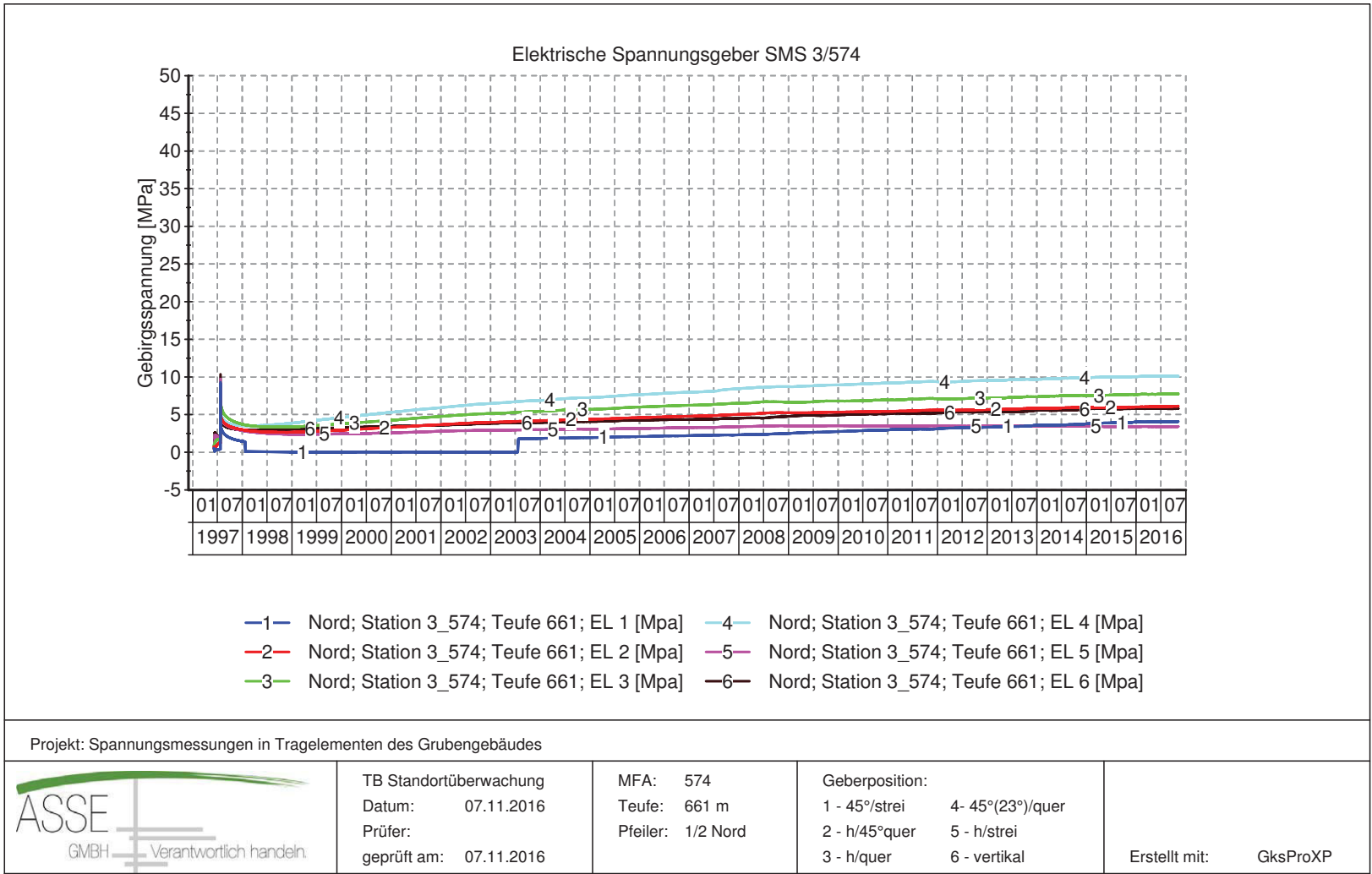
Messwertdarstellung SMS 2/574, Pfeiler 1/2-Süd, 588 m Teufe

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
N/A/A	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung						
Blatt: 173						



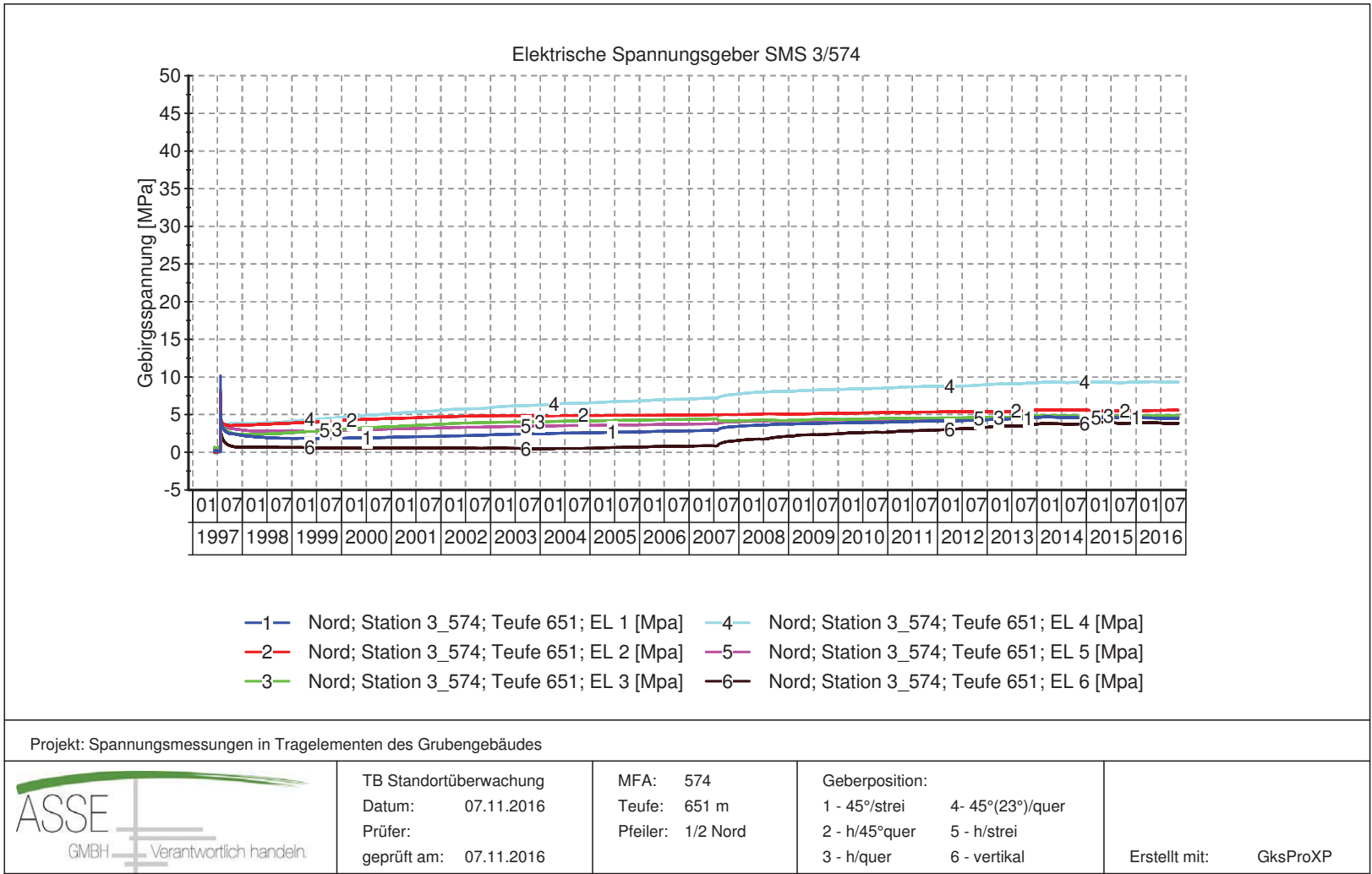
Messwertdarstellung SMS 2/574, Pfeiler 1/2-Süd, 577 m Teufe

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
N/A/A	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung						
ASSE GMBH Verantwortlich handeln.						Blatt: 174




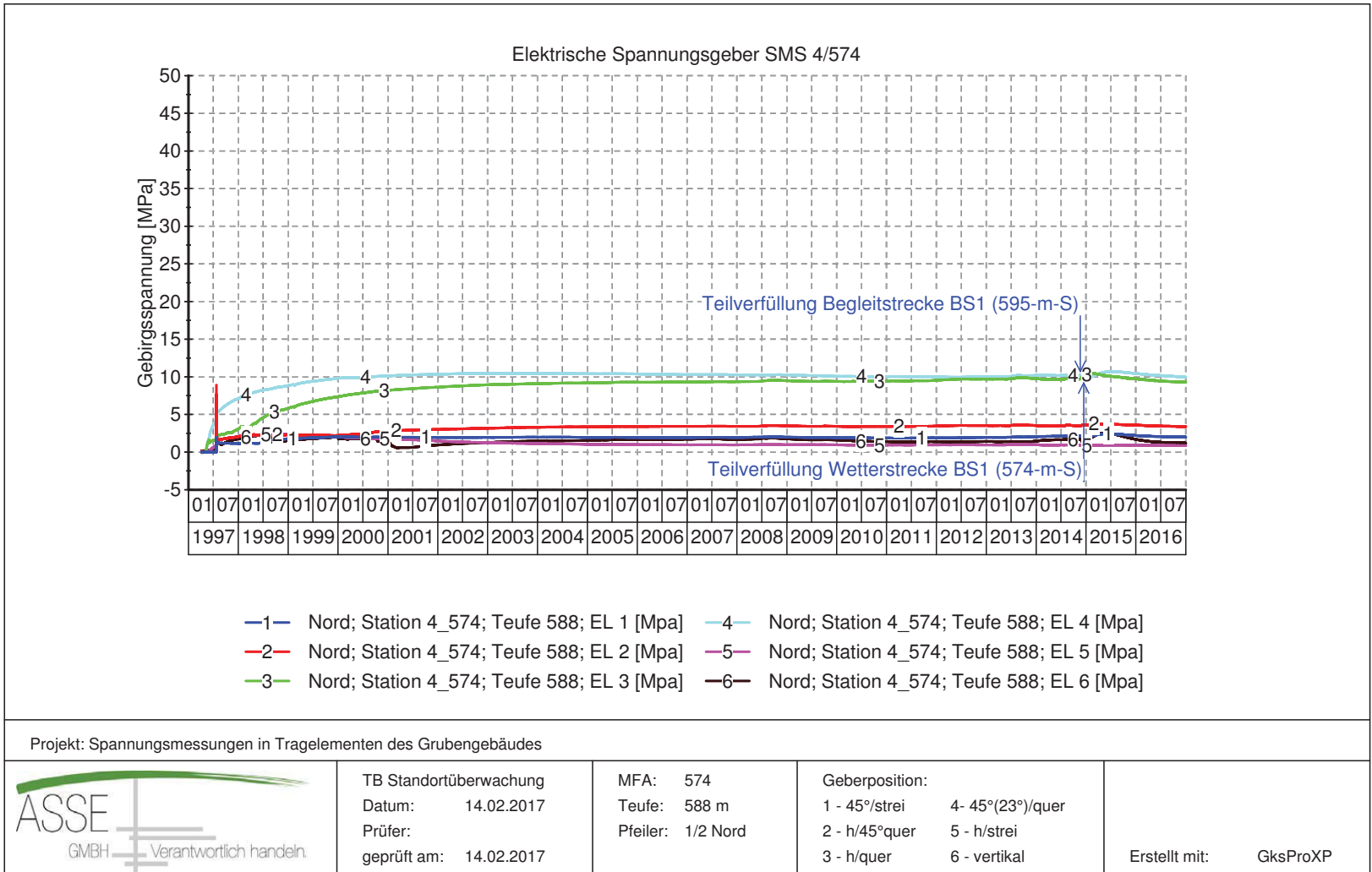
Messwertdarstellung SMS 3/574, Pfeiler 1/2-Nord, 661 m Teufe

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
N/NAA	NNNNNNNNNN	NN/AA/NN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung						
Blatt: 175						




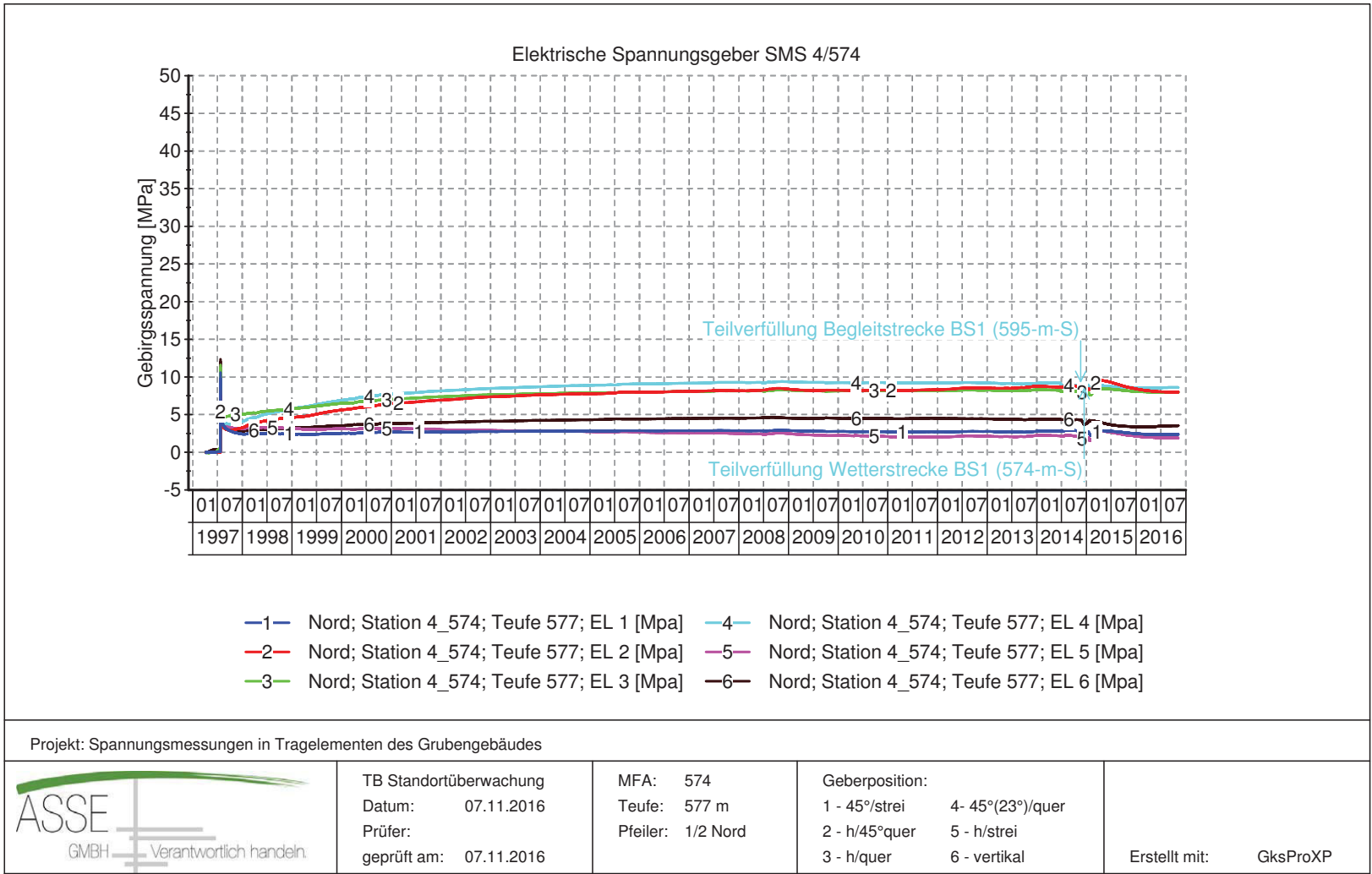
Messwertdarstellung SMS 3/574, Pfeiler 1/2-Nord, 651 m Teufe

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
N/NA	NNNNNNNNNN	NN/AA	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung						
Blatt: 176						



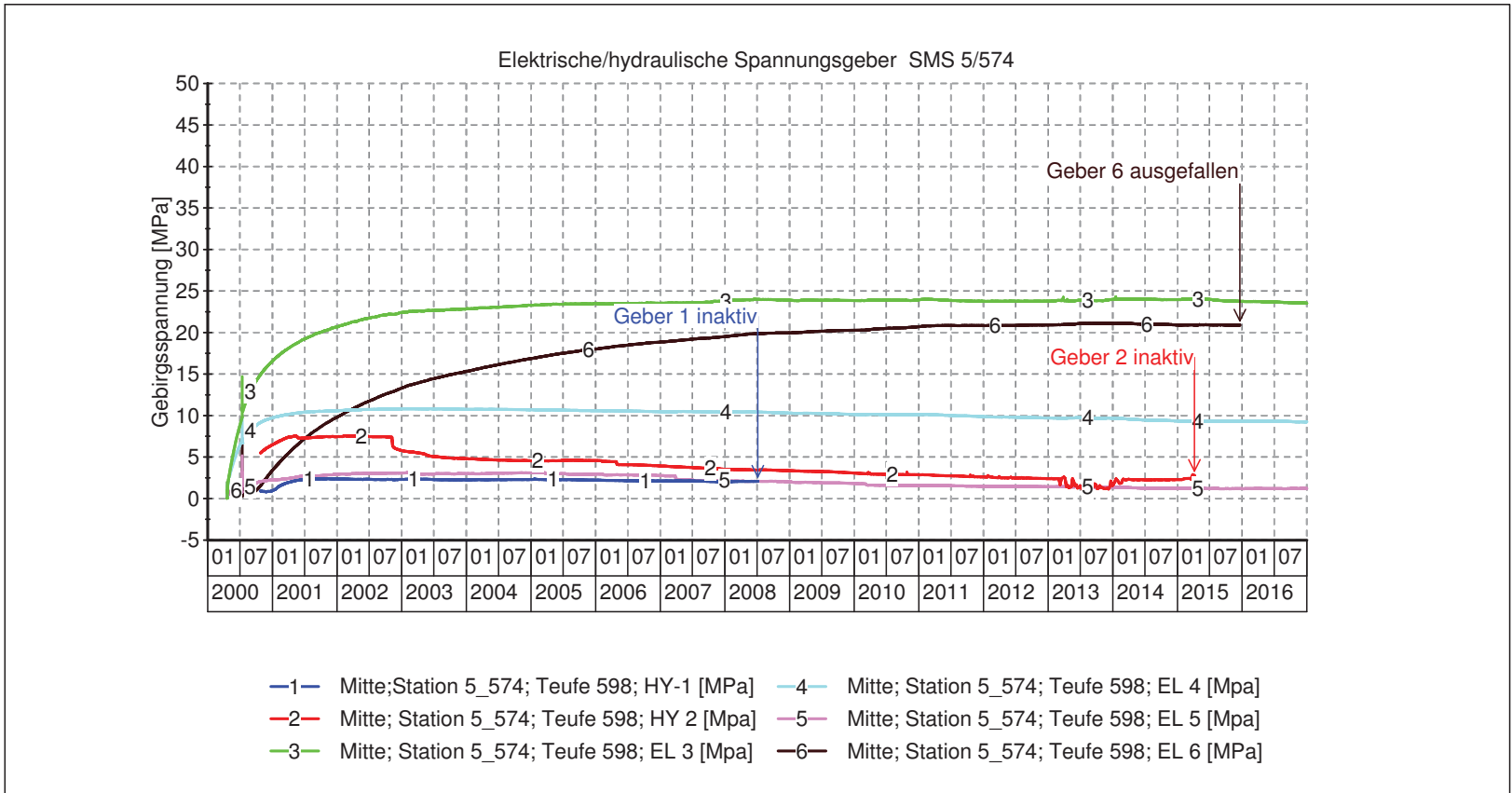
Messwertdarstellung SMS 4/574, Pfeiler 1/2-Nord, 588 m Teufe

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
N/NA	NNNNNNNNNN	NN/AA	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung						
Blatt: 177						

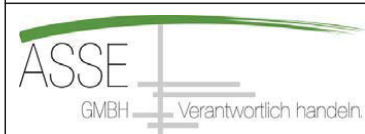


Messwertdarstellung SMS 4/574, Pfeiler 1/2-Nord, 577 m Teufe

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
N/NA	NNNNNNNNNN	NN/AA	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung						
Blatt: 178						



Projekt: Spannungsmessungen in Tragelementen des Grubengebäudes



TB Standortüberwachung
 Datum: 06.01.2017
 Prüfer:
 geprüft am: 06.01.2017

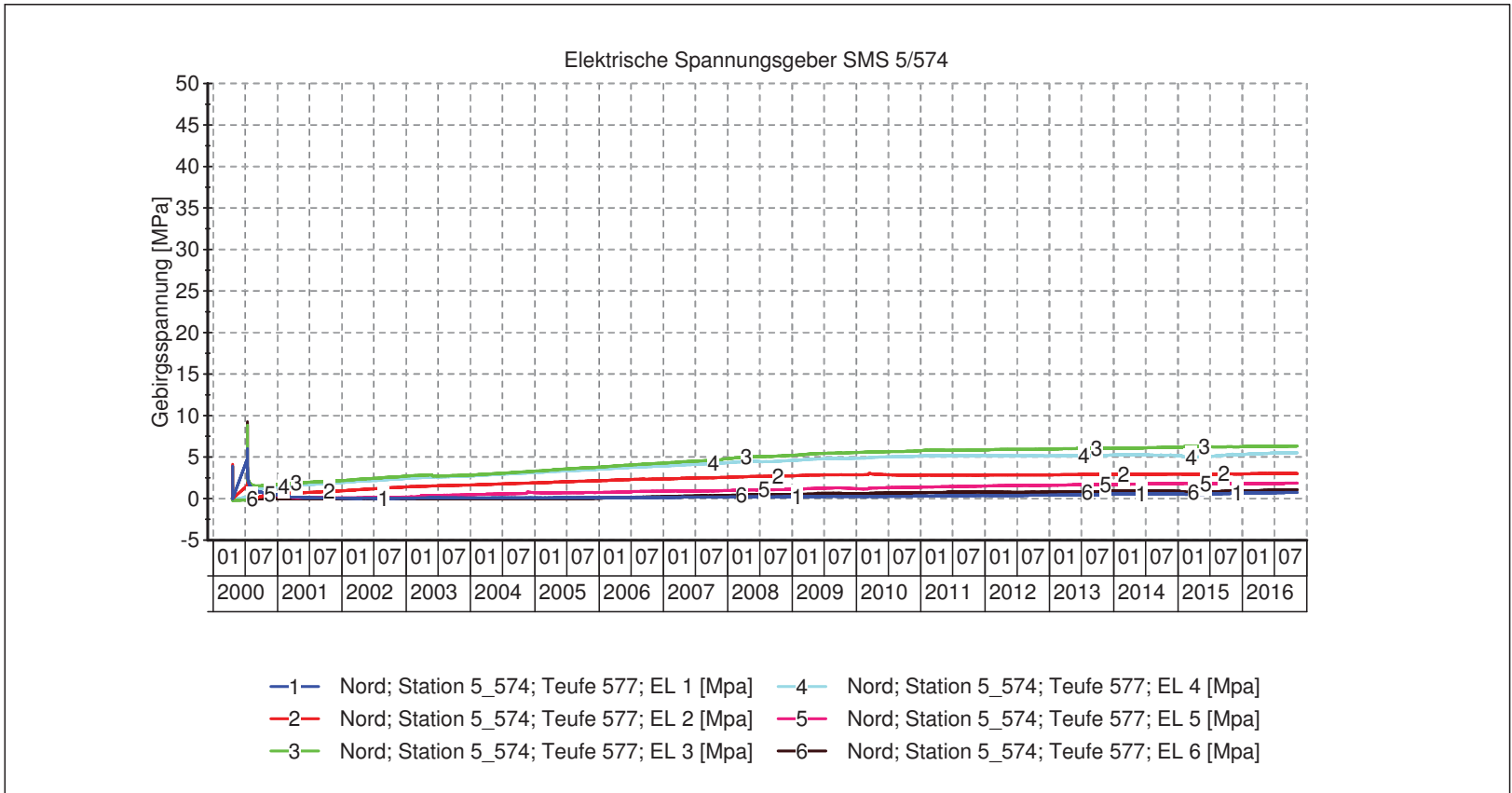
MFA: 574
 Teufe: 598 m
 Pfeiler: 2/3
 Pfeilermitte

Geberposition:
 1 - 45°/strei 4- 45°(23°)/quer
 2 - h/45°quer 5 - h/strei
 3 - h/quer 6 - vertikal

Erstellt mit: GksProXP

Messwertdarstellung SMS 5/574, Pfeiler 2/3-Mitte, 598 m Teufe

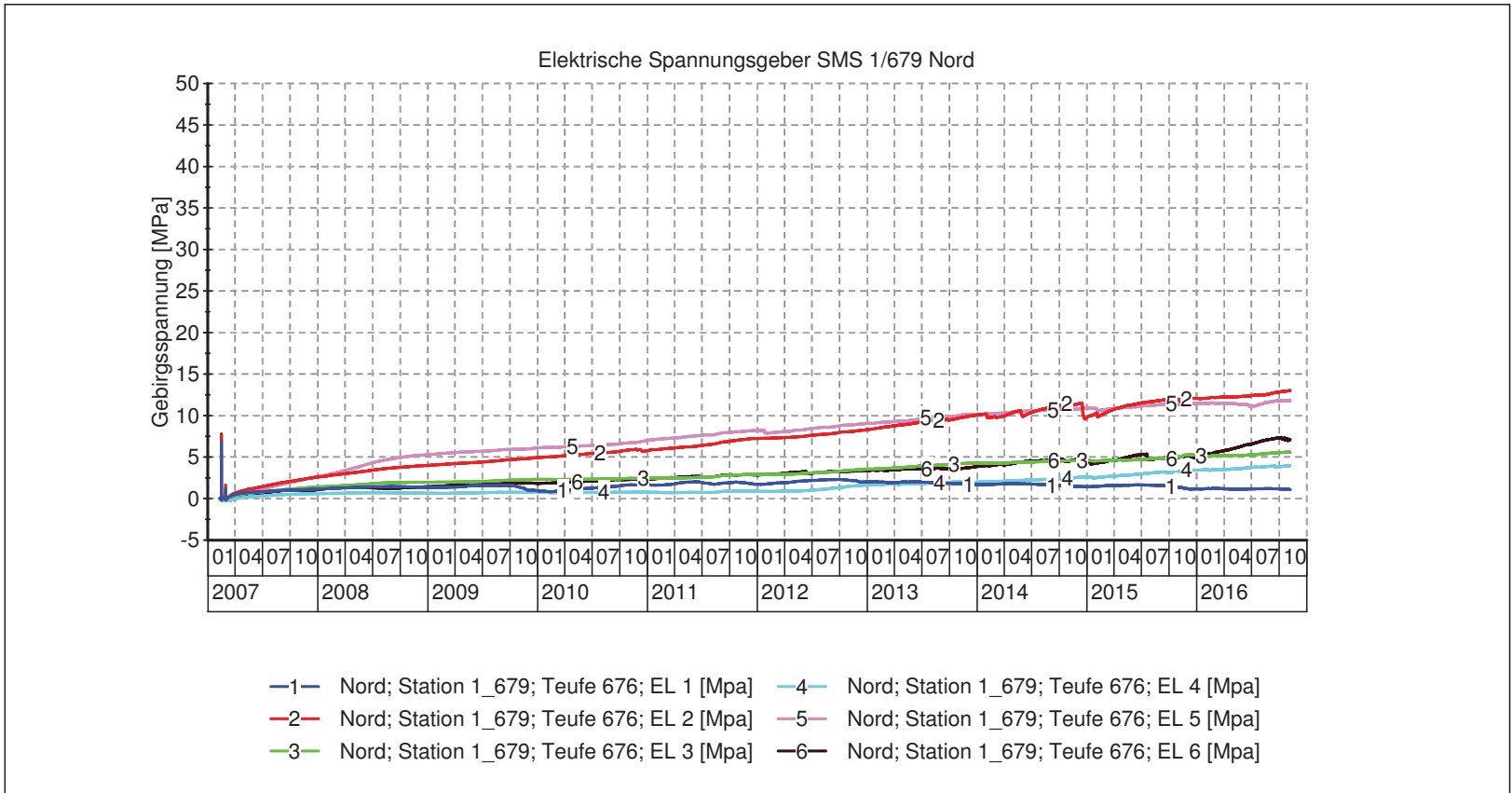
Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	Ud. Nr.	Rev.
N/A/A	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	00
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung					
ASSE <small>GmbH</small> Verantwortlich handeln.					Blatt: 179



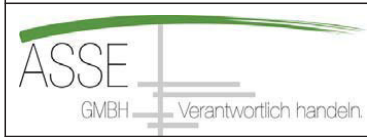
Projekt: Spannungsmessungen in Tragelementen des Grubengebäudes				
 ASSE GMBH Verantwortlich handeln.	TB Standortüberwachung	MFA: 574	Geberposition:	
	Datum: 07.11.2016	Teufe: 577 m	1 - 45°/strei	4- 45°(23°)/quer
Prüfer:	Pfeiler: 2/3 Nord	2 - h/45°quer	5 - h/strei	
geprüft am: 07.11.2016		3 - h/quer	6 - vertikal	
			Erstellt mit:	GksProXP

Messwertdarstellung SMS 5/574, Pfeiler 2/3-Nord, 577 m Teufe

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
N/NA	NNNNNNNNNN	NN/AA	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung						
Blatt: 180						 ASSE GMBH Verantwortlich handeln.



Projekt: Spannungsmessungen in Tragelementen des Grubengebäudes



TB Standortüberwachung
 Datum: 07.11.2016
 Prüfer:
 geprüft am: 07.11.2016

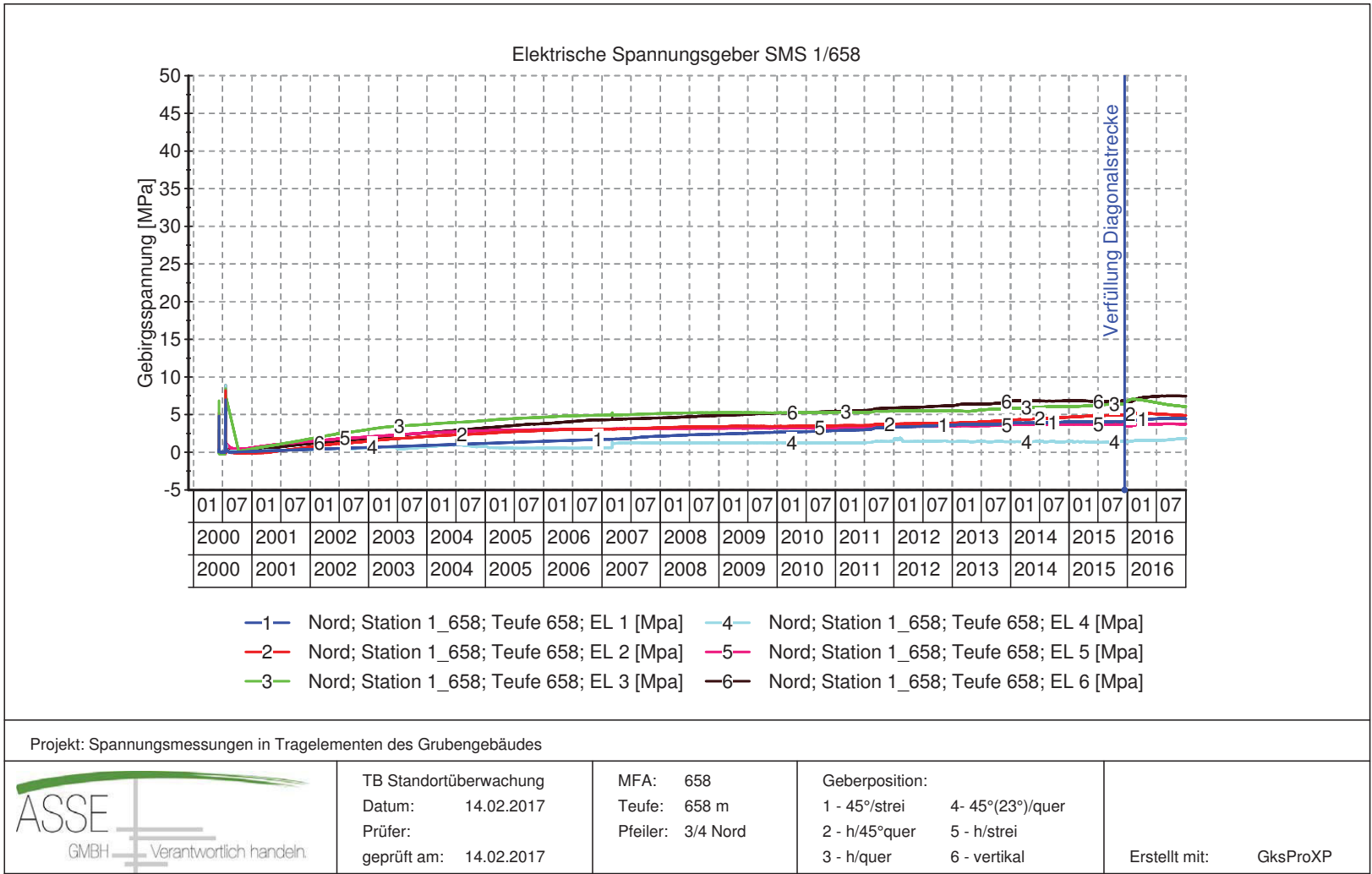
MFA: 658
 Teufe: 676 m
 Pfeiler: 3/4 Nord

Geberposition:
 1 - 45°/strei 4- 45°(23°)/quer
 2 - h/45°quer 5 - h/strei
 3 - h/quer 6 - vertikal

Erstellt mit: GksProXP

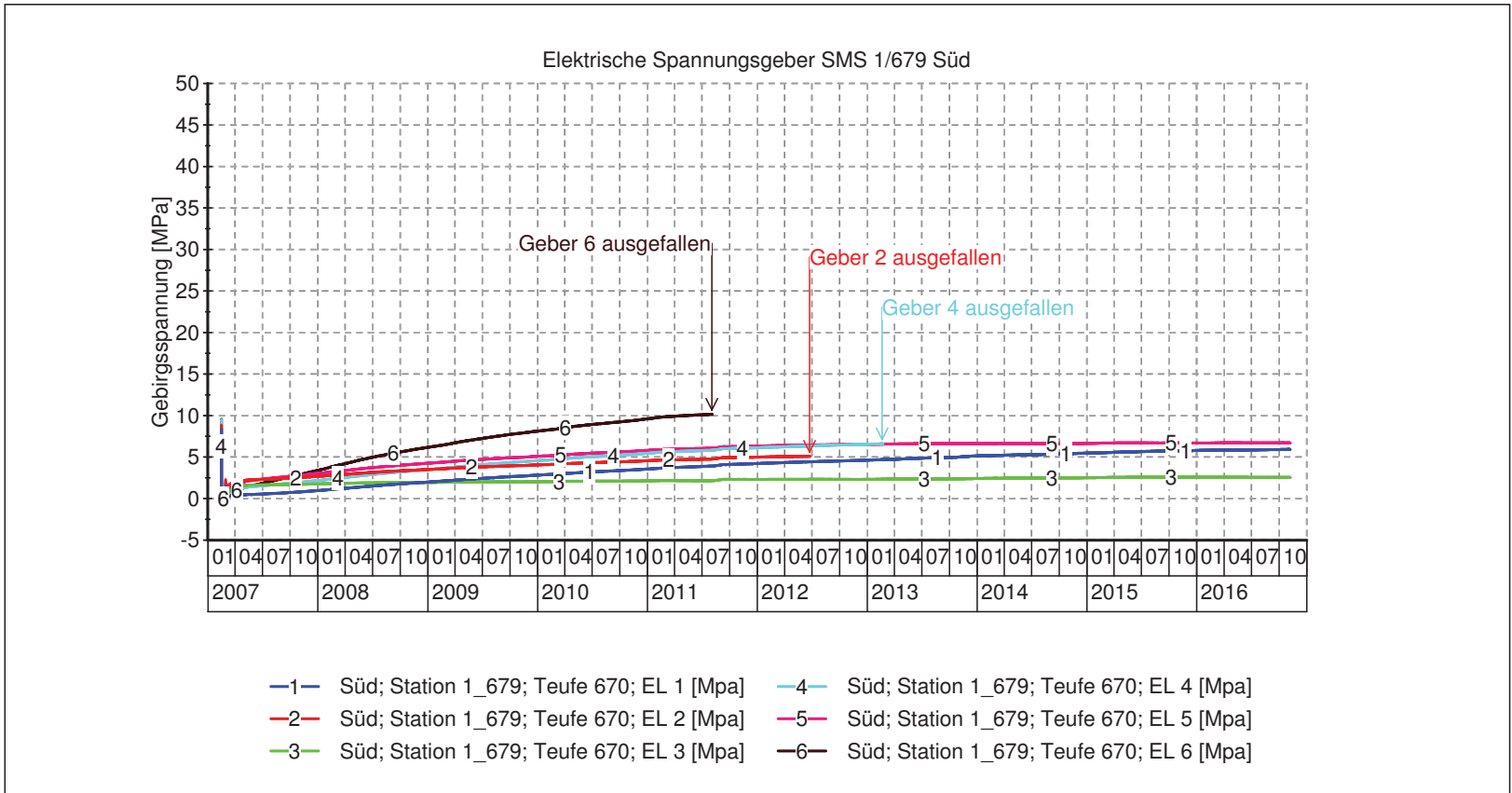
Messwertdarstellung SMS 1/679, Pfeiler 3/4-Nord, 676 m Teufe

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
N/NA	NNNNNNNNNN	NN/AA	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung						
Blatt: 181						



Messwertdarstellung SMS 1/658, Pfeiler 3/4-Nord, 658 m Teufe

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
N/A/A	NNNNNNNNNN	NN/AANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung						
Blatt: 182						



Projekt: Spannungsmessungen in Tragelementen des Grubengebäudes


 <p>ASSE GMBH Verantwortlich handeln.</p>	TB Standortüberwachung Datum: 07.11.2016 Prüfer: geprüft am: 07.11.2016	MFA: 658 Teufe: 670 m Pfeiler: 3/4 Süd	Geberposition: 1 - 45°/strei 4- 45°(23°)/quer 2 - h/45°quer 5 - h/strei 3 - h/quer 6 - vertikal	Erstellt mit: GksProXP
---	--	--	---	------------------------

Messwertdarstellung SMS 1/679, Pfeiler 3/4-Süd, 670 m Teufe

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NINAA	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung						
Blatt: 183						 <p>ASSE GMBH Verantwortlich handeln.</p>

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
N/A/A	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00

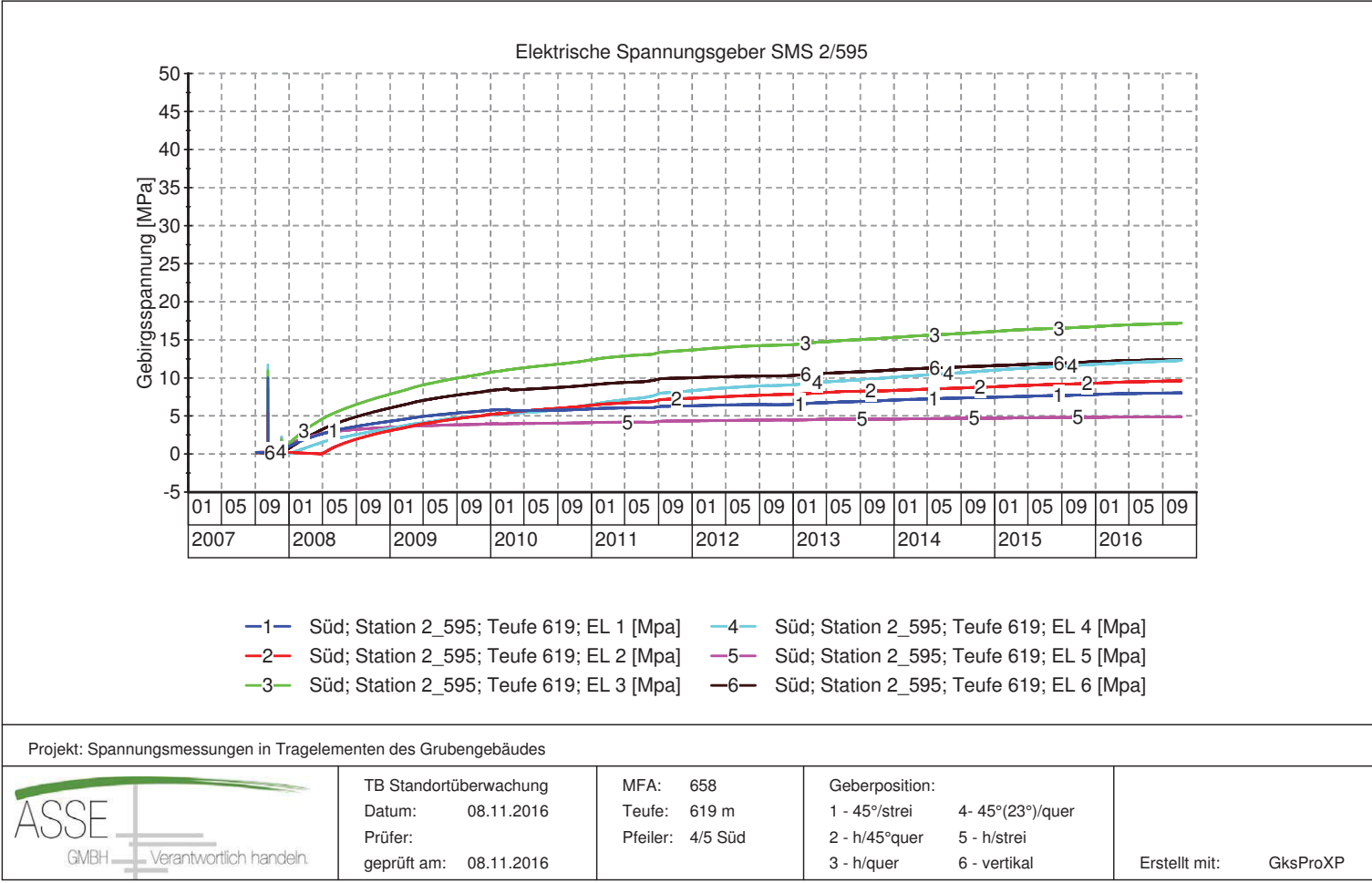
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen
Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung

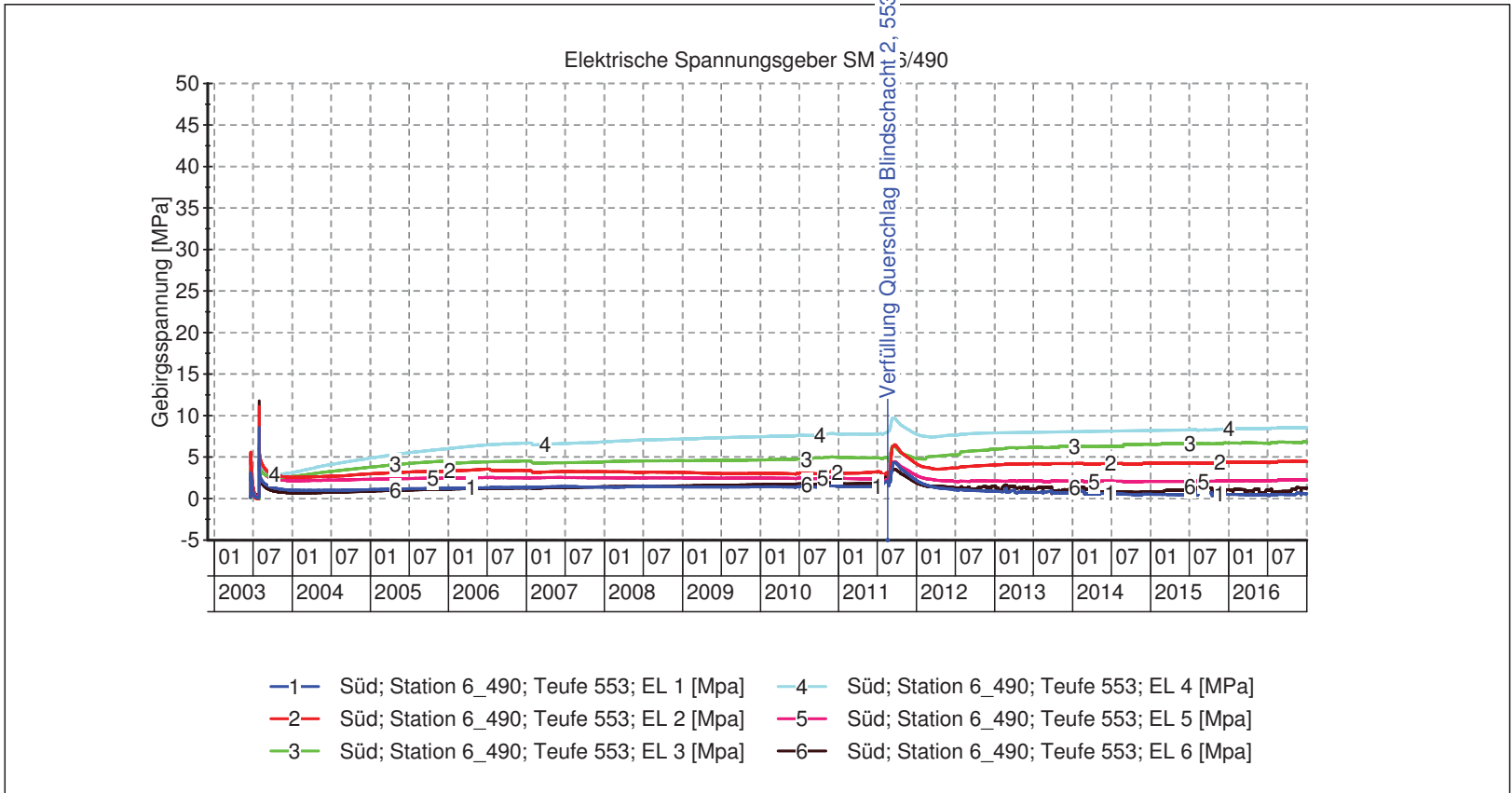


ASSE
GMBH
Verantwortlich handeln.

Blatt: 184

**Anhang 2.2: Bereich des Hauptfeilers 4/5
Messwertdarstellung SMS 2/595, Pfeiler 4/5-Süd, 619 m Teufe**



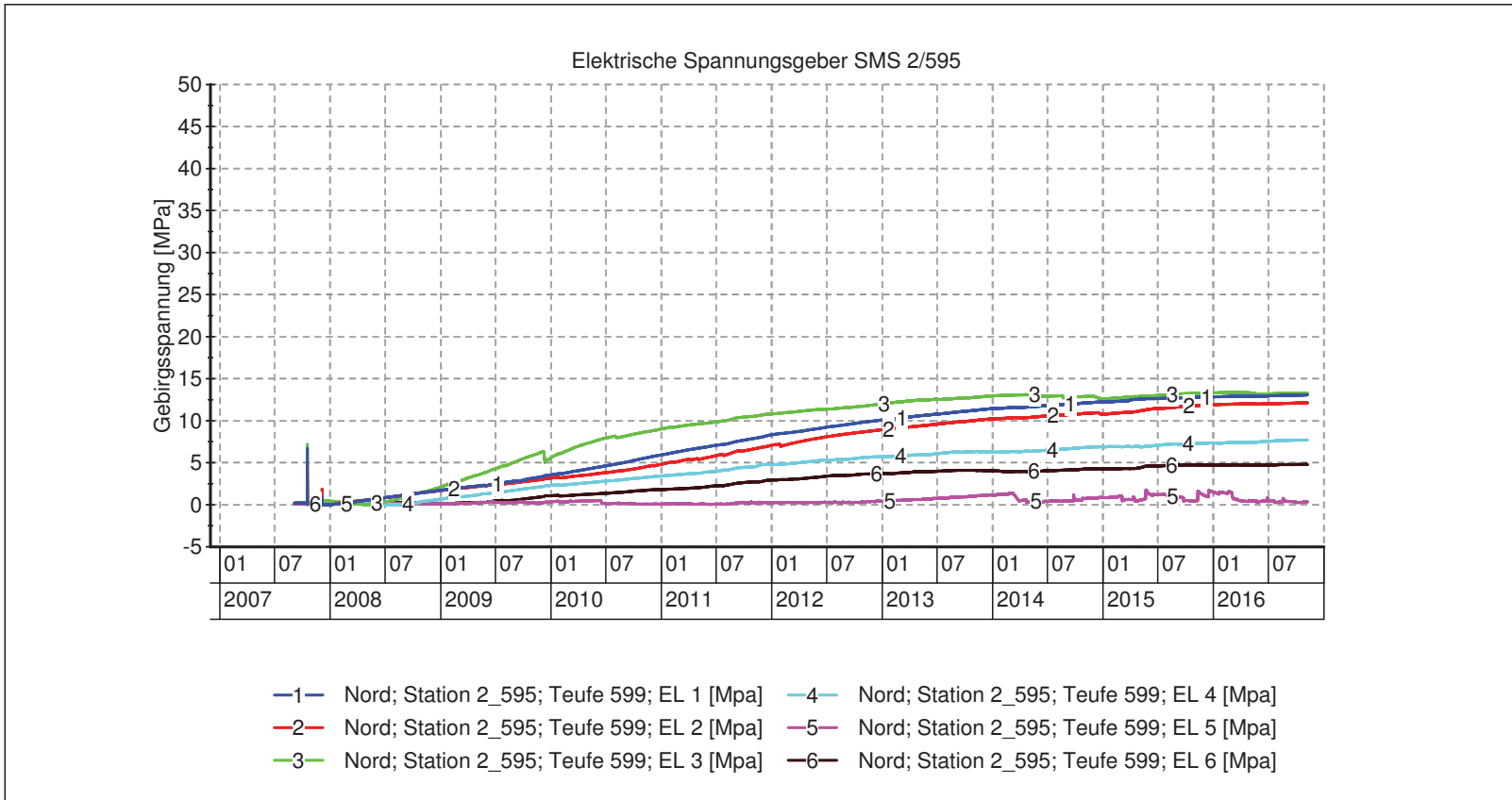


Projekt: Spannungsmessungen in Tragelementen des Grubengebäudes


<p style="font-size: small;">ASSE GMBH — Verantwortlich handeln.</p>	TB Standortüberwachung Datum: 14.02.2017 Prüfer: geprüft am: 14.02.2017	MFA: 490 Teufe: 553 m Pfeiler: 4/5 Süd	Geberposition: 1 - 45°/strei 4- 45°(23°)/quer 2 - h/45°quer 5 - h/strei 3 - h/quer 6 - vertikal	Erstellt mit: GksProXP
--	--	--	---	------------------------

Messwertdarstellung SMS 6/490, Pfeiler 4/5-Süd, 553 m Teufe

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NINAA	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung						
Blatt: 185						



Projekt: Spannungsmessungen in Tragelementen des Grubengebäudes


 <p>ASSE GMBH Verantwortlich handeln.</p>	TB Standortüberwachung Datum: 08.11.2016 Prüfer: geprüft am: 08.11.2016	MFA: 658 Teufe: 599 m Pfeiler: 4/5 Nord	Geberposition: 1 - 45°/strei 4- 45°(23°)/quer 2 - h/45°quer 5 - h/strei 3 - h/quer 6 - vertikal	Erstellt mit: GksProXP
---	--	---	---	---------------------------

Messwertdarstellung SMS 2/595, Pfeiler 4/5-Nord, 599 m Teufe

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
N/AA	NNNNNNNNNN	NN/AA	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00

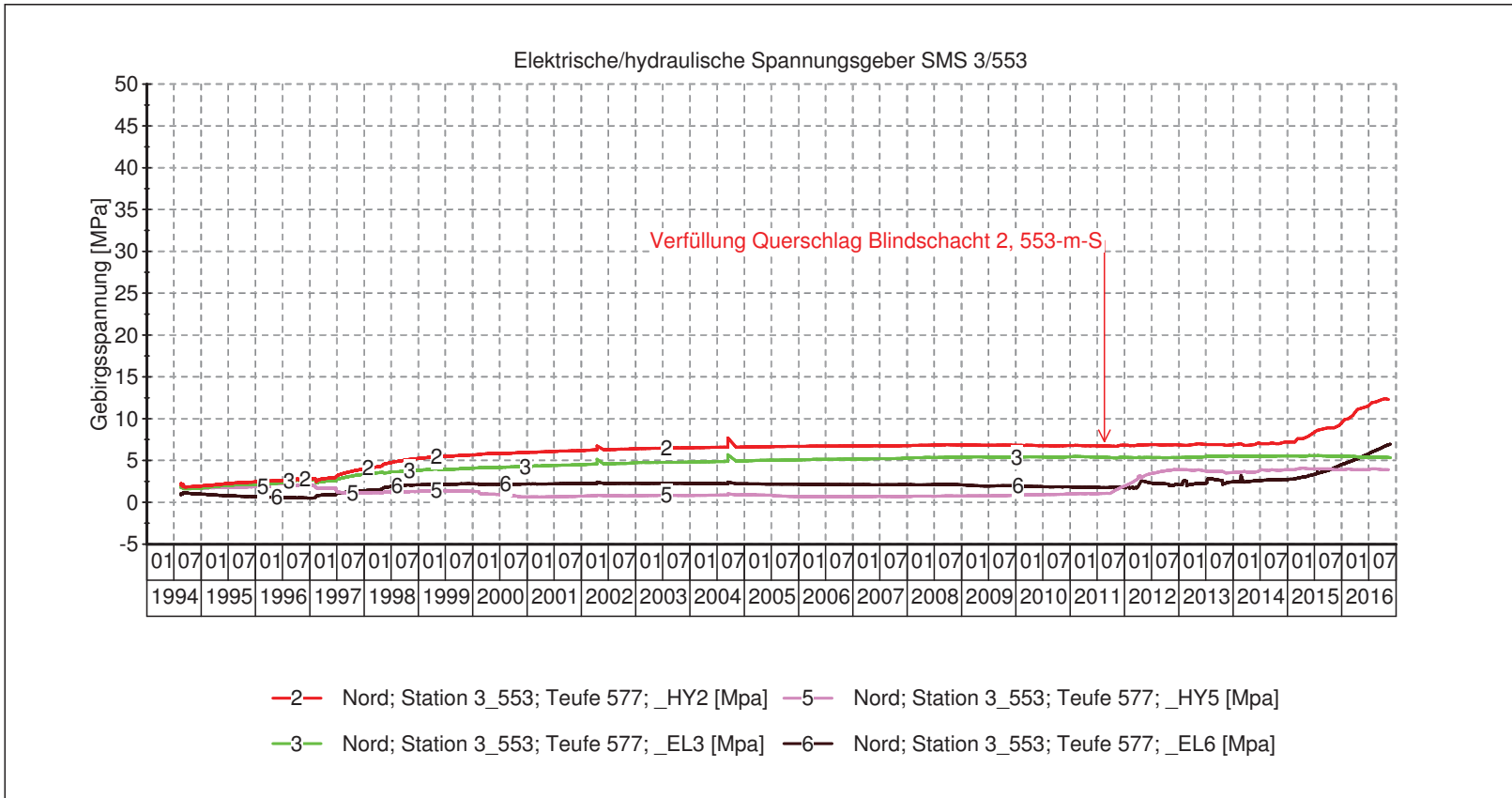
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen
Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung

Blatt: 186

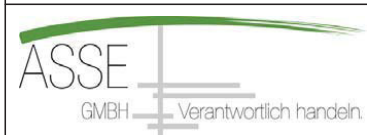


ASSE
GMBH Verantwortlich handeln.

Messwertdarstellung SMS 3/553, Pfeiler 4/5-Nord, 577 m Teufe



Projekt: Spannungsmessungen in Tragelementen des Grubengebäudes



TB Standortüberwachung
 Datum: 24.11.2016
 Prüfer:
 geprüft am: 24.11.2016

MFA: 553
 Teufe: 577 m
 Pfeiler: 4/5 Nord

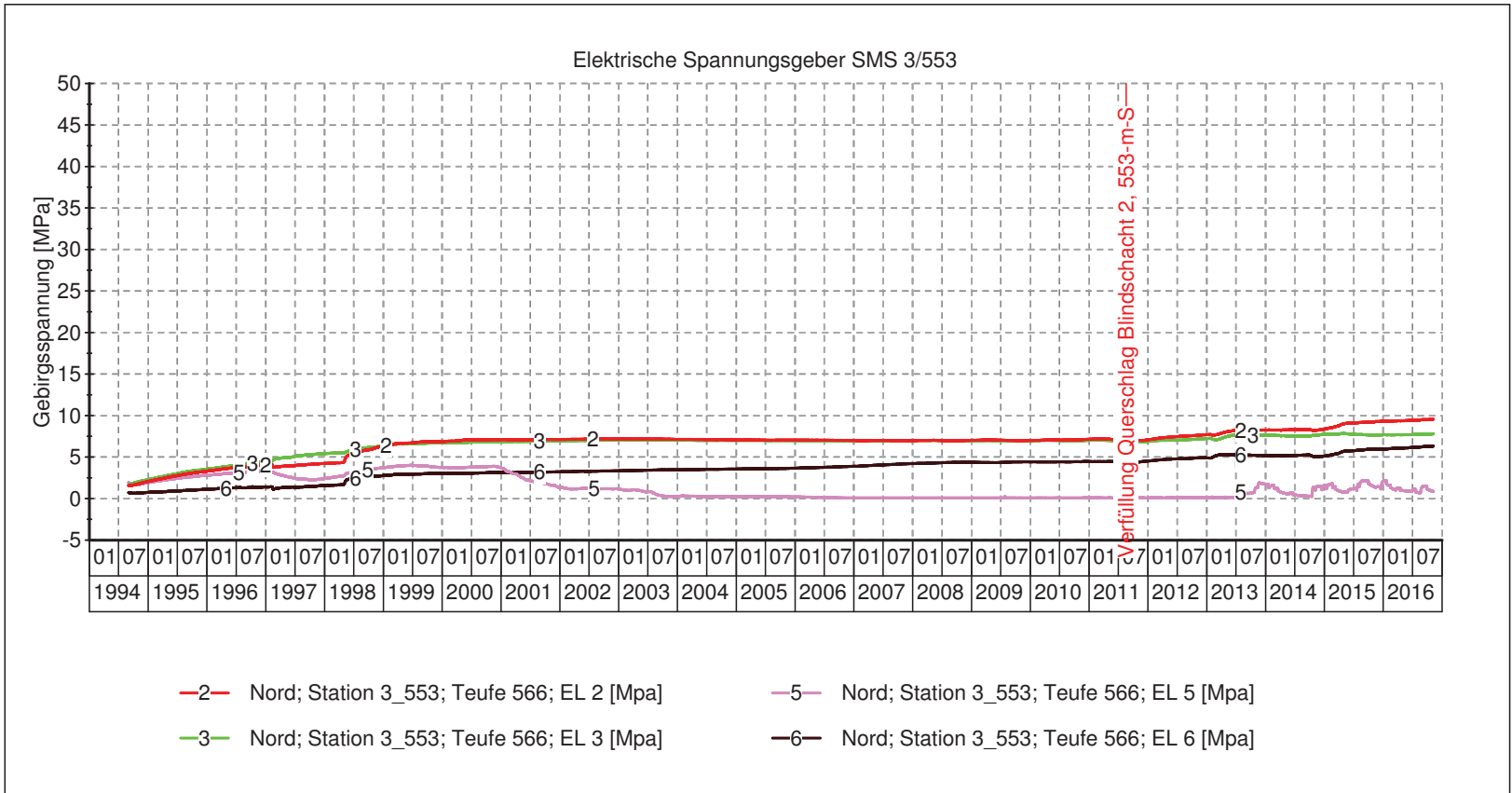
Geberposition:
 1 - 45°/strei 4- 45°(23°)/quer
 2 - h/45°quer 5 - h/strei
 3 - h/quer 6 - vertikal

Erstellt mit: GksProXP

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NINAA	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00

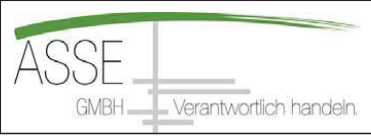
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen
 Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung

Blatt: 187



- 2 Nord; Station 3_553; Teufe 566; EL 2 [Mpa]
- 3 Nord; Station 3_553; Teufe 566; EL 3 [Mpa]
- 5 Nord; Station 3_553; Teufe 566; EL 5 [Mpa]
- 6 Nord; Station 3_553; Teufe 566; EL 6 [Mpa]

Projekt: Spannungsmessungen in Tragelementen des Grubengebäudes



TB Standortüberwachung
 Datum: 08.11.2016
 Prüfer:
 geprüft am: 08.11.2016

MFA: 553
 Teufe: 566 m
 Pfeiler: 4/5 Nord

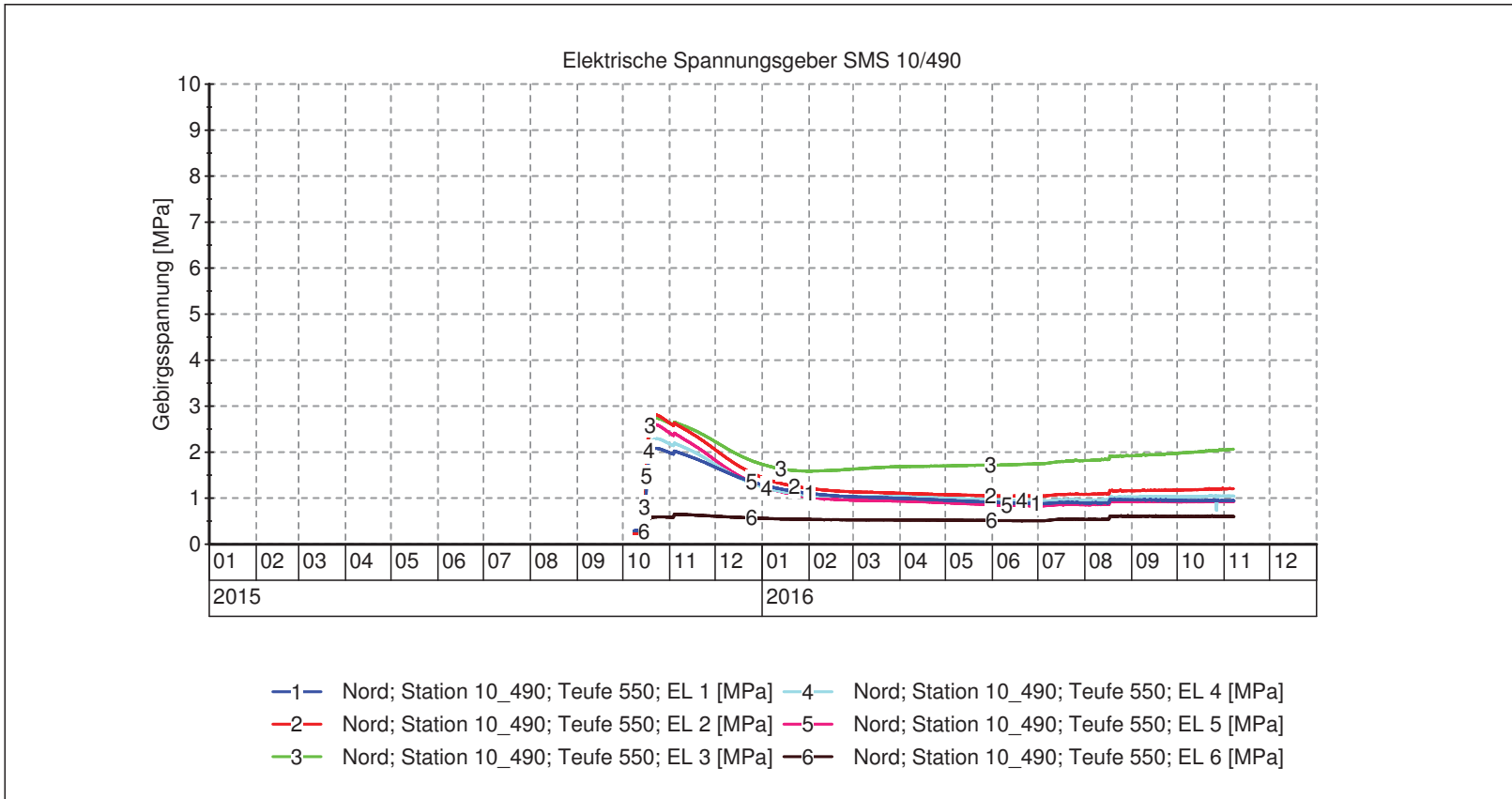
Geberposition:
 1 - 45°/strei 4- 45°(23°)/quer
 2 - h/45°quer 5 - h/strei
 3 - h/quer 6 - vertikal

Erstellt mit: GksProXP


Messwertdarstellung SMS 3/553, Pfeiler 4/5-Nord, 566 m Teufe


Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
N/A/A	NNNNNNNNNN	NN/AANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung						
Blatt: 188						

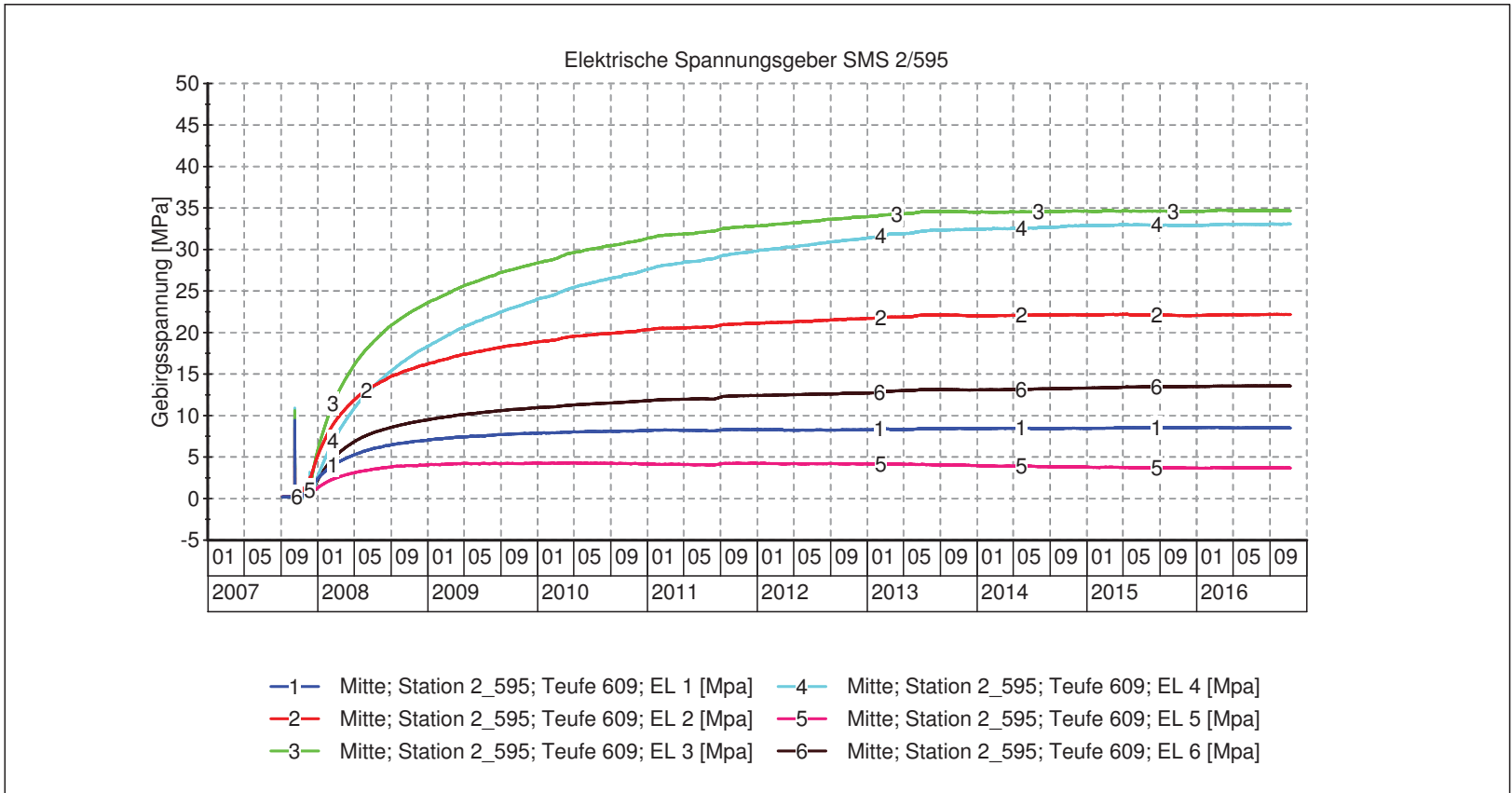
Messwertdarstellung SMS 10/490, Pfeiler 4/5-Nord, 550 m Teufe



Projekt: Spannungsmessungen in Tragelementen des Grubengebäudes

 <p>ASSE GMBH Verantwortlich handeln.</p>	TB Standortüberwachung	MFA: 490	Geberposition:	Erstellt mit: GksProXP
	Datum: 08.11.2016	Teufe: 550 m	1 - 45°/strei 4- 45°(23°)/quer	
Prüfer:	Pfeiler: 4/5 Nord	2 - h/45°quer 5 - h/strei	3 - h/quer 6 - vertikal	
geprüft am: 08.11.2016				

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
N/A/A	NNNNNNNNNN	NN/AANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung						
Blatt: 189						 <p>ASSE GMBH Verantwortlich handeln.</p>




Projekt: Spannungsmessungen in Tragelementen des Grubengebäudes

 <p>ASSE GMBH Verantwortlich handeln.</p>	TB Standortüberwachung	MFA: 658	Geberposition:	Erstellt mit: GksProXP
	Datum: 08.11.2016	Teufe: 609 m	1 - 45°/strei 4- 45°(23°)/quer	
Prüfer:	Pfeiler: 4/5 Pfeilermitte	2 - h/45°quer 5 - h/strei	3 - h/quer 6 - vertikal	
geprüft am: 08.11.2016	Mitte Schweb			

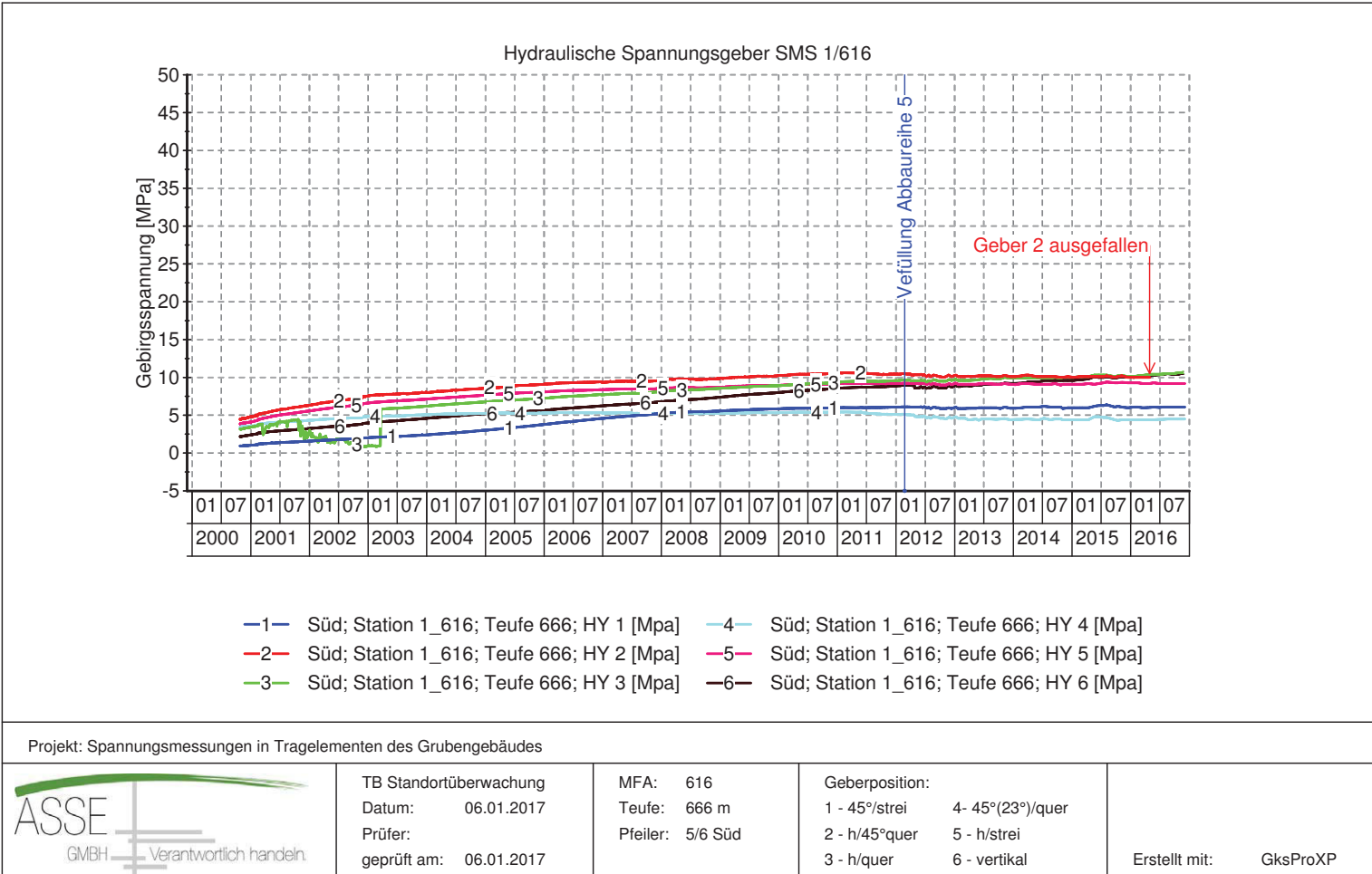
Messwertdarstellung SMS 2/595, Pfeiler 4/5-Mitte, 609 m Teufe

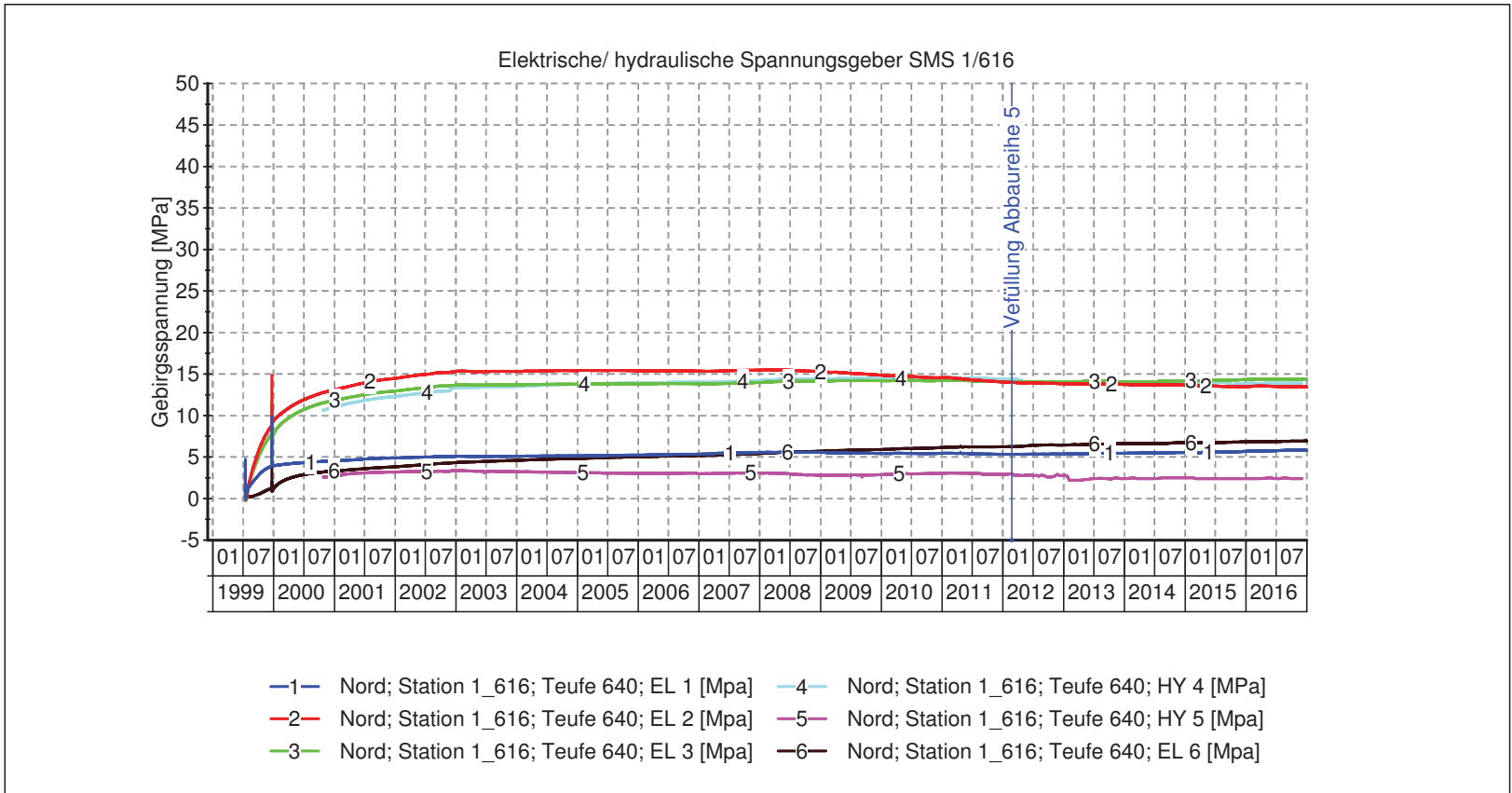
Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
N/A/A	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen						
Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung						
Blatt: 190						 <p>ASSE GMBH Verantwortlich handeln.</p>

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
N/A/A	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung						
Blatt: 191						

Anhang 2.3: Ostflügel

Messwertdarstellung SMS 1/616, Pfeiler 5/6-Süd, 666 m Teufe

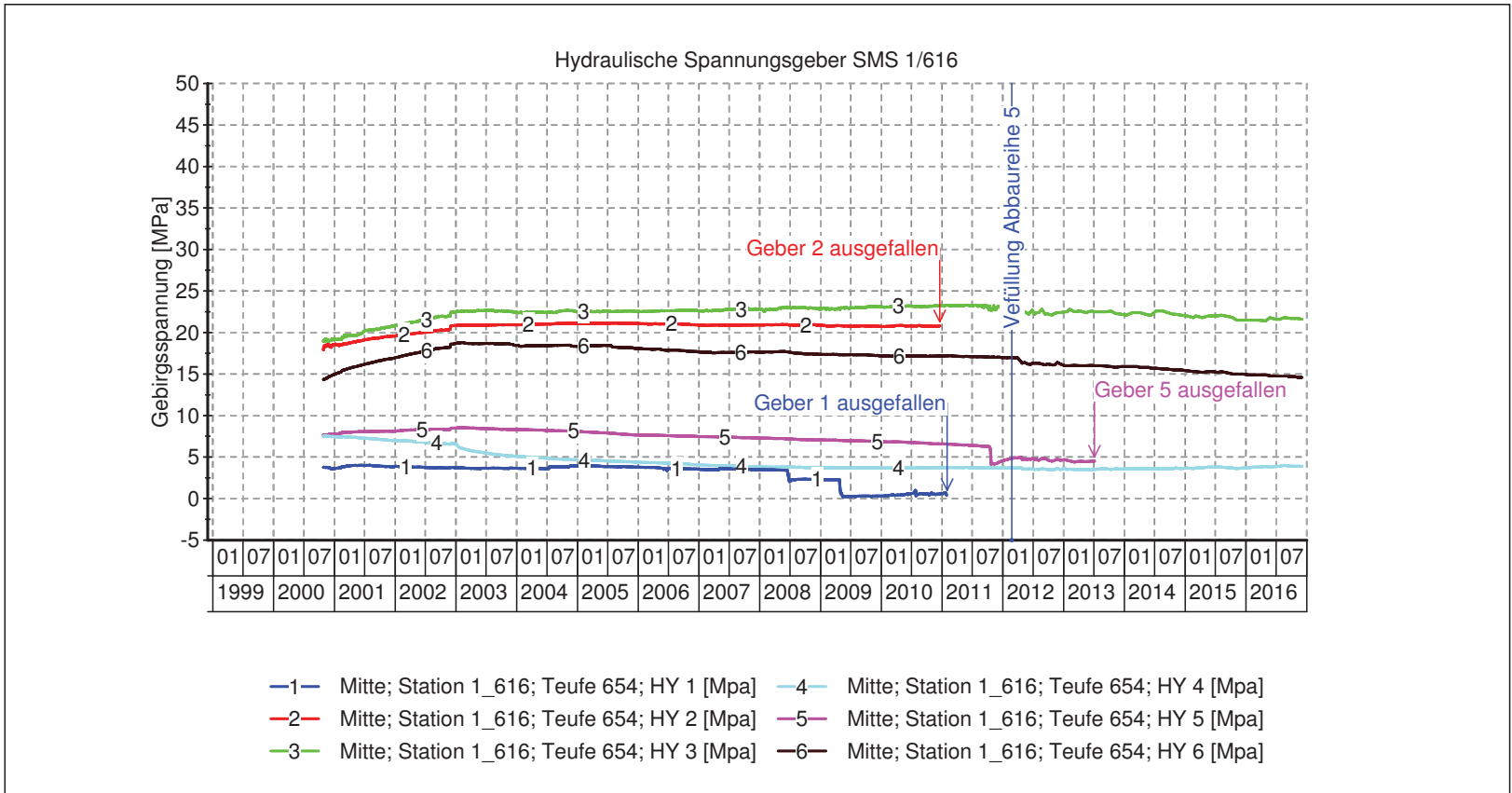




Projekt: Spannungsmessungen in Tragelementen des Grubengebäudes				
 ASSE GMBH — Verantwortlich handeln.	TB Standortüberwachung	MFA: 616	Geberposition:	
	Datum: 06.01.2017	Teufe: 640 m	1 - 45°/strei	4- 45°(23°)/quer
Prüfer:	Pfeiler: 5/6 Nord	2 - h/45°quer	5 - h/strei	
geprüft am: 06.01.2017		3 - h/quer	6 - vertikal	Erstellt mit: GksProXP

Messwertdarstellung SMS 1/616, Pfeiler 5/6-Nord, 640 m Teufe

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
N/A/A	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung						
Blatt: 192						 ASSE GMBH — Verantwortlich handeln.

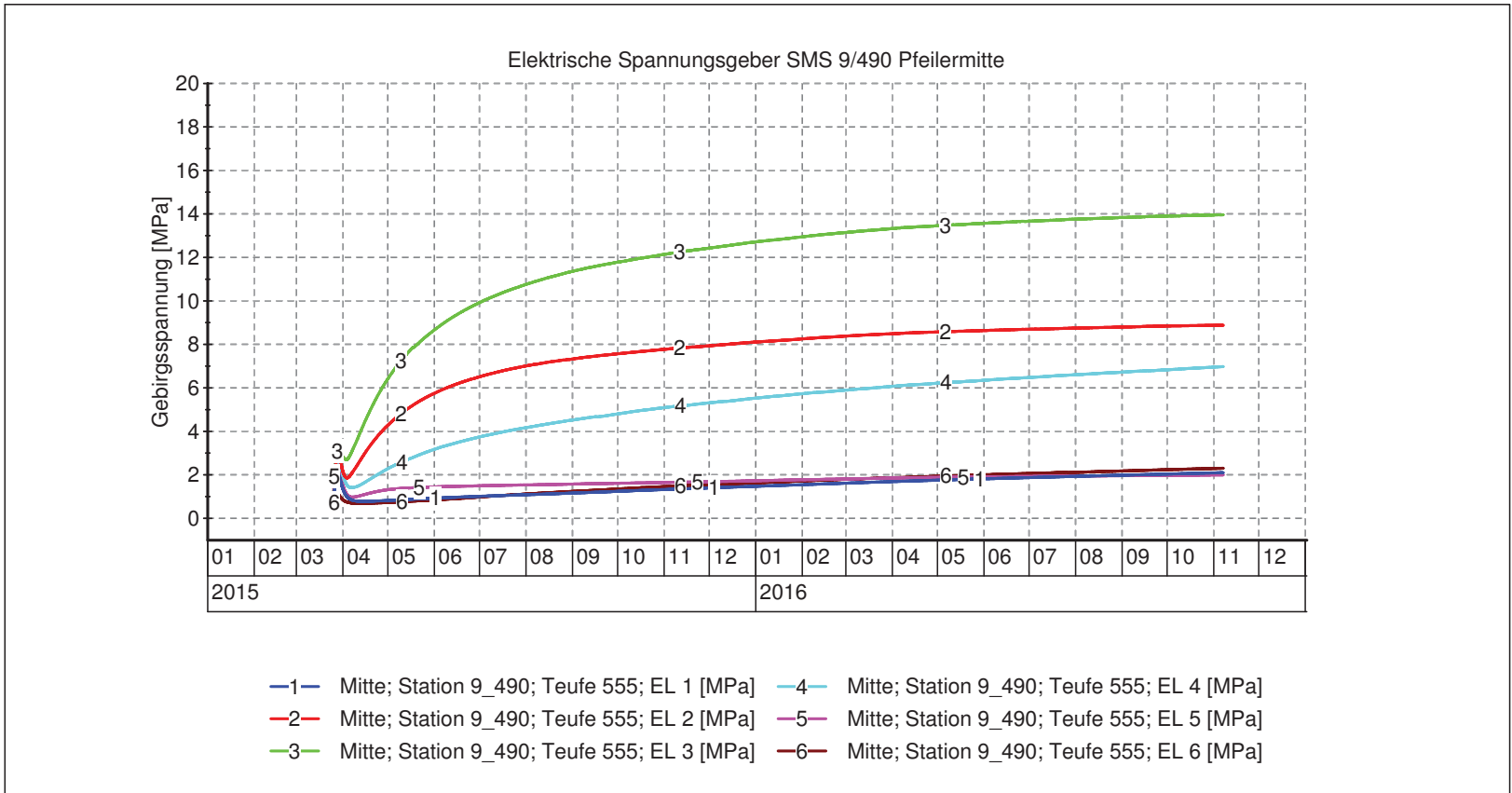


Projekt: Spannungsmessungen in Tragelementen des Grubengebäudes



<p style="font-size: small;">ASSE GMBH Verantwortlich handeln.</p>	TB Standortüberwachung Datum: 06.01.2017 Prüfer: geprüft am: 06.01.2017	MFA: 616 Teufe: 654 m Pfeiler: 5/6 Pfeilermitte Mitte Abbau	Geberposition: 1 - 45°/strei 4- 45°(23°)/quer 2 - h/45°quer 5 - h/strei 3 - h/quer 6 - vertikal	Erstellt mit: GksProXP
---	--	--	---	------------------------

Messwertdarstellung SMS 1/616, Pfeiler 5/6-Mitte (Mitte Abbau), 654 m Teufe

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NINAA	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung						
Blatt: 193						



Projekt: Spannungsmessungen in Tragelementen des Grubengebäudes


	TB Standortüberwachung	MFA: 490-2	Geberposition:	Erstellt mit: GksProXP
	Datum: 08.11.2016	Teufe: 555 m	1 - 45°/strei 4- 45°(23°)/quer	
	Prüfer:	Pfeiler: 5/6 Pfeilermitte	2 - h/45°quer 5 - h/strei	
	geprüft am: 08.11.2016		3 - h/quer 6 - vertikal	

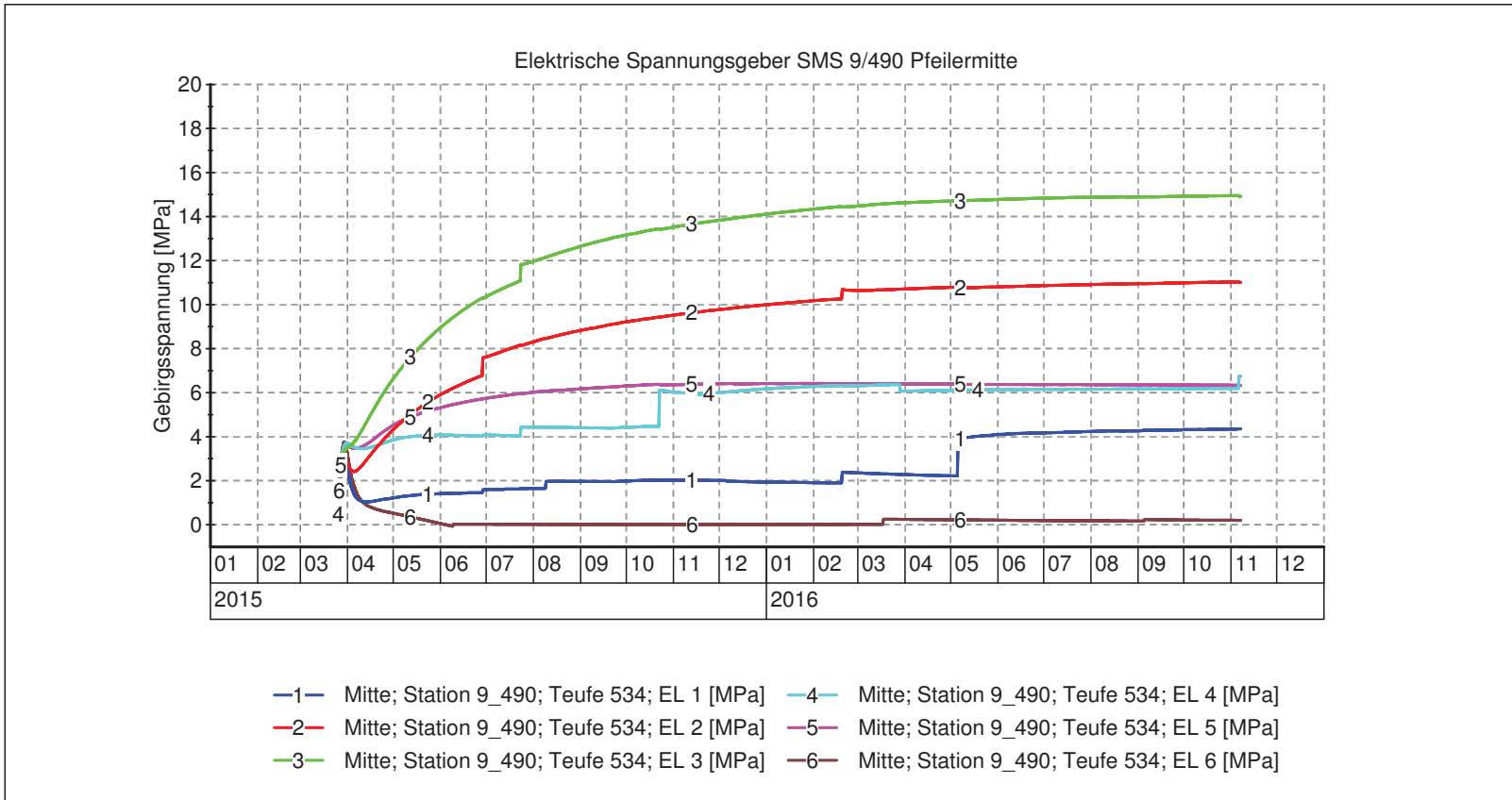
Messwertdarstellung SMS 9/490, Pfeiler 5/6-Mitte, 555 m Teufe

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
N/NAA	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00


Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen
Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung

Blatt: 194



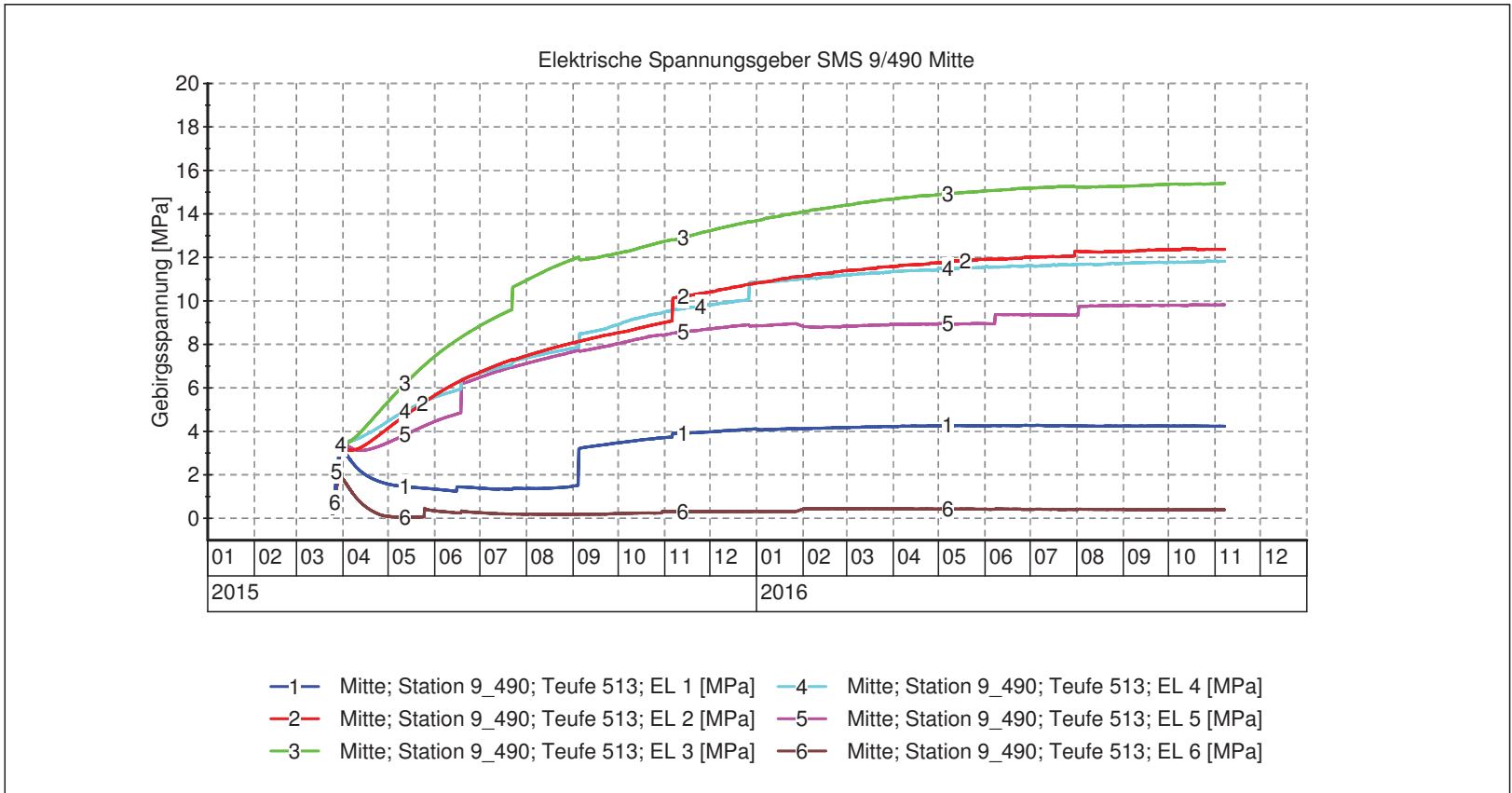


Projekt: Spannungsmessungen in Tragelementen des Grubengebäudes


 <p>ASSE GMBH Verantwortlich handeln.</p>	TB Standortüberwachung Datum: 08.11.2016 Prüfer: geprüft am: 08.11.2016	MFA: 490-2 Teufe: 534 m Pfeiler: 5/6 Pfeilermitte	Geberposition: 1 - 45°/strei 4- 45°(23°)/quer 2 - h/45°quer 5 - h/strei 3 - h/quer 6 - vertikal	Erstellt mit: GksProXP
---	--	---	---	------------------------

Messwertdarstellung SMS 9/490, Pfeiler 5/6-Mitte, 534 m Teufe

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	Ud. Nr.	Rev.
N/NAA	NNNNNNNNNN	NN/AA/NN	AA	NN/NN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung					00
					Blatt: 195



Projekt: Spannungsmessungen in Tragelementen des Grubengebäudes


 <p>ASSE GMBH Verantwortlich handeln.</p>	TB Standortüberwachung Datum: 08.11.2016 Prüfer: geprüft am: 08.11.2016	MFA: 490-2 Teufe: 513 m Pfeiler: 5/6 Pfeilermitte	Geberposition: 1 - 45°/strei 4- 45°(23°)/quer 2 - h/45°quer 5 - h/strei 3 - h/quer 6 - vertikal	Erstellt mit: GksProXP
---	--	---	---	------------------------

Messwertdarstellung SMS 9/490, Pfeiler 5/6-Mitte, 513 m Teufe

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	Ud. Nr.	Rev.
N/A/A	NNNNNNNNNN	NN/AANN	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	00

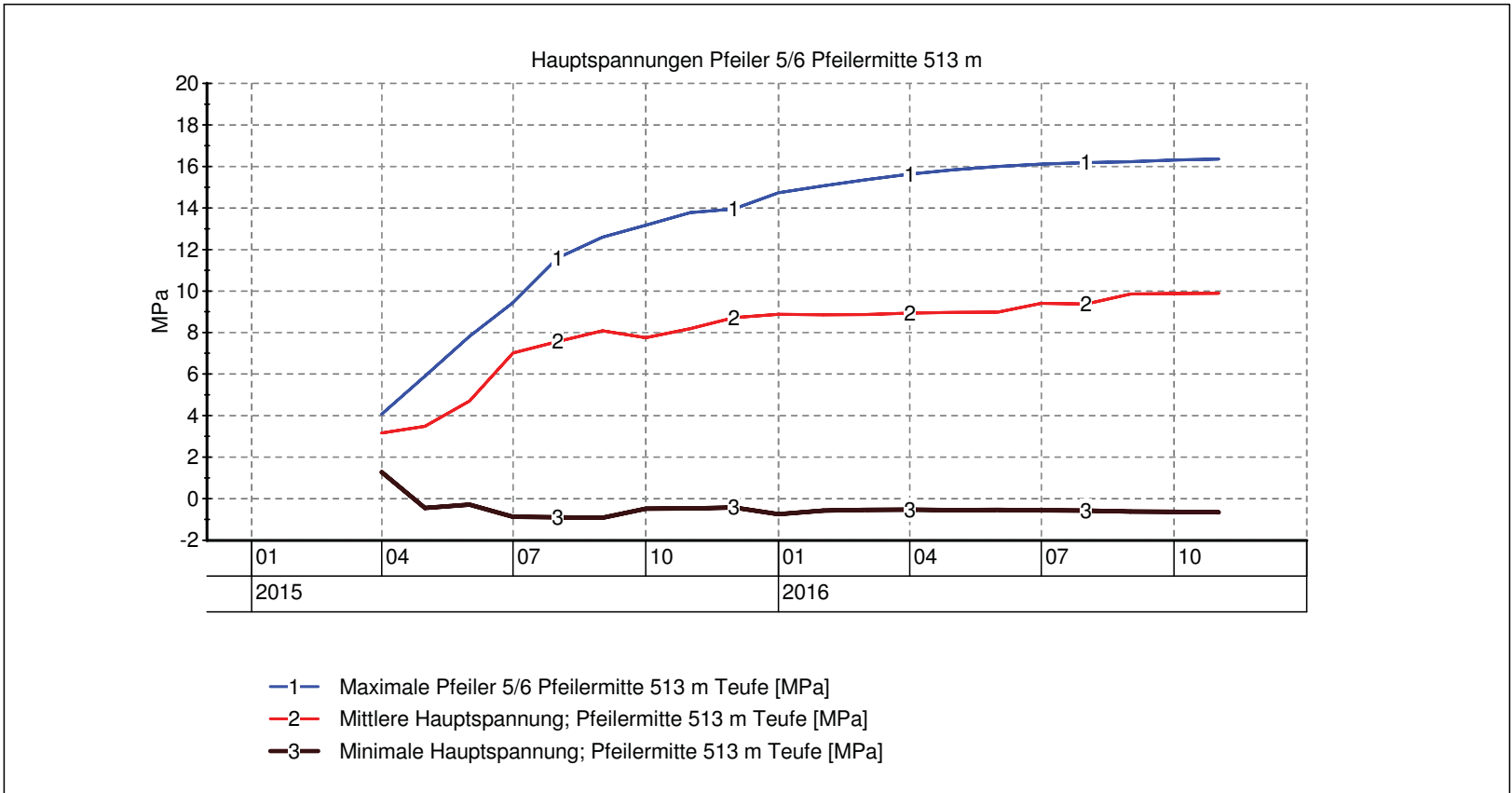
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen
Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung

Blatt: 196

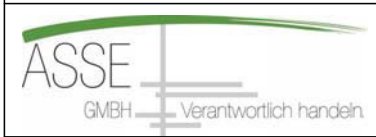


ASSE
GMBH Verantwortlich handeln.

Hauptspannungen SMS 9/490, Pfeiler 5/6-Mitte, 513 m Teufe



Projekt: Spannungsmessungen in Tragelementen des Grubengebäudes



TB Standortüberwachung
 Datum: 12.04.2017
 Prüfer:
 geprüft am: 12.04.2017

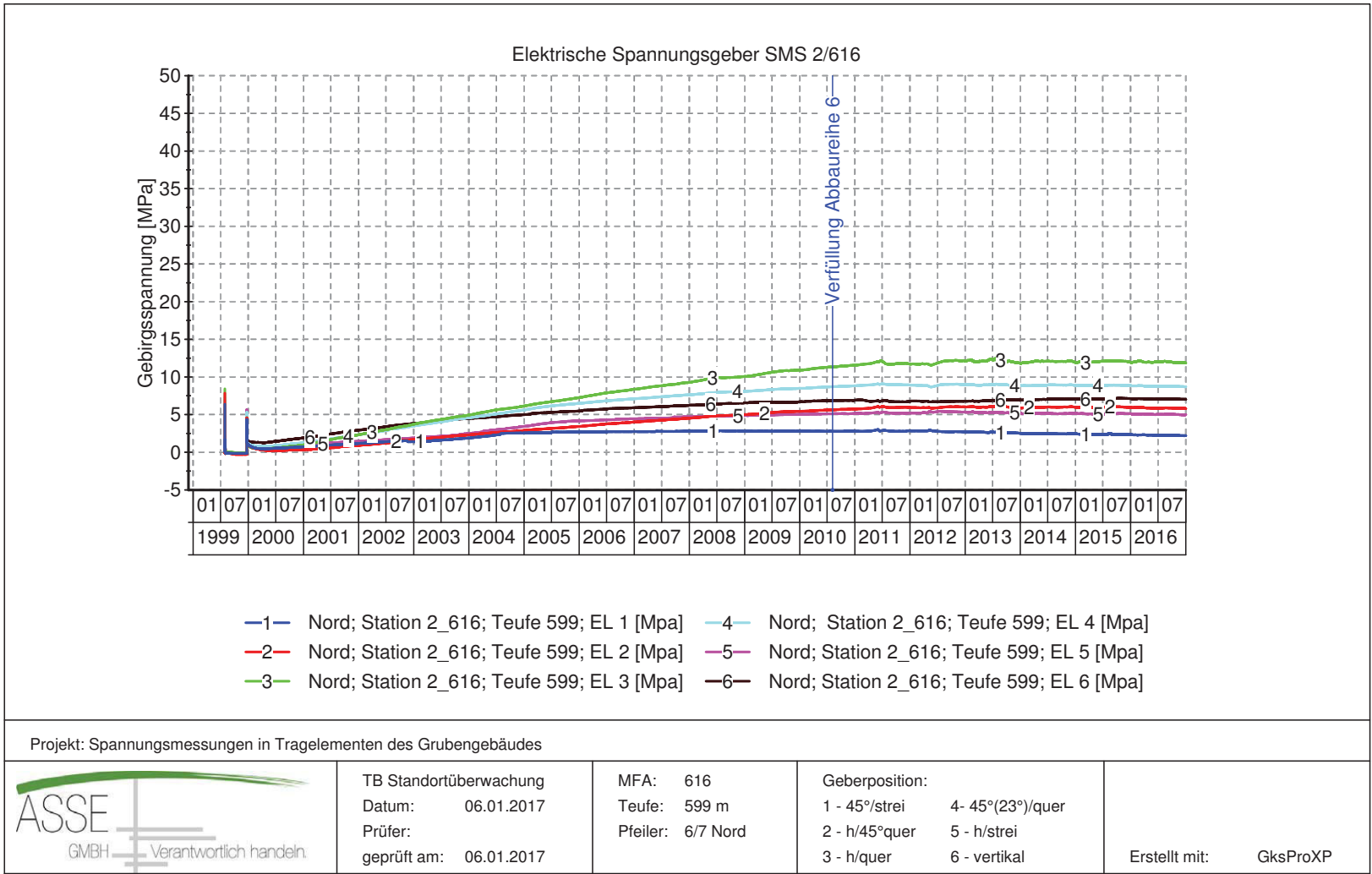
MFA: 490-2
 Teufe: 513
 Pfeiler: 5/6 Mitte

Erstellt mit: GKSpro

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NINAA	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00

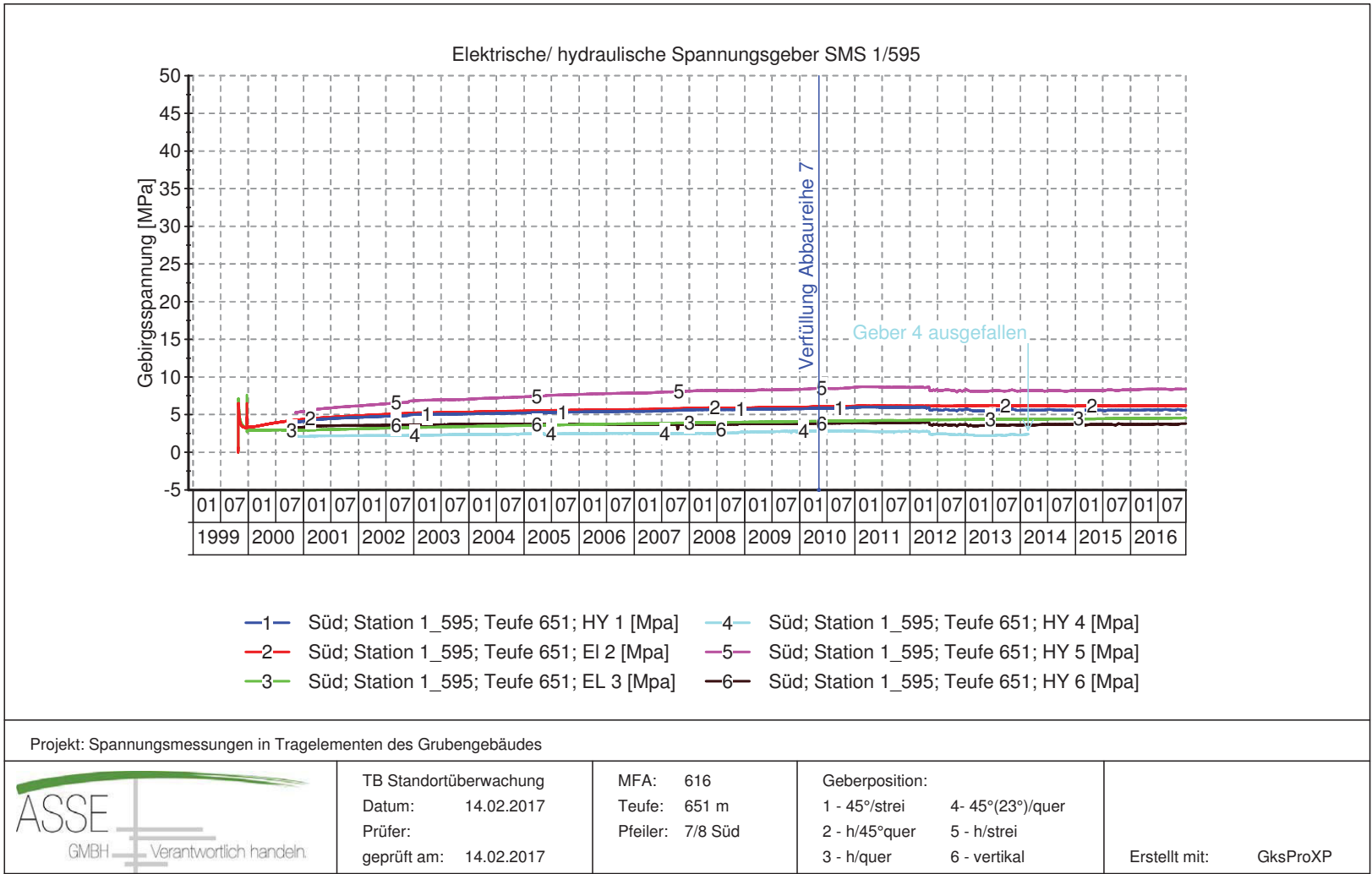
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen
 Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung

Blatt: 197



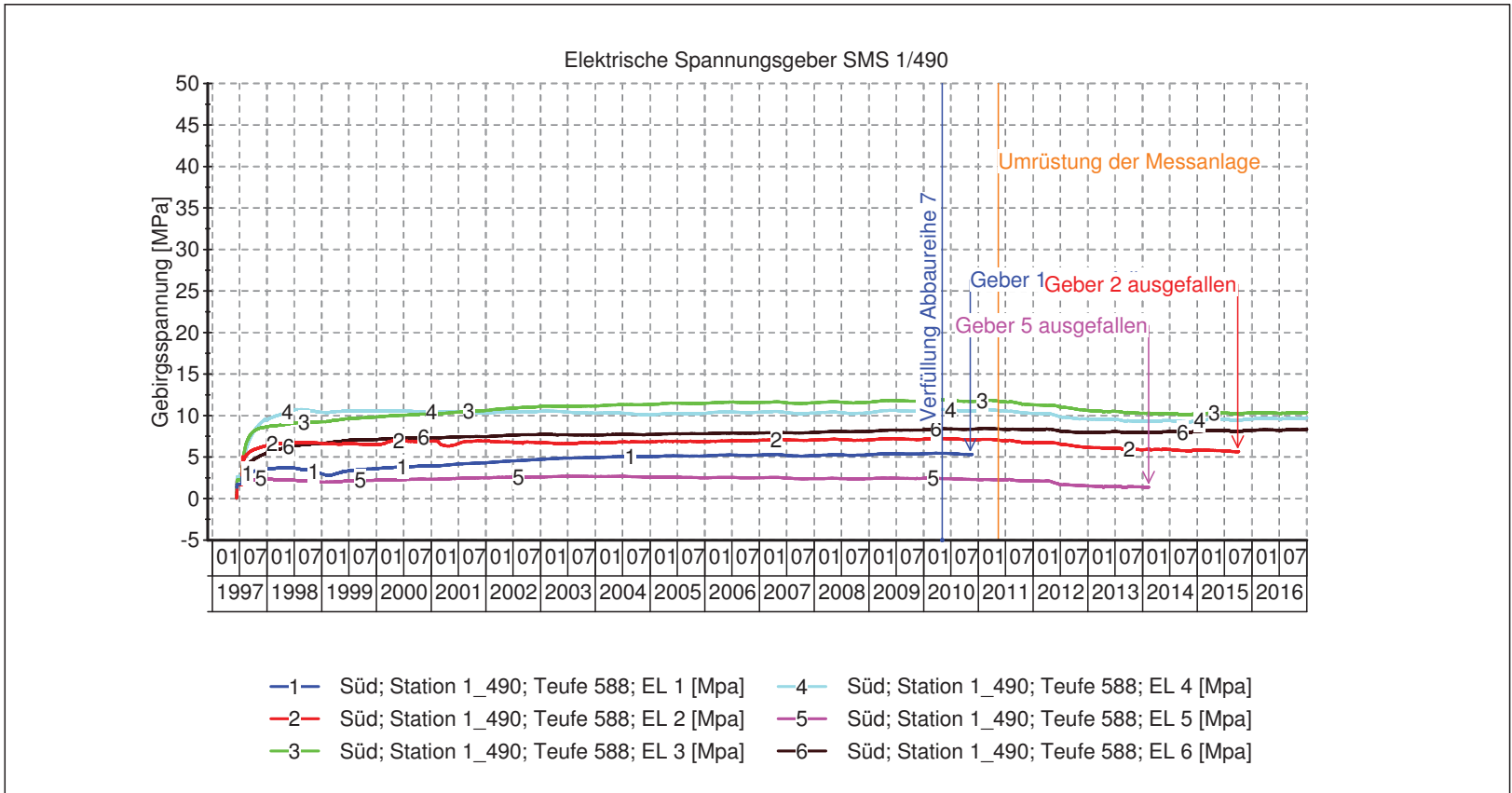
Messwertdarstellung SMS 2/616, Pfeiler 6/7-Nord, 599 m Teufe

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
N/A/A	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung						
Blatt: 198						

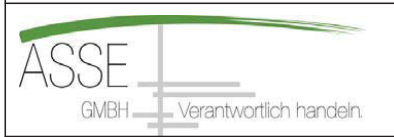


Messwertdarstellung SMS 1/595, Pfeiler 7/8-Süd, 651 m Teufe

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
N/NA	NNNNNNNNNN	NN/AA	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung						
Blatt: 199						



Projekt: Spannungsmessungen in Tragelementen des Grubengebäudes



TB Standortüberwachung
 Datum: 14.02.2017
 Prüfer:
 geprüft am: 14.02.2017

MFA: 490
 Teufe: 588 m
 Pfeiler: 7/8 Süd

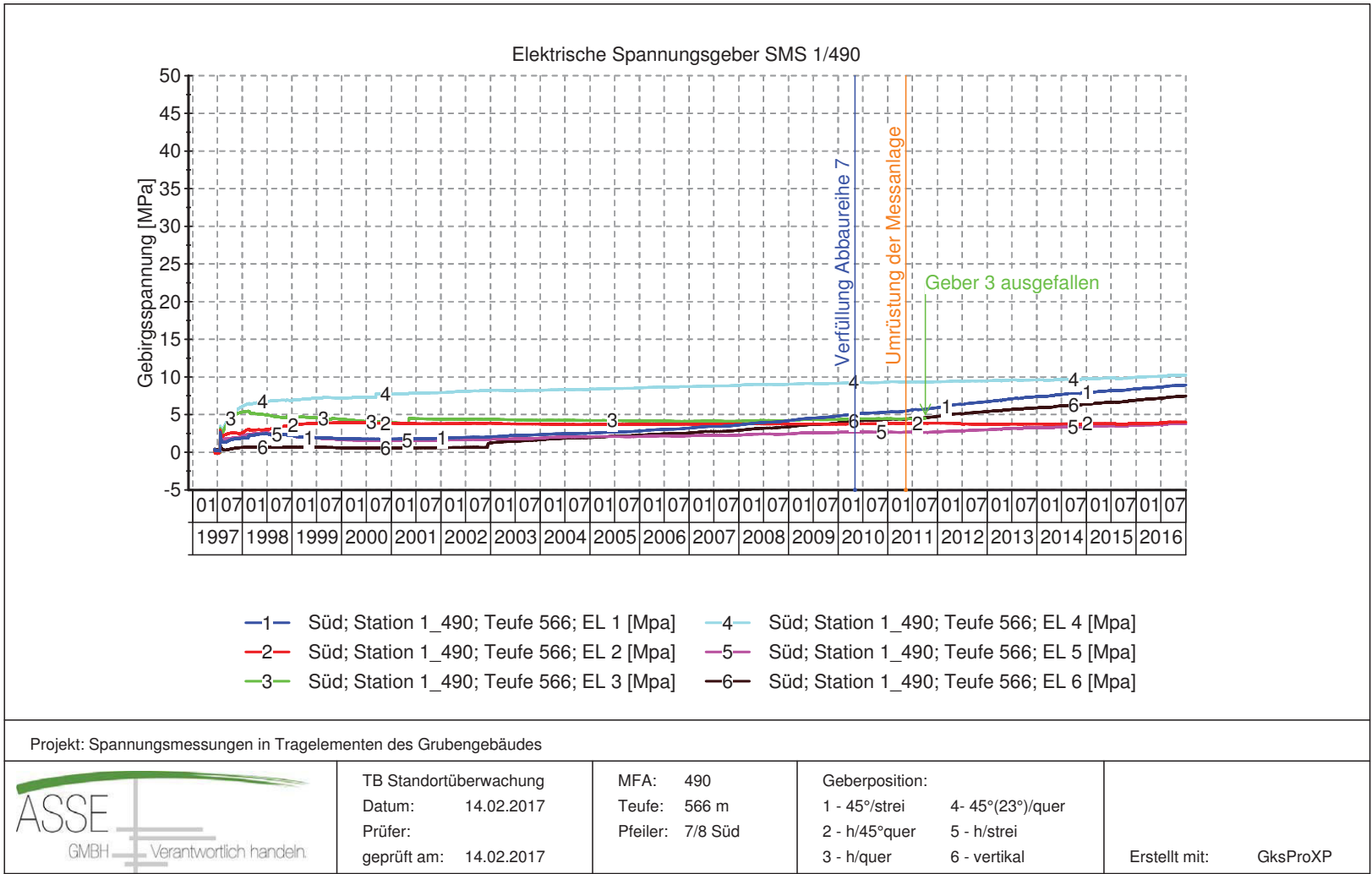
Geberposition:
 1 - 45°/strei 4- 45°(23°)/quer
 2 - h/45°quer 5 - h/strei
 3 - h/quer 6 - vertikal

Erstellt mit: GksProXP

Messwertdarstellung SMS 1/490, Pfeiler 7/8-Süd, 588 m Teufe

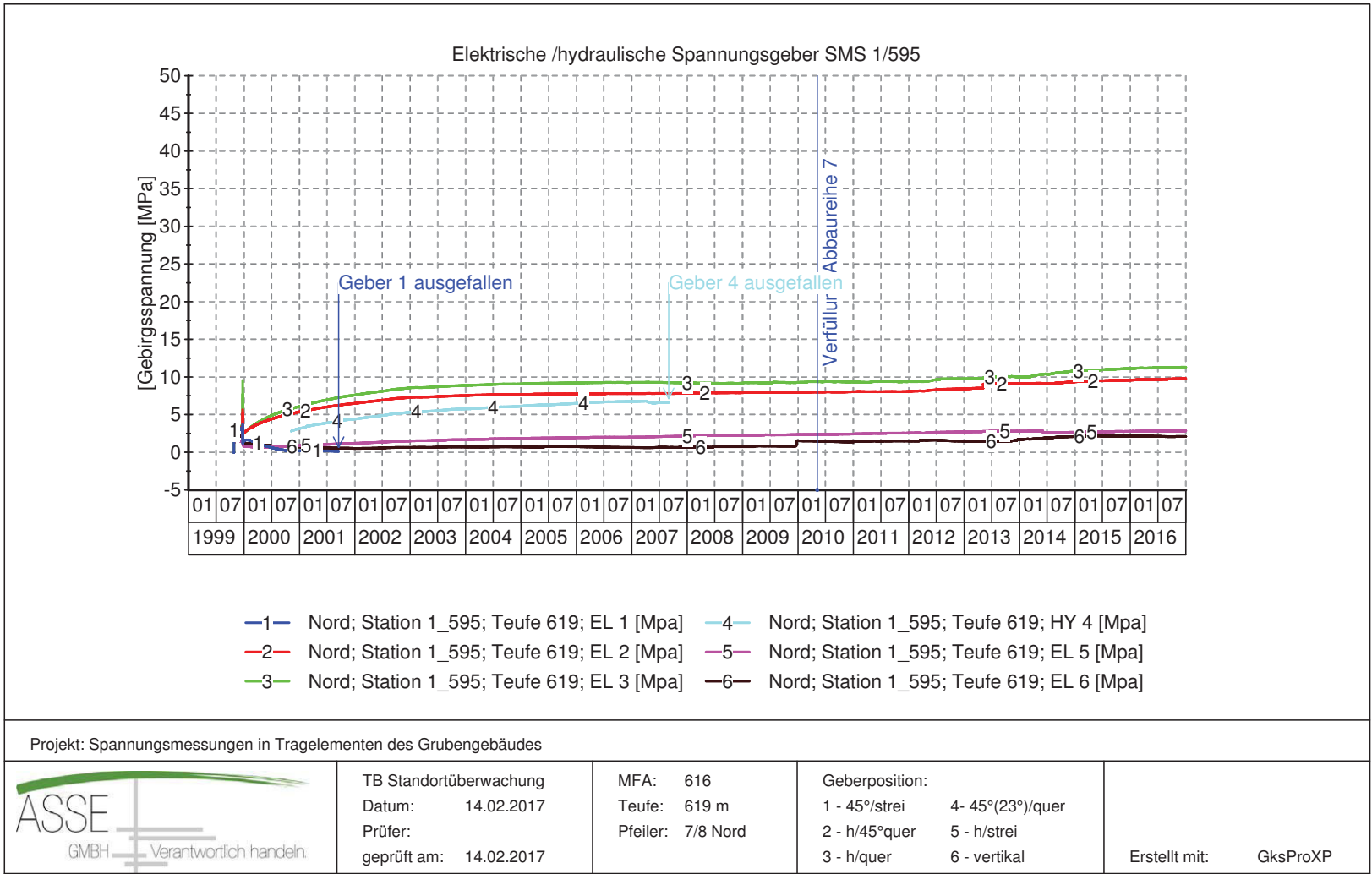
Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	Ud. Nr.	Rev.
N/A/A	NNNNNNNNNN	NN/AANN	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMJÜ	GC	BT	0013
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen					00
Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung					
Blatt: 200					





Messwertdarstellung SMS 1/490, Pfeiler 7/8-Süd, 566 m Teufe

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
N/A/A	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung						
ASSE GMBH Verantwortlich handeln.						Blatt: 201

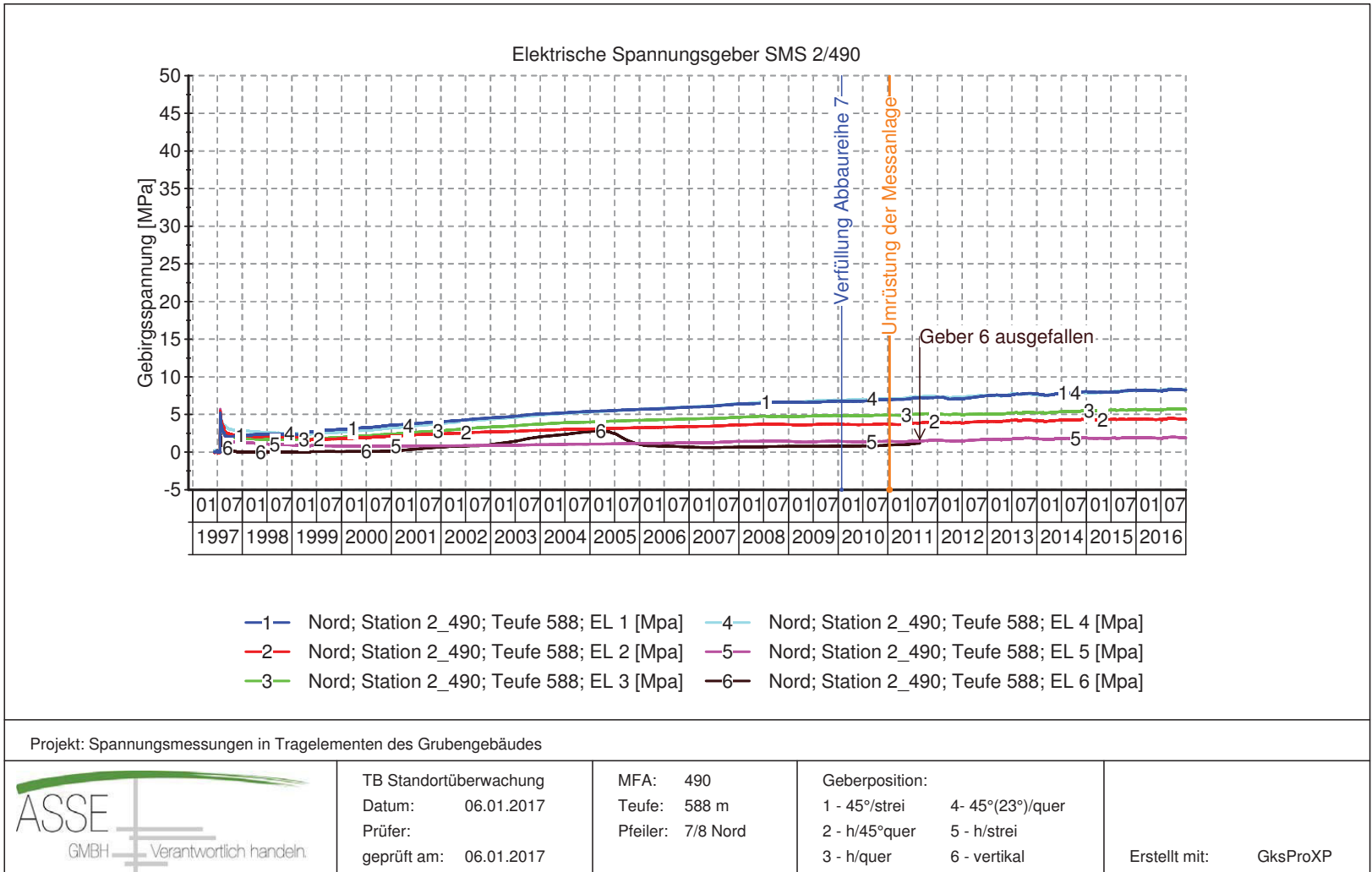


Messwertdarstellung SMS 1/595, Pfeiler 7/8-Nord, 619 m Teufe

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
N/A/A	NNNNNNNNNN	NN/AA/NN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00

Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen
Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung

Blatt: 202	<p>ASSE GMBH Verantwortlich handeln.</p>
------------	---

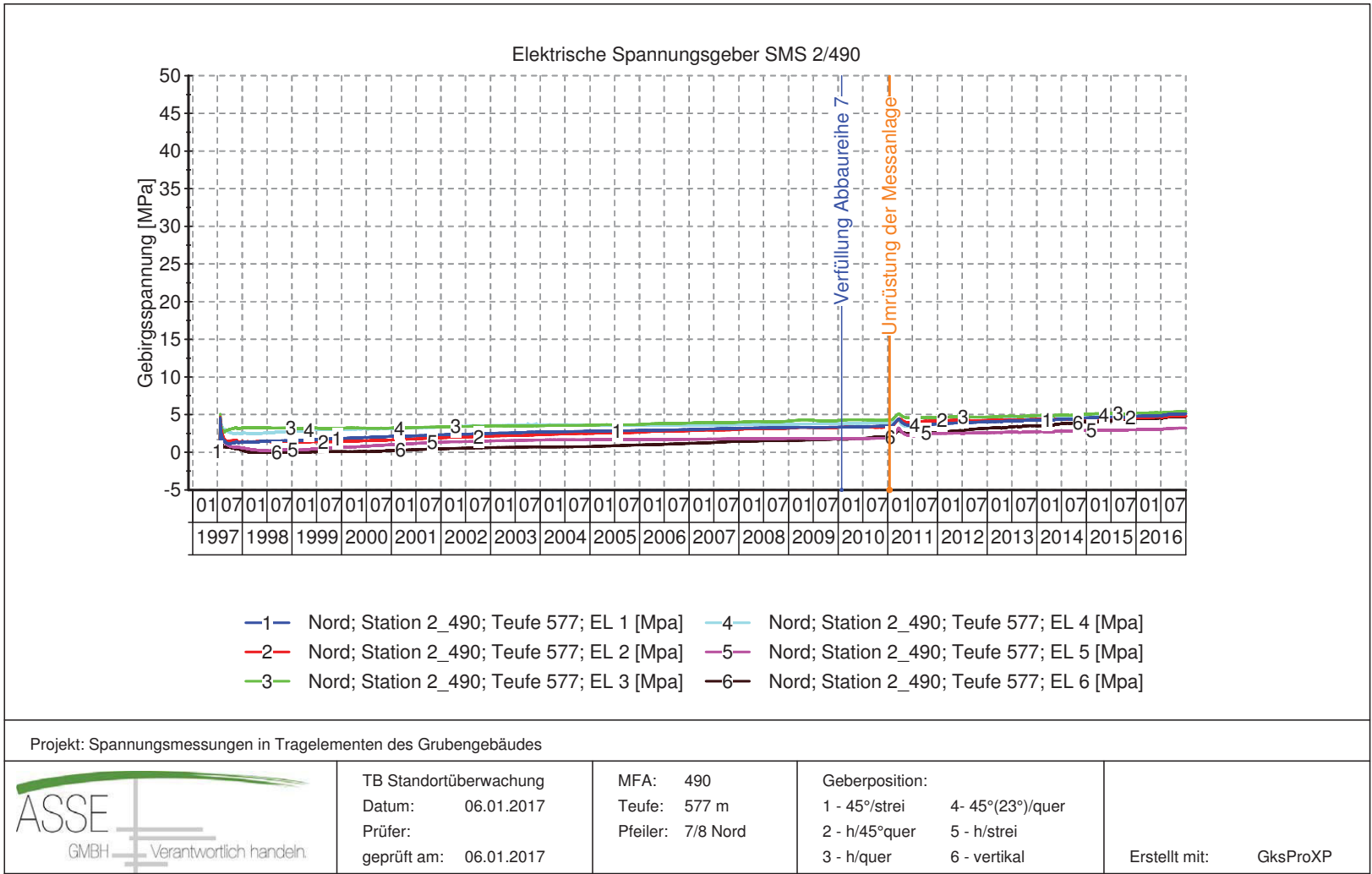


Messwertdarstellung SMS 2/490, Pfeiler 7/8-Nord, 588 m Teufe

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
N/NAA	NNNNNNNNNN	NN/AA/NN	AA	AA	NN/NN	NN
9A	64300000	GMJÜ	GC	BT	0013	00

Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen
Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung

<p>ASSE GMBH — Verantwortlich handeln.</p>	Blatt: 203
--	------------



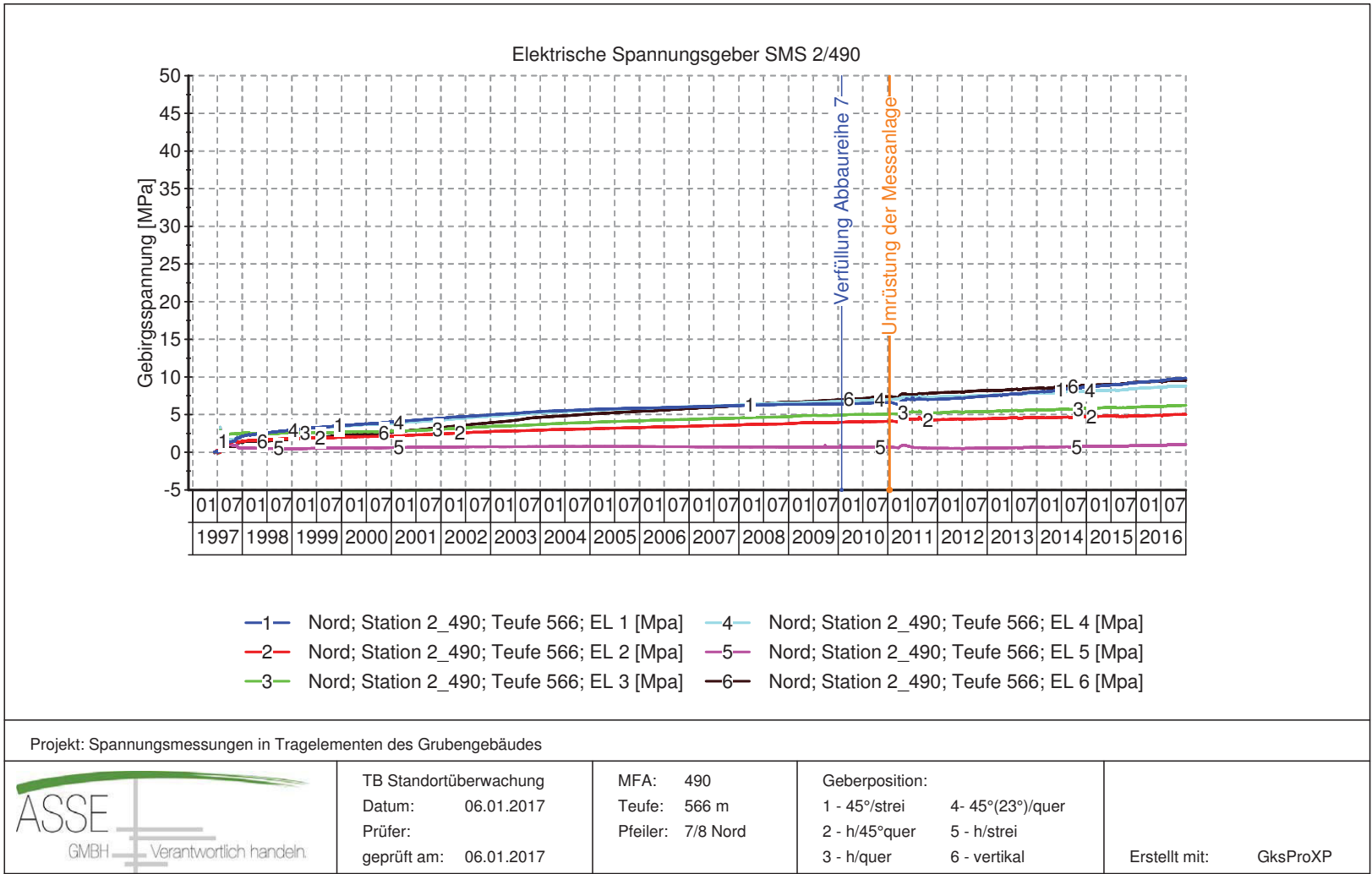
Messwertdarstellung SMS 2/490, Pfeiler 7/8-Nord, 577 m Teufe

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
N/NAA	NNNNNNNNNN	NN/AA/NN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00


Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen
Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung

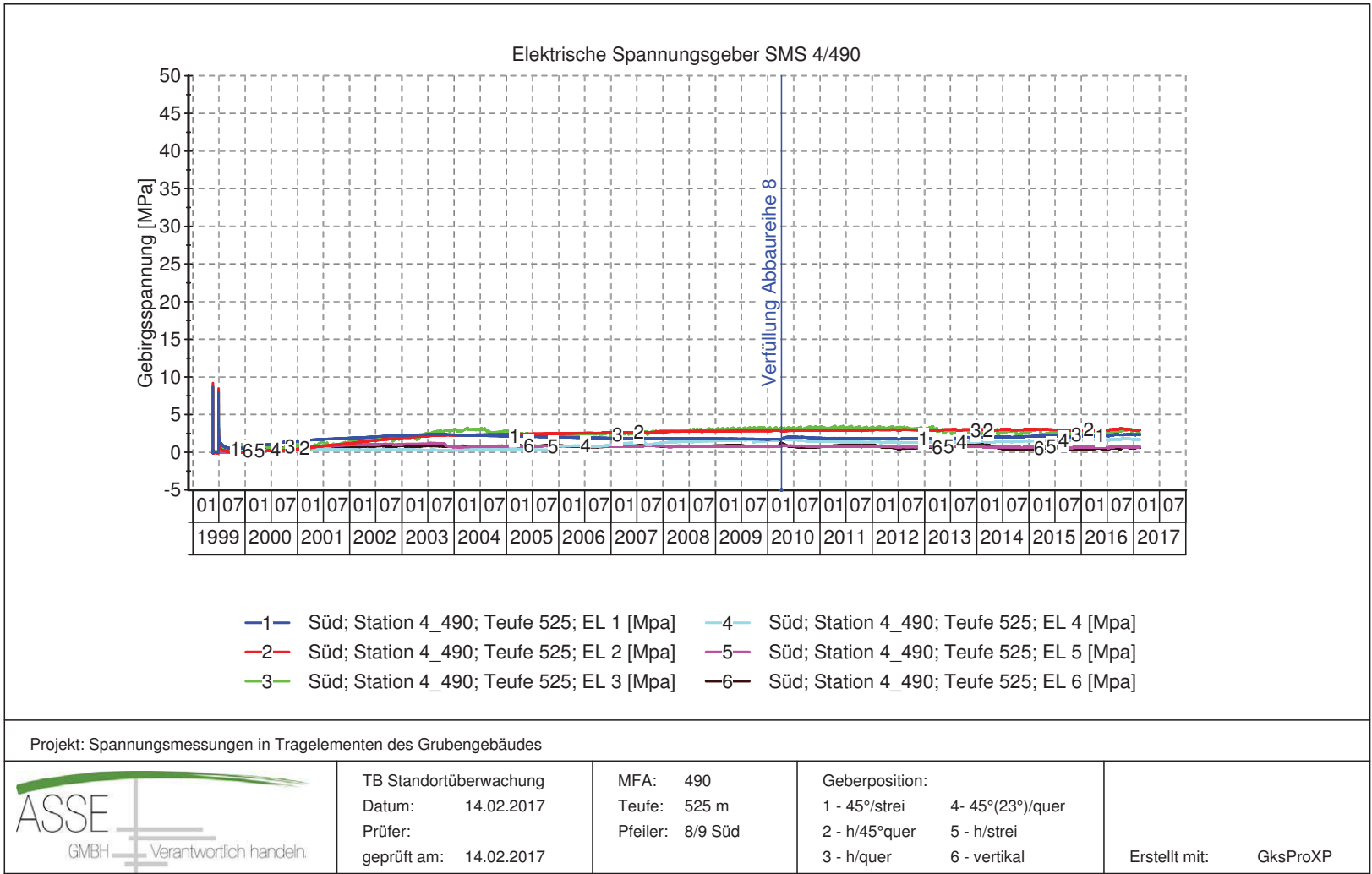
Blatt: 204

ASSE
GMBH Verantwortlich handeln.



Messwertdarstellung SMS 2/490, Pfeiler 7/8-Nord, 566 m Teufe

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
N/NA	NNNNNNNNNN	NN/AA	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung						
Blatt: 205						



Messwertdarstellung SMS 4/490, Pfeiler 8/9-Süd, 525 m Teufe

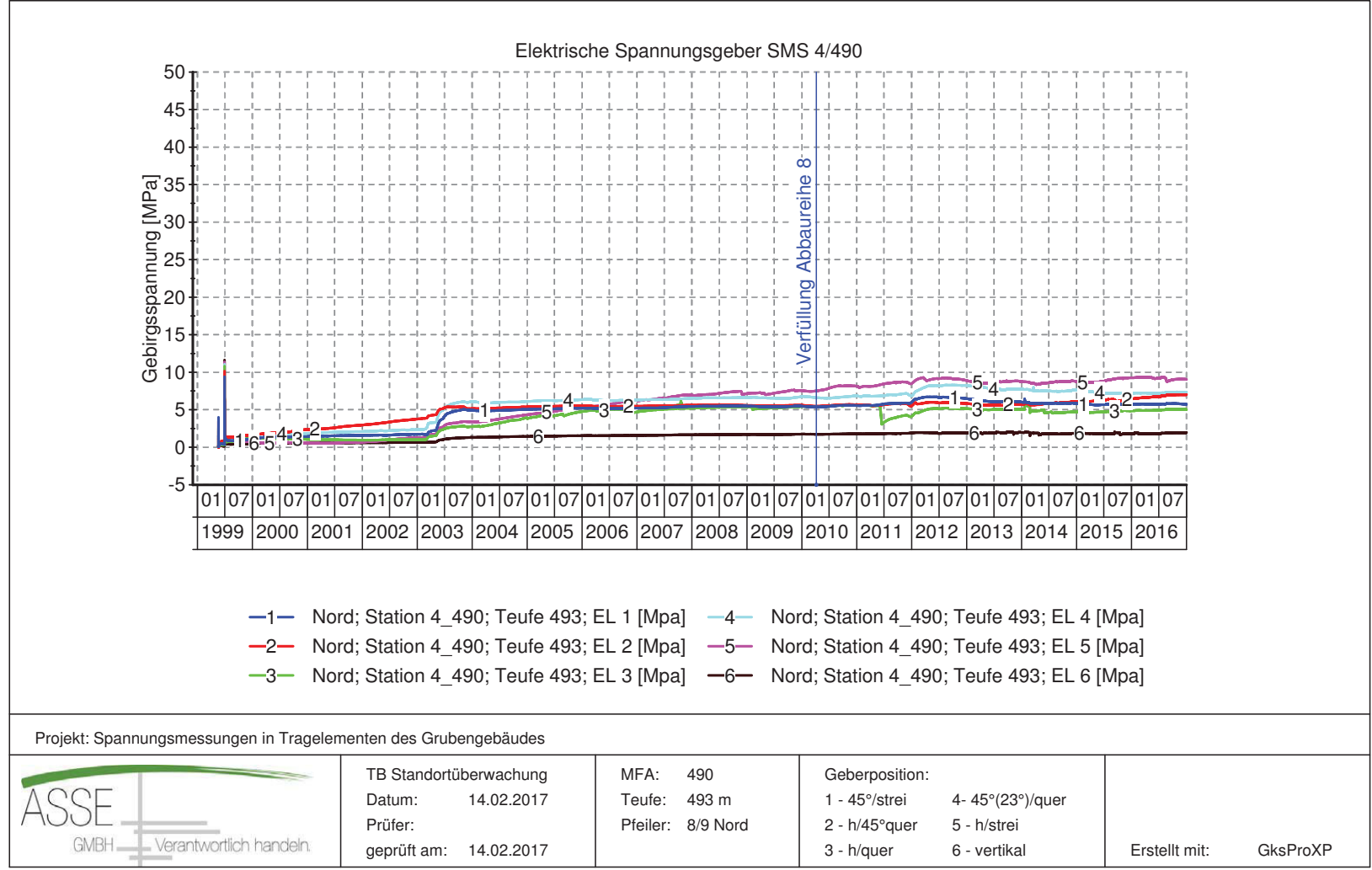
Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NINAA	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung						
Blatt: 206						

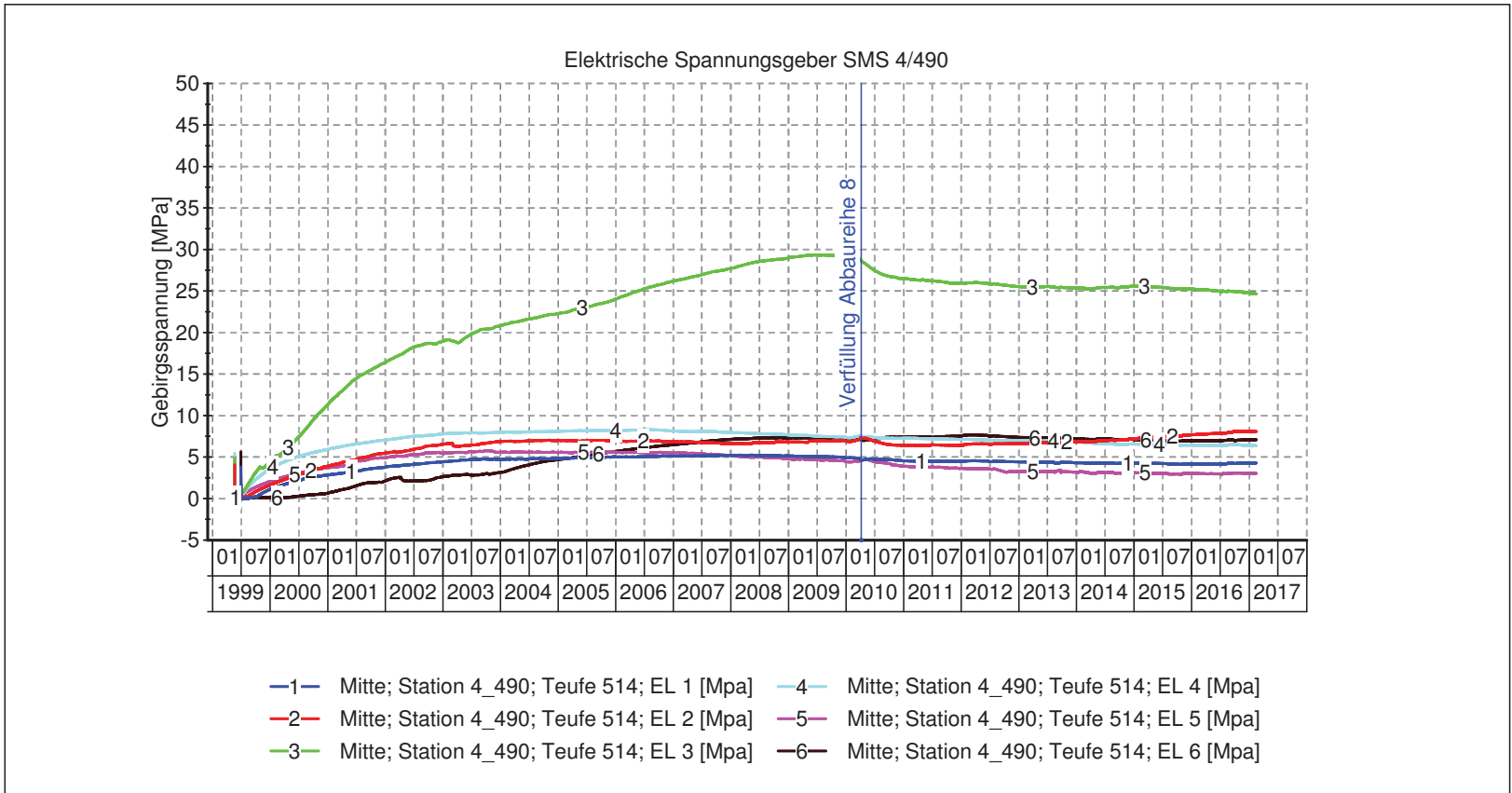
Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NINAA	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00

Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen
 Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung

Blatt: 207

Messwertdarstellung SMS 4/490, Pfeiler 8/9-Nord, 493 m Teufe





Projekt: Spannungsmessungen in Tragelementen des Grubengebäudes



TB Standortüberwachung
 Datum: 14.02.2017
 Prüfer:
 geprüft am: 14.02.2017

MFA: 490
 Teufe: 514 m
 Pfeiler: 8/9 Pfeilermitte
 Mitte Schweb

Geberposition:
 1 - 45°/strei 4- 45°(23°)/quer
 2 - h/45°quer 5 - h/strei
 3 - h/quer 6 - vertikal

Erstellt mit: GksProXP

Messwertdarstellung SMS 4/490, Pfeiler 8/9-Mitte, 514 m Teufe

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NINAA	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung						
Blatt: 208						

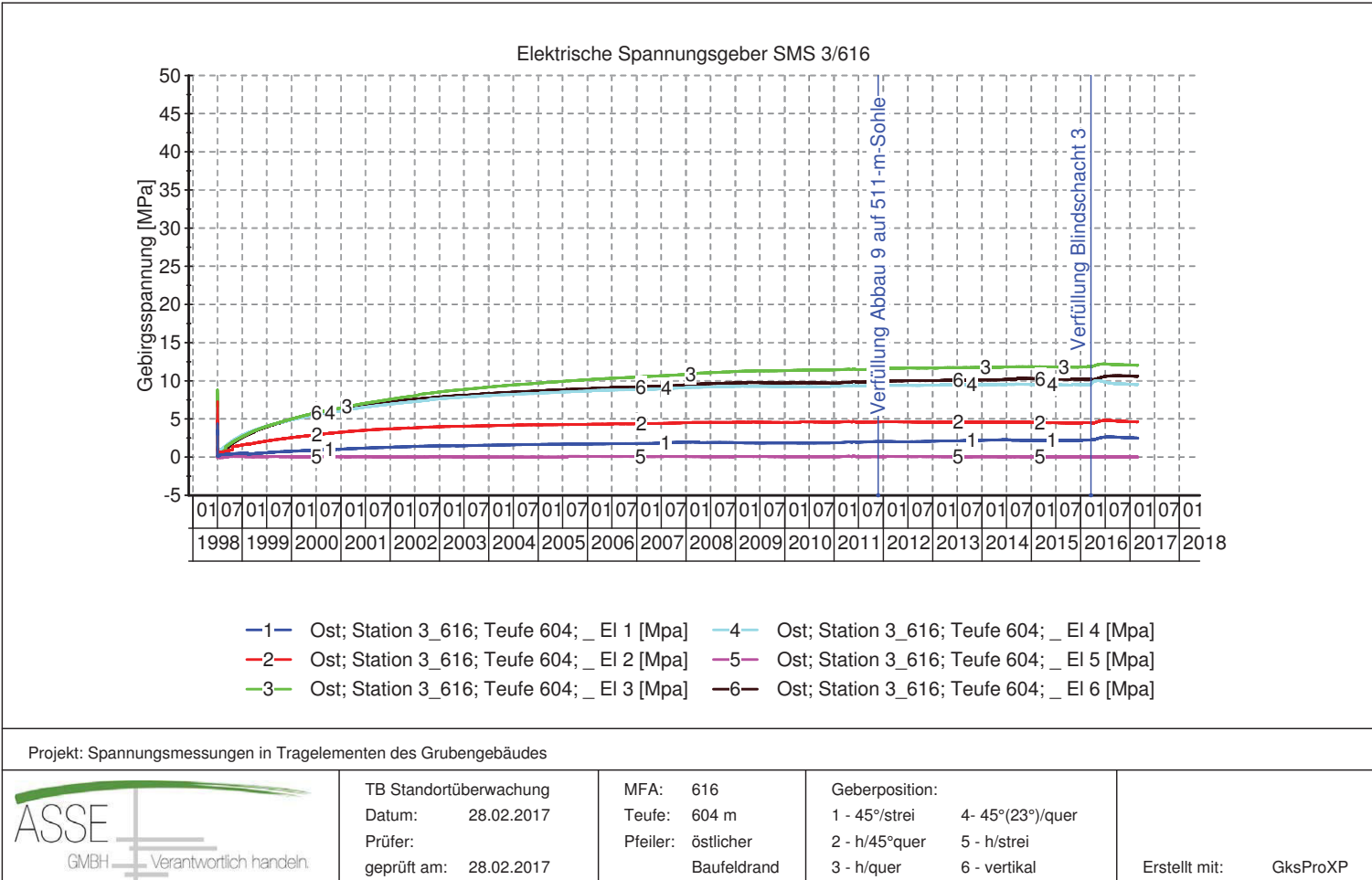
Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NINAA	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00

Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen
Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung

ASSE GmbH Verantwortlich handeln.

Blatt: 209

Anhang 2.4: Östlicher Baufeldrand
Messwertdarstellung SMS 3/616, östl. Baufeldrand, 604 m Teufe

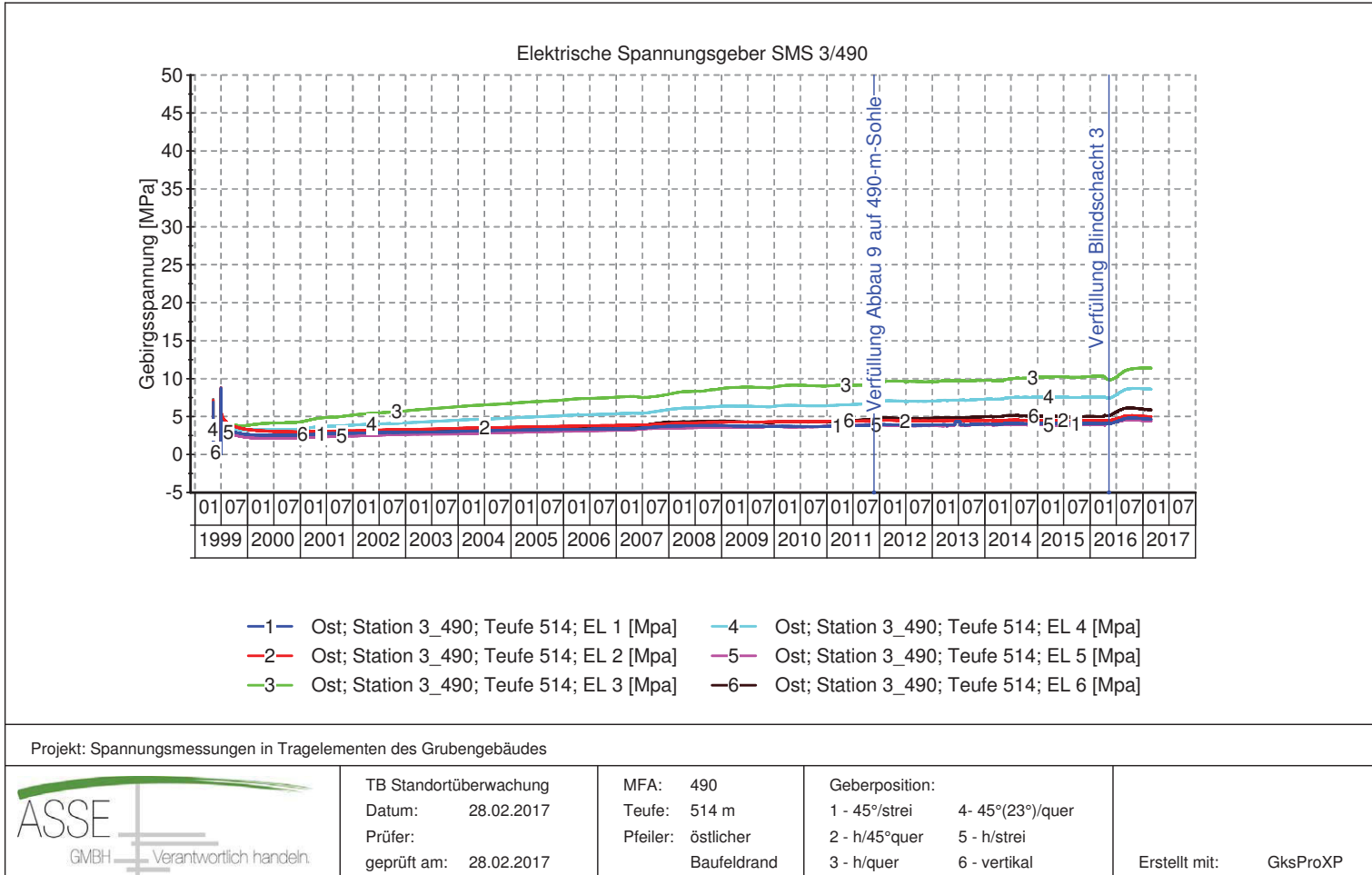


Messwertdarstellung SMS 3/490, östl. Baufeldrand, 514 m Teufe

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NINAA	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00

Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen
 Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung

Blatt: 210	 ASSE GMBH Verantwortlich handeln
------------	---

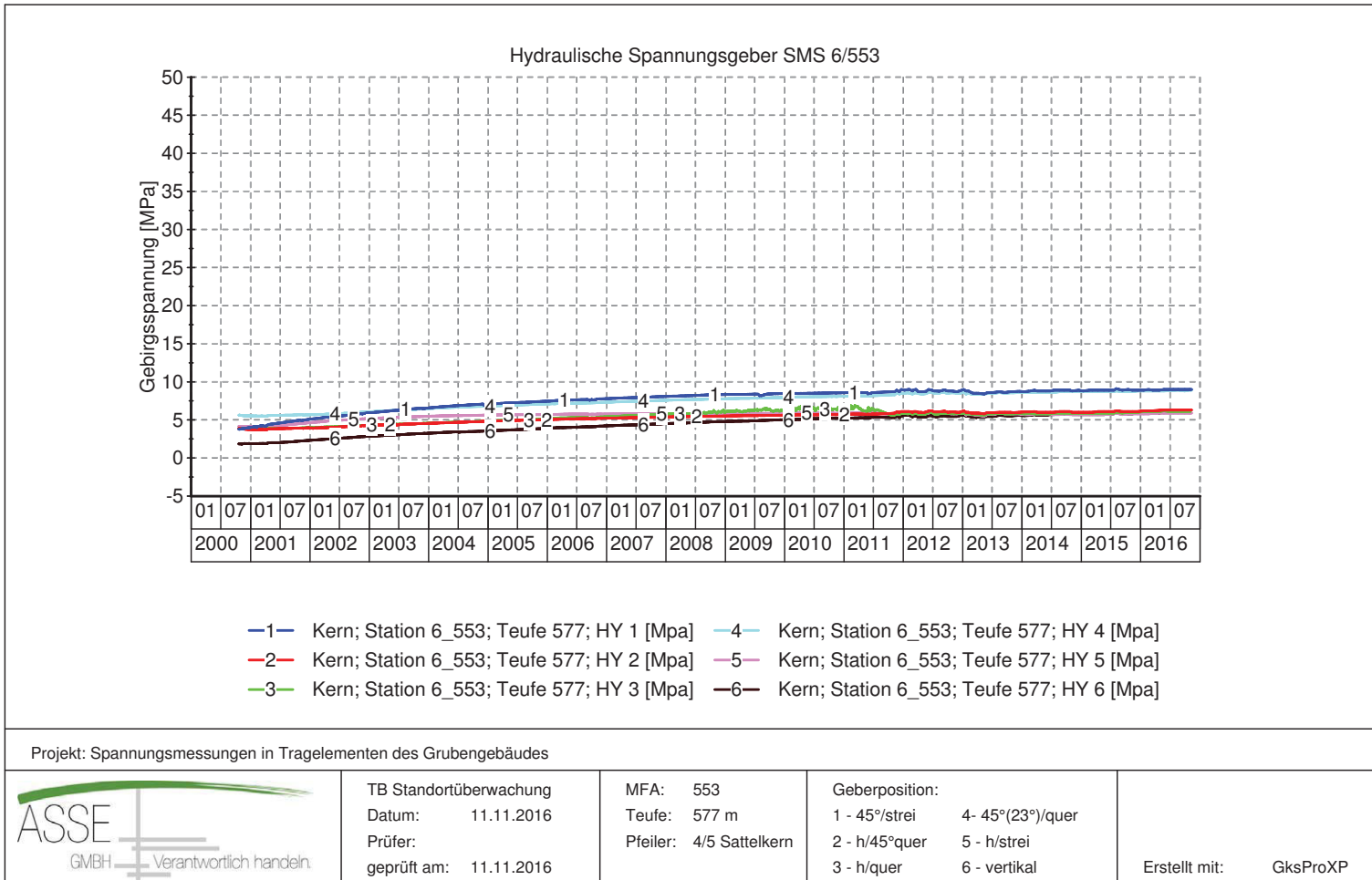


Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
N/A/A	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00

Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen
Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung

ASSE GmbH Verantwortlich handeln.	Blatt: 211
---	------------

**Anhang 2.5: Spannungssituation nördlich des Baufeldes an der Südflanke
Messwertdarstellung SMS 6/553, im Liegenden des Pfeilers 4/5, 577 m Teufe**

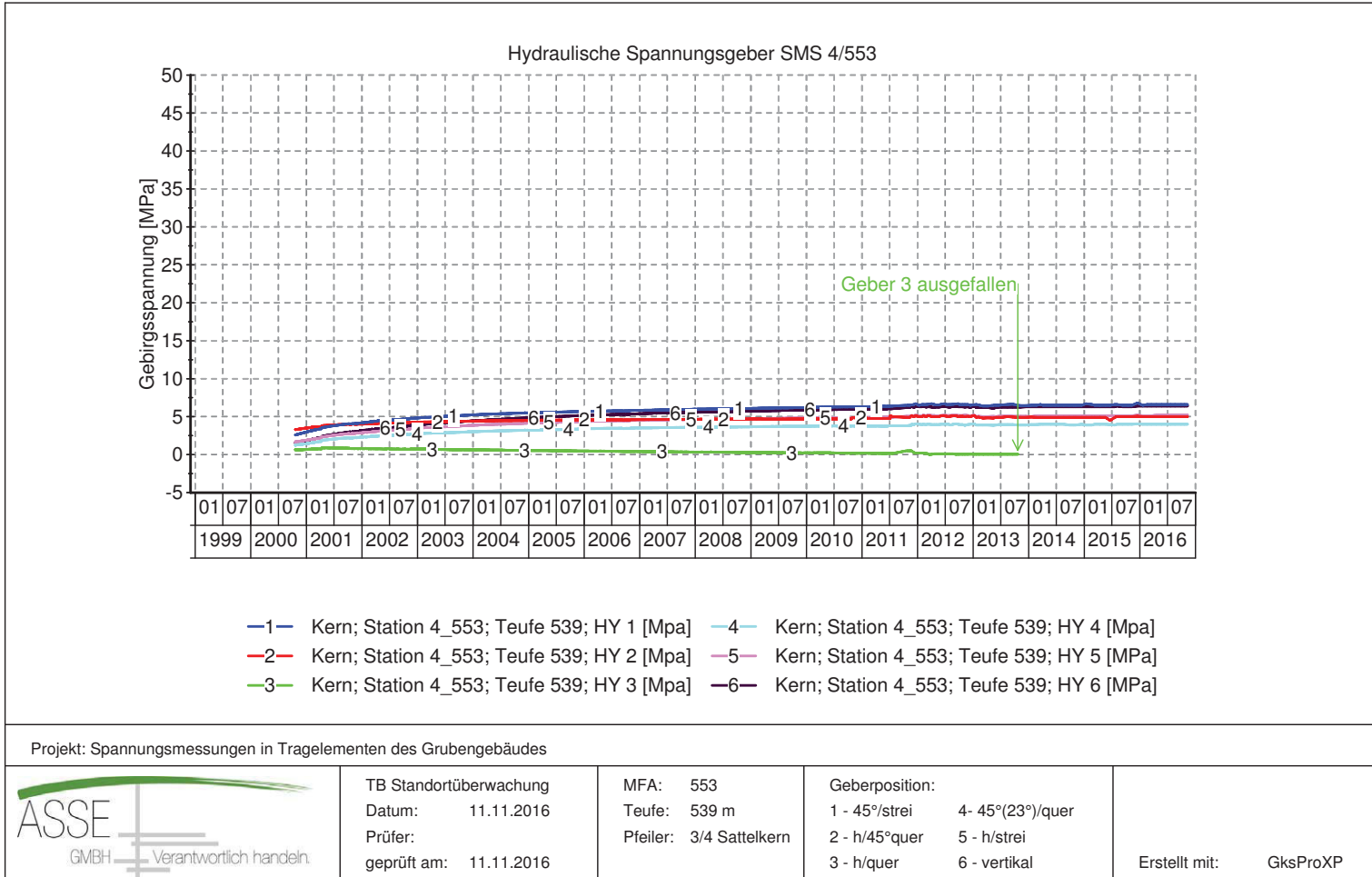


Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
N/A/A	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00

Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen
Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung

ASSE GmbH Verantwortlich handeln.	Blatt: 212
---	------------

Messwertdarstellung SMS 4/553, im Liegenden des Pfeilers 3/4, 539 m Teufe

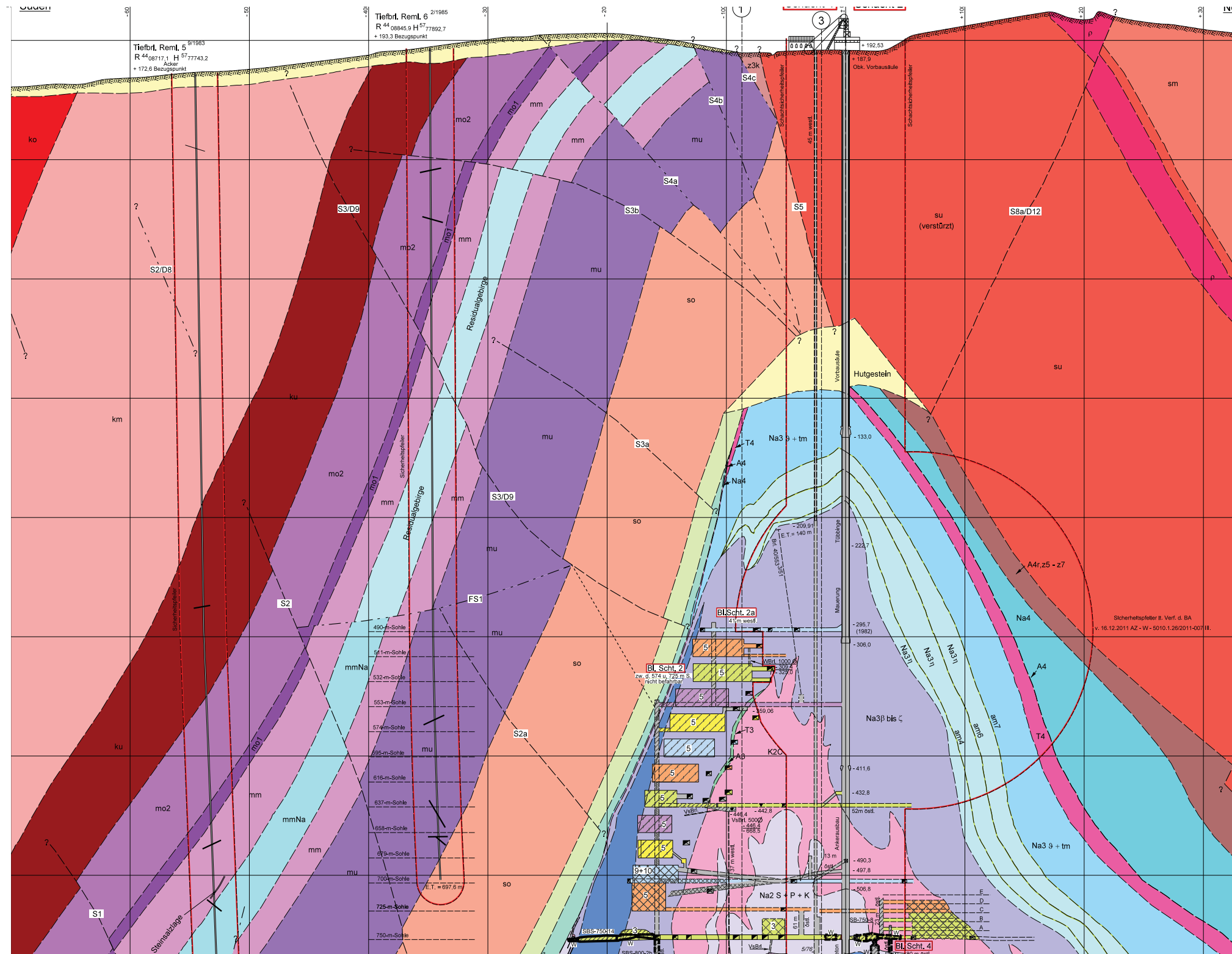


Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00

Anhang 3: Verformungsmessungen

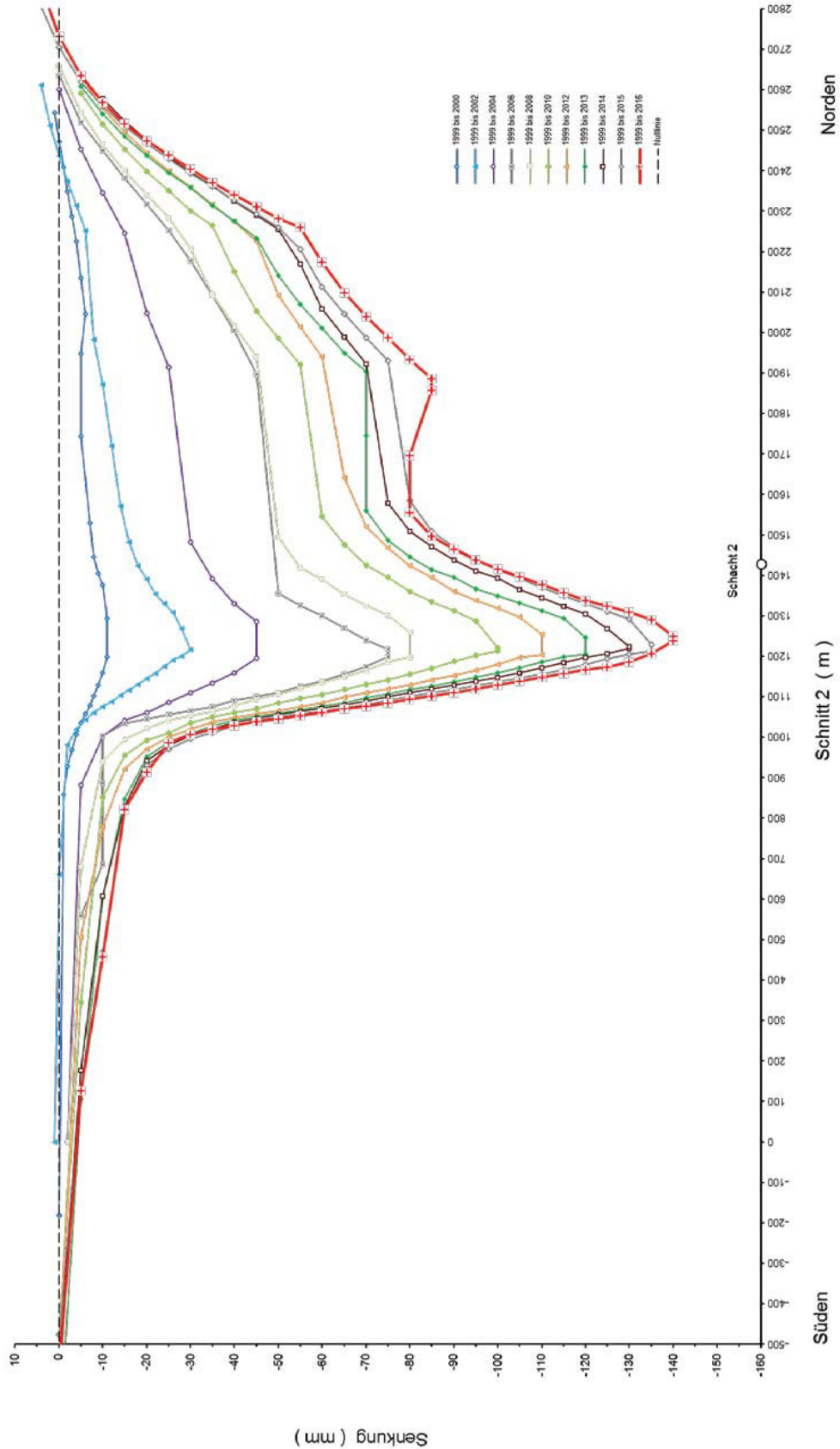
Anhang 3.1: Nivellements über Tage

Geologischer Seigerissausschnitt des Schnittes 2



Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NNA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00

Übertägige Senkungen im Bereich des Schnittes 2 für den Zeitraum 1999 bis 2016



Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
N/A/A	NNNNNNNNNN	NN/AANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMJÜ	GC	BT	0013	00
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung						
Blatt: 215						

Anhang 3.2: Extensometermessungen

Querschlägige Pfeilerstauchungsraten und absolute Stauchungen

Abbaureihe bzw. Pfeilerreihe	Messstelle	Messzeitraum		Tage	Stauchung [mm]	Stauchungsrate [mm/a]	Berichtszeitraum		Tage	Stauchung [mm]	Stauchungsrate 2016 [mm/a]	Stauchungsrate 2015 [mm/a]	Delta 2015-2016
		von	bis				von	bis					
1	511-WAbb2 ⁽⁴⁾	11.05.2011	31.12.2016	2061	-2,03	0,36	01.01.2016	31.12.2016	365	-0,57	1,24	2,85	-1,61
1/2	679-1/2	10.09.2011	31.12.2016	1939	-49,72	9,36	01.01.2016	31.12.2016	365	-8,99	8,94	8,75	0,18
2/3	532-2/3	05.11.2009	31.12.2016	2613	-364,36	50,90	01.01.2016	31.12.2016	365	-46,16	46,19	47,29	-1,10
	574-2/3	05.11.2009	31.12.2016	2613	-489,69	68,40	01.01.2016	31.12.2016	365	-57,44	57,52	62,47	-4,95
	637-2/3	23.12.2009	31.12.2016	2565	-421,40	59,97	01.01.2016	31.12.2016	365	-51,34	51,37	53,50	-2,13
	658-2/3	23.12.2009	31.12.2016	2565	-230,94	32,86	01.01.2016	31.12.2016	365	-15,61	15,58	21,81	-6,22
3/4	700-4/5	11.05.2011	31.12.2016	2061	-214,42	37,97	01.01.2016	31.12.2016	365	-32,36	32,44	37,07	-4,62
	511-3/4	07.11.2009	31.12.2016	2611	-254,19	35,53	01.01.2016	31.12.2016	365	-31,30	31,22	32,12	-0,90
3/4	553-3/4	05.11.2009	31.12.2016	2613	-571,66	79,85	01.01.2016	31.12.2016	365	-72,15	72,09	74,87	-2,78
	637-3/4	20.12.2009	31.12.2016	2568	-368,42	52,36	01.01.2016	31.12.2016	365	-51,75	51,59	52,25	-0,66
4/5	553-4/5 ⁽¹⁾	20.11.2009	24.01.2016	2256	-478,29	77,38	-	-	-	-	-	-	-
	553-4/5 (Beton) ⁽²⁾	26.09.2013	01.11.2016	1132	-223,02	71,91	01.01.2016	31.12.2016	365	-57,54	68,87	70,44	-1,57
	637-4/5 ⁽¹⁾	18.12.2009	31.12.2016	2570	-288,26	40,94	01.01.2016	31.12.2016	365	-41,14	42,67	43,22	-0,55
	637-4/5 (Beton) ⁽¹⁾⁽³⁾	01.12.2013	30.11.2016	1095	-214,15	71,38	01.01.2016	31.12.2016	365	-107,81	50,16	50,70	-0,53
5/6	700-8/9-10	09.09.2010	31.12.2016	2305	-131,50	20,82	01.01.2016	31.12.2016	365	-16,74	16,69	16,13	0,56
	616-5/6	17.12.2009	31.12.2016	2571	-575,12	81,65	01.01.2016	31.12.2016	365	-67,18	67,43	70,39	-2,96
6	679-5/6	14.05.2011	31.12.2016	2058	-238,68	42,33	01.01.2016	31.12.2016	365	-37,11	37,04	37,44	-0,40
	700-11/12	01.12.2010	31.12.2016	2222	-277,75	45,63	01.01.2016	31.12.2016	365	-38,04	38,07	40,05	-1,98
6/7	511-6/7	31.07.2009	31.12.2016	2710	-305,14	41,10	01.01.2016	31.12.2016	365	-35,39	35,42	35,37	0,05
	532-6/7	31.07.2009	31.12.2016	2710	-670,25	90,27	01.01.2016	31.12.2016	365	-75,73	75,77	79,47	-3,71
	574-6/7	31.07.2009	31.12.2016	2710	-649,10	87,42	01.01.2016	31.12.2016	365	-73,85	73,90	74,50	-0,60
	637-6/7 ⁽³⁾	12.12.2013	30.11.2016	1084	-152,31	51,29	01.01.2016	31.12.2016	365	-0,89	68,86	71,40	-2,54
7/8	700-12/13	21.03.2010	31.12.2016	2477	-281,21	41,44	01.01.2016	31.12.2016	365	-33,70	33,73	36,68	-2,95
	595-7/8	05.11.2009	31.12.2016	2613	-579,45	80,94	01.01.2016	31.12.2016	365	-75,67	75,72	78,37	-2,65
8/9	658-7/8	14.12.2013	31.12.2016	1113	-136,40	44,73	01.01.2016	31.12.2016	365	-34,89	34,92	48,64	-13,72
	595-8/9	07.11.2009	31.12.2016	2611	-403,69	56,43	01.01.2016	31.12.2016	365	-48,22	48,25	49,27	-1,02
8/9	658-8/9	15.11.2013	31.12.2016	1142	-95,97	30,67	01.01.2016	31.12.2016	365	-26,91	26,94	29,99	-3,05

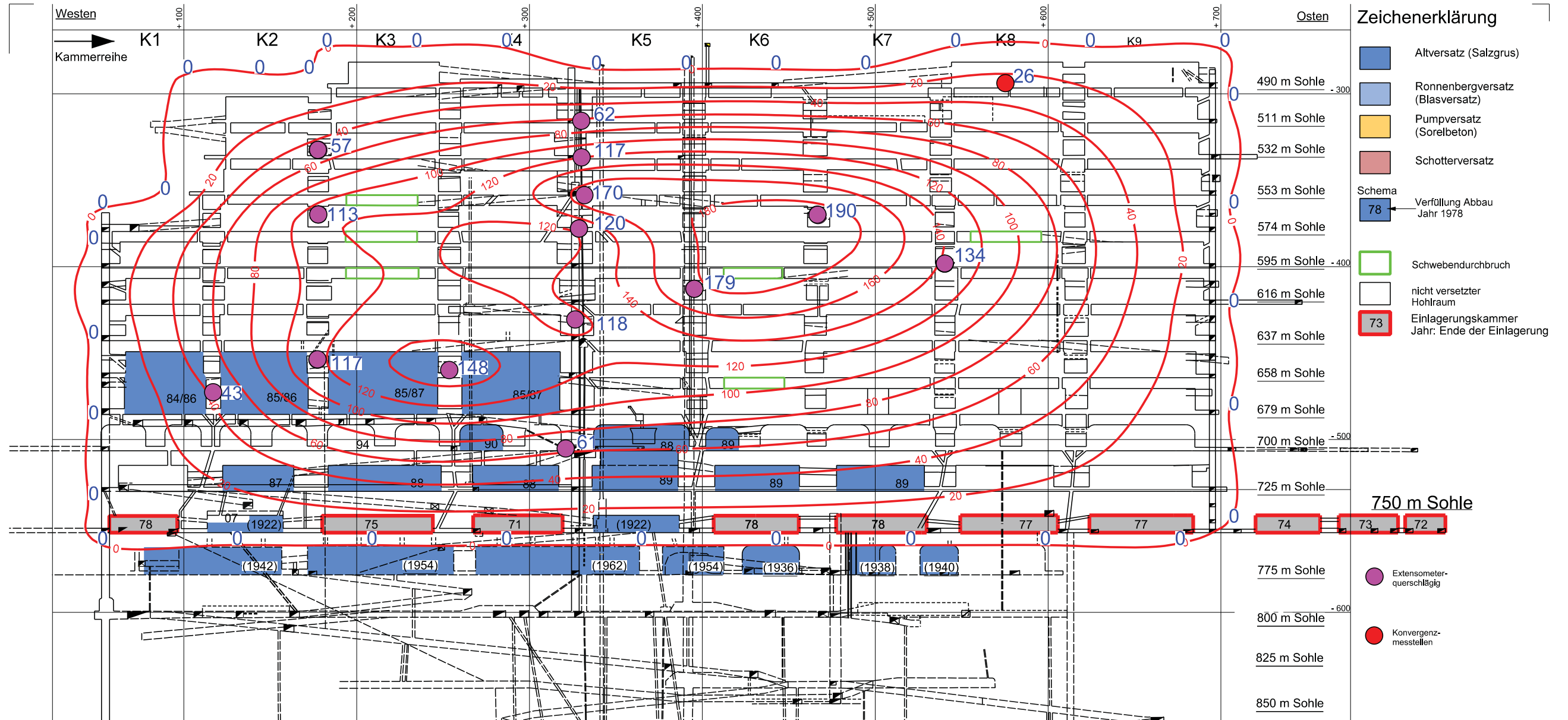
⁽¹⁾ Messstelle wurde am 24.01.2016 deaktiviert.
⁽²⁾ Messstelle vom 01.11.2016 bis zum 09.01.2017 inaktiv.
⁽³⁾ Ausfall der Messanlage vom 30.11.2016 bis 03.01.2017.
⁽⁴⁾ Werte für das Jahr 2015 wurden aktualisiert.
^(*) Firstniveau, ^(**) Sohlenniveau

Rückgang der Stauchungsrate von > 2 mm/a
 unveränderte Stauchungsrate +/- 2 mm/a
 Anstieg der Stauchungsrate von > 2 mm/a
in Fett formatiert: Stauchungsrate >= 60 mm/a



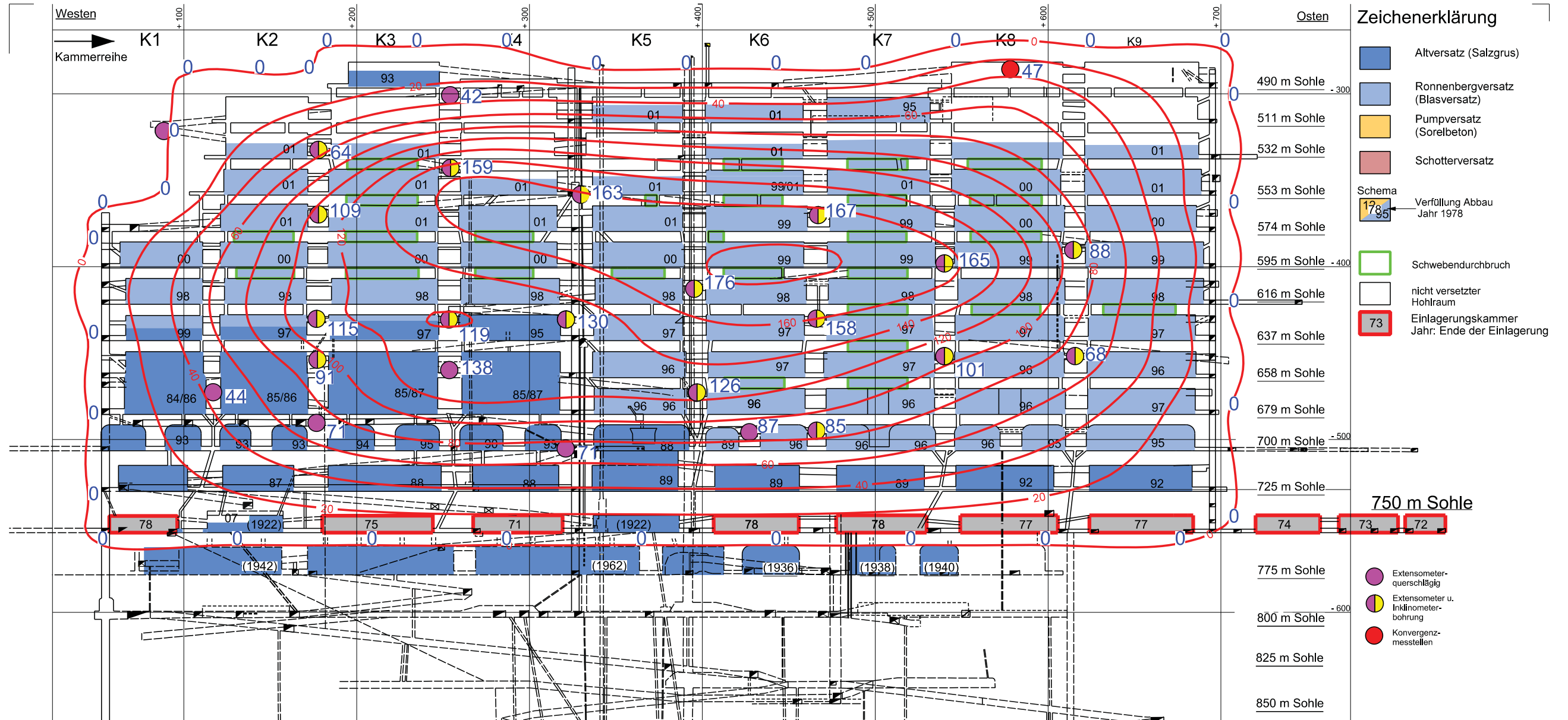
Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NNA	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00

Isolinien der querschlägigen Pfeilerstauchungsraten 02/89 bis 02/90



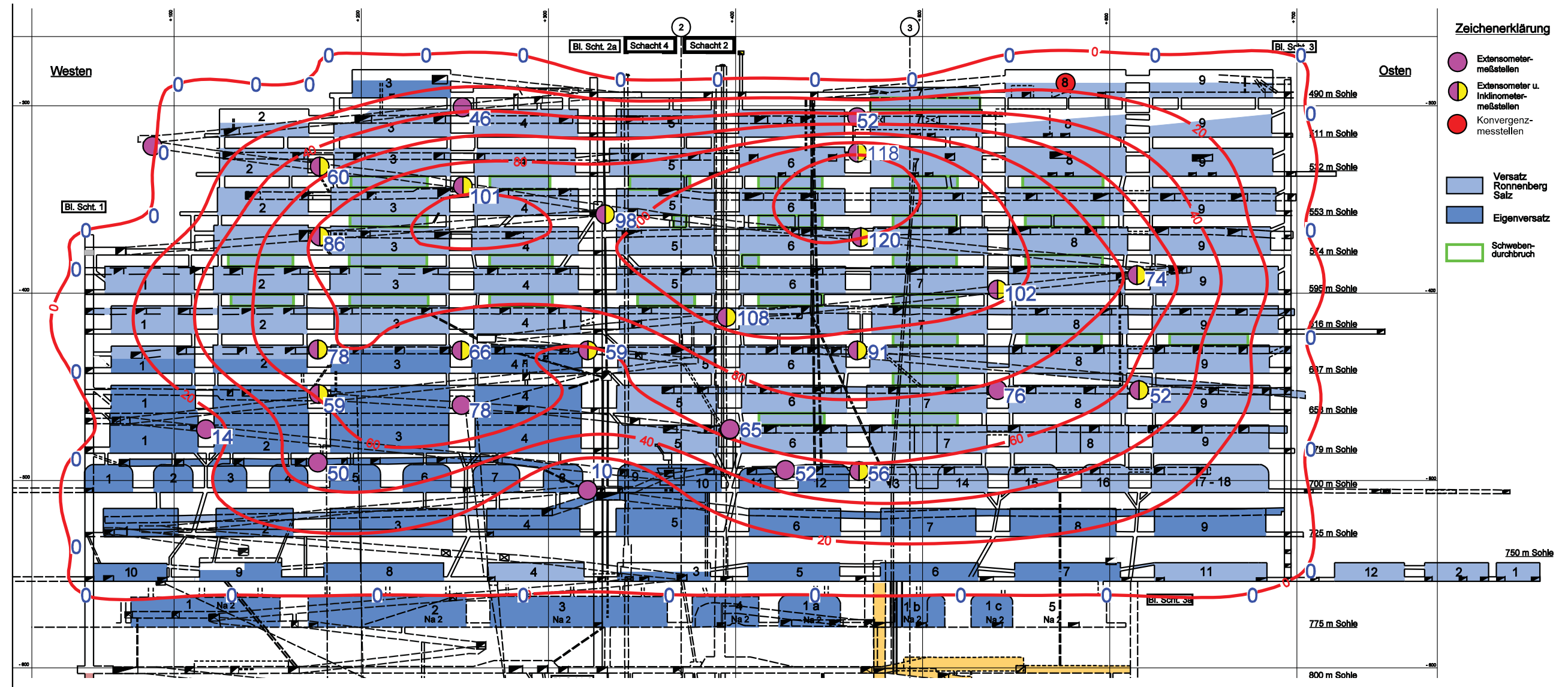
Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NNA	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00

Isolinien der querschlägigen Pfeilerstauchungsraten 02/00 bis 02/01



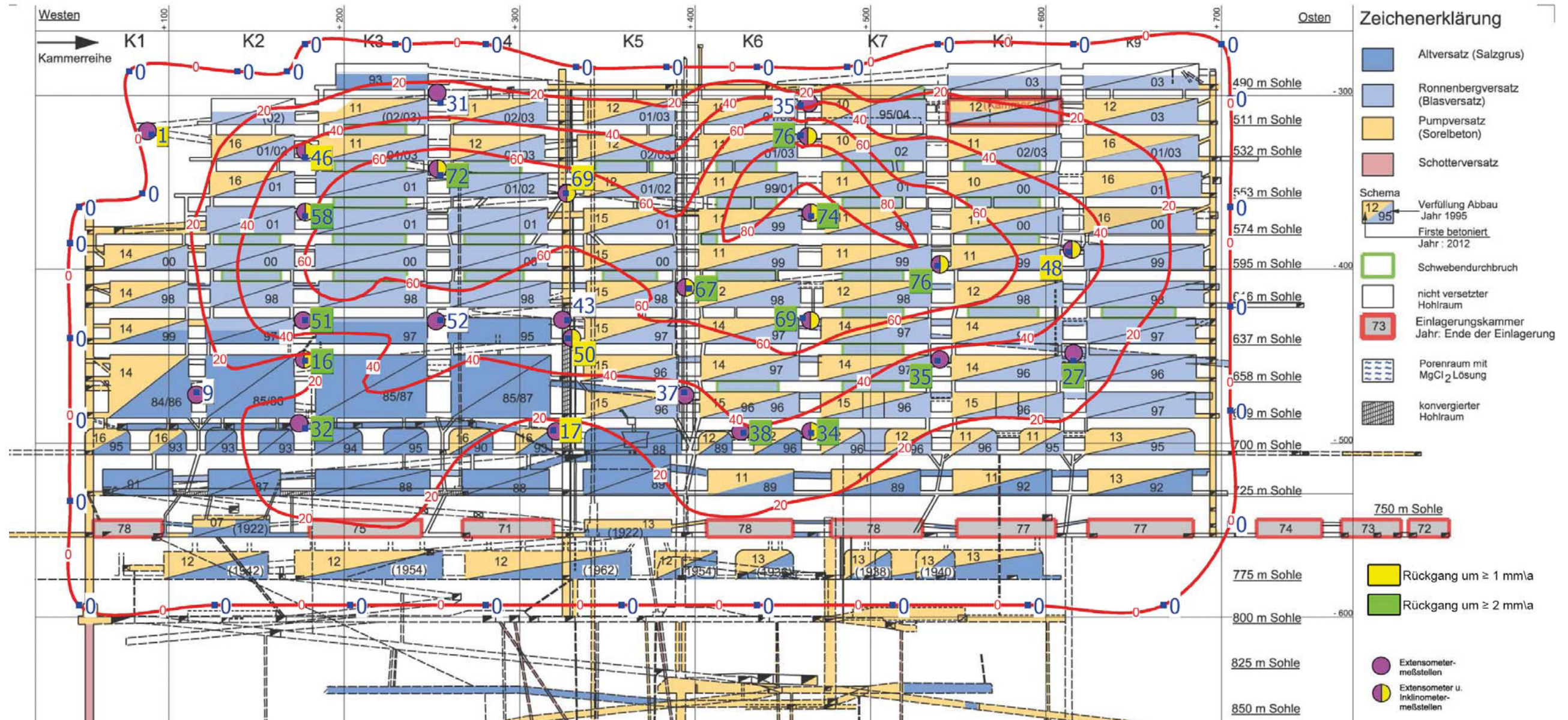
Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NNA	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00

Isolinien der querschlägigen Pfeilerstauchungsraten 08/08 bis 08/09

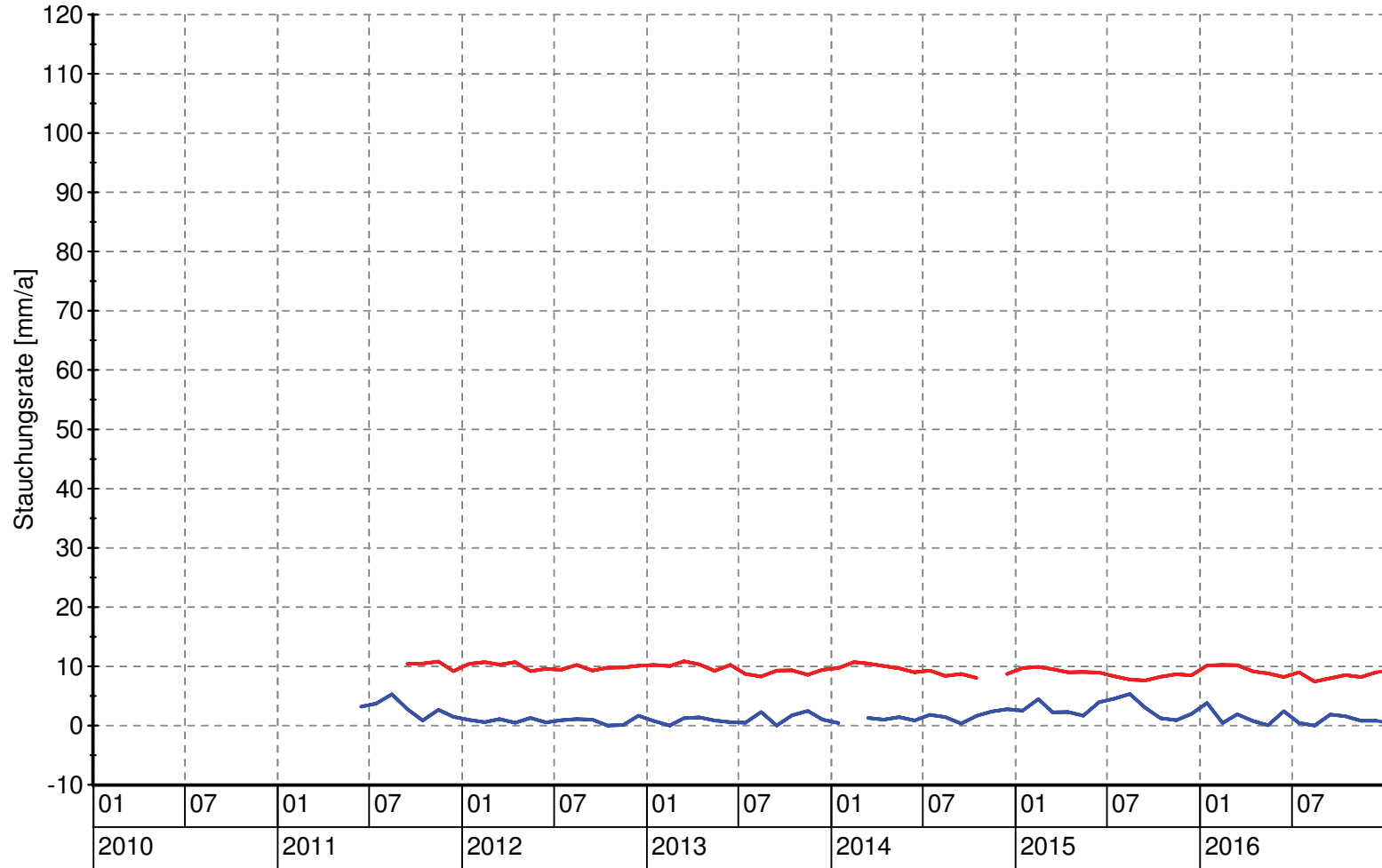


Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NNA	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00

Isolinien der querschlägigen Pfeilerstauchungsraten 01/16 bis 01/17



Mittelwert über die monatlich berechneten
Stauchungsraten in der Pfeilerreihe 1/2



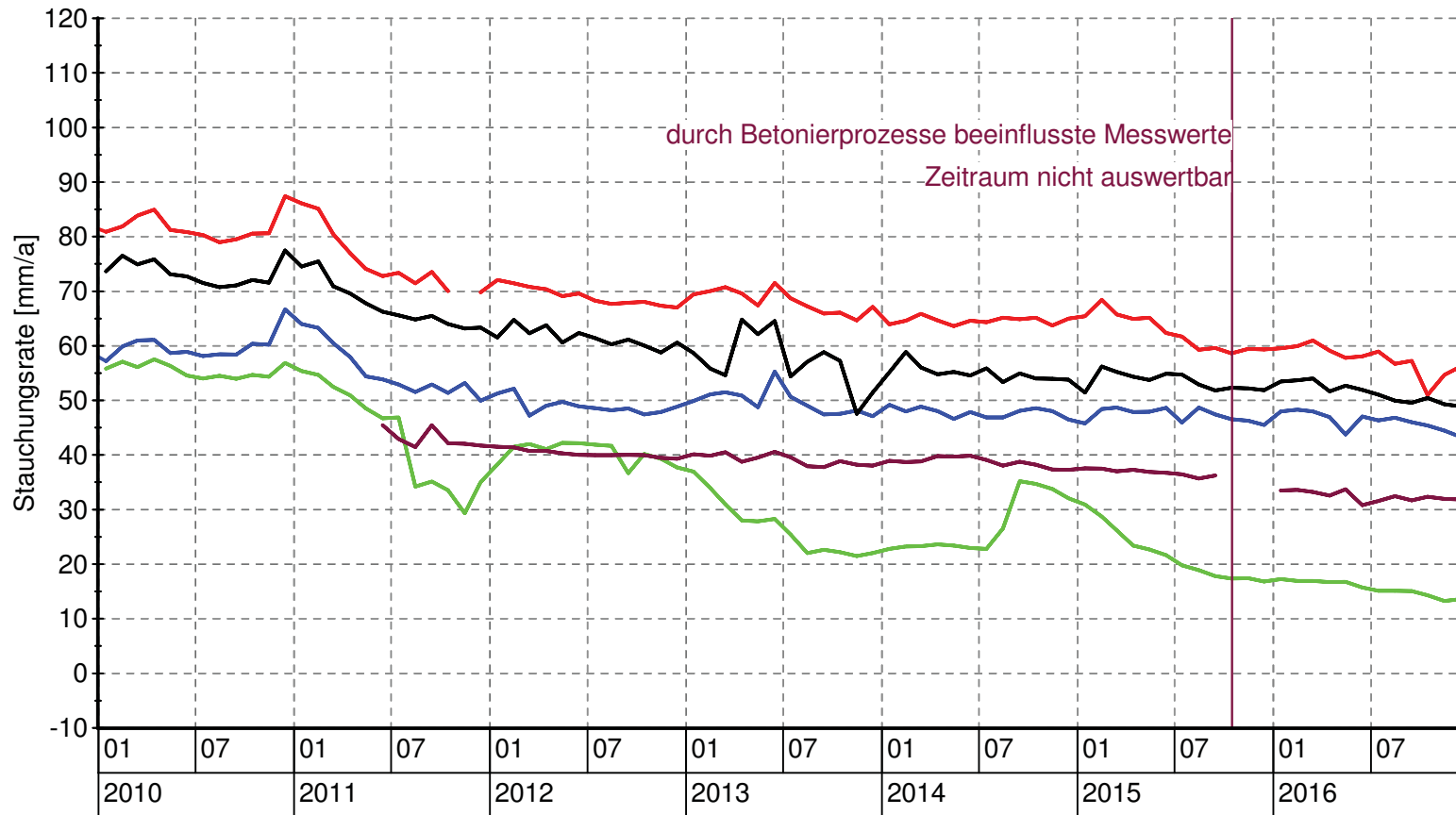
Symbol	Messstelle	Bohrung	Pfeiler	Sohle	Einbautiefe	Geologie	Bemerkung
— (blue)	MFA 490-TA\524	532014	west. Abb. 2	511-/532-..	50,4 m	Na3	
— (red)	MFA 490-TA\525	679003	1/2	679-m-S	50,0 m	Na2	

Pfeilerstauchungsraten nach Pfeilerreihen

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
N/A/A	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung						
						Blatt: 220



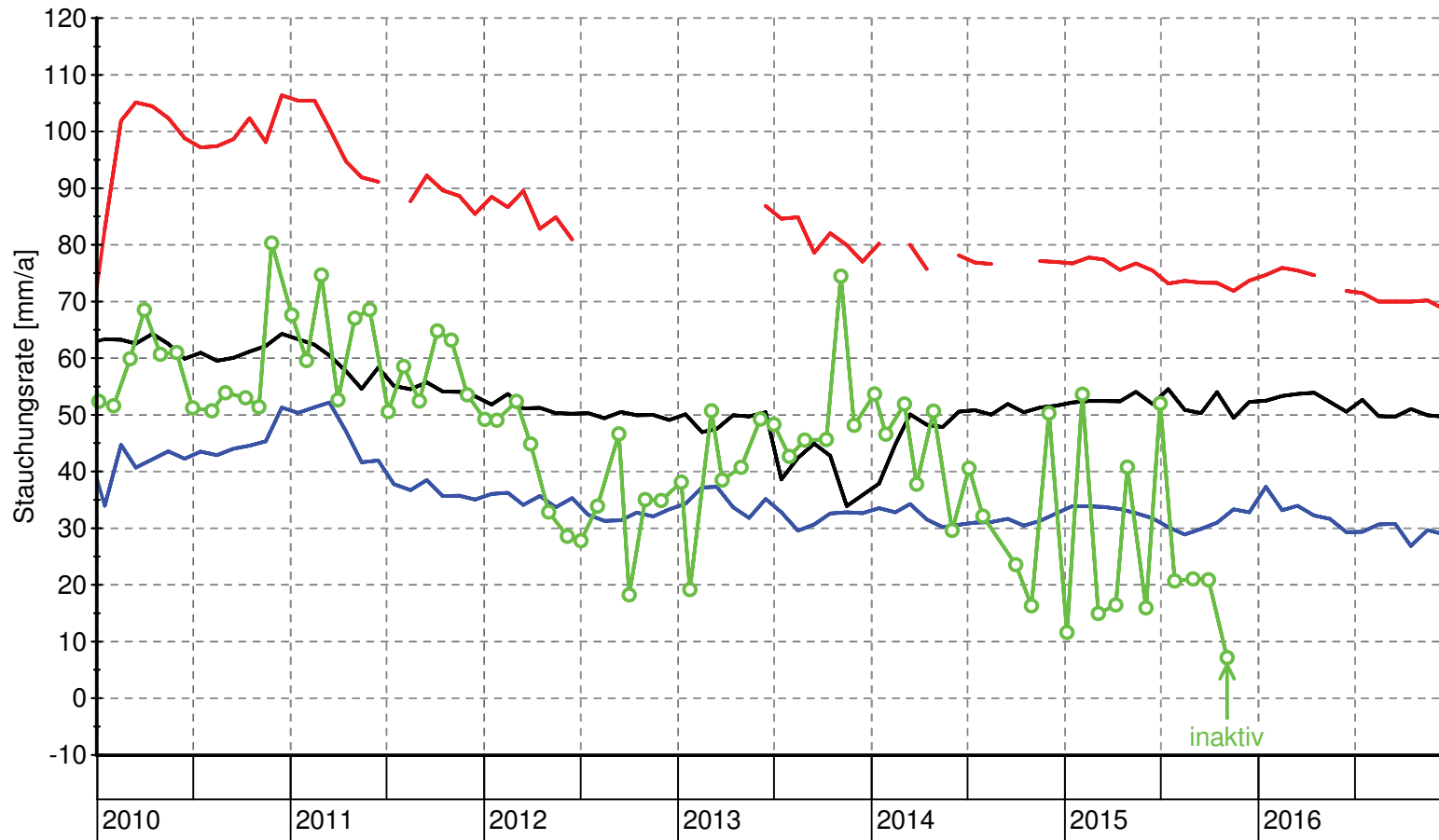
Mittelwert über die monatlich berechneten Stauchungsraten in der Pfeilerreihe 2/3




Symbol	Messstelle	Bohrung	Pfeiler	Sohle	Einbautiefe	Geologie	Bemerkung
—	MFA 490-TA\503	532013	2/3	532-m-S	58,8 m	Na3	
—	MFA 490-TA\506	574003	2/3	574-m-S	52,6 m	Na3/K2C	
—	MFA 490-TA\511	637004	2/3	637-m-S	27,6 m	Na3	
—	MFA 490-TA\515	658005	2/3	658-m-S	39,2 m	Na3	
—	MFA 490-TA\520	700002	2/3 (4/5)	700-m-S	34,6 m	Na3	

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
N/A/A	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen						
Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung						
						Blatt: 221

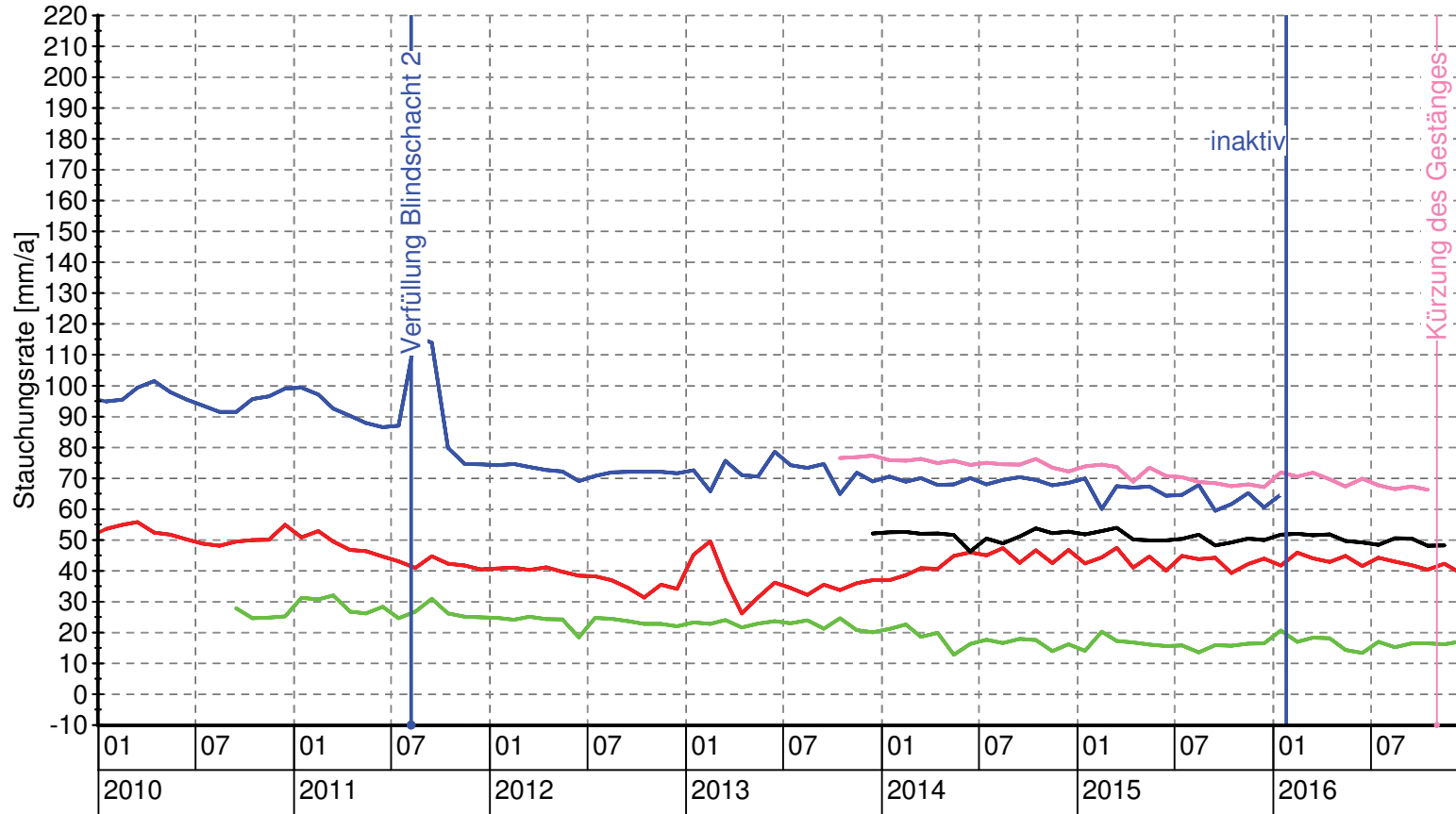
Mittelwert über die monatlich berechneten
Stauchungsraten in der Pfeilerreihe 3/4




Symbol	Messstelle	Bohrung	Pfeiler	Sohle	Einbautiefe	Geologie	Bemerkung
— (Blue)	MFA 490-TA\501	511001	3/4	511-m-S	62,6 m	Na3	
— (Red)	MFA 490-TA\504	553009	3/4	553-m-S	58,9 m	Na3	
— (Black)	MFA 490-TA\512	637005	3/4	637-m-S	34,0 m	Na3	
—○— (Green)	658-3/4	658010	3/4	658-m-S	49,4 m	Na3	Handmess..

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
N/A/A	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung						
Blatt: 222						 <small>ASSE</small> <small>GmbH</small> <small>Verkehrsbau</small>

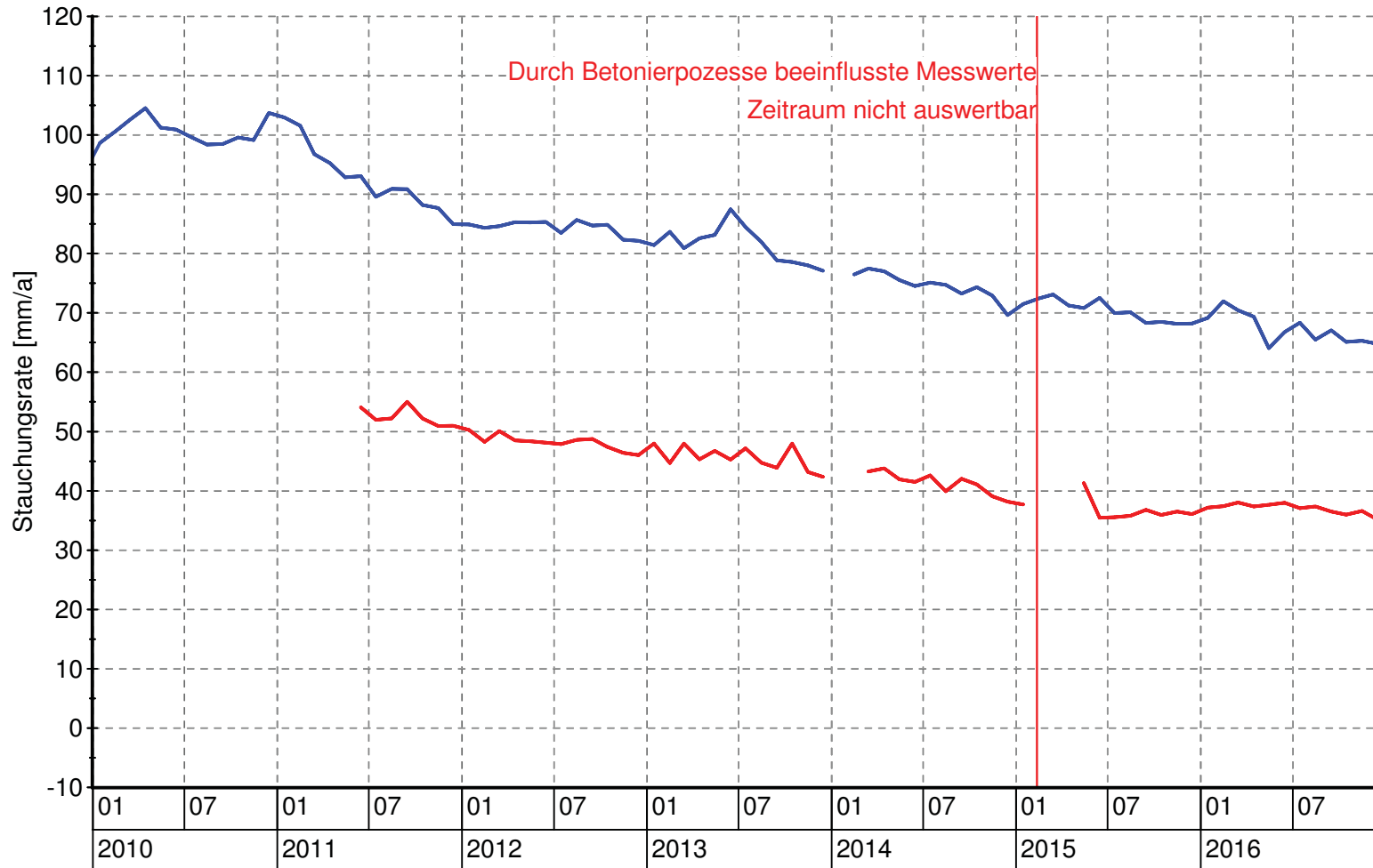
Mittelwert über die monatlich berechneten Stauchungsraten in der Pfeilerreihe 4/5



Symbol	Messstelle	Bohrung	Pfeiler	Sohle	Einbautiefe	Geologie	Bemerkung
— (Blue)	MFA 490-TA\505	553011	4/5	553-m-S	39,5 m	Na3	
— (Pink)	MFA 490-TA\516	553013	4/5 (Beton)	553-m-S	49,2 m	Na3	
— (Red)	MFA 490-TA\513	637003	4/5 (Firstniveau)	637-m-S	42,0 m	Na3	
— (Black)	MFA 490-2\16-18	637008	4/5 (Beton)	637-m-S	56,66 m	Na3	
— (Green)	MFA 490-TA\521	700005	4/5 (8/9-10)	700-m-S	43,5 m	Na3	

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
N/A/A	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung						
Blatt: 223						 <small>ASSE</small> <small>Geotechnik</small>

Mittelwert über die monatlich berechneten
Stauchungsraten in der Pfeilerreihe 5/6

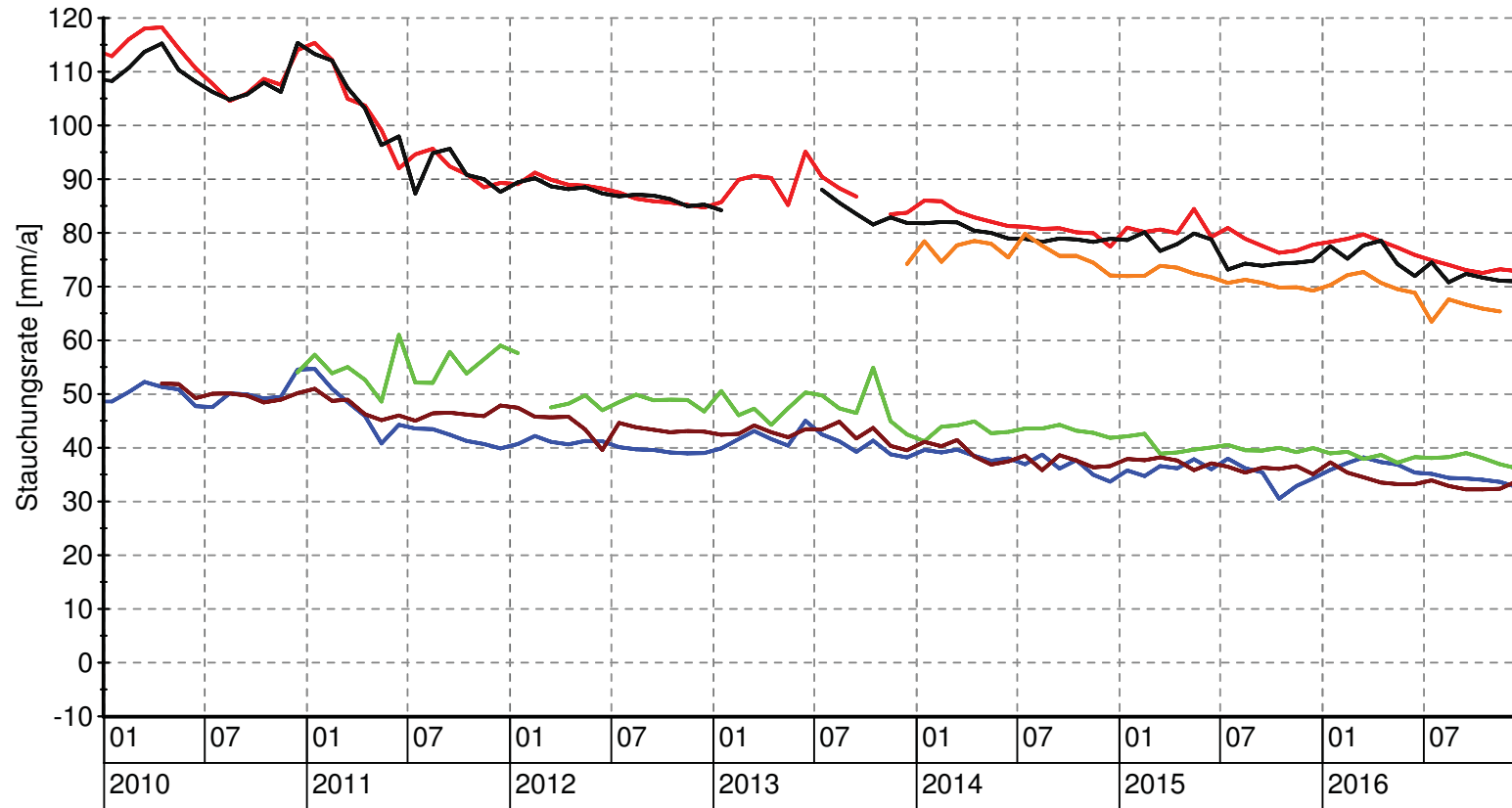


Symbol	Messstelle	Bohrung	Pfeiler	Sohle	Einbautiefe	Geologie	Bemerkung
— (blue)	MFA 490-TA\510	532013	5/6	616-m-S	53,4 m	Na3	
— (red)	MFA 490-TA\519	679004	5/6	679-m-S	30,5 m	Na3	

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
N/A/A	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen						
Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung						
						Blatt: 224



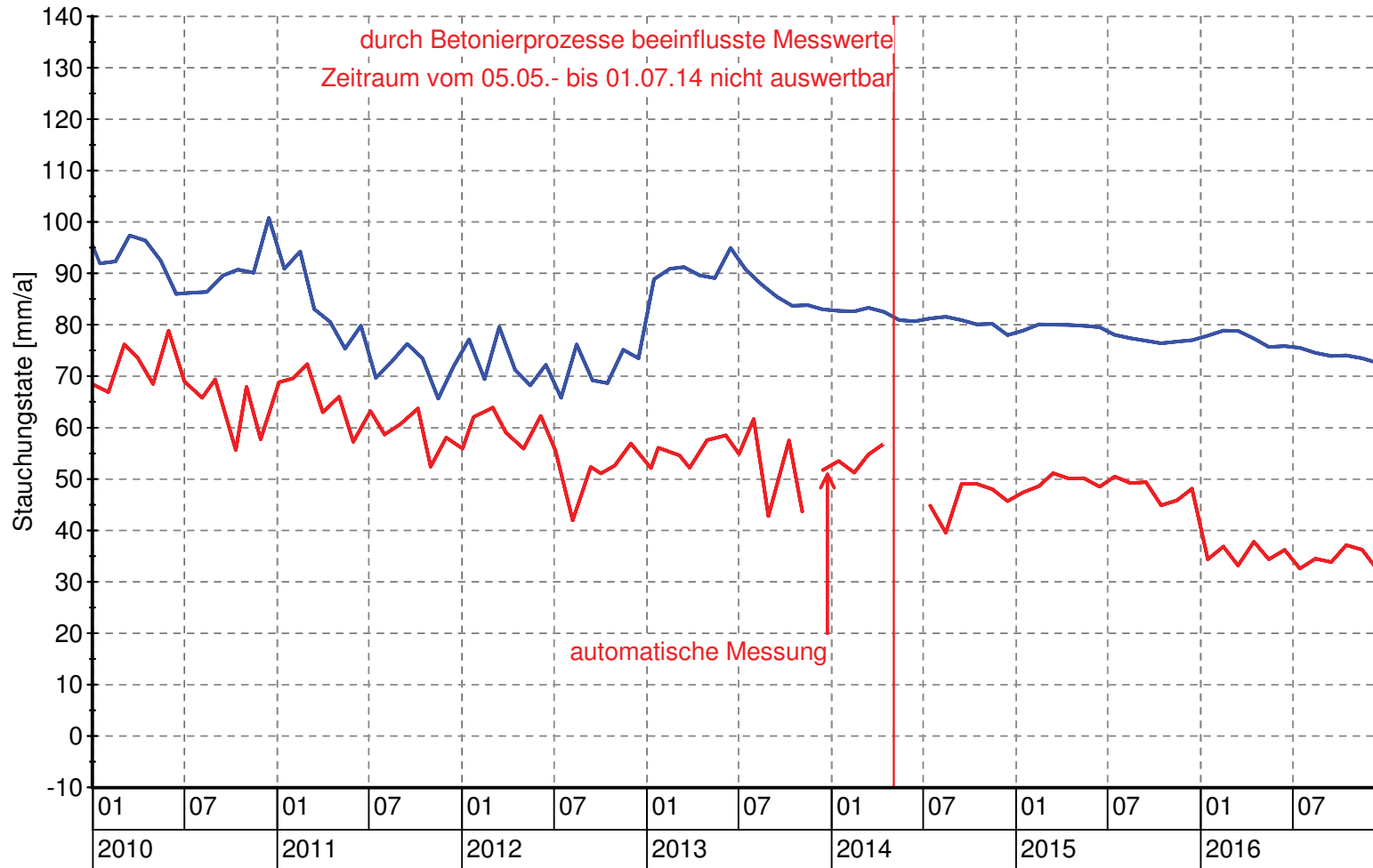
Mittelwert über die monatlich berechneten
Stauchungsraten in der Pfeilerreihe 6/7



Symbol	Messstelle	Bohrung	Pfeiler	Sohle	Einbautiefe	Geologie	Bemerkung
— (Blue)	MFA 490-TA\502	511002	6/7	511-m-S	45,0 m	Na3	
— (Red)	MFA 490-TA\523	532016	6/7	532-m-S	61,4 m	Na3	
— (Black)	MFA 490-TA\507	574004	6/7	574-m-S	47,9 m	Na3	
— (Orange)	MFA 490-TA\23	637012	6/7	637-m-S	40,4 m	Na3	
— (Green)	MFA 490-TA\526	700003	ABR 6 (11/12)	700-m-S	35,0 m	Na3	
— (Dark Red)	MFA 490-TA\522	700004	6/7 (12/13)	700-m-S	58,2 m	Na3	

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
N/A/A	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen						
Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung						
						Blatt: 225
 <small>ASSE</small> <small>GfBh - Vertiefungsbereich</small>						

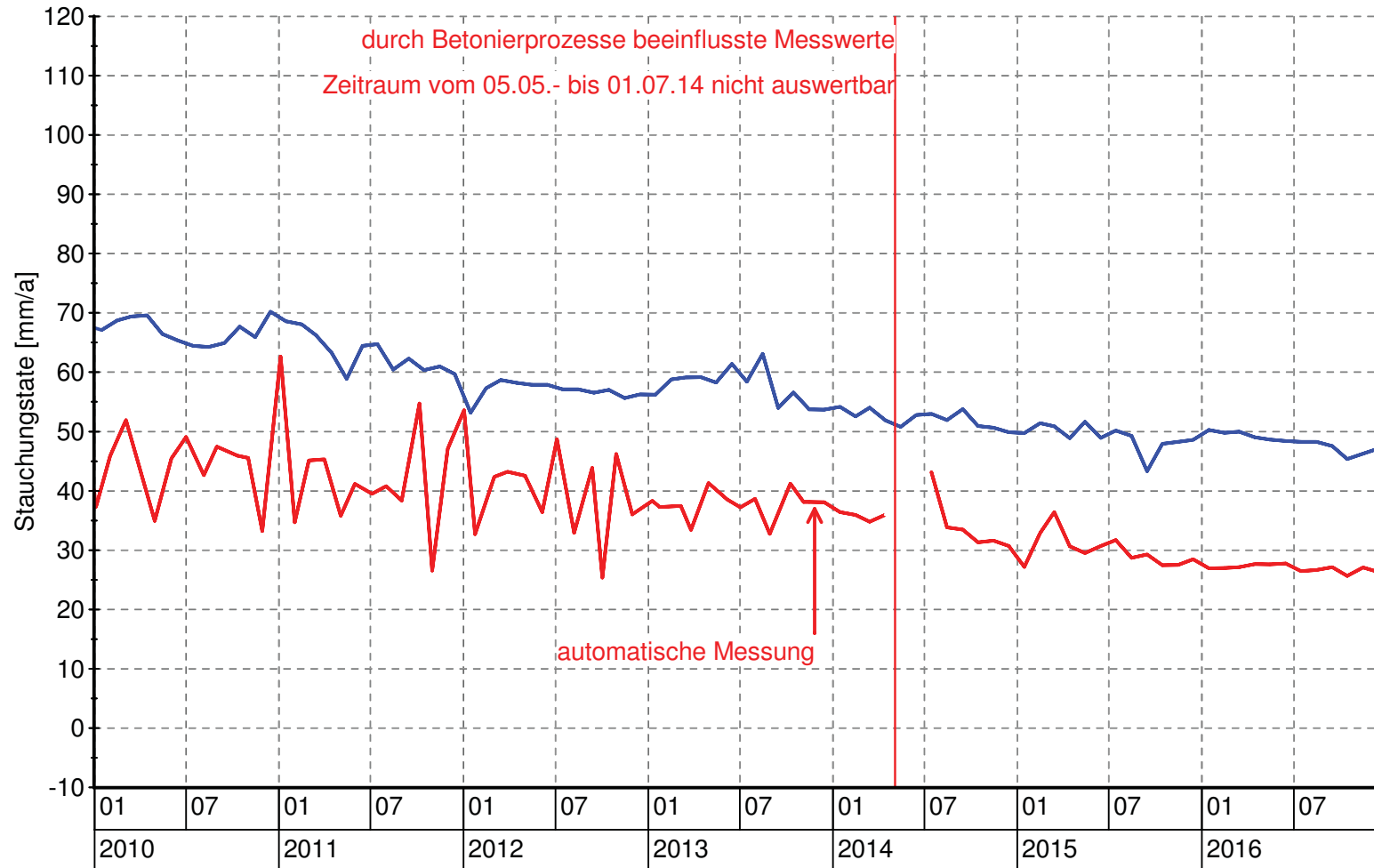
Mittelwert über die monatlich berechneten Stauchungsraten in der Pfeilerreihe 7/8



Symbol	Messstelle	Bohrung	Pfeiler	Sohle	Einbautiefe	Geologie	Bemerkung
— (blue)	MFA 490-TA\508	595005	7/8	595-m-S	49,0 m	Na3	
— (red)	MFA 490-TA\517	658008	7/8	658-m-S	49,5 m	Na3	

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	Utd. Nr.	Rev.
N/A/A	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013 00
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen					
Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung					
					Blatt: 226

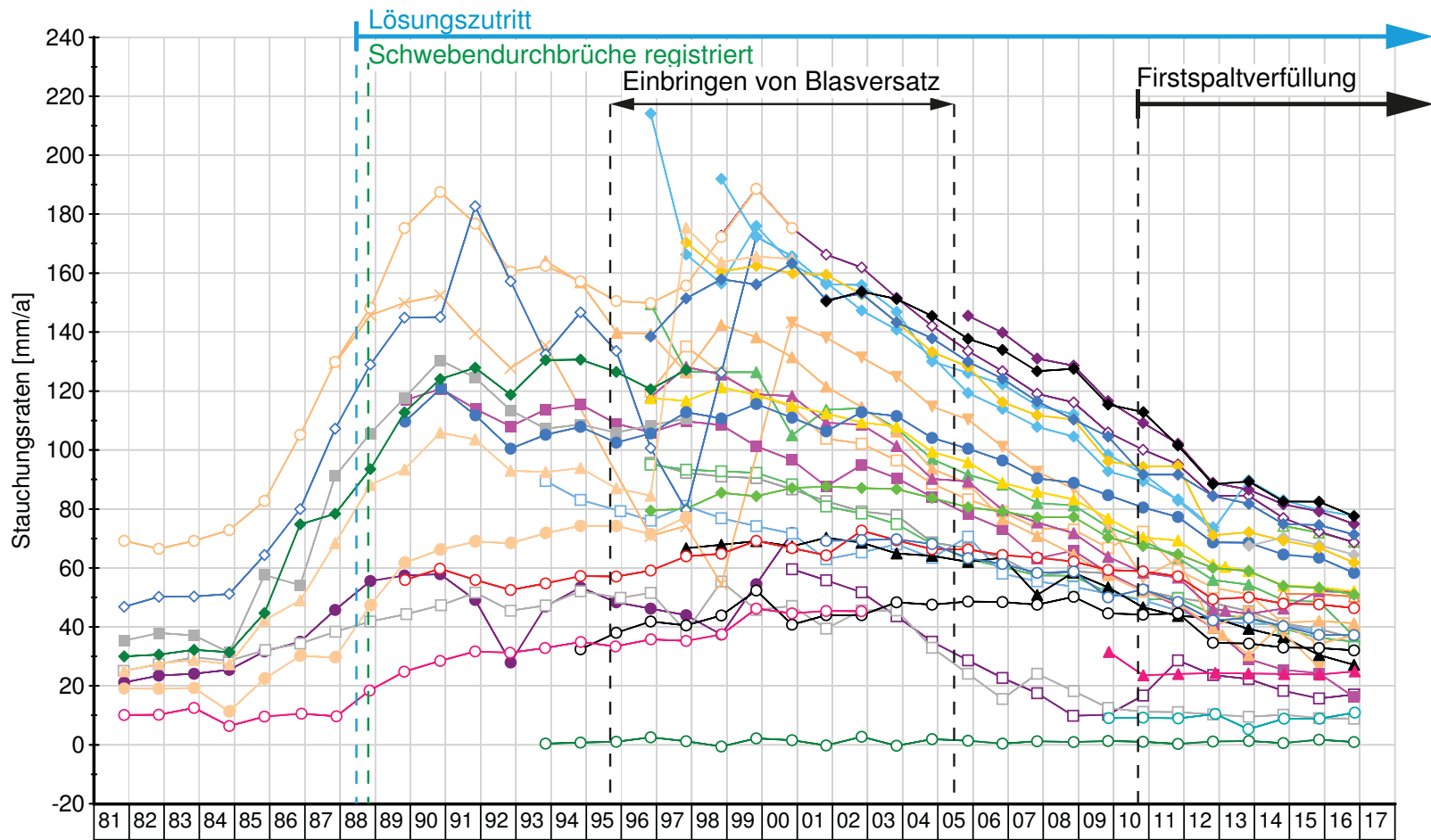
Mittelwert über die monatlich berechneten
Stauchungsraten in der Pfeilerreihe 8/9



Symbol	Messstelle	Bohrung	Pfeiler	Sohle	Einbautiefe	Geologie	Bemerkung
— (blue)	MFA 490-TA\509	595004	8/9	595-m-S	47,0 m	Na3	
— (red)	MFA 490-TA\518	658009	8/9	658-m-S	52,9 m	Na3/Na2	


Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
N/A/A	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen						
Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung						
						Blatt: 227






- | | | | | | |
|------------------------|----------------------------|-------------------------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------|
| ○ 490/8-8 (K 8/490) | ○ 532/2-3 (E) | ● 574/2-3 (E) | ◇ 616/5-6 Brg. 616004 (E) | ■ 658/2-3 (E) | □ 700/4-5 (E) |
| ○ 4903-4904 (K 3/490) | ◆ 532/4-5 (E) | ■ 574/4-5 (E) | ▲ 637/2-3 (E) | × 658/3-4 Brg. 658004 (E) | ● 700/8-10 Brg. 700001 (E) |
| ▲ 4909-49010 (K 8/490) | ◆ 532/6-7(E) | ◆ 574/6-7 (E) | ▲ 637/3-4 (E) | ▲ 658/3-4 Brg. 658010 (E) | □ 700/8-10 Brg. 700005 (E) |
| ○ 511/3-4 (E) | ◆ 553/3-4 Brg. 553009 (E) | ◆ 595/7-8 Brg. 595005+neu (E) | ▲ 637/4-5 Brg. 637003 (E) | ▲ 658/7-8 (E) | □ 700/11-12 (E) |
| ○ 511/6-7 (E) | ▲ 553/4-5 Brg. 553008A (E) | ◆ 595/7-8 Brg. 595001 (E) | ▲ 637/4-5 Brg. 637008 (E) | ▲ 658/8-9 (E) | □ 700/12-13 (E) |
| ○ 511/532 (E) | ◆ 553/4-5 Brg. 553011 (E) | ◆ 595/8-9 (E) | ◆ 637/6-7 Brg. 637007 (E) | ▲ 658/8-9 (E) | |
| ○ 511/4-5 (E) | ◆ 553/4-5 Brg. 553013 (E) | ○ 616/5-6 Brg. 616002 (E) | ◆ 637/6-7 Brg. 637012 (E) | □ 679/5-6 (E) | |
| | | | | □ 679/1-2 (E) | |
- (E) Extensometer (querschlägig) (K) Konvergenzmessstelle (horizontal)

Extensometermessungen 490- bis 700-m-Sohle

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NINAA	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung						
Blatt: 228						

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	
NNA	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	



ASSE
GmbH – Verantwortlich handeln

Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung	Blatt: 229
---	------------

Anhang 3.3: Visuelle Beobachtungen in den Inklinometerbohrungen

Bohrlochinspektion in Pfeilerreihe 2/3, 532-, 574 und 658-m-Sohle



Bild 1: Bohrung 532015; elliptische Bohrlochkontur bei 41 m Bohrlochteufe; Aufnahme vom 14.12.2016



Bild 2: Bohrung 658010; Ausblühungen und Dunkelfärbung der Bohrlochkontur bei 24,8 m Bohrlochteufe deuten auf Feuchtigkeit hin; Aufnahme vom 14.12.2016

Bohrlochinspektion in Pfeilerreihe 4/5, 553- und 637-m-Sohle



Bild 3: Bohrung 553014; 44,6 m Bohrlochteufe; Aufnahme vom 13.12.2016



Bild 4: Bohrung 637013; Ausblühungen ein Hinweis auf Feuchtigkeit bei 36 m Bohrlochteufe; Aufnahme vom 13.12.2016

Bohrlochinspektion im Pfeiler 7/8, 595-m-Sohle



Bild 5: Bohrung 595006; Riss und Konturausbrüche bei 27,1 m Bohrlochteufe; Aufnahme vom 14.12.2016

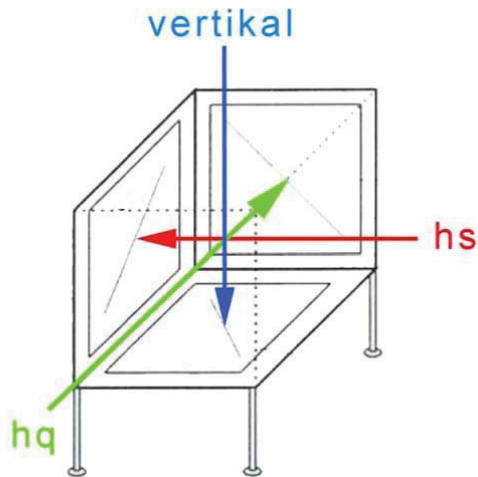


Bild 6: Bohrung 595006; Riss bei 29,4 m Bohrlochteufe; Aufnahme vom 14.12.2016

Anhang 4: Versatzdruckmessungen

Anhang 4.1: Prinzipskizze – Aufbau einer Versatzdruckmonitorstation und eines Versatzdruckgebers

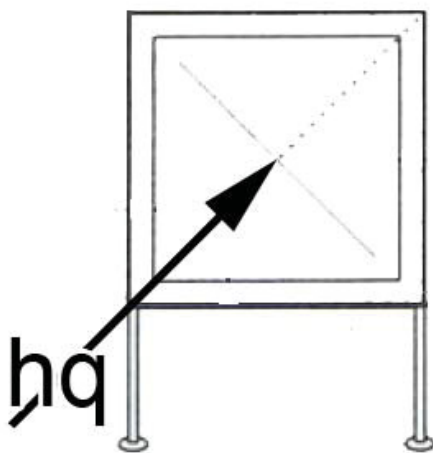
Aufbau einer Versatzdruckmonitorstation:



Legende:

- hs: horizontal-streichend
(in Streichrichtung des Asse-Sattels)
- hq: horizontal querschlägig
(orthogonal zum Streichen des Asse-Sattels)

Aufbau eines Versatzdruckgebers:

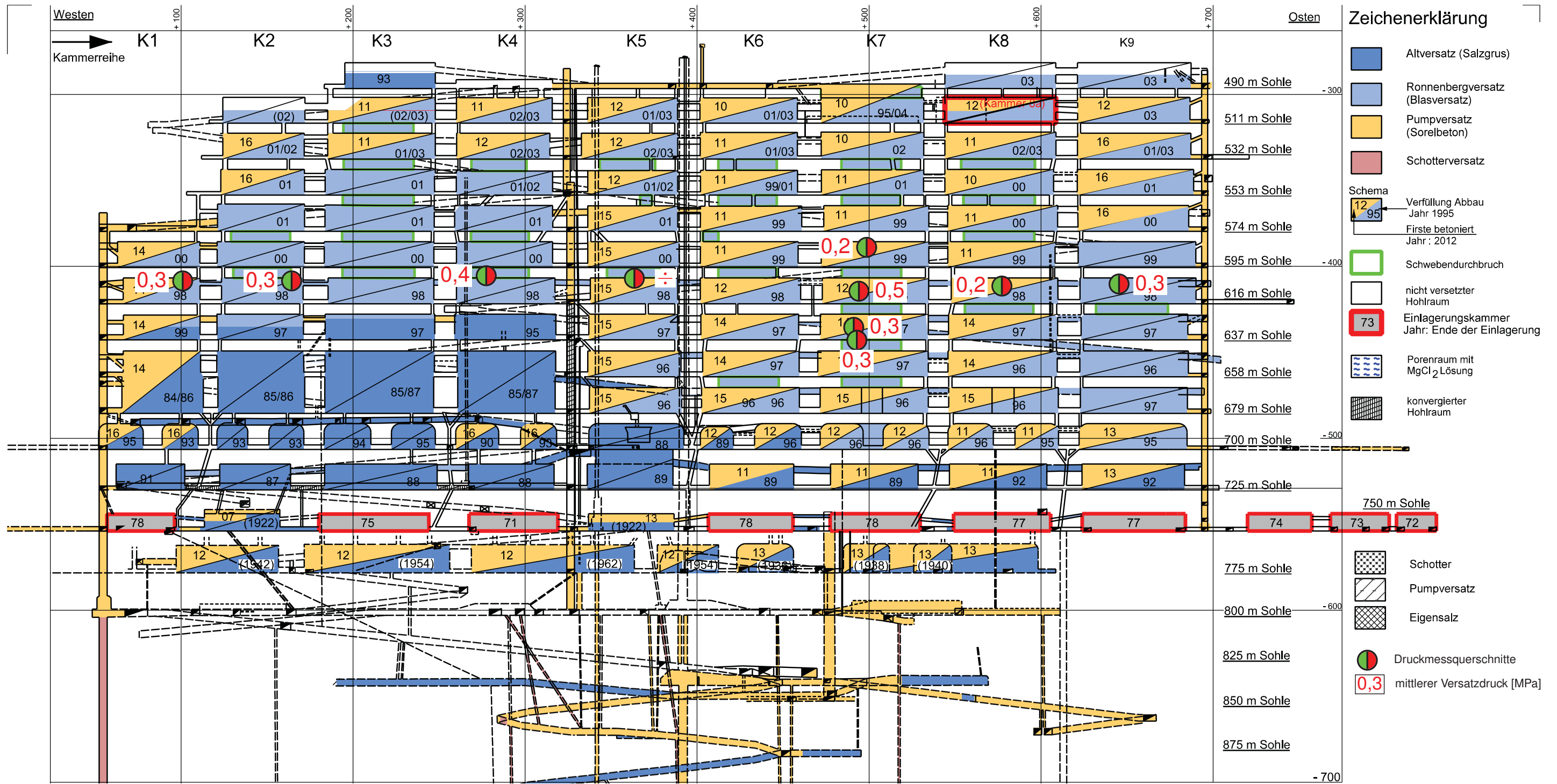


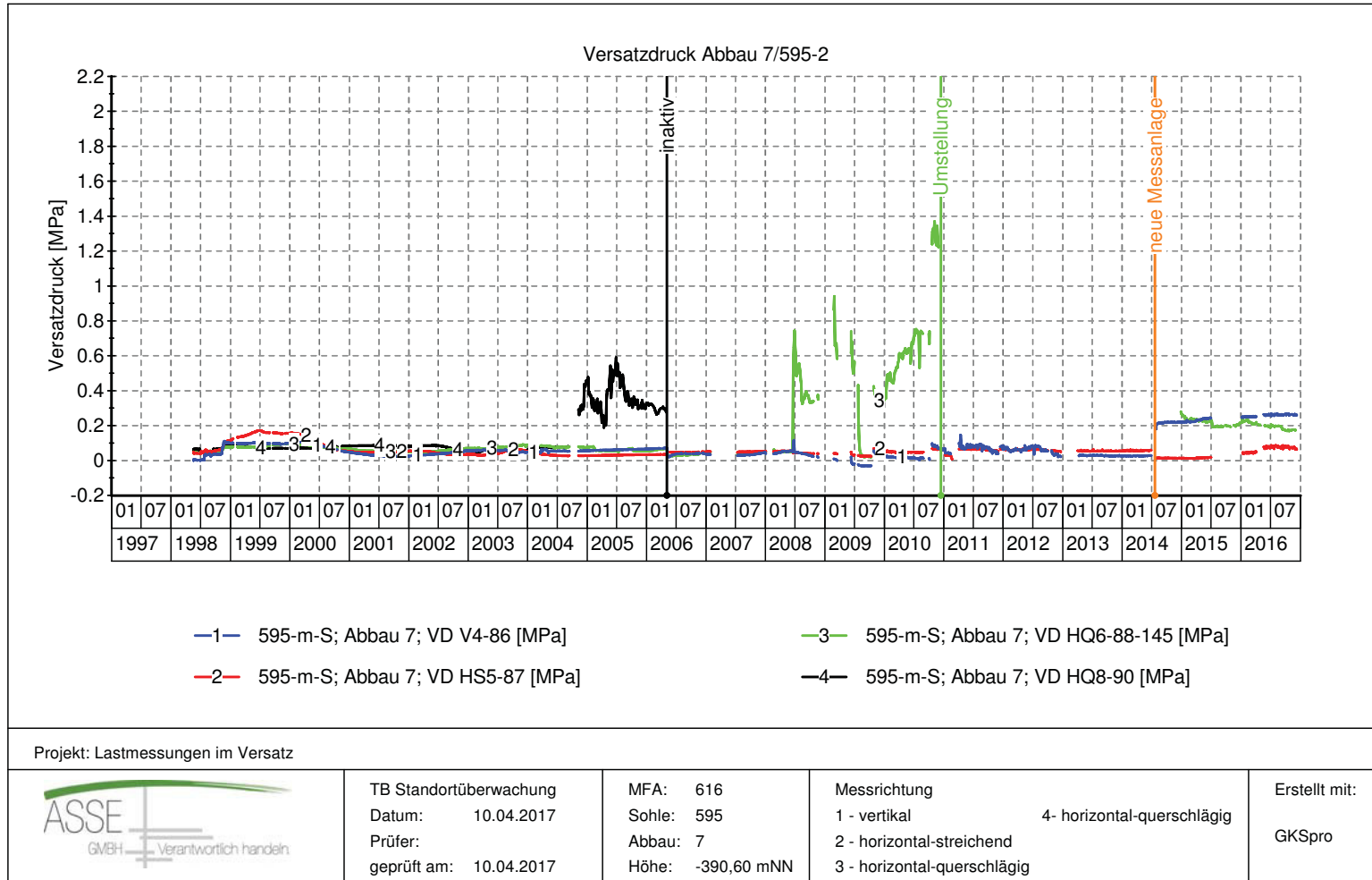
Legende:

- hq: horizontal querschlägig
(orthogonal zum Streichen des Asse-Sattels)

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00

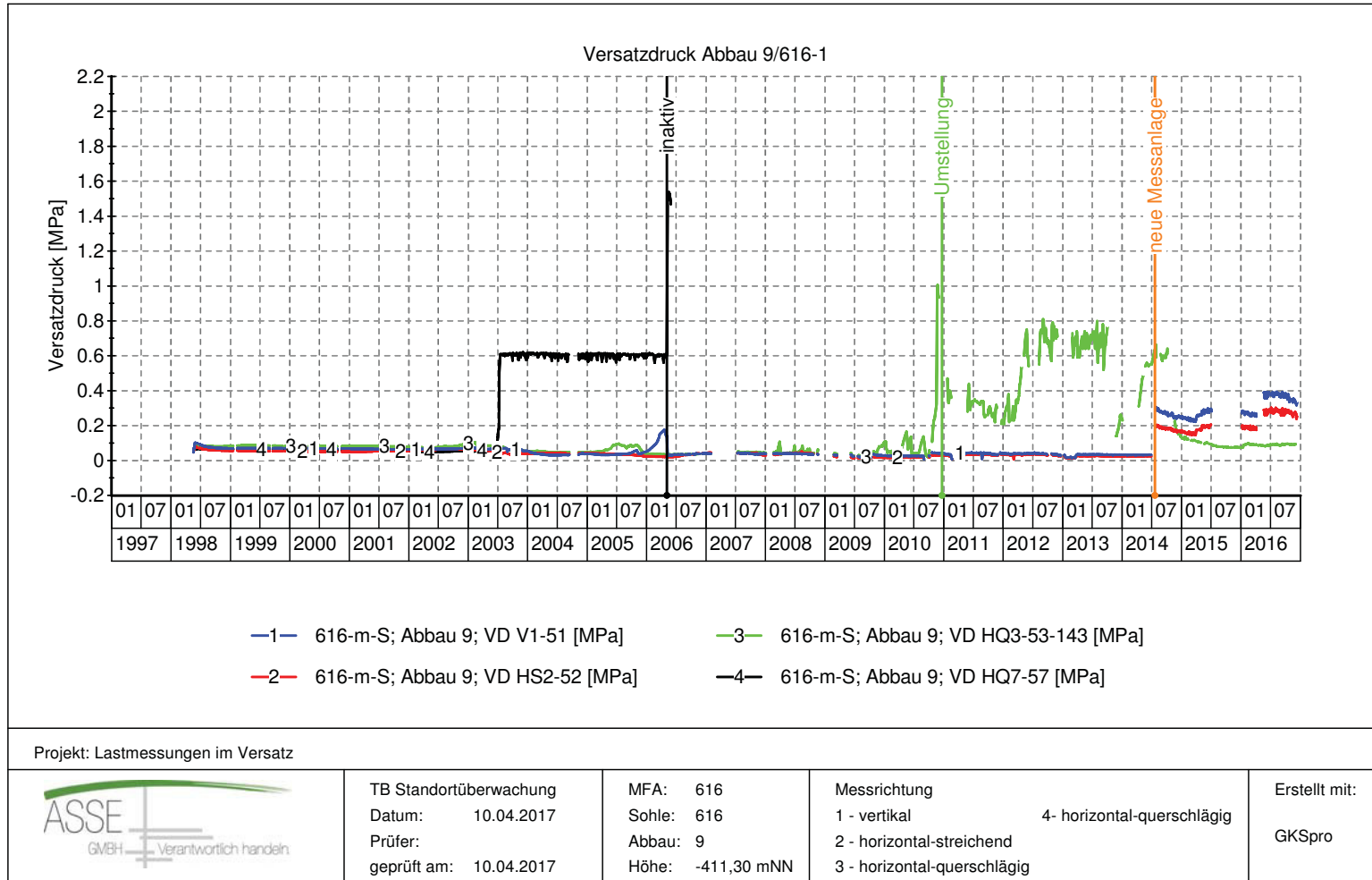
Anhang 4.2: Übersicht des Verfüllfortschrittes (Stand: 11/16) und der mittleren Versatzdruckmesswerte (Stand: 12/16)





Anhang 4.3: Messwertdarstellung Abbau 7/595 (MQ2)

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
N/A/A	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung						
Blatt: 232						



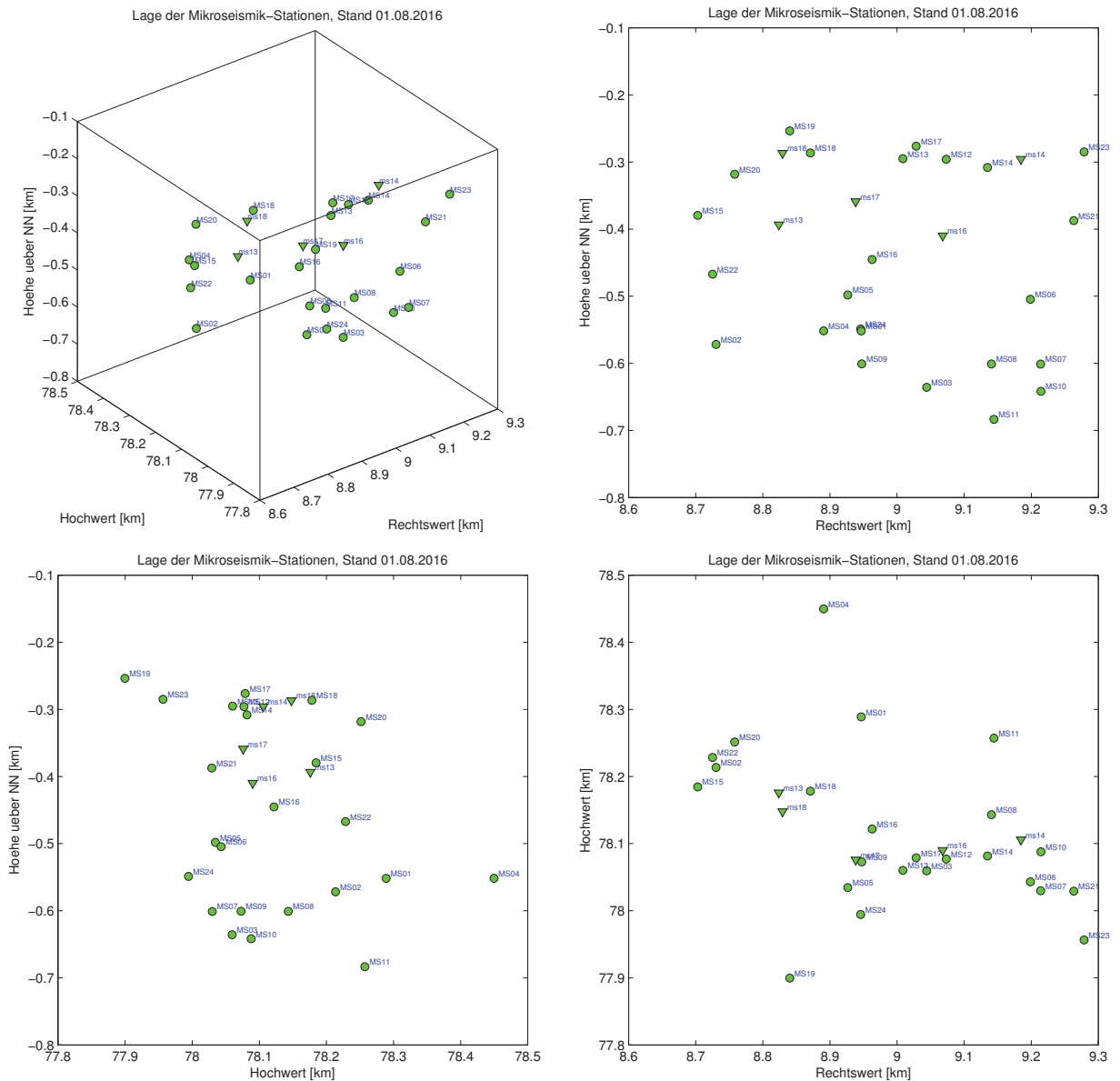
Anhang 4.4: Messwertdarstellung Abbau 9/616 (MQ1)

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
N/A/A	NNNNNNNNNN	NN/A/ANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung						
Blatt: 233						

Anhang 5: Mikroseismische Überwachung

Anhang 5.1: Positionen der Mikroseismiksonden

Positionen der Mikroseismiksonden projiziert entlang der Koordinatenachsen

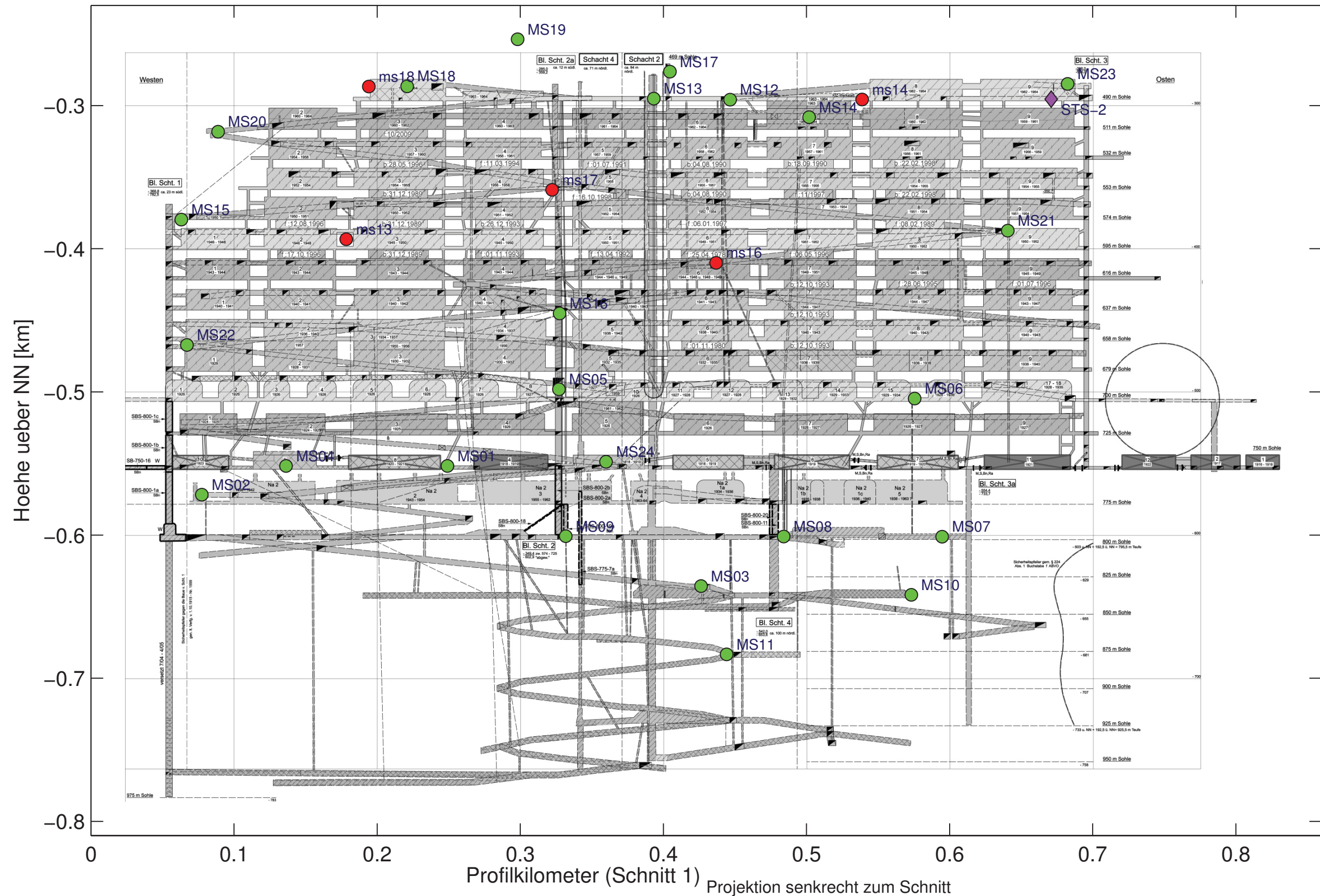


Die Dreiecke bezeichnen modular aufgebaute Stationen mit offener Sensoreinheit („alte Bauart“), die Kreise bezeichnen geschlossene Stationen mit integrierter Sondenelektronik („neue Bauart“). Alle Stationen sind mit drei senkrecht zueinander ausgerichteten 30-Hertz-Sensoren vom „Typ SM-11“ ausgestattet. Die Abtastfrequenz beträgt 3,2 kHz.


Nach dem Ausfall der Sonde „MS12“ auf der 925-m-Sohle am 31.08.2015 wurde eine neue Sonde vorläufig in eine Bohrung beim Messraum auf der 490-m-Sohle platziert und anstelle der dauerhaft ausgefallenen Sonde an das Messsystem angeschlossen. Es wird eine spätere Verlegung an den östlichen Baufeldrand, z.B. in eine der Erkundungsbohrungen angestrebt.

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00

Positionen der Mikroseismiksonden projiziert auf Schnitt 1



grüne Kreise: Mikroseismik-Bohrlochsonden mit integrierter Elektronik; rote Kreise: Modulare Mikroseismiksonden; violette Raute: Breitbandseismometer

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 <small>ASSE</small> <small>GM&H</small> <small>Verantwortlich handeln</small>
NNA	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	

Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung	Blatt: 236
---	------------

Anhang 5.2: Betriebsbereitschaft des Mikroseismiknetzes und der Erfassung

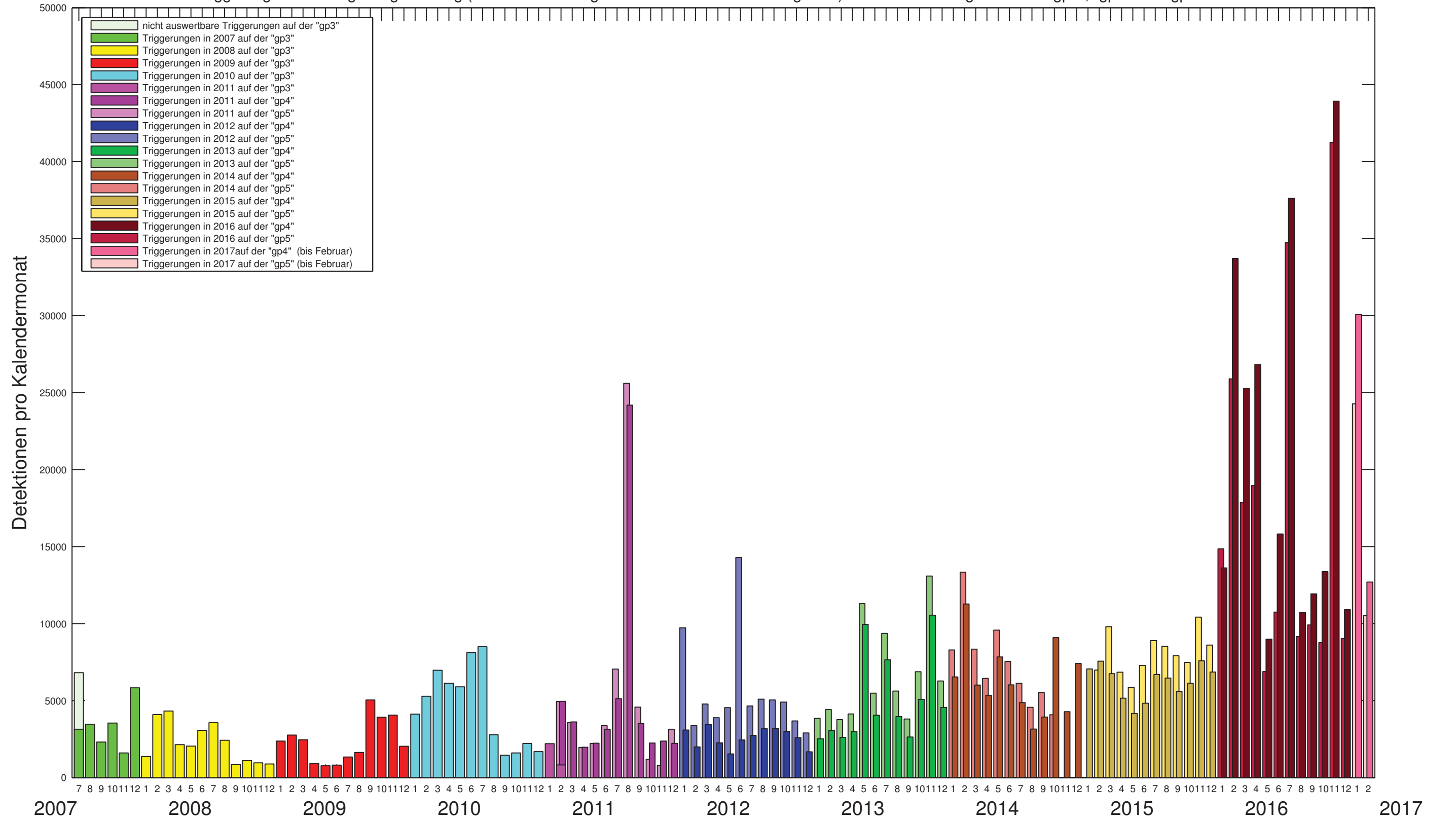
Die wesentlichen, ganz oder teilweise in den aktuellen Berichtszeitraum bzw. das Kalenderjahr 2016 fallenden Ausfälle und Veränderungen der Netzgeometrie waren in chronologischer Reihenfolge:

- Anstelle der am 31. August 2015 an einem unzugänglichen Standort auf der 925-m-Sohle dauerhaft ausgefallenen Sonde, wurde ab dem 21. Januar 2016 eine Ersatzsonde als „MS12“ betrieben. Seit dem 25. April 2016 ist sie überwiegend in einem für Sondentests erstellten Bohrloch nahe des Messraums der Standortüberwachung auf der 490-m-Sohle im Einsatz.
- Zur Minimierung des Beschädigungsrisikos durch Erhitzung infolge der Betonage der südlichen Richtstrecke auf der 490-m-Sohle und des Hochbruchs (469-m-Sohle) einschließlich der Bohrungen MS13 und MS13b wurden die Sonden „MS 13“ und „MS 17“ vom 22. bzw. 30. September 2015 bis zum 15. Oktober 2015 abgeschaltet.
- Aufgrund einer Beschädigung des Versorgungs- und Datenkabels war die Sonde „ms 18“ vom 28. September 2015 bis 7. Oktober 2015 ausgefallen.
- Aufgrund einer Beschädigung des Versorgungs- und Datenkabels war die Sonde „MS 22“ vom 9. Oktober 2015 bis 12. Oktober 2015 ausgefallen.
- Die Datenqualität der Sonde „ms 17“ war durch Rauschen infolge einer defekten Erdung vom 15. Oktober 2015 bis 10. November 2015 erheblich beeinträchtigt.
- Am 9. April 2016 kam es zwischen 8:22 Uhr MESZ und 13:52 Uhr MESZ zu einem Totalausfall der mikroseismischen Überwachung aufgrund eines Defekts an einer untertägigen lokalen unterbrechungsfreien Stromversorgung (USV). Die Datenübertragung zum zweiten Erfassungscomputer („gp 4“) wurde erst am 11. April wieder hergestellt.
- Die Sonde „MS 02“ wurde am 26. Mai 2016 wegen Baumaßnahmen im Temperaturversuchsfeld 5 abgeschaltet und am 25. August 2016 in der Bohrung „MS 2a“ nahe des ursprünglichen Sondenstandorts wieder in Betrieb genommen.
- Am 27. Oktober 2016 ist die Sonde „MS 02“ wegen Kontaktproblemen an einer Steckerverbindung im Messraum für eine Dreiviertelstunde ausgefallen.

Die Liste enthält nicht alle temporären Umsetzungen der Sonde „MS 12“, keine Teilausfälle von unter 30 Minuten Dauer und keine kurzen Ausfälle von typischerweise unter einer Sekunde durch Schaltvorgänge von denen keine signifikante Beeinträchtigung der Überwachung ausgegangen ist (vgl. auch [72] [35] und [28]). Aufgrund von kurzzeitigen Spontanausfälle der „gp 4“ infolge eines nicht behebbaren Boarddefekts wurden am 21. Januar 2016 die leicht unterschiedlichen Triggerparameter der Erfassungscomputer „gp 4“ und „gp 5“ (vgl. z. B. [28]) getauscht und die „gp 5“ wird seitdem wegen geringerer Ausfallwahrscheinlichkeit als „Master“ für die mikroseismische Überwachung verwendet.

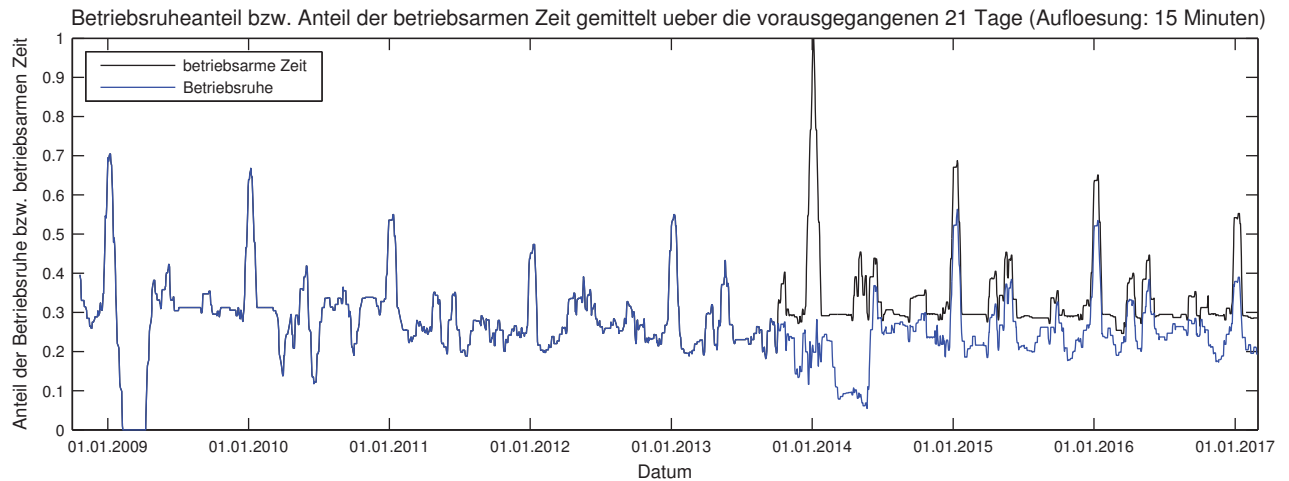
Anhang 5.3: Ereignisregistrierung: Ereignisdetektionen pro Kalendermonat 07/2007 bis 02/2017

Anzahl der monatlichen Triggerungen der Ereignisregistrierung (Detektionen möglicher mikroseismischer Ereignisse) auf den Erfassungsrechnern "gp3", "gp4" und "gp5" von Juli 2007 bis Februar 2017



Der Erfassungscomputer „gp3“ wurde am 3. Februar 2011 durch die beiden Erfassungscomputer „gp4“ und „gp5“ ersetzt.

**Anhang 5.4: Anteil der Zeit ohne bzw. mit nur geringen bergmännischen Aktivitäten
 Über drei Wochen gemittelter Anteil der betriebsarmen Zeit bzw. Zeit ohne bergmännische
 Aktivitäten („Betriebsruhe“) von 10/2008 bis 2/2017**



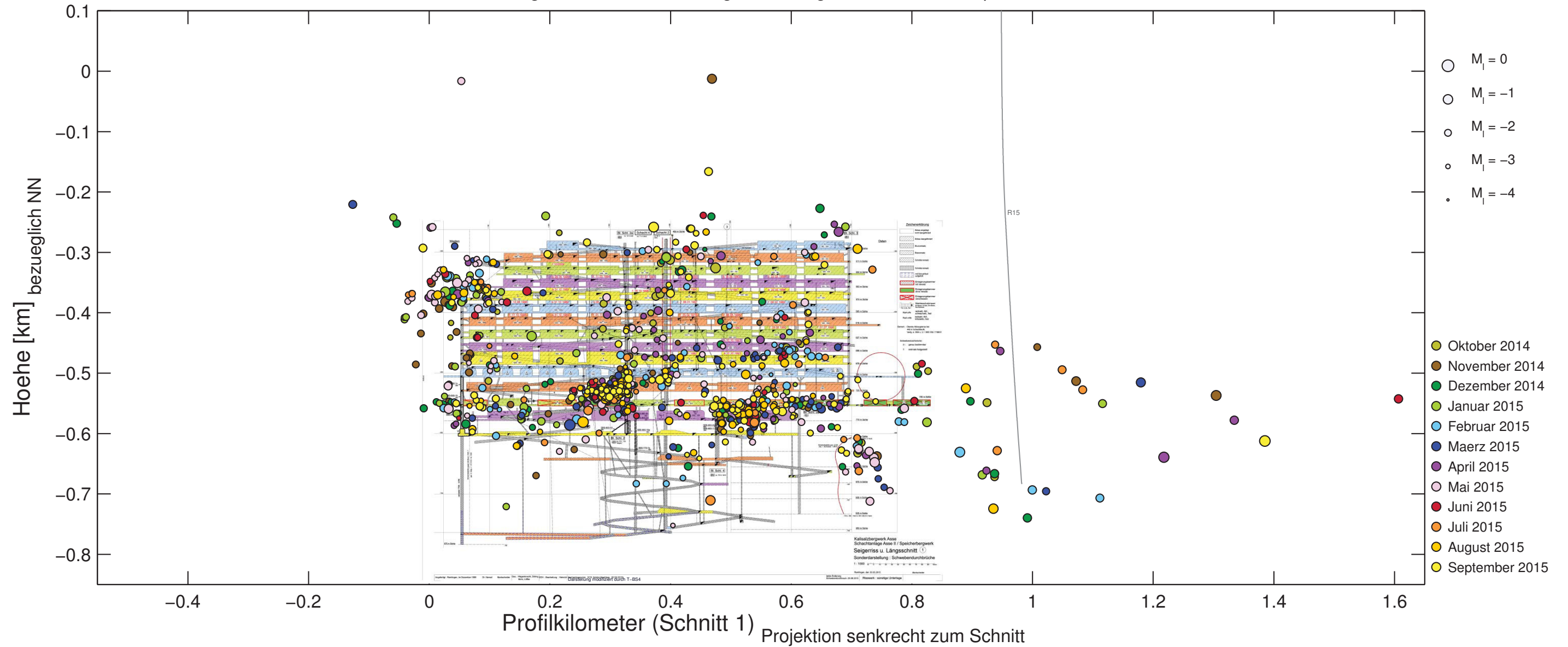
**Betriebsruheanteil bezogen auf die Berichtszeiträume (von Oktober des Vorjahrs bis
 September des Berichtsjahrs)**

Zeitraum	Gesamt- dauer [Tage]	Betriebsruhephasen		Betriebsarme Zeit	
		Dauer [Tage]	Anteil [%]	Dauer [Tage]	Anteil [%]
01.10.2016 – 28.02.2017	151	36.79	24.37	50.85	33.68
01.10.2015 – 30.09.2016	366	96.73	26.43	118.90	32.49
01.10.2014 – 30.09.2015	365	96.38	26.40	122.94	33.68
01.10.2013 – 30.09.2014	365	73.71	20.19	130.98	35.88
01.10.2012 – 30.09.2013	365	96.22	26.36	— nicht ermittelt —	—
01.10.2011 – 30.09.2012	366	102.58	28.03	— nicht ermittelt —	—
01.10.2010 – 30.09.2011	365	106.41	29.15	— nicht ermittelt —	—
01.10.2009 – 30.09.2010	365	112.31	30.77	— nicht ermittelt —	—
01.10.2008 – 30.09.2009	365	102.65	28.12	— nicht ermittelt —	—
01.10.2008 – 28.02.2017	3073	823.77	26.80	— nicht ermittelt —	—

**Anhang 5.5: Mikroseismische Ereignisse in den Betriebsruhephasen von 10/2014 bis 09/2015
 (Schnitt 1, Draufsicht und tabelliert nach Tiefe und Magnitude) zum Vergleich**

**Projektion aller Ereignisse in den Betriebsruhephasen des Berichtszeitraums 2015
 (Automatik) auf Schnitt 1**

Mikroseismizitaet vom 01.10.2014 bis 30.09.2015, gesamter ueberwachter Bereich: 1049 Ereignisse (nur Betriebsruhephasen)
 automatische Auswertung mit festen Geschwindigkeiten, Magnituden aus Einzelspuren, Stand: 15.03.2017

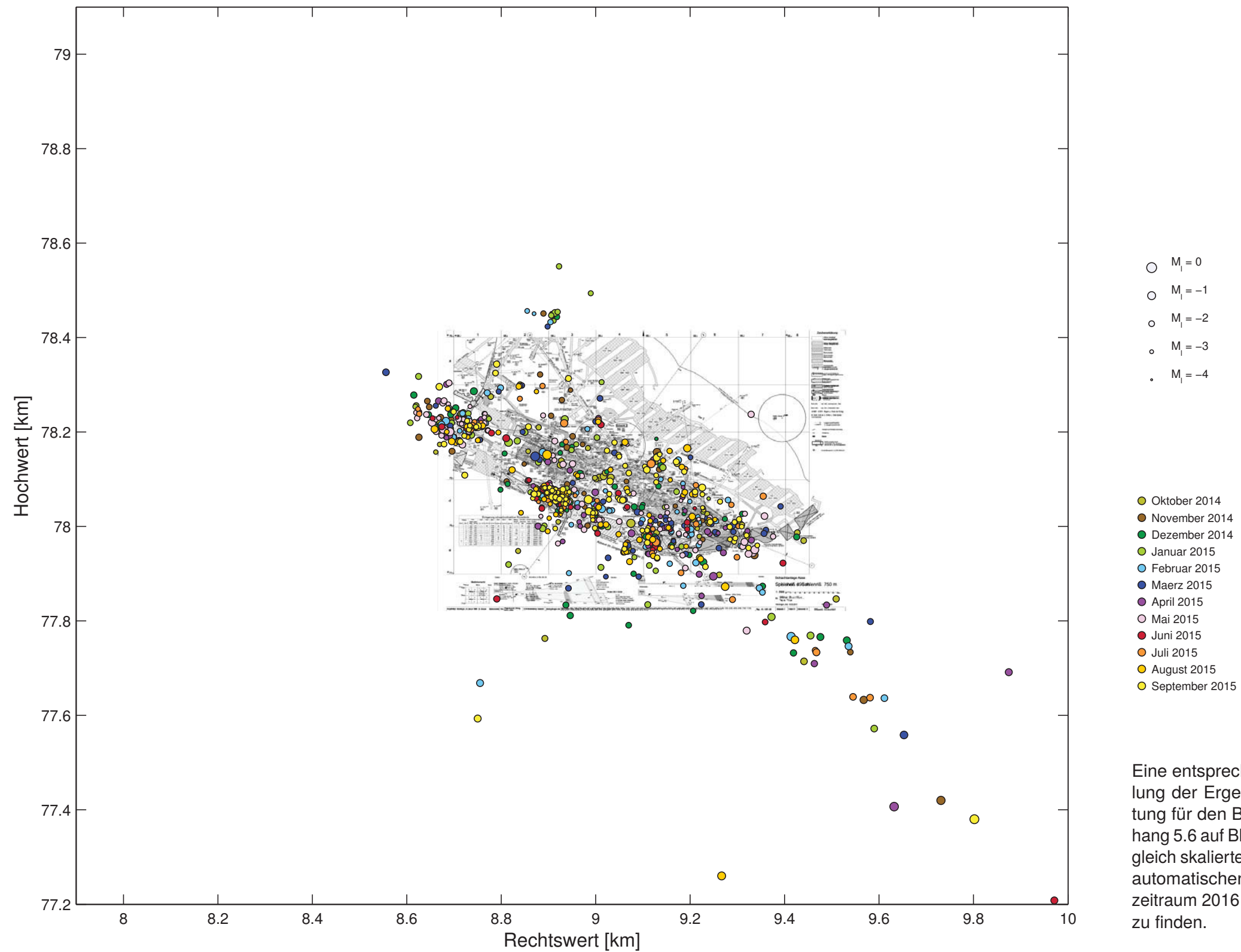


Eine entsprechende, gleich skalierte Darstellung der Ergebnisse der manuellen Auswertung für den Berichtszeitraum 2015 ist in Anhang 5.6 auf Blatt 242 und eine entsprechende, gleich skalierte Darstellung der Ergebnisse der automatischen Auswertung für den Berichtszeitraum 2016 ist in Anhang 5.11 auf Blatt 253 zu finden.

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00

Laterale Verteilung der Ereignisse in den Betriebsruhephasen des Berichtszeitraums 2015

Mikroseismizitaet vom 01.10.2014 bis 30.09.2015, gesamter ueberwachter Bereich: 1049 Ereignisse (nur Betriebsruhephasen)
 automatische Auswertung mit festen Geschwindigkeiten, Magnituden aus Einzelspuren, Stand: 15.03.2017



Eine entsprechende, gleich skalierte Darstellung der Ergebnisse der manuellen Auswertung für den Berichtszeitraum 2015 ist in Anhang 5.6 auf Blatt 243 und eine entsprechende, gleich skalierte Darstellung der Ergebnisse der automatischen Auswertung für den Berichtszeitraum 2016 ist in Anhang 5.11 auf Blatt 254 zu finden.

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NINAA	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen						
Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung						
						Blatt: 241



Ereignisanzahlen nach Sohlen und Magnituden im Berichtszeitraum 2015 (Betriebsruhe, Automatik) zum Vergleich

Mikroseismizität vom 01.10.2014 bis 30.09.2015, gesamter ueberwachter Bereich: 1049 Ereignisse (nur Betriebsruhephasen)
 automatische Auswertung mit festen Geschwindigkeiten, Magnituden aus Einzelspuren, Stand: 17.03.2017

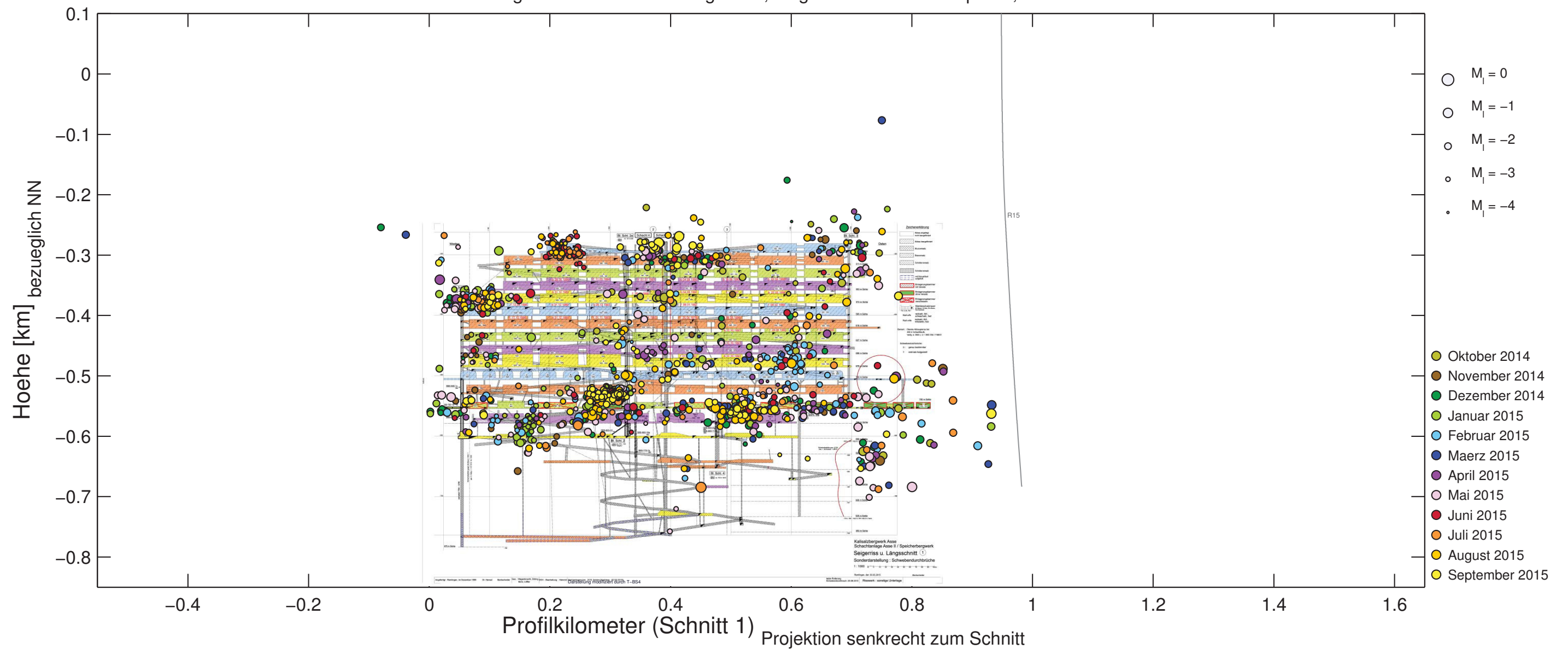
Sohle	$M_l < -4$	$-4 \leq M_l < -3$	$-3 \leq M_l < -2$	$-2 \leq M_l < -1$	$-1 \leq M_l < 0$	$0 \leq M_l$	M_l beliebig	min (M_l)	max (M_l)
<490	0	0	6	15	1	0	22	-2.6	-0.7
490	0	1	10	7	0	0	18	-3.2	-1.2
511	0	0	17	9	0	0	26	-2.8	-1.2
532	0	0	8	8	2	0	18	-2.6	-0.8
553	0	0	28	15	1	0	44	-2.8	-0.9
574	0	0	26	17	0	0	43	-2.7	-1.0
595	0	0	16	8	0	0	24	-2.8	-1.6
616	0	0	15	0	0	0	15	-2.7	-2.0
637	0	0	16	3	1	0	20	-2.8	-0.9
658	0	2	26	7	0	0	35	-3.2	-1.7
679	0	1	37	6	0	0	44	-3.3	-1.5
700	0	3	42	11	0	0	56	-3.3	-1.2
725	0	9	333	29	2	0	373	-3.3	-0.6
750	0	3	121	37	0	0	161	-3.1	-1.1
775	0	0	54	22	2	0	78	-3.0	-0.4
800	0	0	16	3	1	0	20	-2.7	-0.5
825	0	0	14	9	2	0	25	-2.9	-0.7
850	0	0	3	5	1	0	9	-2.4	-1.0
875	0	0	6	2	0	0	8	-2.5	-1.5
900	0	0	1	4	1	0	6	-2.3	-0.9
925	0	0	1	1	1	0	3	-2.3	-1.0
950	0	0	1	0	0	0	1	-3.0	-3.0
975	0	0	0	0	0	0	0		
gesamt	0	19	797	218	15	0	1049	-3.3	-0.4

Die tabellierten Ereignisanzahlen wurden nicht hochgerechnet. Auf die Gesamtzeit hochgerechnet, sind die Ereignisanzahlen etwa vier Mal so groß (vgl. Anhang 5.4 auf Blatt 238).

**Anhang 5.6: Mikroseismische Ereignisse in den Betriebsruhephasen von 10/2014 bis 09/2015
 (Schnitt 1, Draufsicht und tabelliert nach Tiefe und Magnitude) — Ergebnisse der
 manuellen Auswertung zum Vergleich**

**Projektion aller Ereignisse in den Betriebsruhephasen des Berichtszeitraums 2015 (manuelle
 Auswertung) auf Schnitt 1**

Mikroseismizitaet vom 01.10.2014 bis 30.09.2015, gesamter ueberwachter Bereich: 1430 Ereignisse (nur Betriebsruhephasen)
 manuelle Auswertung mit festen Geschwindigkeiten, Magnituden aus Einzelspuren, Stand: 15.03.2017

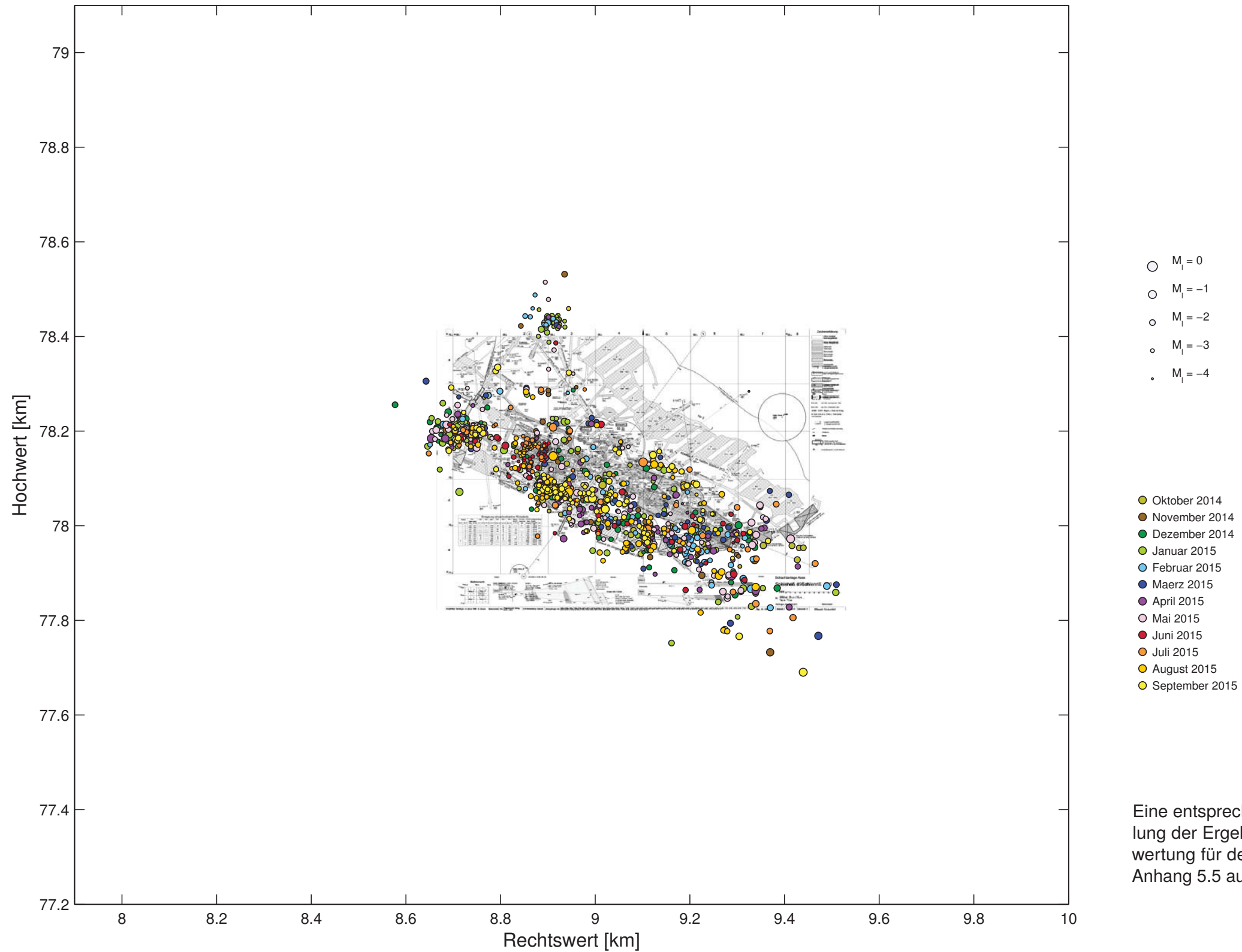


Eine entsprechende, gleich skalierte Darstellung der Ergebnisse der automatischen Auswertung für den Berichtszeitraum 2015 ist in Anhang 5.5 auf Blatt 239 zu finden.

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00

**Laterale Verteilung der Ereignisse in den Betriebsruhephasen des Berichtszeitraums 2015
 (manuelle Auswertung)**

Mikroseismizitaet vom 01.10.2014 bis 30.09.2015, gesamter ueberwachter Bereich: 1430 Ereignisse (nur Betriebsruhephasen)
 manuelle Auswertung mit festen Geschwindigkeiten, Magnituden aus Einzelspuren, Stand: 15.03.2017



Eine entsprechende, gleich skalierte Darstellung der Ergebnisse der automatischen Auswertung für den Berichtszeitraum 2015 ist in Anhang 5.5 auf Blatt 240 zu finden.

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NINAA	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung						
						Blatt: 244



Ereignisanzahlen nach Sohlen und Magnituden im Berichtszeitraum 2015 (Betriebsruhe, manuelle Auswertung) zum Vergleich

Mikroseismizität vom 01.10.2014 bis 30.09.2015, gesamter ueberwachter Bereich: 1430 Ereignisse (nur Betriebsruhephasen)
manuelle Auswertung mit festen Geschwindigkeiten, Magnituden aus Einzelspuren, Stand: 20.03.2017

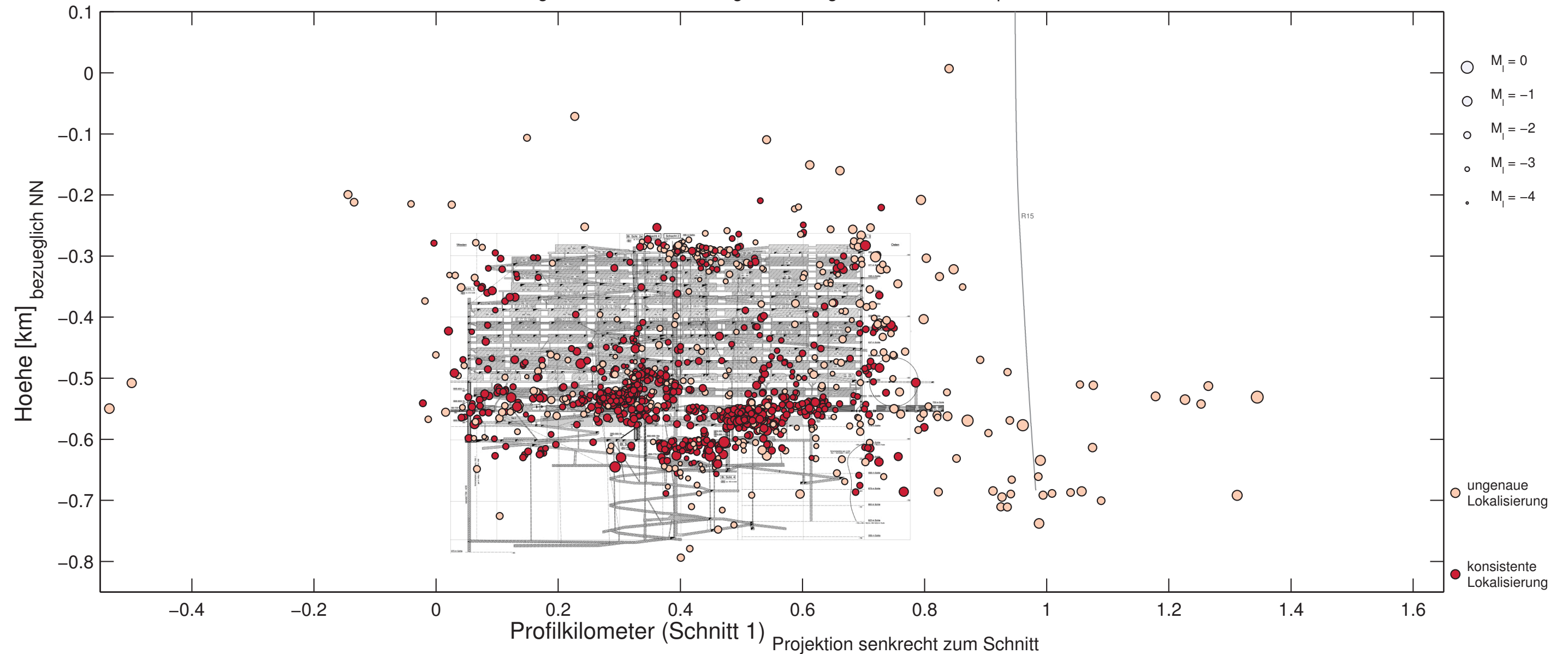
Sohle	$M_l < -4$	$-4 \leq M_l < -3$	$-3 \leq M_l < -2$	$-2 \leq M_l < -1$	$-1 \leq M_l < 0$	$0 \leq M_l$	M_l beliebig	min (M_l)	max (M_l)
<490	0	11	40	5	2	0	58	-3.9	-0.9
490	0	38	71	10	0	0	119	-3.8	-1.2
511	0	11	40	9	0	0	60	-3.7	-1.1
532	0	2	14	3	1	0	20	-3.2	-1.0
553	0	3	18	12	0	0	33	-3.2	-1.3
574	0	13	104	29	0	0	146	-3.7	-1.1
595	0	2	20	2	0	0	24	-3.3	-1.6
616	0	1	10	1	0	0	12	-3.1	-2.0
637	0	3	17	6	0	0	26	-3.7	-1.1
658	0	4	36	3	0	0	43	-3.4	-1.6
679	0	6	36	7	0	0	49	-3.3	-1.2
700	0	2	15	6	1	0	24	-3.7	-0.8
725	0	26	378	34	0	0	438	-3.6	-1.3
750	0	8	173	38	2	0	221	-3.7	-0.6
775	0	12	58	13	1	0	84	-3.3	-0.6
800	0	2	23	11	0	0	36	-3.2	-1.6
825	0	1	10	7	0	0	18	-3.4	-1.2
850	0	1	6	2	0	0	9	-3.4	-1.2
875	0	0	4	1	2	0	7	-2.5	-0.6
900	0	0	1	0	0	0	1	-2.4	-2.4
925	0	1	0	0	0	0	1	-3.1	-3.1
950	0	0	1	0	0	0	1	-2.9	-2.9
975	0	0	0	0	0	0	0		
gesamt	0	147	1075	199	9	0	1430	-3.9	-0.6

Die tabellierten Ereignisanzahlen wurden nicht hochgerechnet. Auf die Gesamtzeit hochgerechnet, sind die Ereignisanzahlen etwa vier Mal so groß (vgl. Anhang 5.4 auf Blatt 238).

Anhang 5.7: Übersicht über die räumliche Verteilung der mikroseismischen Ereignisse in den Betriebsruhephasen von 10/2015 bis 09/2016 (Schnitte 1 und 2, sowie Draufsicht) — Konsistenz der Lokalisierungsergebnisse

Projektion aller Ereignisse in den Betriebsruhephasen des Berichtszeitraums 2016 (Automatik) auf Schnitt 1

Mikroseismizität vom 01.10.2015 bis 30.09.2016, gesamter ueberwachter Bereich: 1441 Ereignisse (nur Betriebsruhephasen)
automatische Auswertung mit festen Geschwindigkeiten, Magnituden aus Einzelspuren, Stand: 10.04.2017

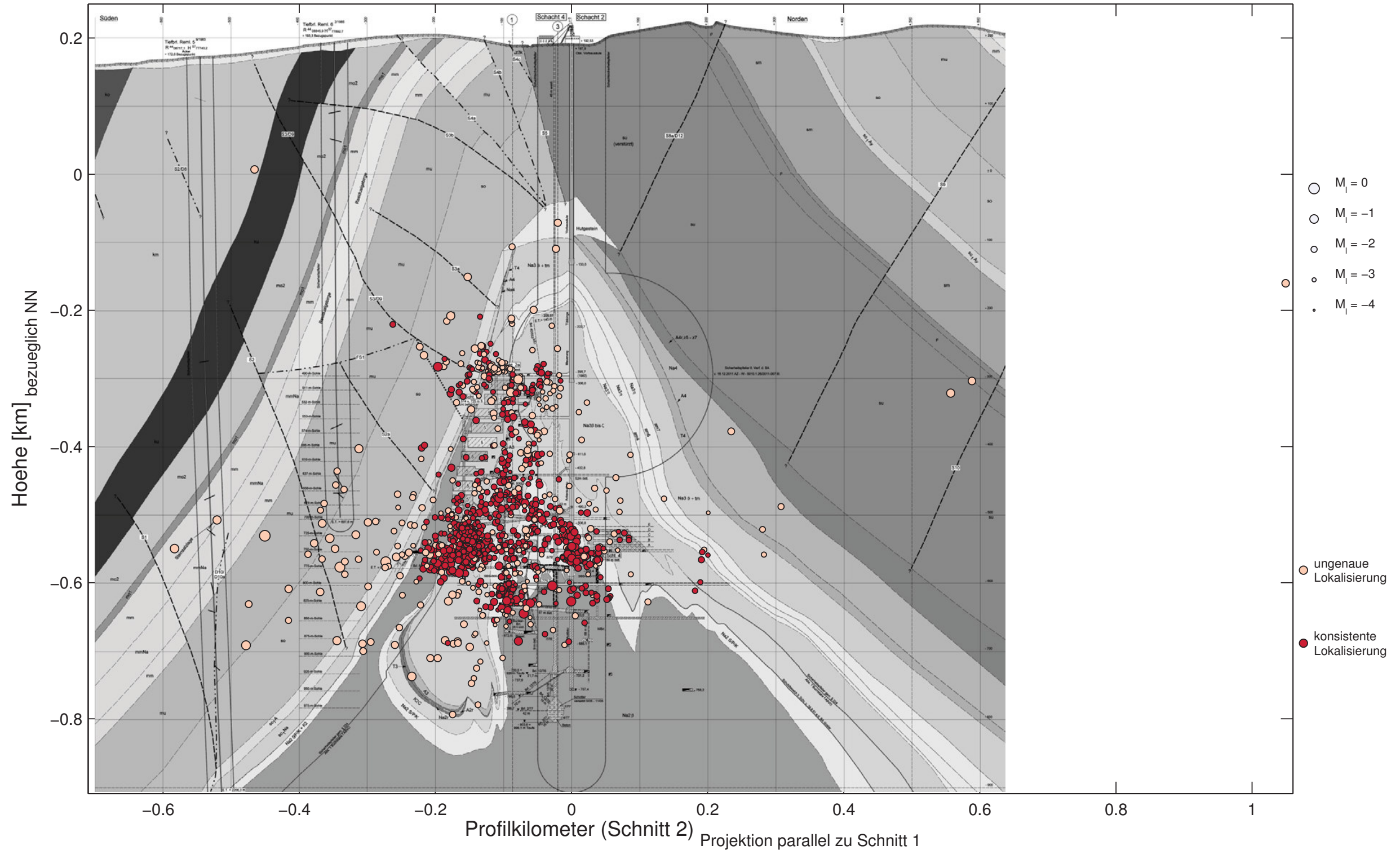


Eine entsprechende, gleich skalierte Darstellung der Ergebnisse der automatischen Auswertung für den Berichtszeitraum 2016 mit farbkodierten Ereignismonaten ist in Anhang 5.11 auf Blatt 253 zu finden.

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NNA	NNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00

**Projektion aller Ereignisse in den Betriebsruhephasen des Berichtszeitraums 2016
 (Automatik) auf Schnitt 2**

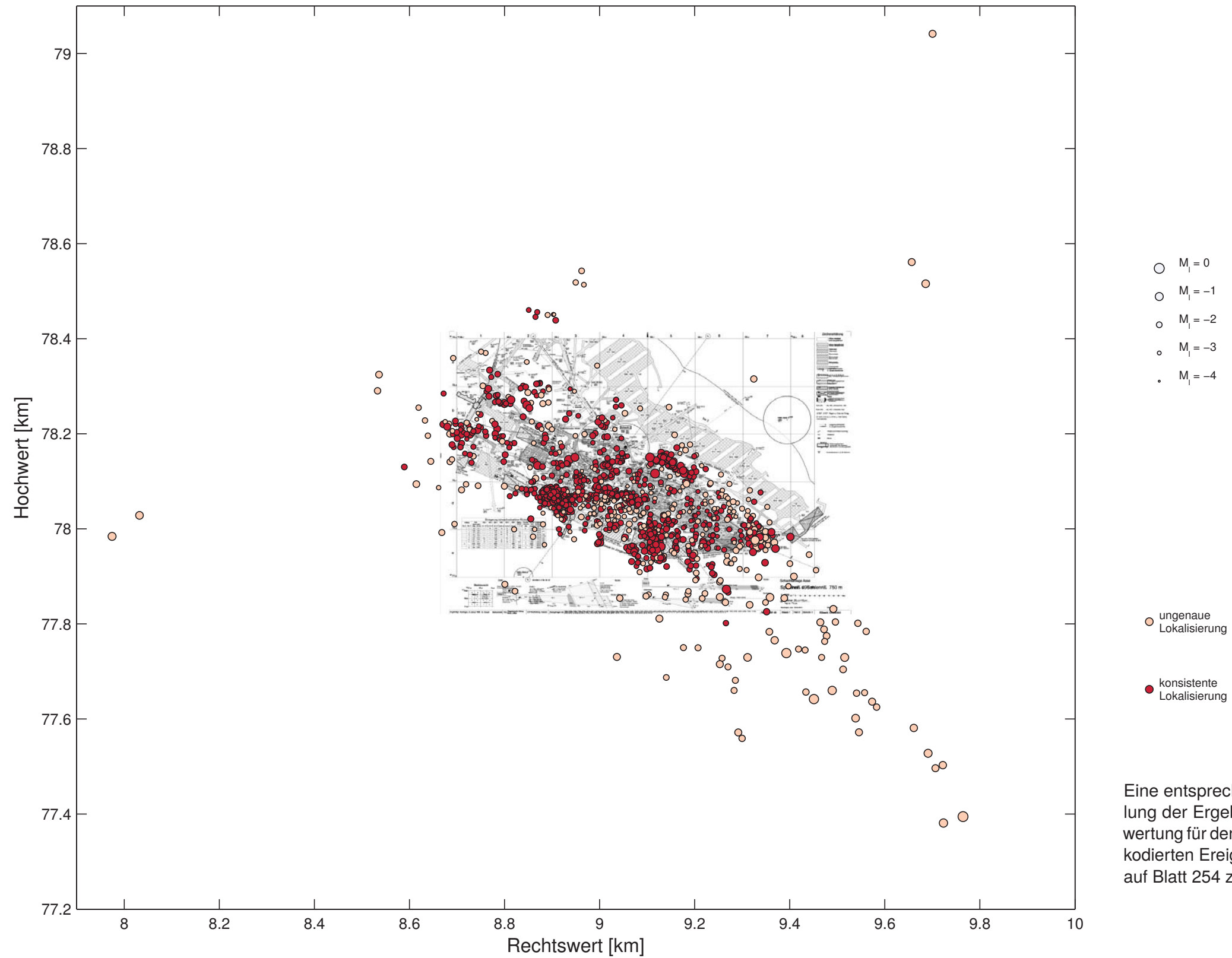
Mikroseismizität vom 01.10.2015 bis 30.09.2016, gesamter ueberwachter Bereich: 1441 Ereignisse (nur Betriebsruhephasen)
 automatische Auswertung mit festen Geschwindigkeiten, Magnituden aus Einzelspuren, Stand: 10.04.2017



Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00

Laterale Verteilung der Ereignisse in den Betriebsruhephasen des Berichtszeitraums 2016 (Automatik)

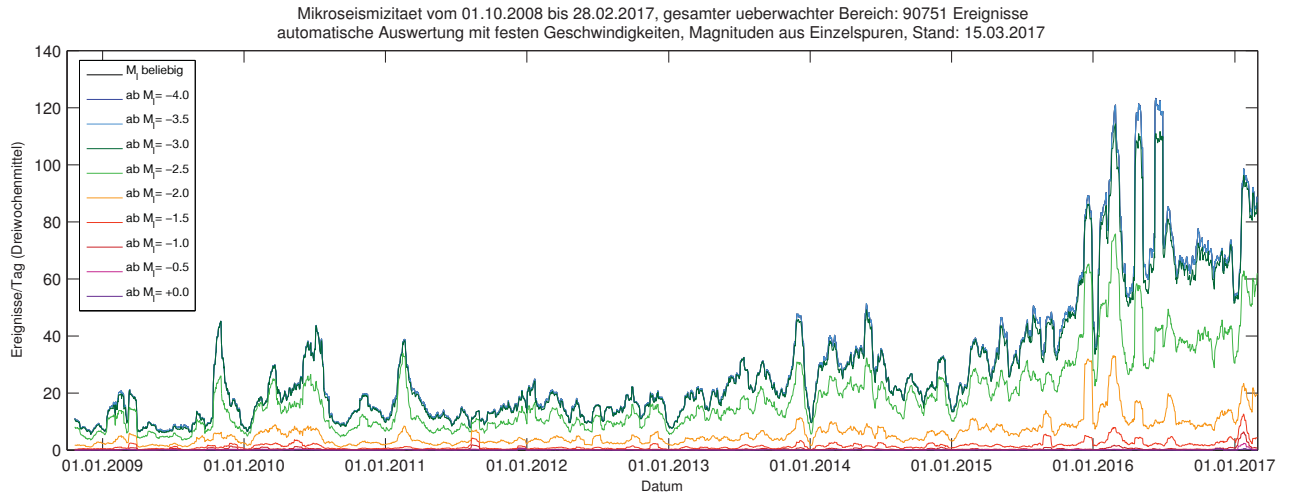
Mikroseismizität vom 01.10.2015 bis 30.09.2016, gesamter ueberwachter Bereich: 1441 Ereignisse (nur Betriebsruhephasen)
automatische Auswertung mit festen Geschwindigkeiten, Magnituden aus Einzelspuren, Stand: 10.04.2017



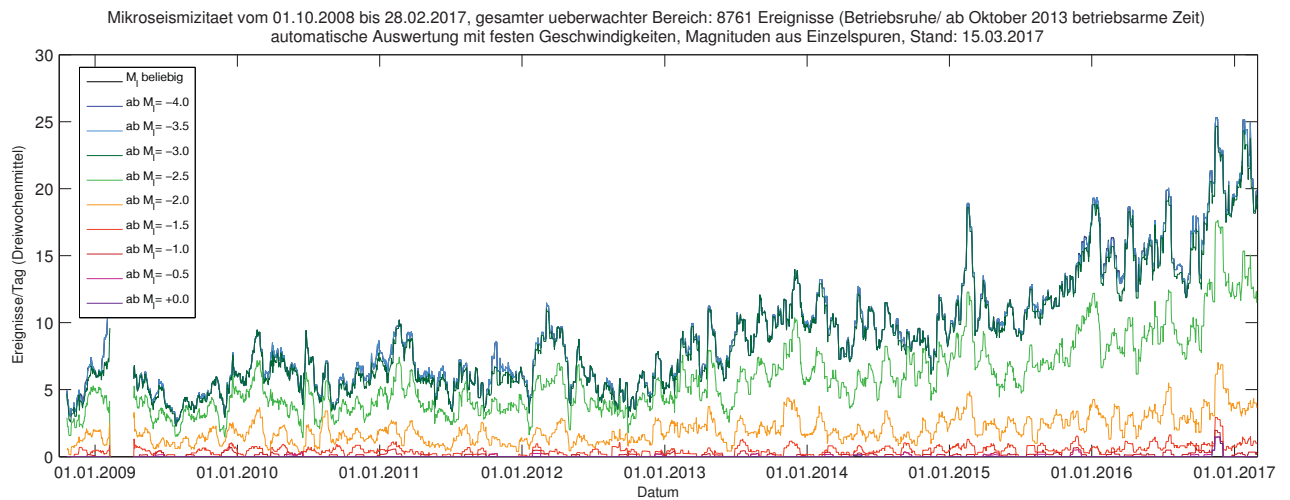
Eine entsprechende, gleich skalierte Darstellung der Ergebnisse der automatischen Auswertung für den Berichtszeitraum 2016 mit farb-kodierten Ereignismonaten ist in Anhang 5.11 auf Blatt 254 zu finden.

Anhang 5.8: Dreiwochenmittel der Ereignisraten von 10/2008 bis 2/2017 (gesamter überwachter Bereich)

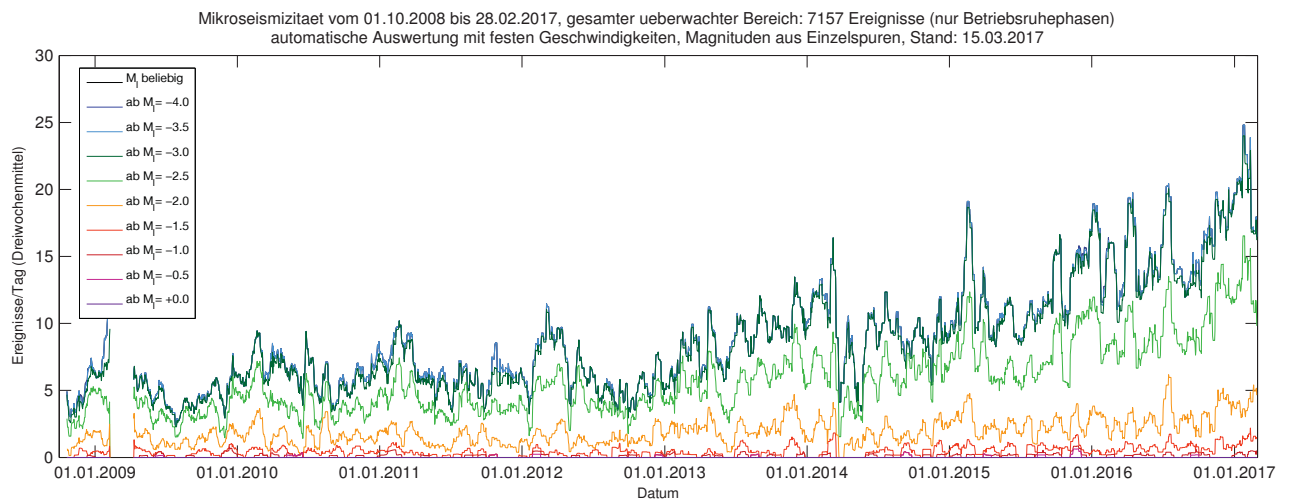
Aus allen automatisch lokalisierten Ereignissen (inkl. arbeitsbedingten) berechnete Ereignisraten




Aus Ereignissen während betriebsarmer Zeiten hochgerechnete Ereignisraten (mit einem kleinen Anteil direkt arbeitsbedingter Ereignisse)



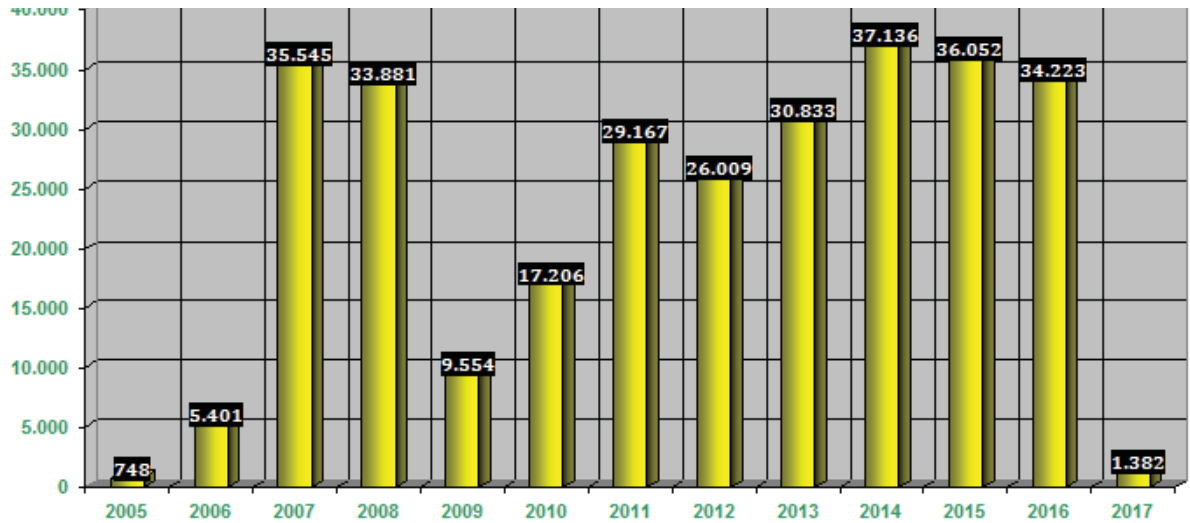
Aus Ereignissen während der Betriebsruhephasen hochgerechnete Ereignisraten



Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	

Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen
 Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung

Anhang 5.9: Sorelbetonmenge in Kubikmetern pro Kalenderjahr



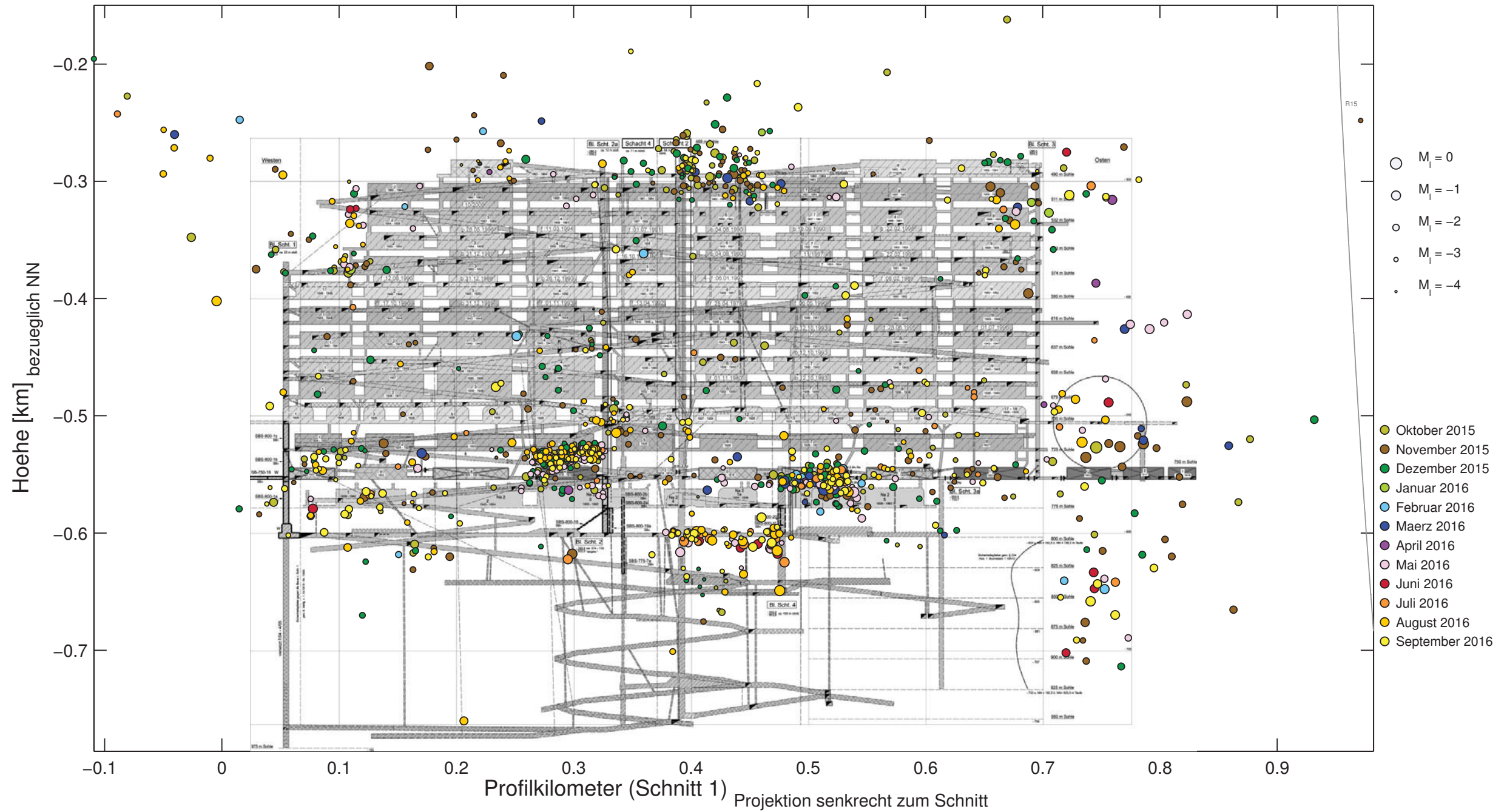
(Stand 14.02.2017)

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NNA	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00

Anhang 5.10: Ausgewählte mikroseismische Ereignisse von 10/2015 bis 09/2016 (manuelle Auswertung, Schnitt 1, Draufsicht und Schnitt 2)

Projektion ausgewählter manuell lokalisierter Ereignisse des Berichtszeitraums 2016 auf Schnitt 1

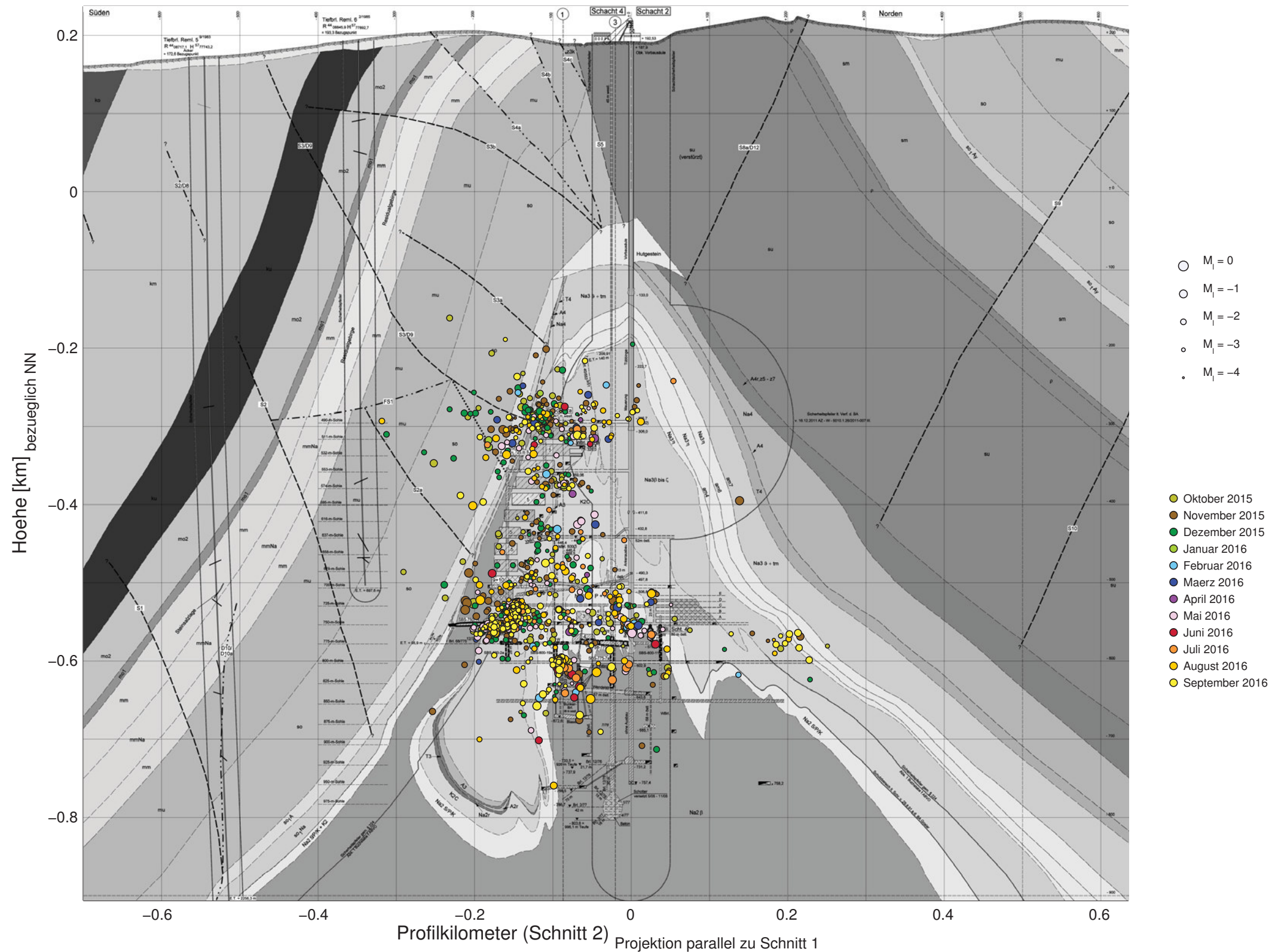
Mikroseismizität vom 01.10.2015 bis 30.09.2016, gesamter ueberwachter Bereich: 1135 Ereignisse
 manuelle Auswertung mit festen Geschwindigkeiten, Magnituden aus Einzelspuren, Stand: 10.04.2017



Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NNA	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00

Projektion ausgewählter manuell lokalisierter Ereignisse des Berichtszeitraums 2016 auf Schnitt 2

Mikroseismizitaet vom 01.10.2015 bis 30.09.2016, gesamter ueberwachter Bereich: 1135 Ereignisse
 manuelle Auswertung mit festen Geschwindigkeiten, Magnituden aus Einzelspuren, Stand: 10.04.2017

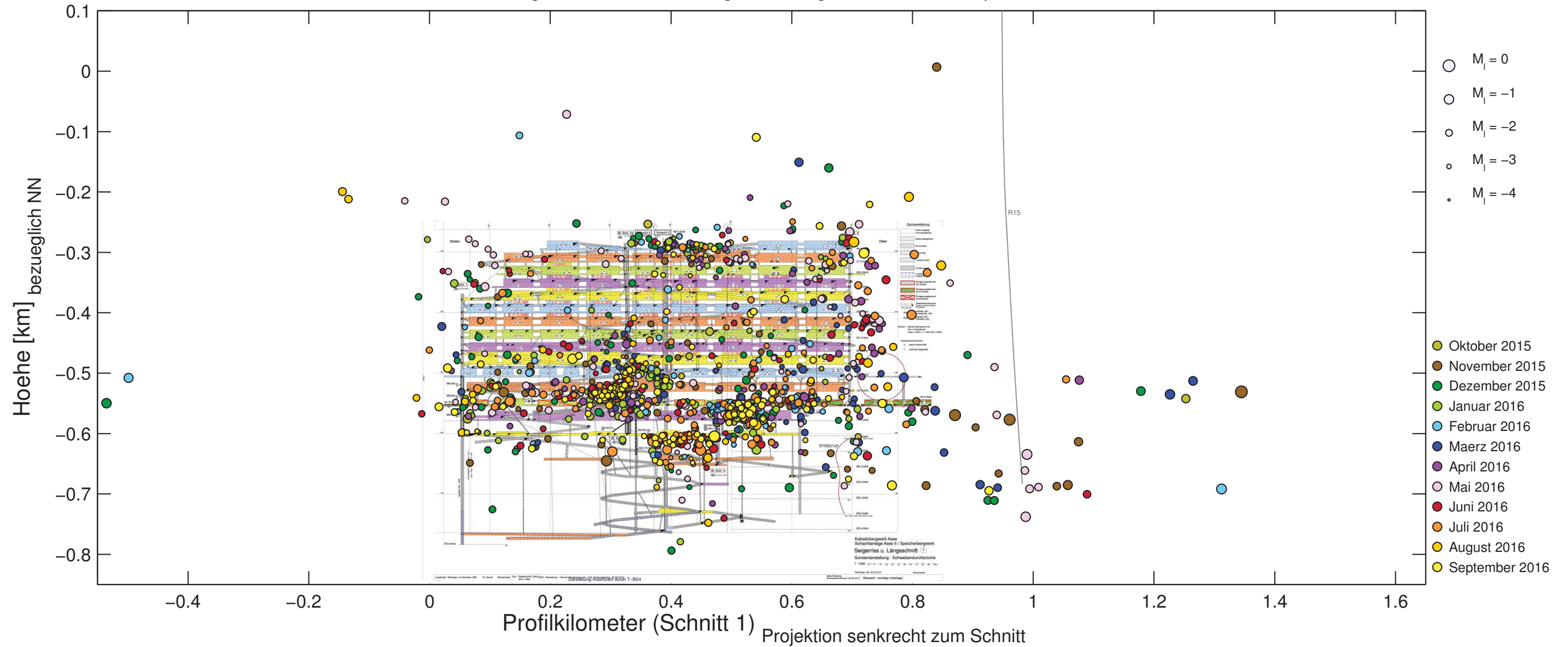


Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NNA	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00

Anhang 5.11: Mikroseismischen Ereignisse in den Betriebsruhephasen von 10/2015 bis 09/2016 (Schnitt 1 und Draufsicht und tabelliert nach Tiefe und Magnitude)

Projektion aller Ereignisse in den Betriebsruhephasen des Berichtszeitraums 2016 (Automatik) auf Schnitt 1

Mikroseismizitaet vom 01.10.2015 bis 30.09.2016, gesamter ueberwachter Bereich: 1441 Ereignisse (nur Betriebsruhephasen)
 automatische Auswertung mit festen Geschwindigkeiten, Magnituden aus Einzelspuren, Stand: 15.03.2017

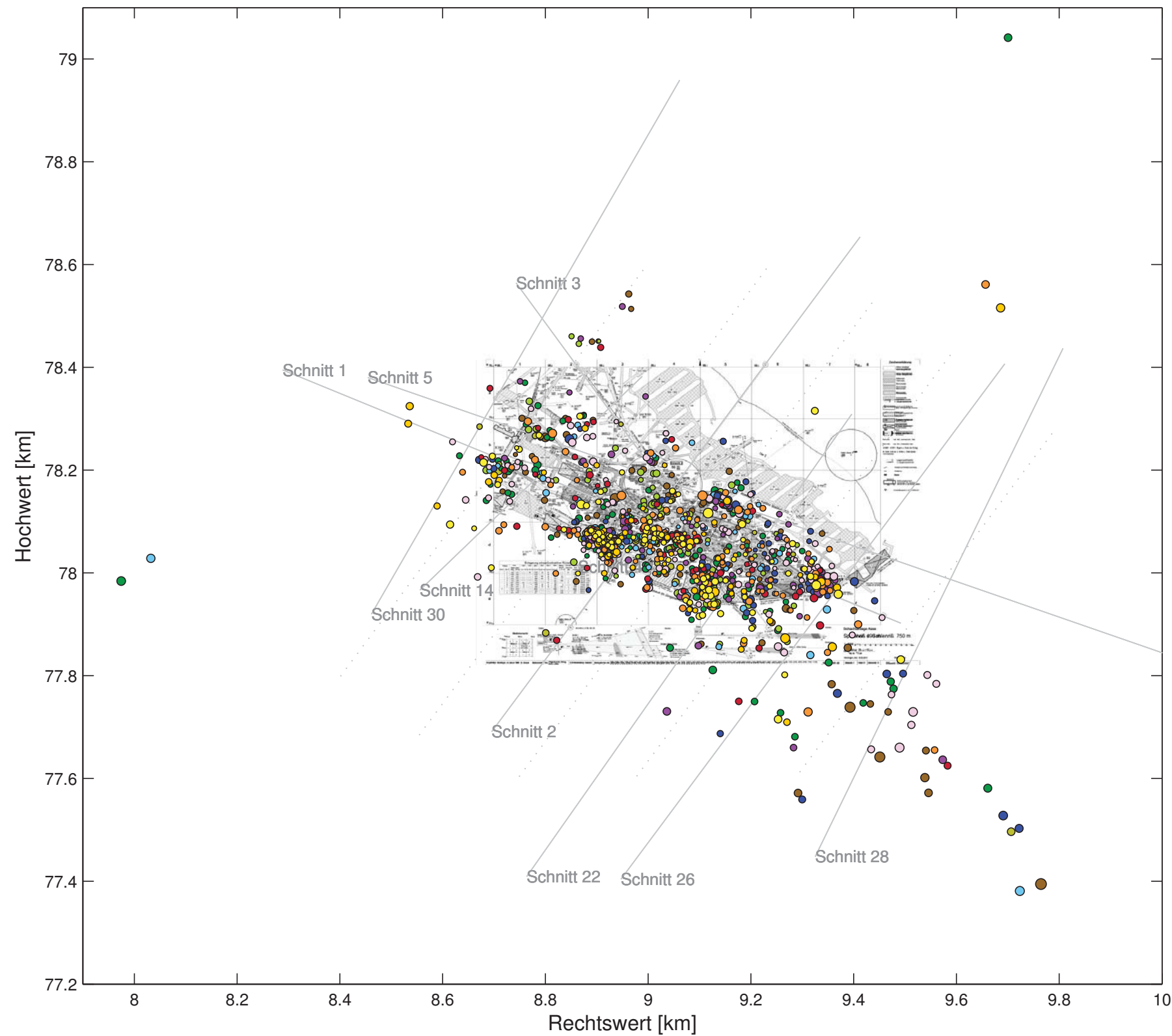


Eine entsprechende, gleich skalierte Darstellung der Ergebnisse der automatischen Auswertung für den Berichtszeitraum 2015 ist in Anhang 5.5 auf Blatt 239 und eine entsprechende, gleich skalierte Darstellung der Ergebnisse der automatischen Auswertung für den Berichtszeitraum 2016 mit farbkodierter Konsistenz der Lokalisierung ist in Anhang 5.7 auf Blatt 245 zu finden.

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NNA	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00

Laterale Verteilung der Ereignisse des Berichtszeitraums 2016 (Automatik)

Mikroseismizität vom 01.10.2015 bis 30.09.2016, gesamter ueberwachter Bereich: 1441 Ereignisse (nur Betriebsruhephasen)
automatische Auswertung mit festen Geschwindigkeiten, Magnituden aus Einzelspuren, Stand: 03.04.2017



Die Grenzen für die Zuordnung der Ereignisse zu den Schnitten 30, 14, 2, 22, 26 und 28 (siehe Anhang 5.19 auf Blatt 268ff) sind als dünne graupunktierte Linien dargestellt.

- $M_l = 0$
- $M_l = -1$
- $M_l = -2$
- $M_l = -3$
- $M_l = -4$

- Oktober 2015
- November 2015
- Dezember 2015
- Januar 2016
- Februar 2016
- März 2016
- April 2016
- Mai 2016
- Juni 2016
- Juli 2016
- August 2016
- September 2016

Eine entsprechende, gleich skalierte Darstellung der Ergebnisse der automatischen Auswertung für den Berichtszeitraum 2015 ist in Anhang 5.5 auf Blatt 240 und eine entsprechende, gleich skalierte Darstellung der Ergebnisse der automatischen Auswertung für den Berichtszeitraum 2016 mit farbkodierter Konsistenz der Lokalisierung ist in Anhang 5.7 auf Blatt 247 zu finden.

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NINAA	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung						
						Blatt: 255

Ereignisanzahlen nach Sohlen und Magnituden im Berichtszeitraum 2016 (Betriebsruhe, Automatik)

Mikroseismizität vom 01.10.2015 bis 30.09.2016, gesamter ueberwachter Bereich: 1441 Ereignisse (nur Betriebsruhephasen)
automatische Auswertung mit festen Geschwindigkeiten, Magnituden aus Einzelspuren, Stand: 17.03.2017

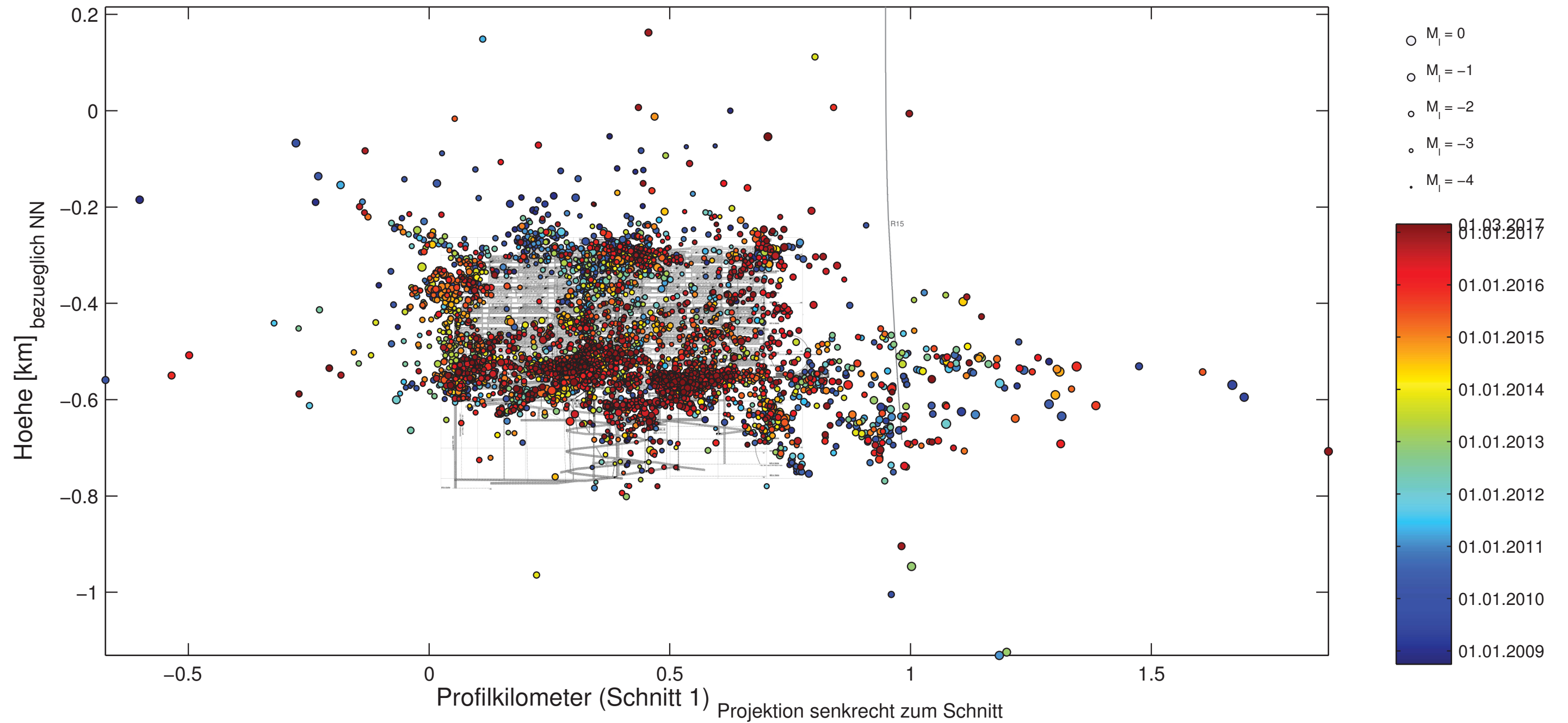
Sohle	$M_l < -4$	$-4 \leq M_l < -3$	$-3 \leq M_l < -2$	$-2 \leq M_l < -1$	$-1 \leq M_l < 0$	$0 \leq M_l$	M_l beliebig	min (M_l)	max (M_l)
<490	0	1	27	16	0	0	44	-3.4	-1.1
490	0	7	55	7	2	0	71	-3.4	-0.7
511	0	0	38	4	1	0	43	-3.0	-1.0
532	0	1	19	2	0	0	22	-3.2	-1.5
553	0	1	6	6	0	0	13	-3.0	-1.6
574	0	0	6	6	0	0	12	-2.3	-1.5
595	0	1	12	3	0	0	16	-3.0	-1.1
616	0	0	24	9	0	0	33	-2.7	-1.5
637	0	5	16	4	0	0	25	-3.7	-1.6
658	0	0	27	8	0	0	35	-2.9	-1.5
679	0	5	49	4	1	0	59	-3.4	-1.0
700	0	2	67	17	0	0	86	-3.1	-1.2
725	0	7	387	34	3	0	431	-3.3	-0.0
750	0	1	210	54	0	0	265	-3.0	-1.0
775	0	0	67	32	2	0	101	-2.9	-0.3
800	0	2	73	14	1	0	90	-3.1	-0.5
825	0	5	26	13	3	0	47	-3.3	-0.6
850	0	3	12	2	1	0	18	-3.1	-0.7
875	0	0	8	9	1	0	18	-2.8	-0.8
900	0	0	2	4	0	0	6	-2.6	-1.4
925	0	0	1	1	1	0	3	-2.4	-1.0
950	0	0	0	1	0	0	1	-1.9	-1.9
975	0	0	1	1	0	0	2	-2.3	-1.9
gesamt	0	41	1133	251	16	0	1441	-3.7	-0.0

Die tabellierten Ereignisanzahlen wurden nicht hochgerechnet. Auf die Gesamtzeit hochgerechnet, sind die Ereignisanzahlen etwa vier Mal so groß (vgl. Anhang 5.4 auf Blatt 238).

Anhang 5.12: Übersicht über die räumliche Verteilung der mikroseismischen Ereignisse in den Betriebsruhephasen von 10/2008 bis 02/2017 (Schnitt 1 und Draufsicht) (Automatik)

Projektion aller Ereignisse in den Betriebsruhephasen von 10/2008 bis 02/2017 (Automatik) auf Schnitt 1

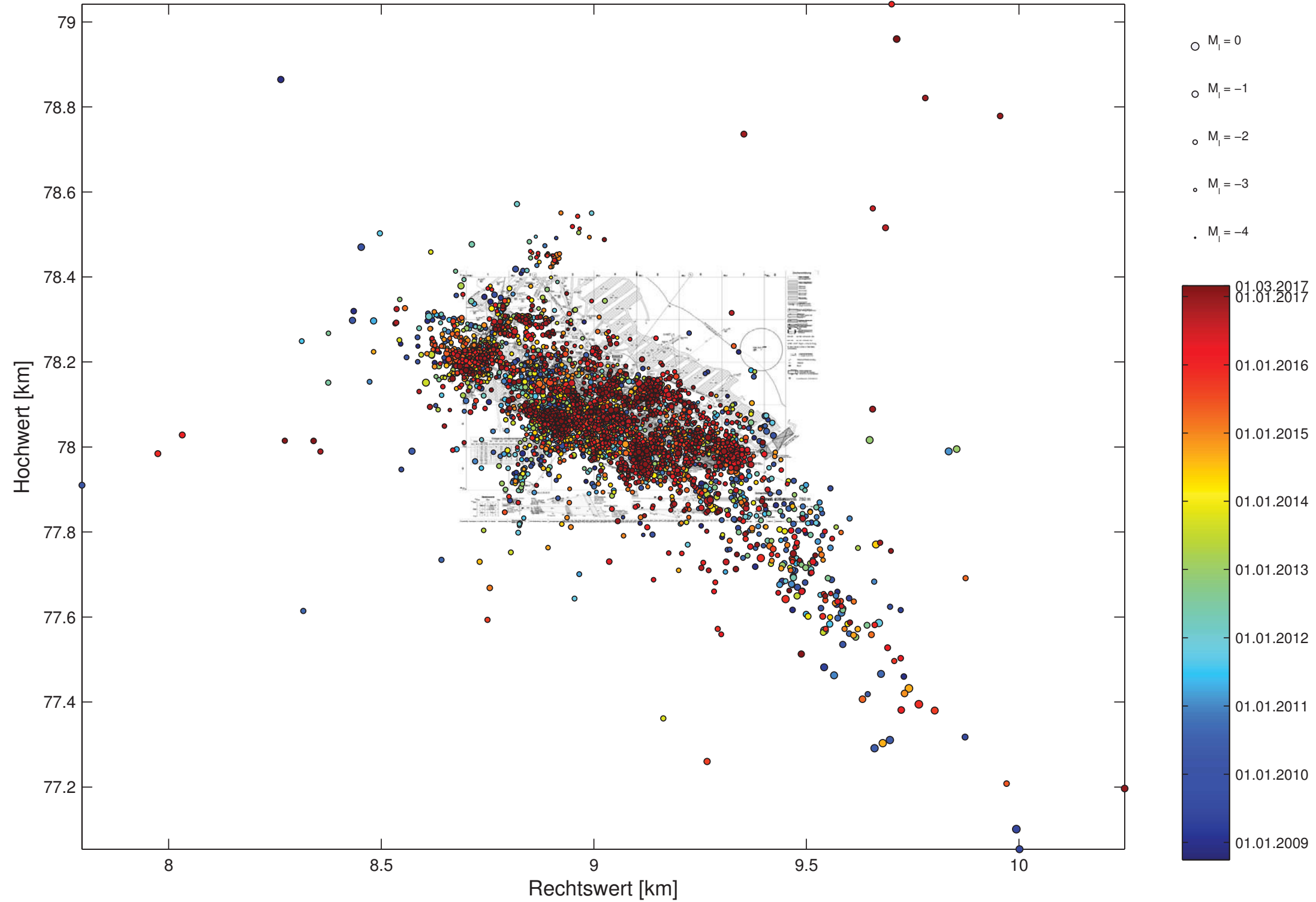
Mikroseismizität vom 01.10.2008 bis 28.02.2017, gesamter ueberwachter Bereich: 7157 Ereignisse (nur Betriebsruhephasen)
automatische Auswertung mit festen Geschwindigkeiten, Magnituden aus Einzelspuren, Stand: 14.03.2017



Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NNA	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00

**Laterale Verteilung der Ereignisse in den Betriebsruhephasen von 10/2008 bis 02/2017
 (Automatik)**

Mikroseismizitaet vom 01.10.2008 bis 28.02.2017, gesamter ueberwachter Bereich: 7157 Ereignisse (nur Betriebsruhephasen)
 automatische Auswertung mit festen Geschwindigkeiten, Magnituden aus Einzelspuren, Stand: 14.03.2017

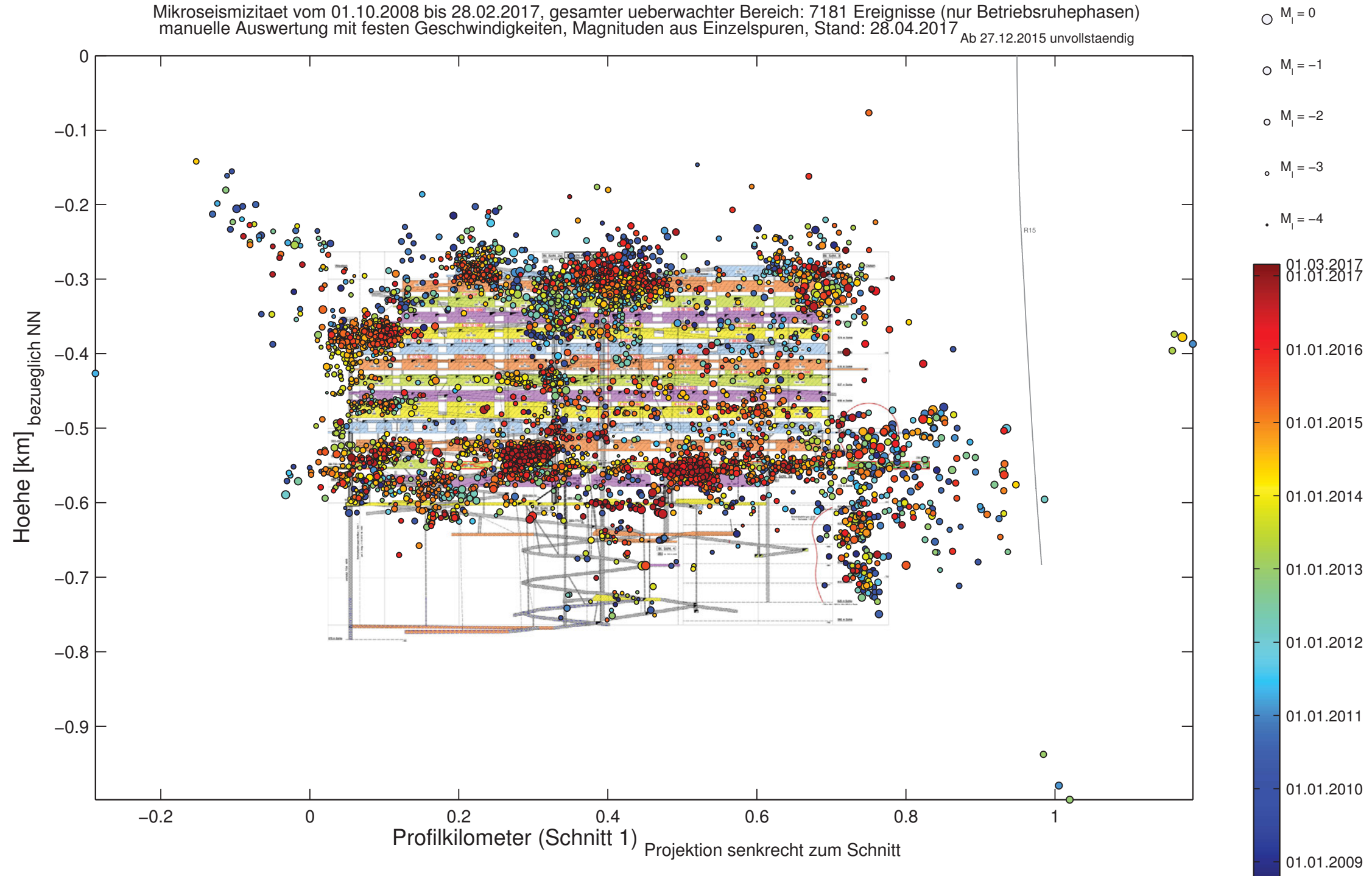


Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NNA	NNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00

Anhang 5.13: Übersicht über die räumliche Verteilung der mikroseismischen Ereignisse in den Betriebsruhephasen von 10/2008 bis 02/2017 (manuelle Auswertung, ab 27.12.2016 teilweise nicht repräsentative Auswahl): Schnitt 1, Schnitt 2 und Draufsicht

Projektion aller Ereignisse in den Betriebsruhephasen von 10/2008 bis 02/2017 (manuell ausgewertet, bis 26.12.2015 vollständig) auf Schnitt 1

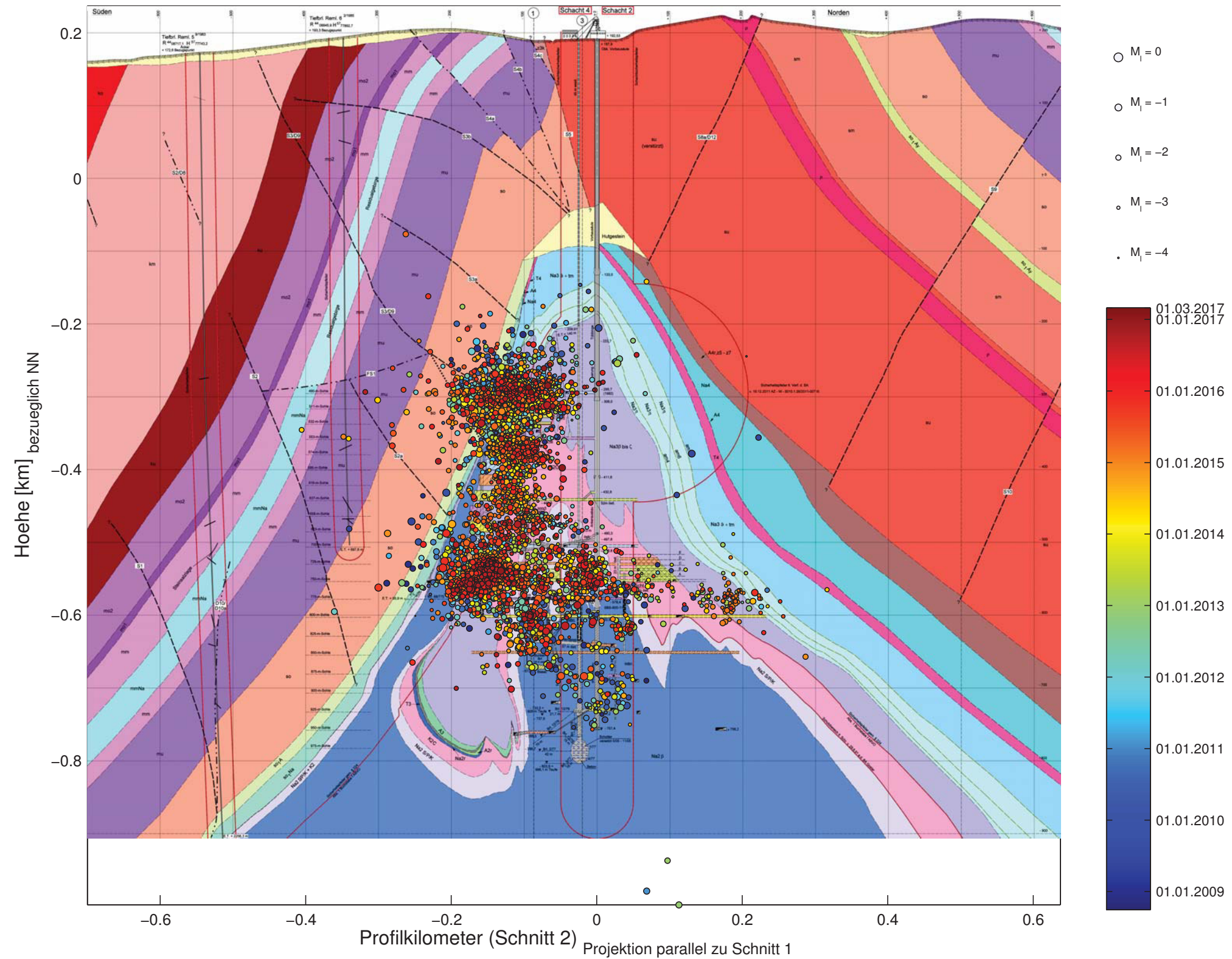
Mikroseismizität vom 01.10.2008 bis 28.02.2017, gesamter ueberwachter Bereich: 7181 Ereignisse (nur Betriebsruhephasen)
 manuelle Auswertung mit festen Geschwindigkeiten, Magnituden aus Einzelspuren, Stand: 28.04.2017
 Ab 27.12.2015 unvollständig



Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00

Projektion aller Ereignisse in den Betriebsruhephasen von 10/2008 bis 02/2017 (manuell ausgewertet, bis 26.12.2015 vollstaendig) auf Schnitt 2

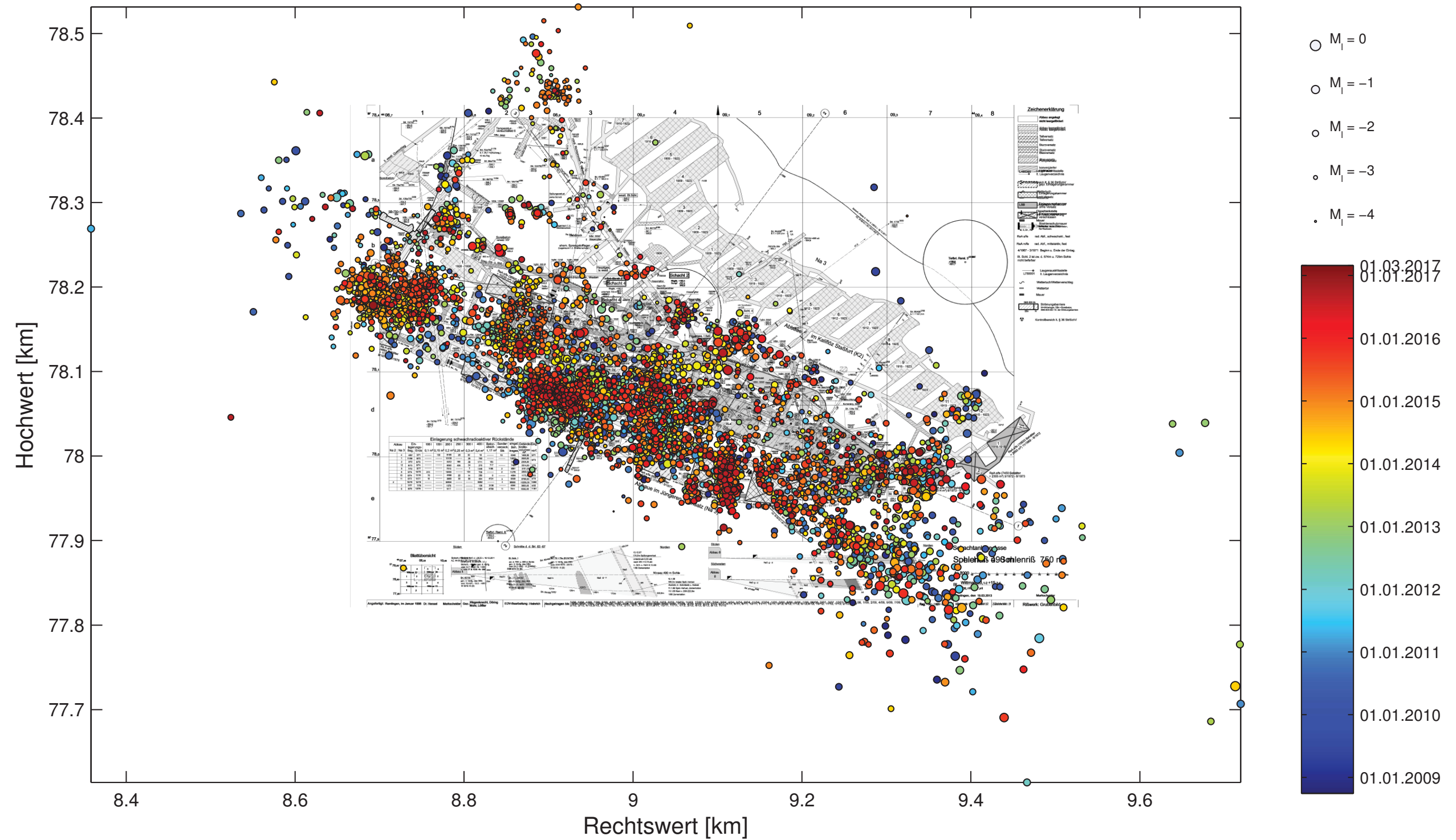
Mikroseismizitaet vom 01.10.2008 bis 28.02.2017, gesamter ueberwachter Bereich: 7181 Ereignisse (nur Betriebsruhephasen)
 manuelle Auswertung mit festen Geschwindigkeiten, Magnituden aus Einzelspuren, Stand: 28.04.2017
 Ab 27.12.2015 unvollstaendig



Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00

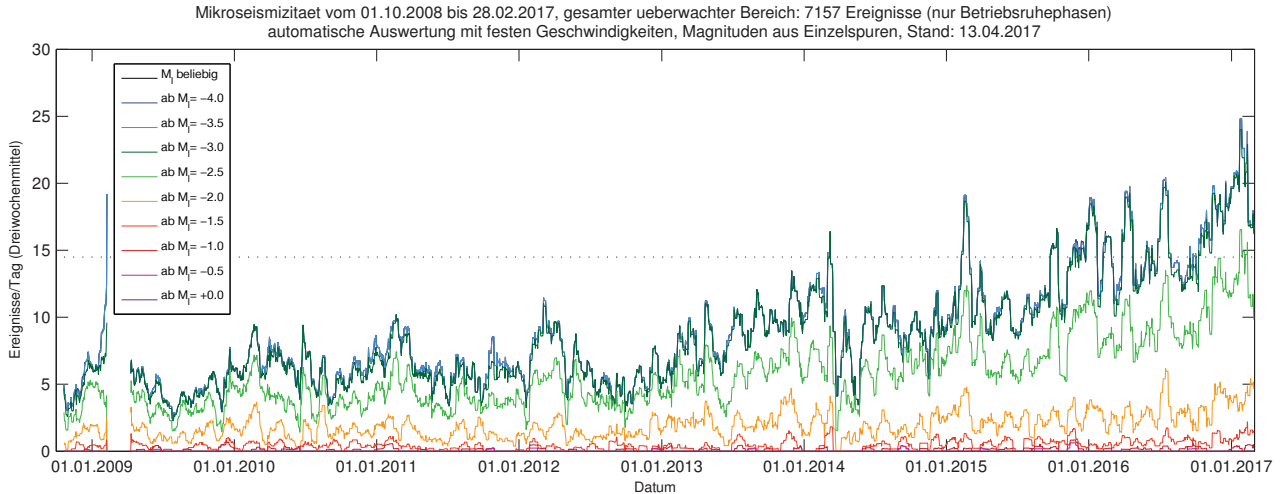
**Laterale Verteilung der Ereignisse in den Betriebsruhephasen von 10/2008 bis 02/2017
 (manuell ausgewertet, bis 26.12.2015 vollständig)**

Mikroseismizität vom 01.10.2008 bis 28.02.2017, gesamter ueberwachter Bereich: 7181 Ereignisse (nur Betriebsruhephasen)
 manuelle Auswertung mit festen Geschwindigkeiten, Magnituden aus Einzelspuren, Stand: 28.04.2017
 Ab 27.12.2015 unvollstaendig



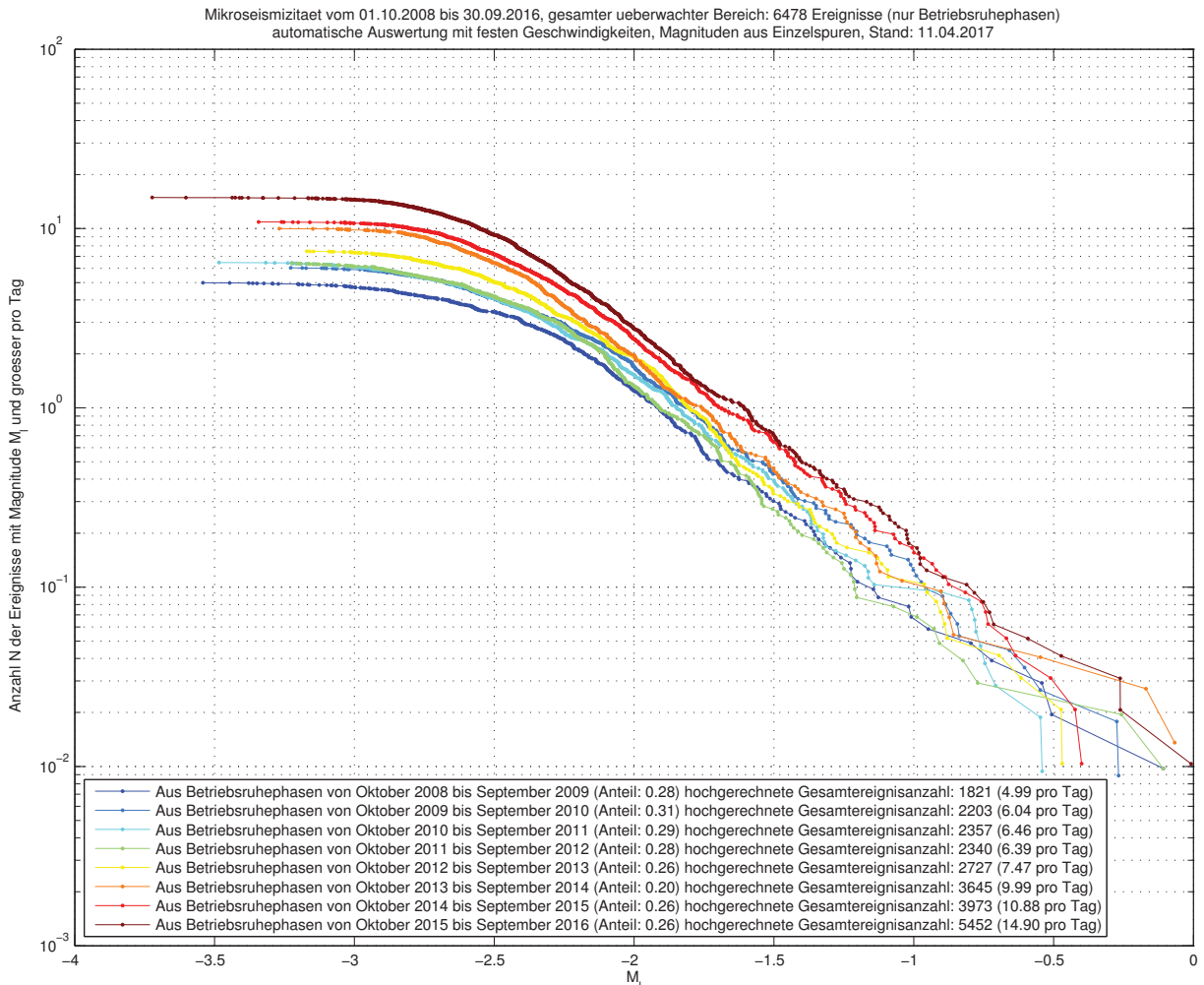
Anhang 5.14: Zeitliche Entwicklung der mittleren mikroseismischen Aktivität im gesamten überwachten Bereich (Automatik) aufgeschlüsselt nach Magnituden

Ereignisrate in den Betriebsruhephasen von 10/2008 bis 02/2017



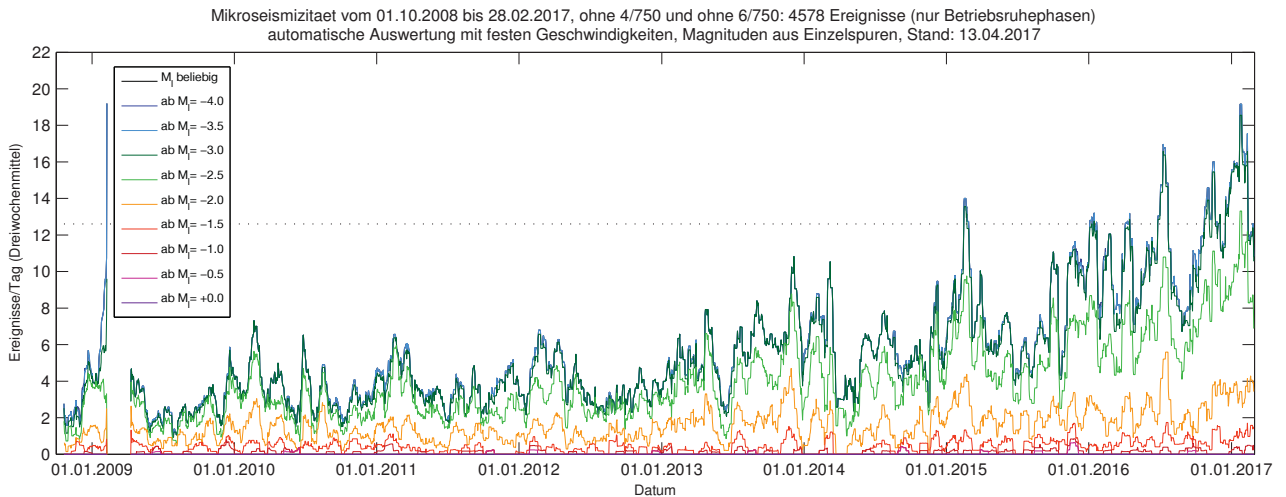
Die gepunktete, schwarze, horizontale Linie wurde analog zum Meldekriterium bezüglich der mikroseismischen Ereignisrate im Rahmen der Überwachung der FSV (vgl. [28]) berechnet.

Magnituden-Häufigkeits-Verteilung von 10/2008 bis 09/2016

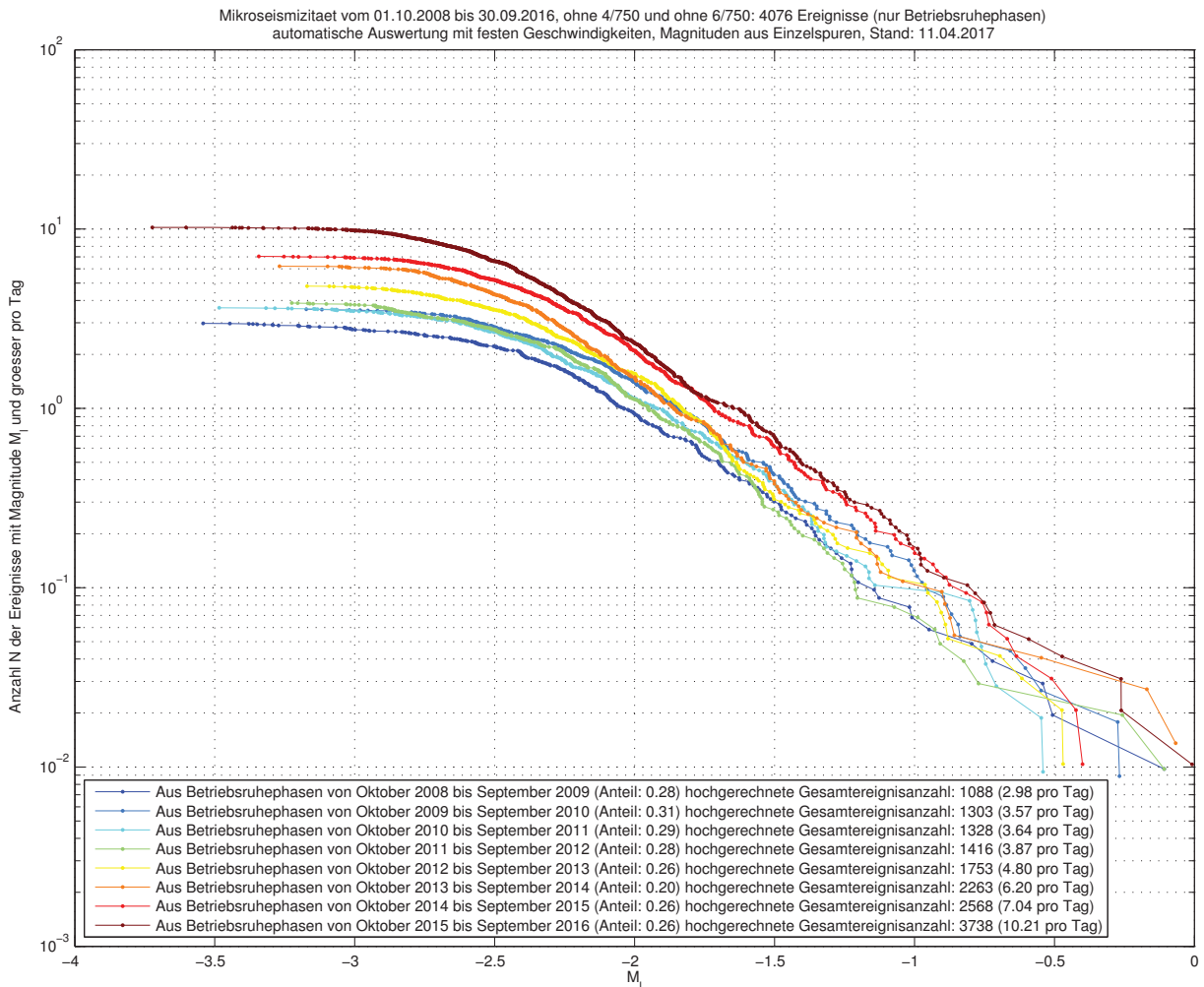


Anhang 5.15: Zeitliche Entwicklung der mittleren mikroseismischen Aktivität ohne die Cluster bei ELK 4/750 und ELK 6/750 (Automatik) aufgeschlüsselt nach Magnituden

Ereignisrate in den Betriebsruhephasen von 10/2008 bis 02/2017



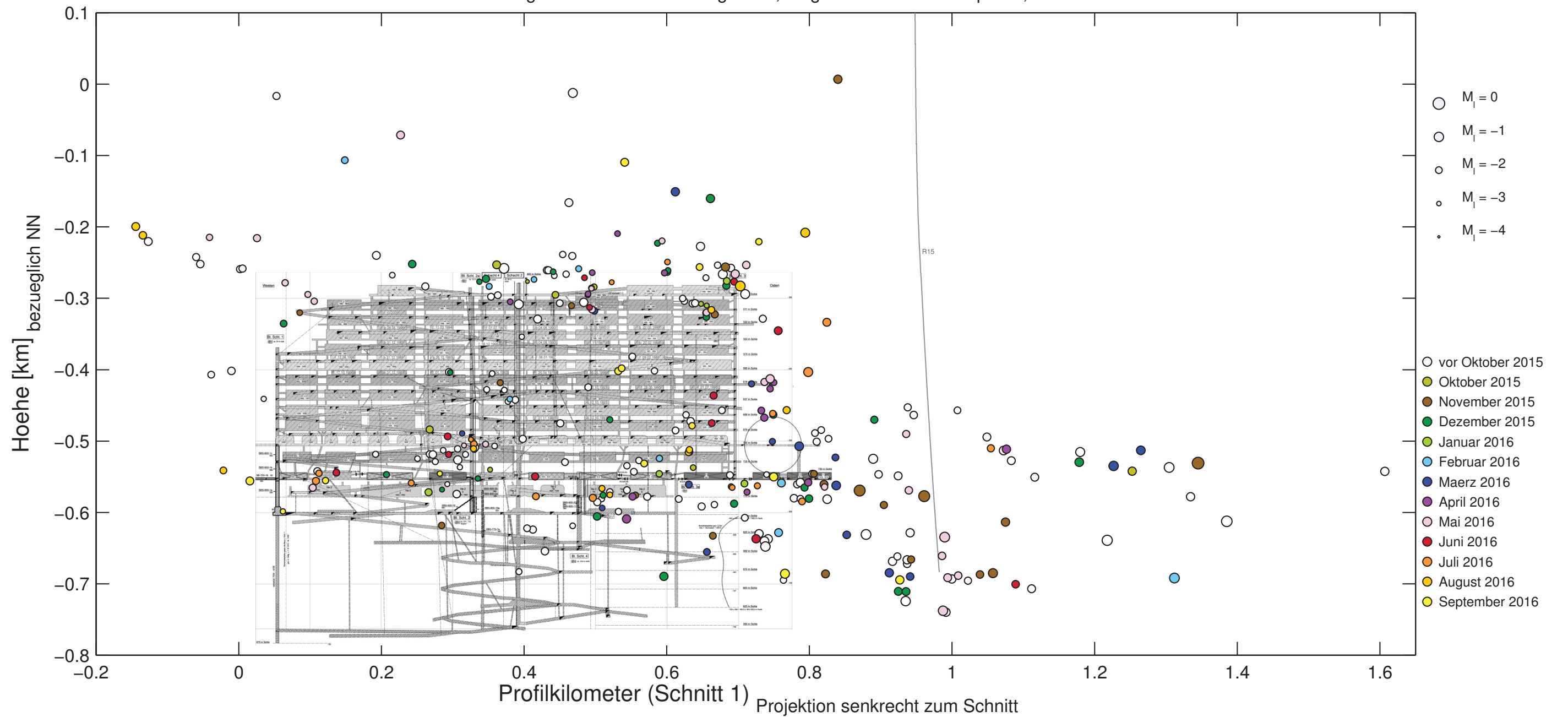
Magnituden-Häufigkeits-Verteilung von 10/2008 bis 09/2016



Anhang 5.16: Mikroseismische Ereignisse aufgeteilt nach Deckgebirge, den Abbauen an der Südflanke und übrigen Ereignissen (Schnitt 1)

Projektion der Ereignisse im Deckgebirge und oberhalb der Grube, sowie unterhalb der 574-m-Sohle in der Salzbarriere südöstlich des Grubengebäudes, in den Betriebsruhephasen von 10/2014 bis 09/2016 auf Schnitt 1

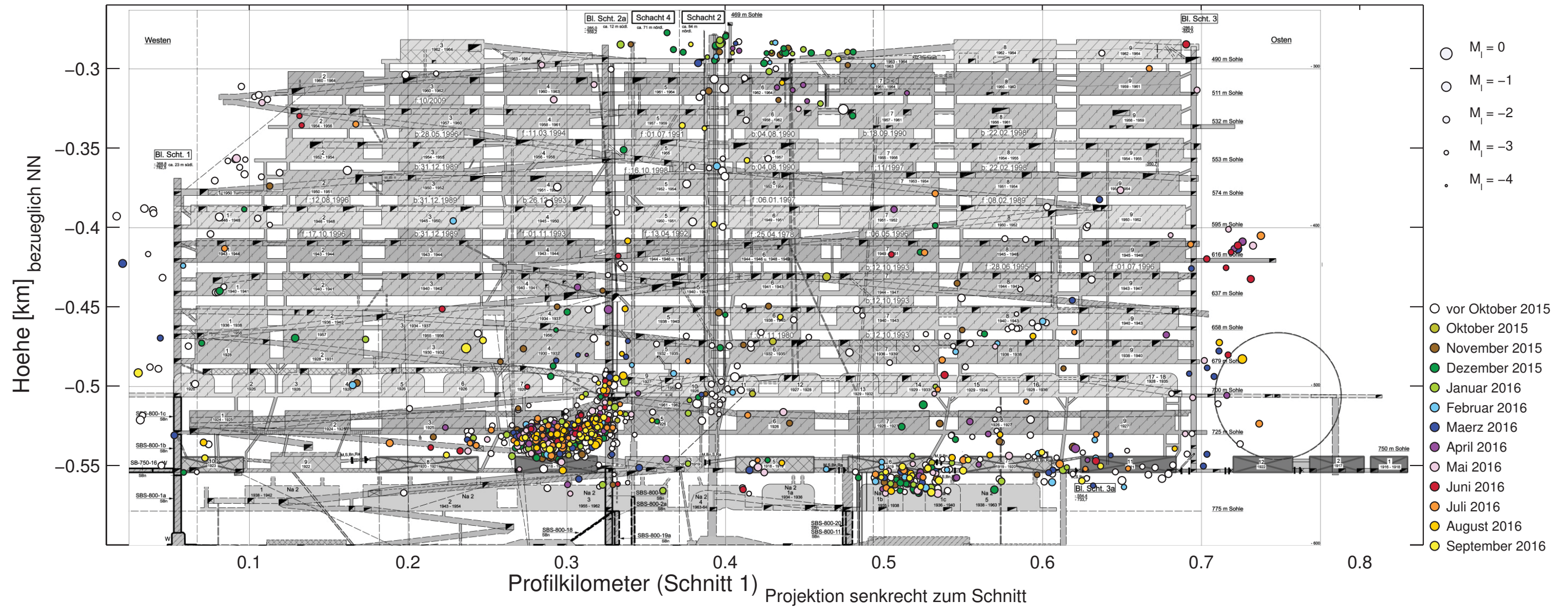
Mikroseismizität vom 01.10.2014 bis 30.09.2016, oberes und südliches Deckgebirge: 319 Ereignisse (nur Betriebsruhephasen)
 automatische Auswertung mit festen Geschwindigkeiten, Magnituden aus Einzelspuren, Stand: 04.04.2017



Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00

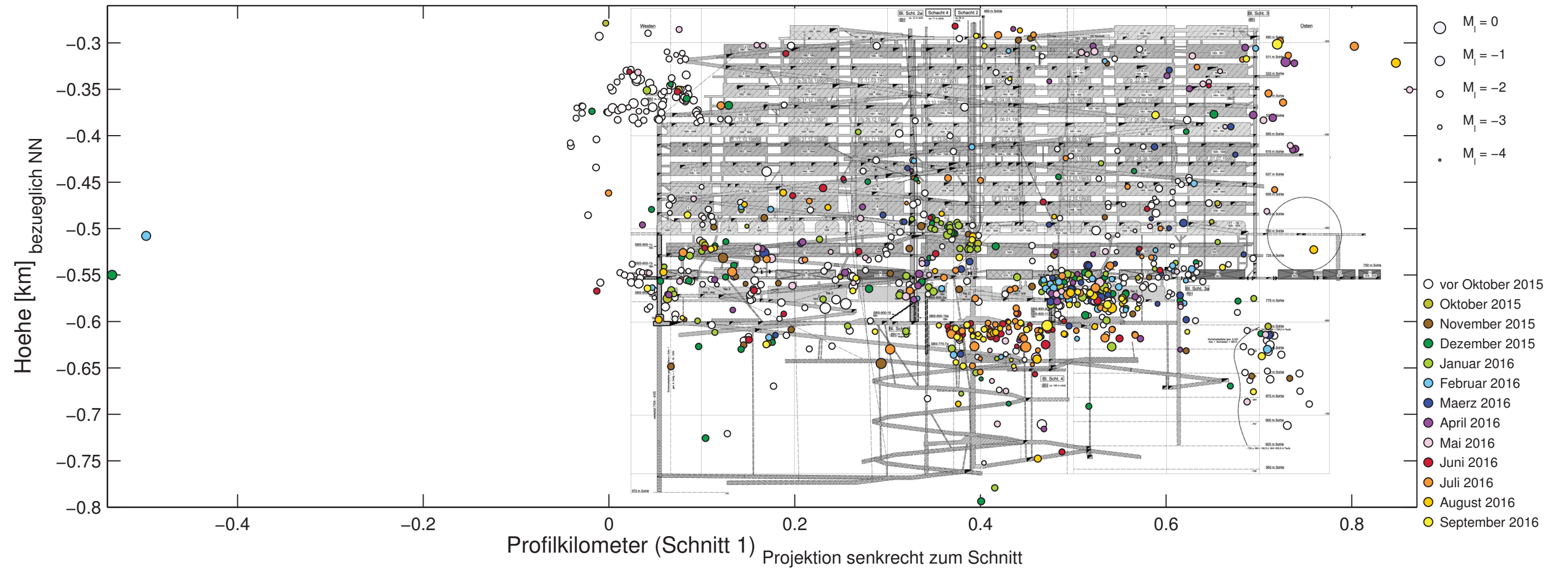
Projektion der Ereignisse im Bereich der Abbaue an der Südflanke in den Betriebsruhephasen von 10/2014 bis 09/2016 auf Schnitt 1

Mikroseismizitaet vom 01.10.2014 bis 30.09.2016, Abbaue der Suedflanke: 1234 Ereignisse (nur Betriebsruhephasen)
 automatische Auswertung mit festen Geschwindigkeiten, Magnituden aus Einzelspuren, Stand: 04.04.2017




Projektion der Ereignisse ohne die in Anhang 5.16 auf den Blättern 263 und 264 dargestellten Ereignisse in den Betriebsruhephasen von 10/2014 bis 09/2016 auf Schnitt 1

Mikroseismizitaet vom 01.10.2014 bis 30.09.2016, Gesamtbereich ohne oberes und suedliches Deckgebirge sowie Abbaue der Suedflanke: 937 Ereignisse (nur Betriebsruhephasen)
 automatische Auswertung mit festen Geschwindigkeiten, Magnituden aus Einzelspuren, Stand: 04.04.2017



Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00

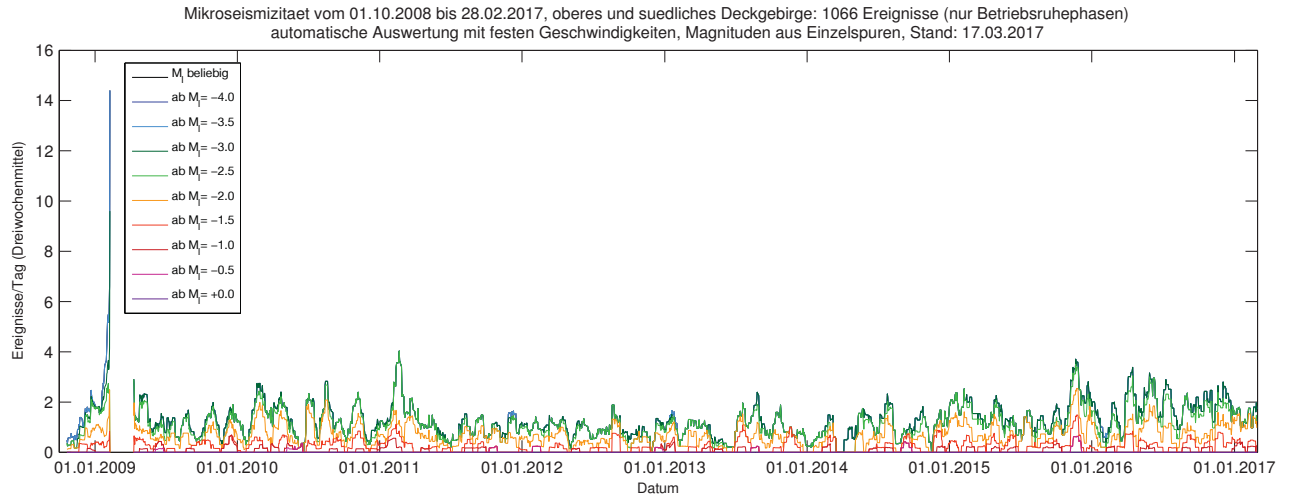


ASSE
GmbH – Verantwortlich handeln.

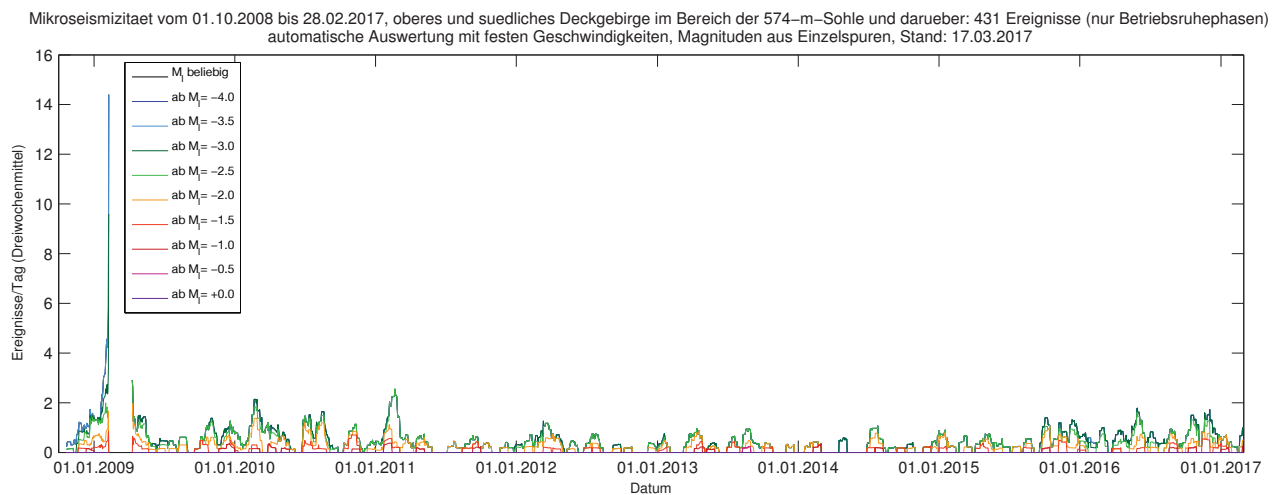
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung	Blatt: 266
---	------------

Anhang 5.17: Dreiwochenmittel der Ereignisraten von 10/2008 bis 2/2017 im Deckgebirge

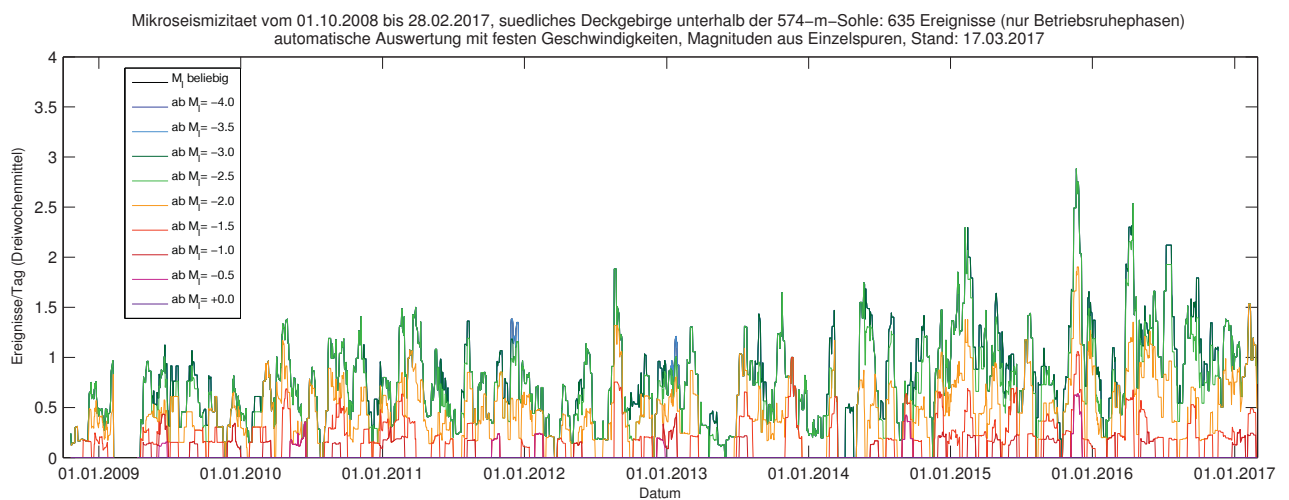
Ereignisrate im südlichen Deckgebirge, vgl. Anhang 5.16 auf Blatt 263



Ereignisrate im oberen Teil des südlichen Deckgebirges, vgl. Anhang 5.16 auf Blatt 263

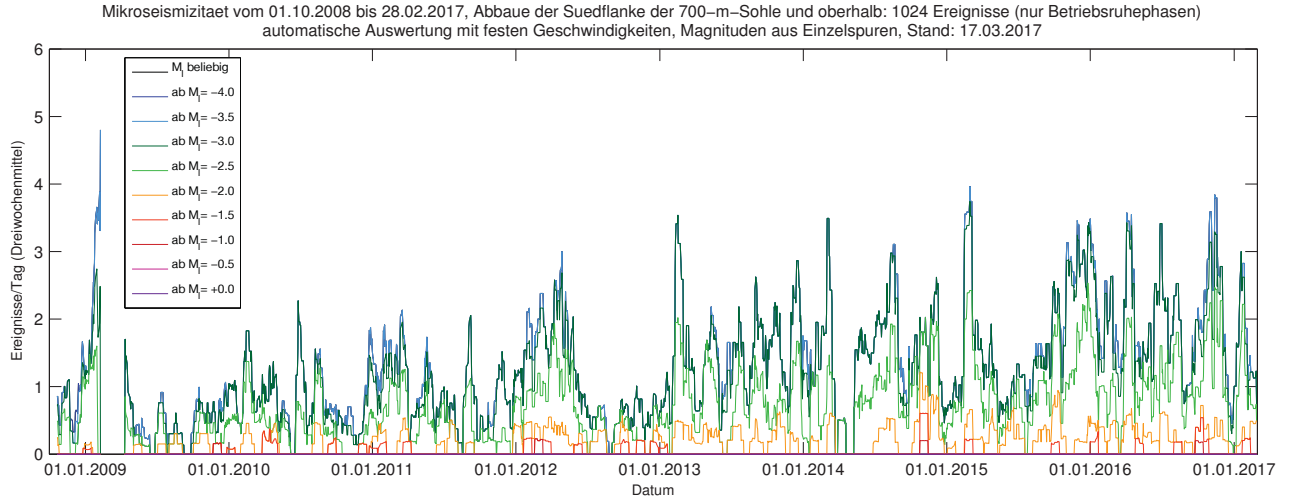


Ereignisrate im unteren Teil des südlichen Deckgebirges, vgl. Anhang 5.16 auf Blatt 263

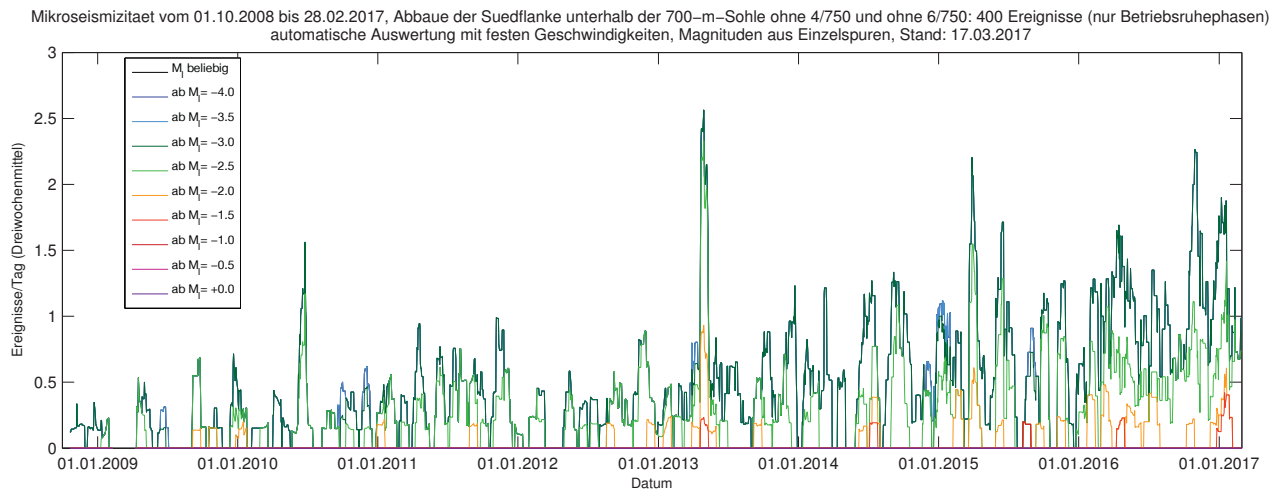


Anhang 5.18: Dreiwochenmittel der Ereignisraten von 10/2008 bis 2/2017 in den Abbauen an der Südflanke und nördlich davon

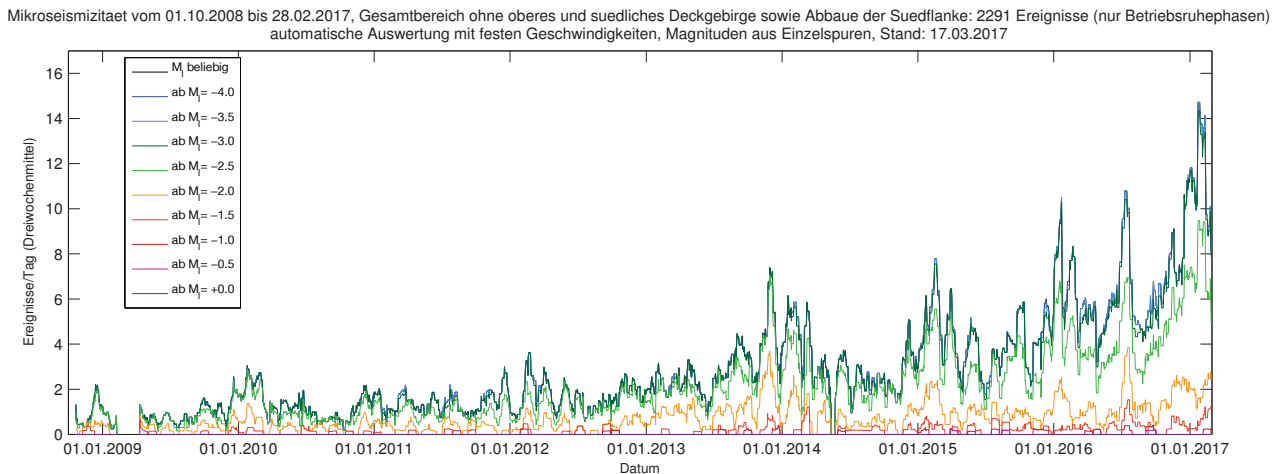
Ereignisrate in den oberen und mittleren Abbauen an der Südflanke, vgl. Anhang 5.16 auf Blatt 264



Ereignisrate in den unteren Abbauen an der Südflanke ohne ELK 4/750 und ELK 6/750, vgl. Anhang 5.16 auf Blatt 264



Ereignisrate nördlich und unterhalb des Baufelds an der Südflanke, vgl. Anhang 5.16 auf Blatt 265

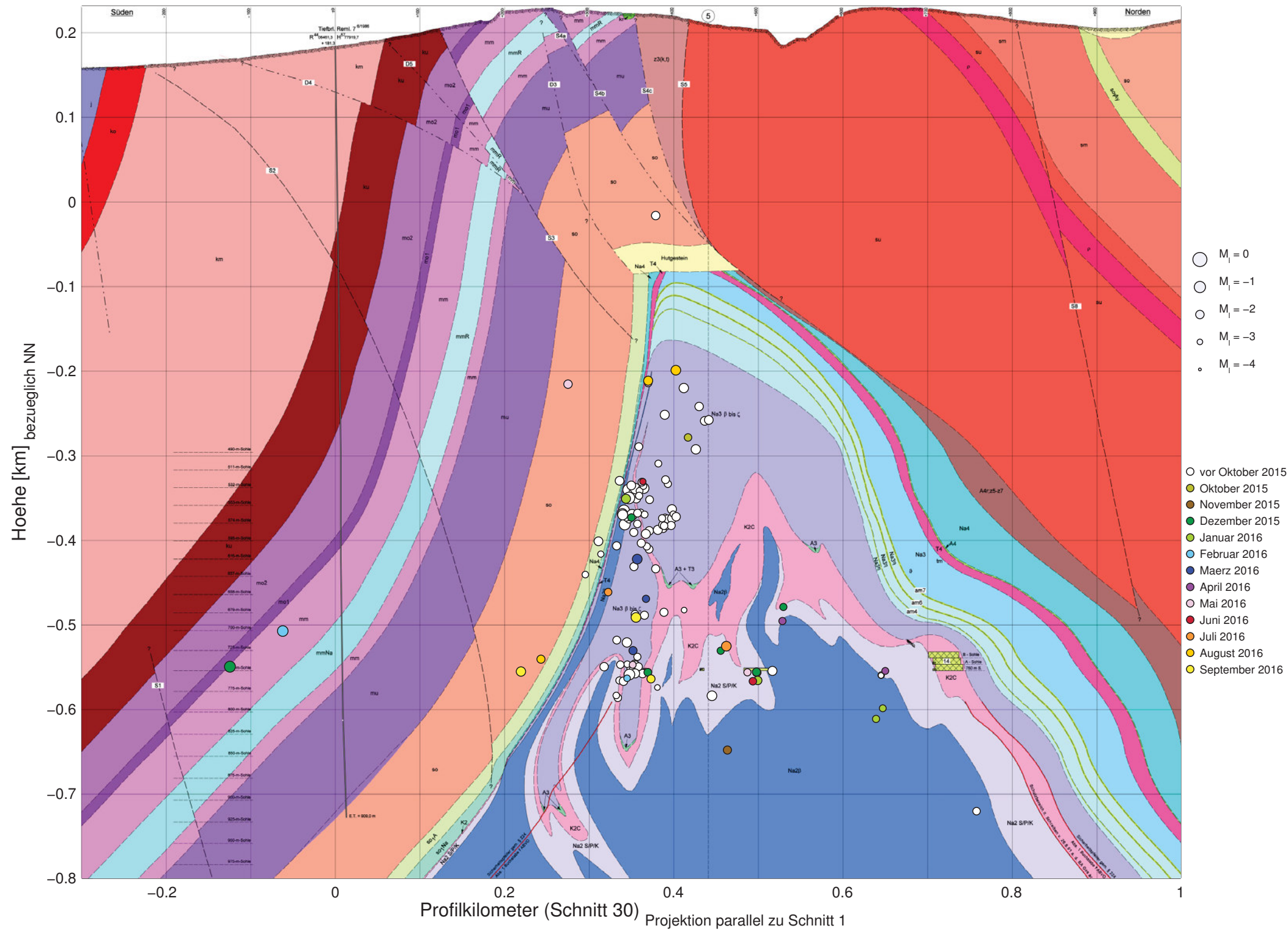


Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00

Anhang 5.19: Mikroseismische Ereignisse in den Betriebsruhephasen von 10/2014 bis 10/2016 projiziert auf die Seigerrisse 30, 14, 2, 22, 26 und 28

Ereignisse am westlichen Baufeldrand und westlich des Grubengebäudes projiziert auf Schnitt 30 (westlicher Baufeldrand)

Mikroseismizität vom 01.10.2014 bis 30.09.2016, gesamter ueberwachter Bereich bei Schnitt 30: 123 Ereignisse (nur Betriebsruhephasen)
 automatische Auswertung mit festen Geschwindigkeiten, Magnituden aus Einzelspuren, Stand: 14.03.2017

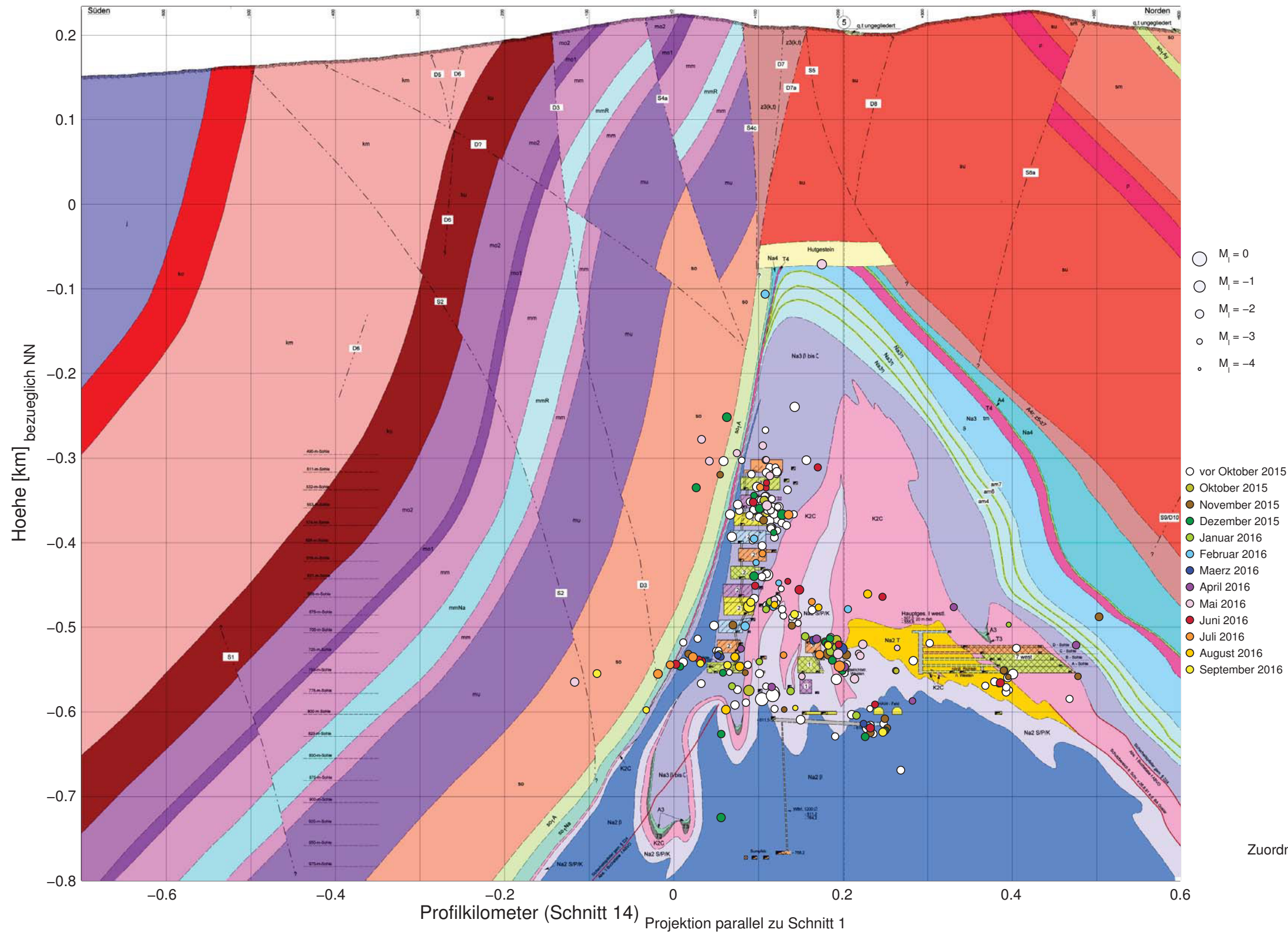


Zuordnung der Ereignisse zum Schnitt siehe Anhang 5.11 auf Blatt 254.

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00

Ereignisse im Bereich der Abbaureihen 1 bis 3 projiziert auf Schnitt 14 durch Abbaureihe 2

Mikroseismizität vom 01.10.2014 bis 30.09.2016, gesamter ueberwachter Bereich bei Schnitt 14: 273 Ereignisse (nur Betriebsruhephasen)
 automatische Auswertung mit festen Geschwindigkeiten, Magnituden aus Einzelspuren, Stand: 14.03.2017

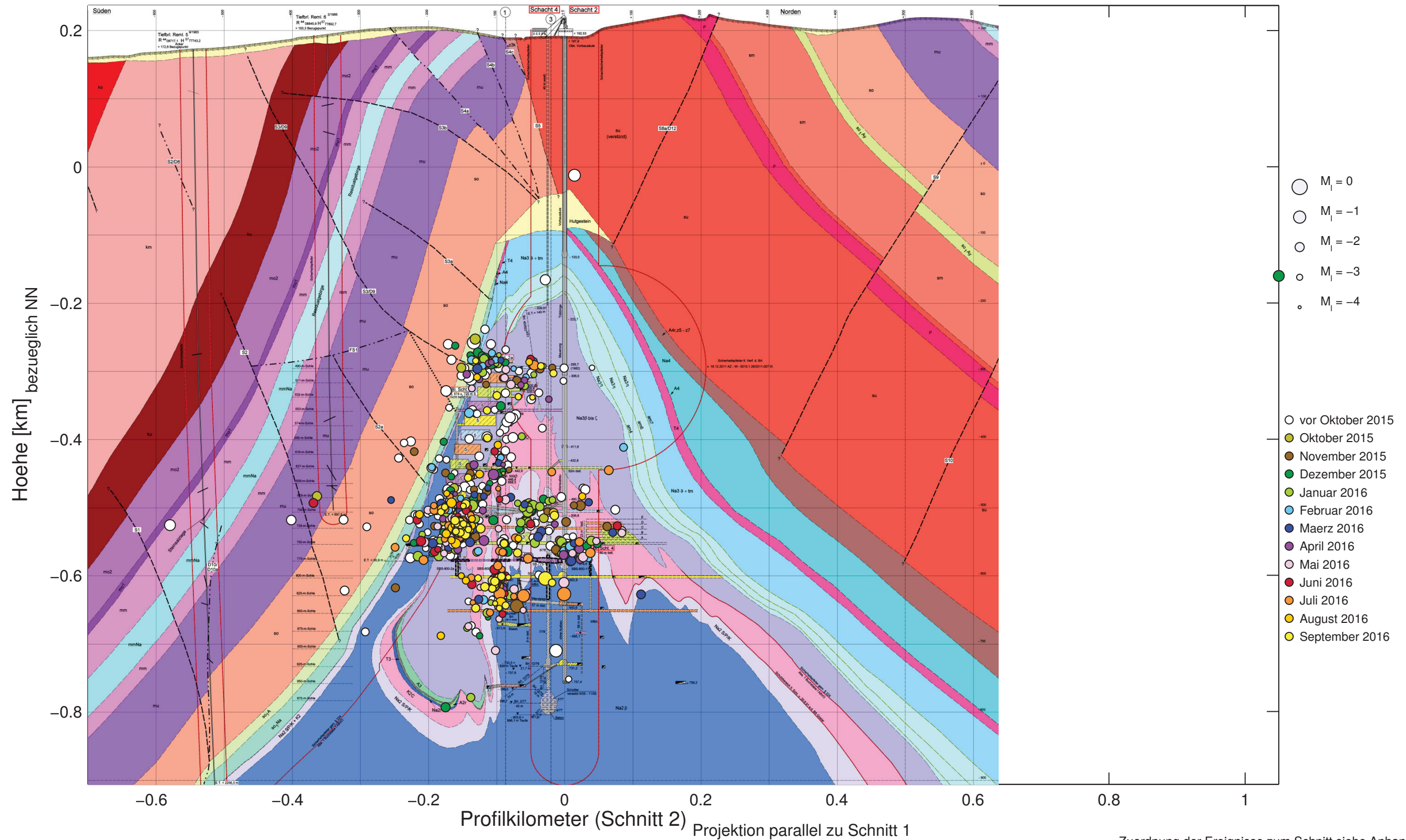


Zuordnung der Ereignisse zum Schnitt siehe Anhang 5.11 auf Blatt 254.

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NNA	NNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00

Ereignisse im Bereich der Abbaureihen 4 bis 6 projiziert auf Schnitt 2 durch Abbaureihe 5

Mikroseismizität vom 01.10.2014 bis 30.09.2016, gesamter ueberwachter Bereich bei Schnitt 2: 1239 Ereignisse (nur Betriebsruhephasen)
 automatische Auswertung mit festen Geschwindigkeiten, Magnituden aus Einzelspuren, Stand: 14.03.2017

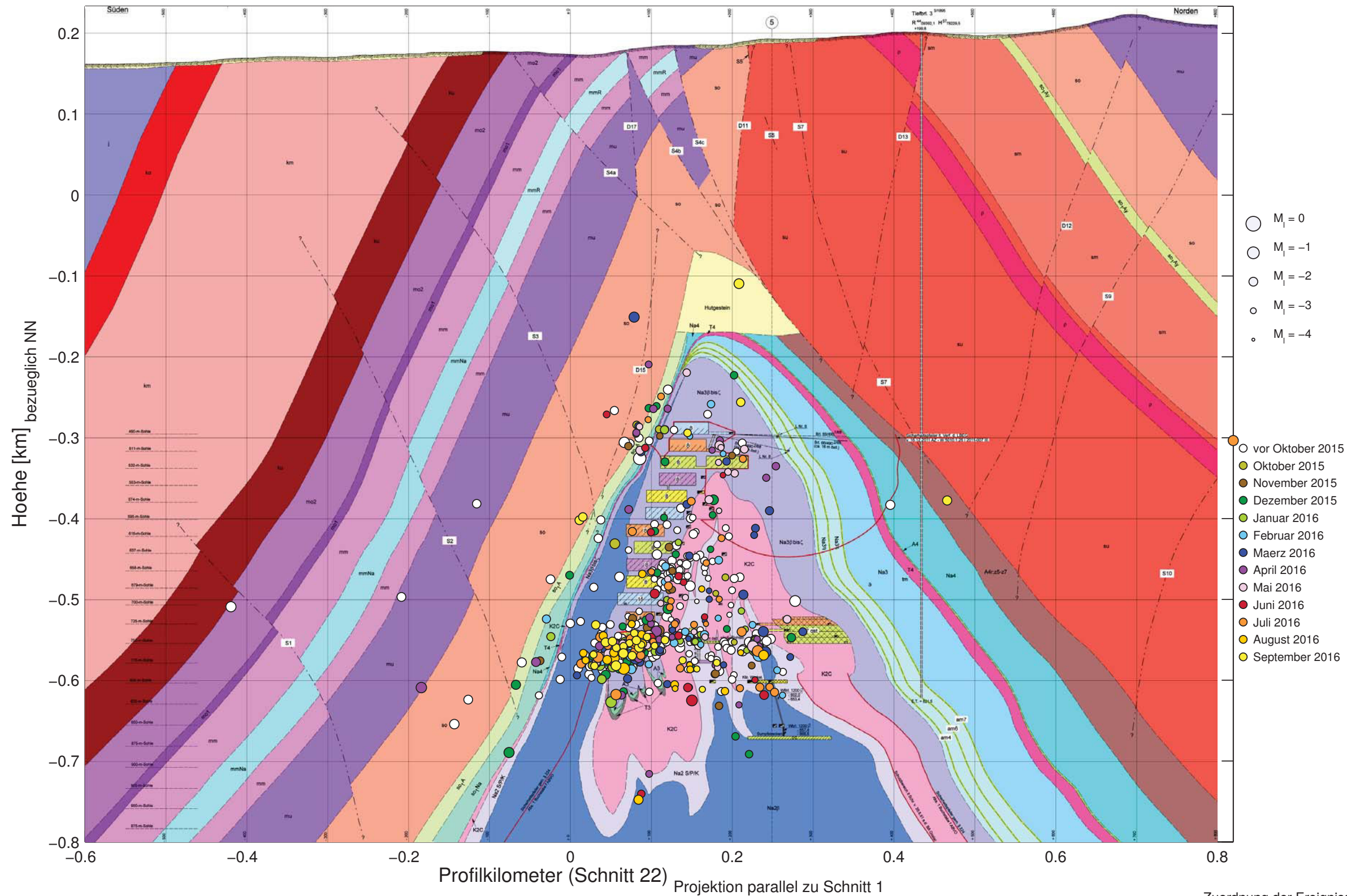


Zuordnung der Ereignisse zum Schnitt siehe Anhang 5.11 auf Blatt 254.

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00

Ereignisse im Bereich der Abbaureihen 7 bis 9 projiziert auf Schnitt 22 durch Abbaureihe 8

Mikroseismizitaet vom 01.10.2014 bis 30.09.2016, gesamter ueberwachter Bereich bei Schnitt 22: 603 Ereignisse (nur Betriebsruhephasen)
 automatische Auswertung mit festen Geschwindigkeiten, Magnituden aus Einzelspuren, Stand: 14.03.2017

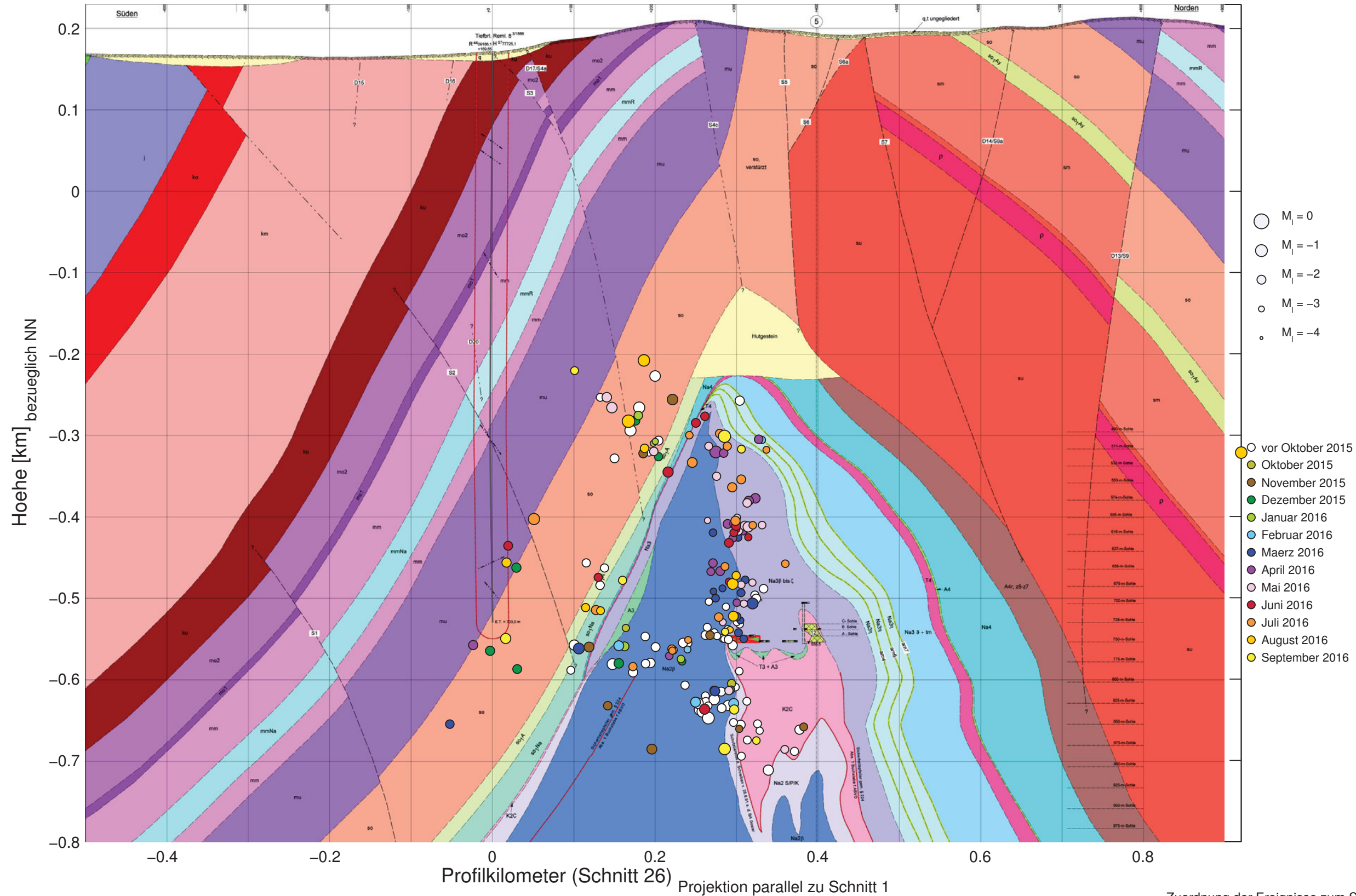


Zuordnung der Ereignisse zum Schnitt siehe Anhang 5.11 auf Blatt 254.

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00

Ereignisse am östlichen Baufeldrand projiziert auf Schnitt 26 (östlicher Baufeldrand)

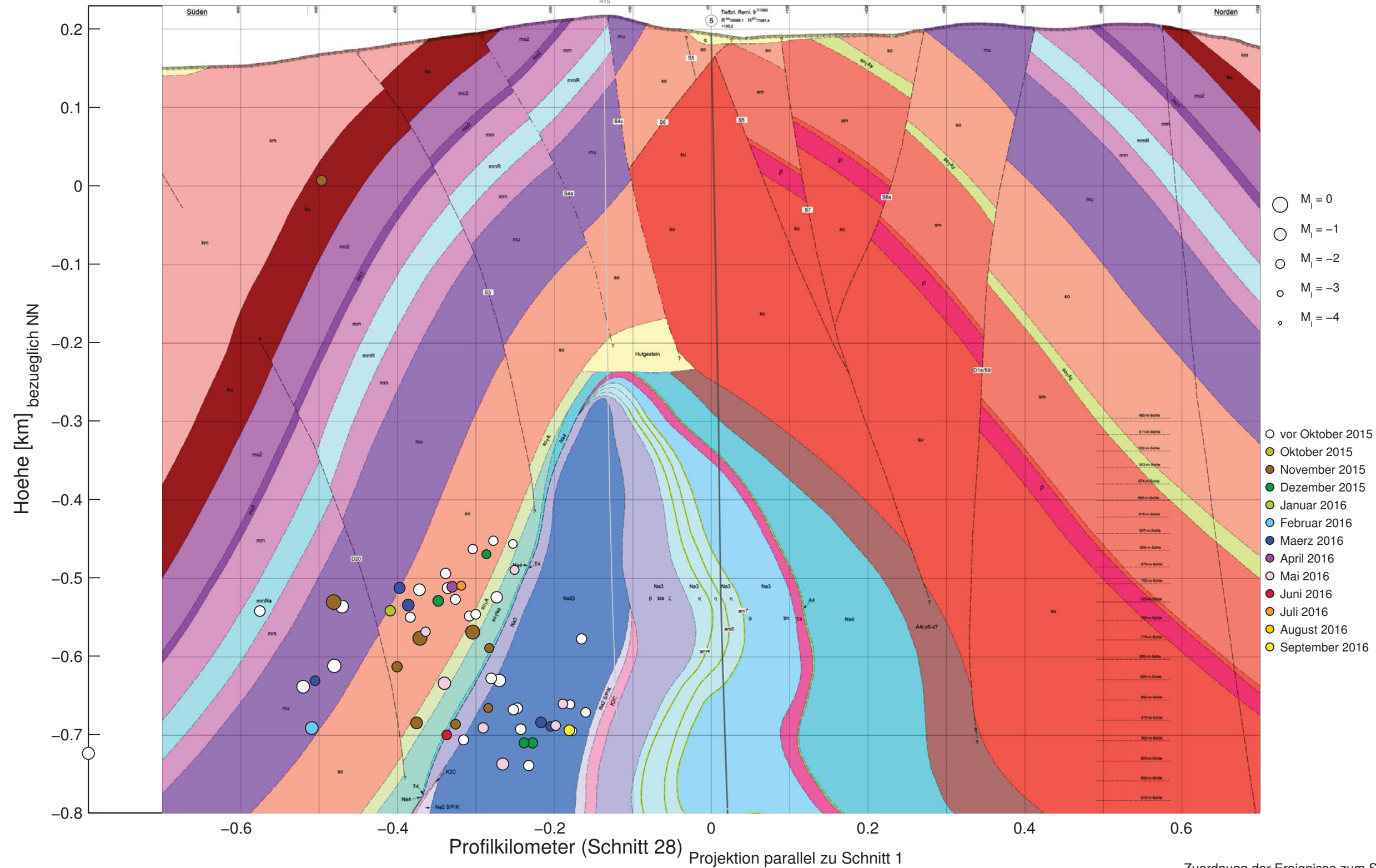
Mikroseismizität vom 01.10.2014 bis 30.09.2016, gesamter ueberwachter Bereich bei Schnitt 26: 194 Ereignisse (nur Betriebsruhephasen)
 automatische Auswertung mit festen Geschwindigkeiten, Magnituden aus Einzelspuren, Stand: 14.03.2017




Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00

Ereignisse weit östlich des Grubengebäudes projiziert auf Schnitt 28 (östlich des Grubengebäudes)

Mikroseismizitaet vom 01.10.2014 bis 30.09.2016, gesamter ueberwachter Bereich bei Schnitt 28: 58 Ereignisse (nur Betriebsruhephasen)
 automatische Auswertung mit festen Geschwindigkeiten, Magnituden aus Einzelspuren, Stand: 14.03.2017



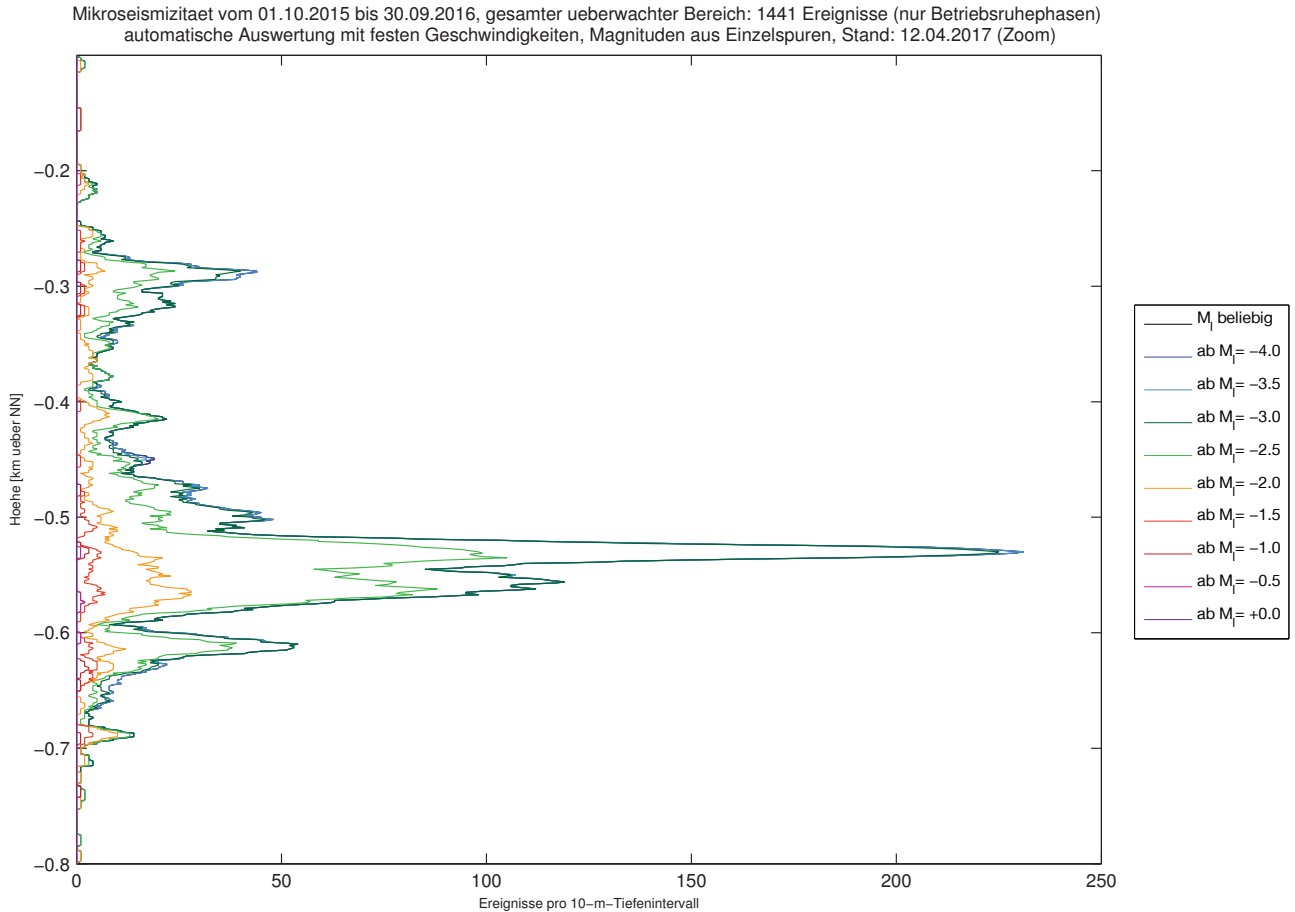
Zuordnung der Ereignisse zum Schnitt siehe Anhang 5.11 auf Blatt 254.

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 <small>ASSE</small> <small>GM&H</small> <small>Verantwortlich handelt.</small>
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	

Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen
 Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung

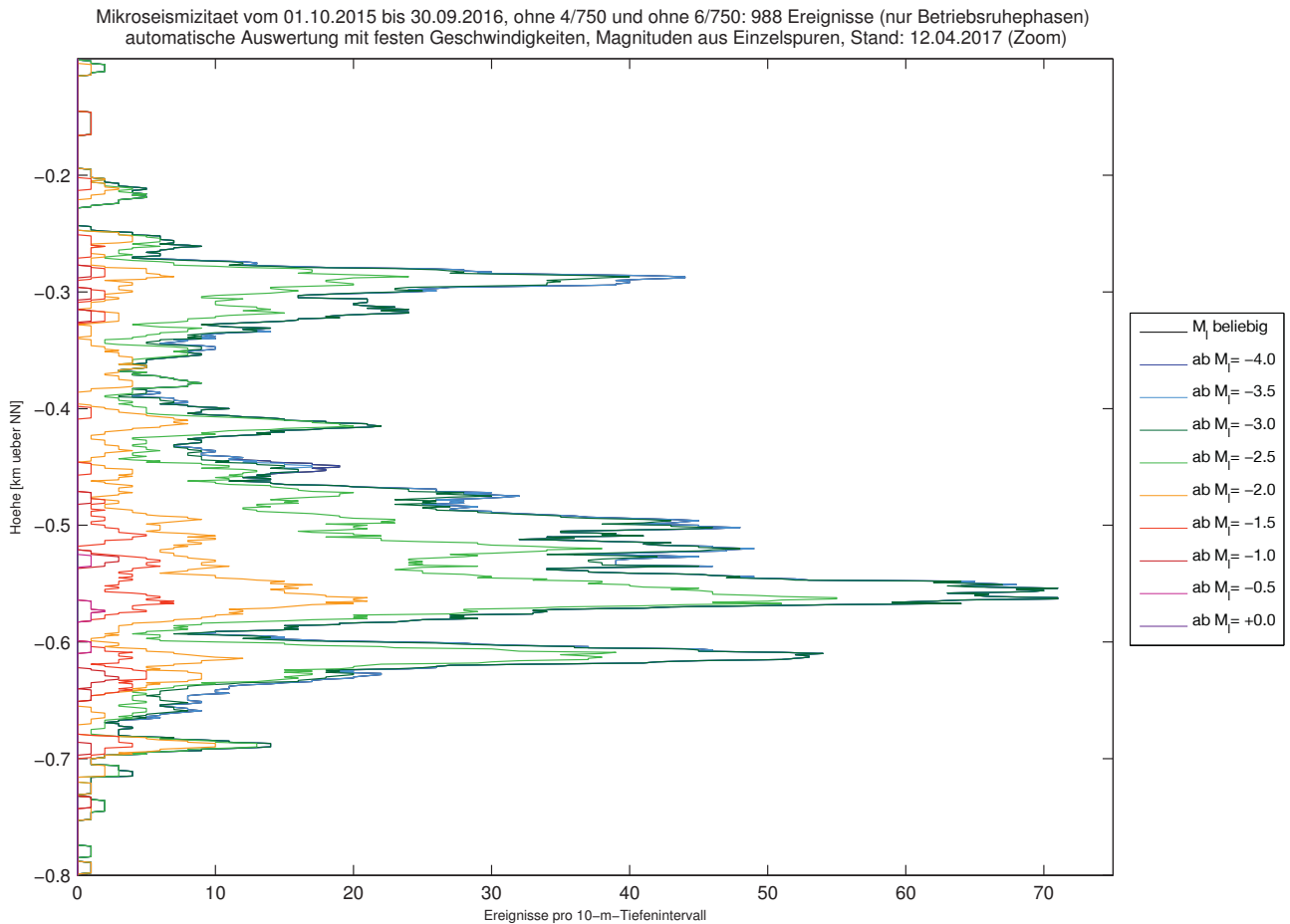
Blatt: 274

Anhang 5.20: Tiefenverteilung der mikroseismischen Ereignisse (Automatik, Betriebsruhe) Ereignisse in Betriebsruhephasen von 10/2015 bis 09/2016 je 10-m-Tiefenintervall




Die dargestellten Ereignisanzahlen pro 10-m-Intervall sind nicht auf die Gesamtzeit hochgerechnet worden. Die Ereignisanzahlen für die Gesamtzeit sind etwa viermal so groß.

Tiefenverteilung der Ereignisse in Betriebsruhephase von 10/2015 bis 09/2016 ohne die Häufungen in bzw. bei ELK 4/750 und ELK 6/750



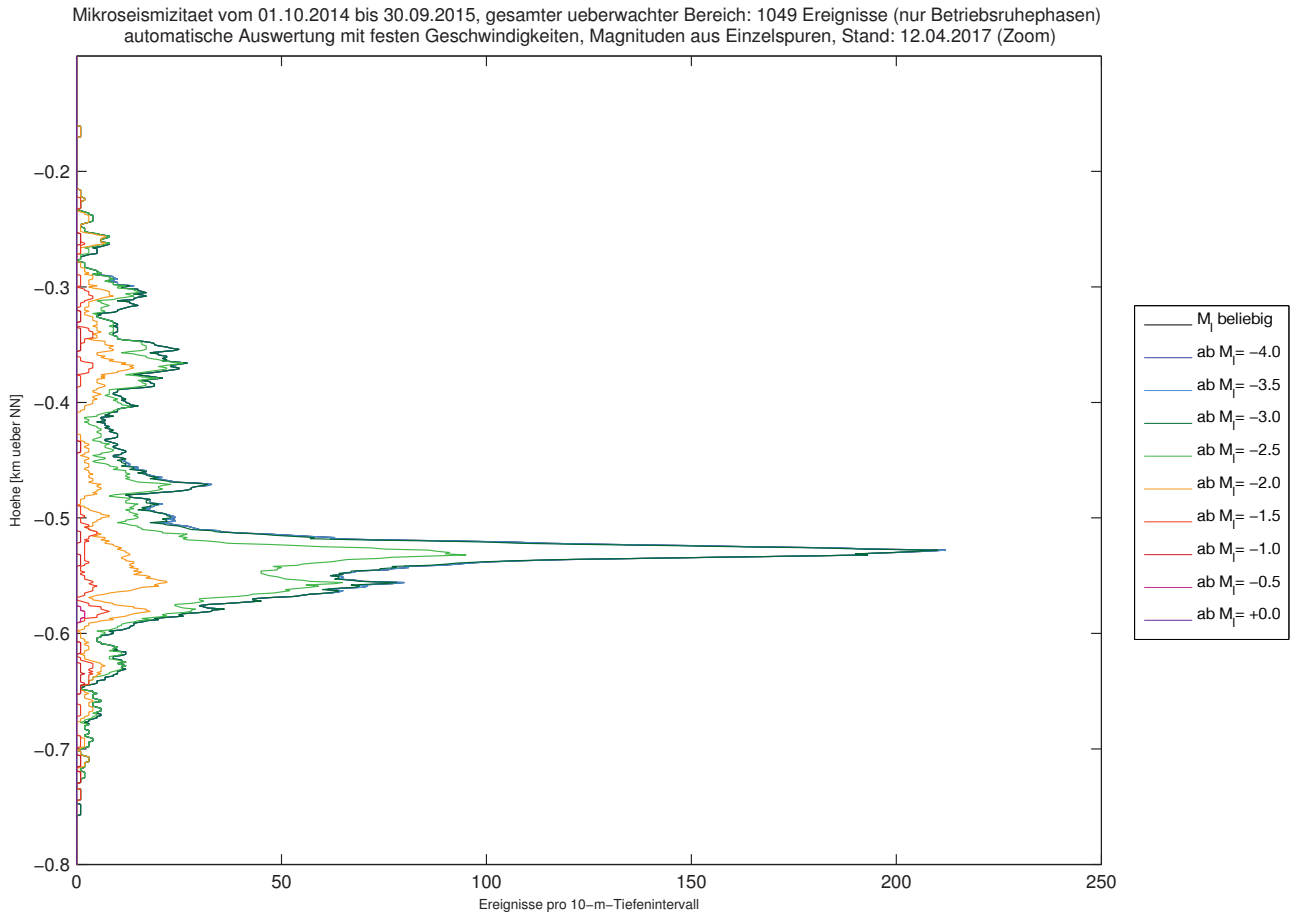
Die hier dargestellten Ereignisanzahlen pro 10-m-Intervall sind nicht auf die Gesamtzeit hochgerechnet worden. Die Ereignisanzahlen für die Gesamtzeit sind etwa viermal so groß.

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 <small>ASSE</small> <small>GM&H</small> <small>Verantwortlich handeln</small>
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	


Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen
 Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung

Blatt: 276

Ereignisse in Betriebsruhephasen von 10/2014 bis 09/2015 je 10-m-Tiefenintervall (zum Vergleich)



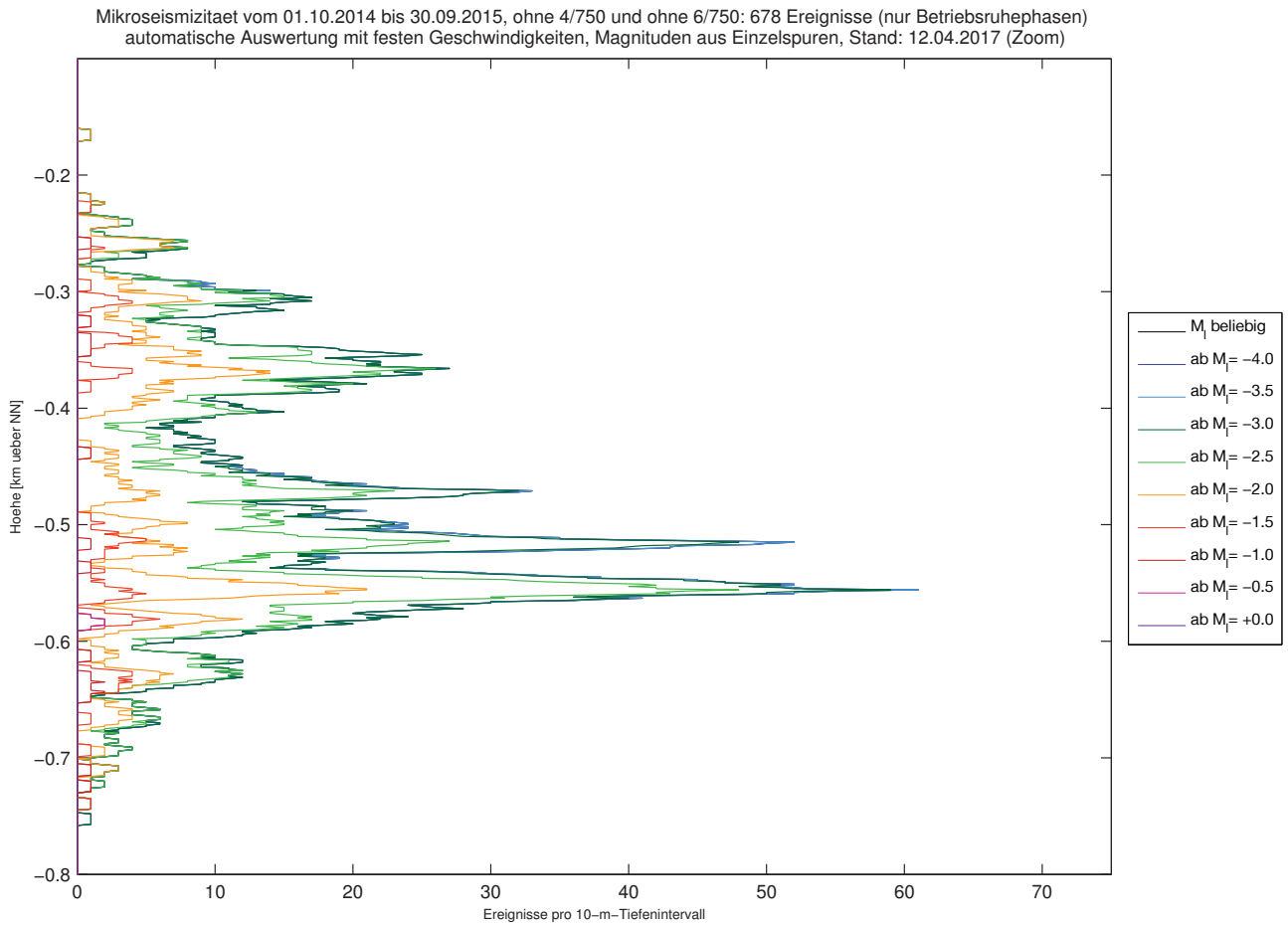
Die dargestellten Ereigniszahlen pro 10-m-Intervall sind nicht auf die Gesamtzeit hochgerechnet worden. Die Ereigniszahlen für die Gesamtzeit sind etwa viermal so groß.

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 <small>ASSE</small> <small>GM&H</small> <small>Verantwortlich handelt.</small>
NNA	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	

Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen
 Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung

Blatt: 277

Tiefenverteilung der Ereignisse in Betriebsruhephase von 10/2014 bis 09/2015 ohne die Häufungen in bzw. bei ELK 4/750 und ELK 6/750 (zum Vergleich)



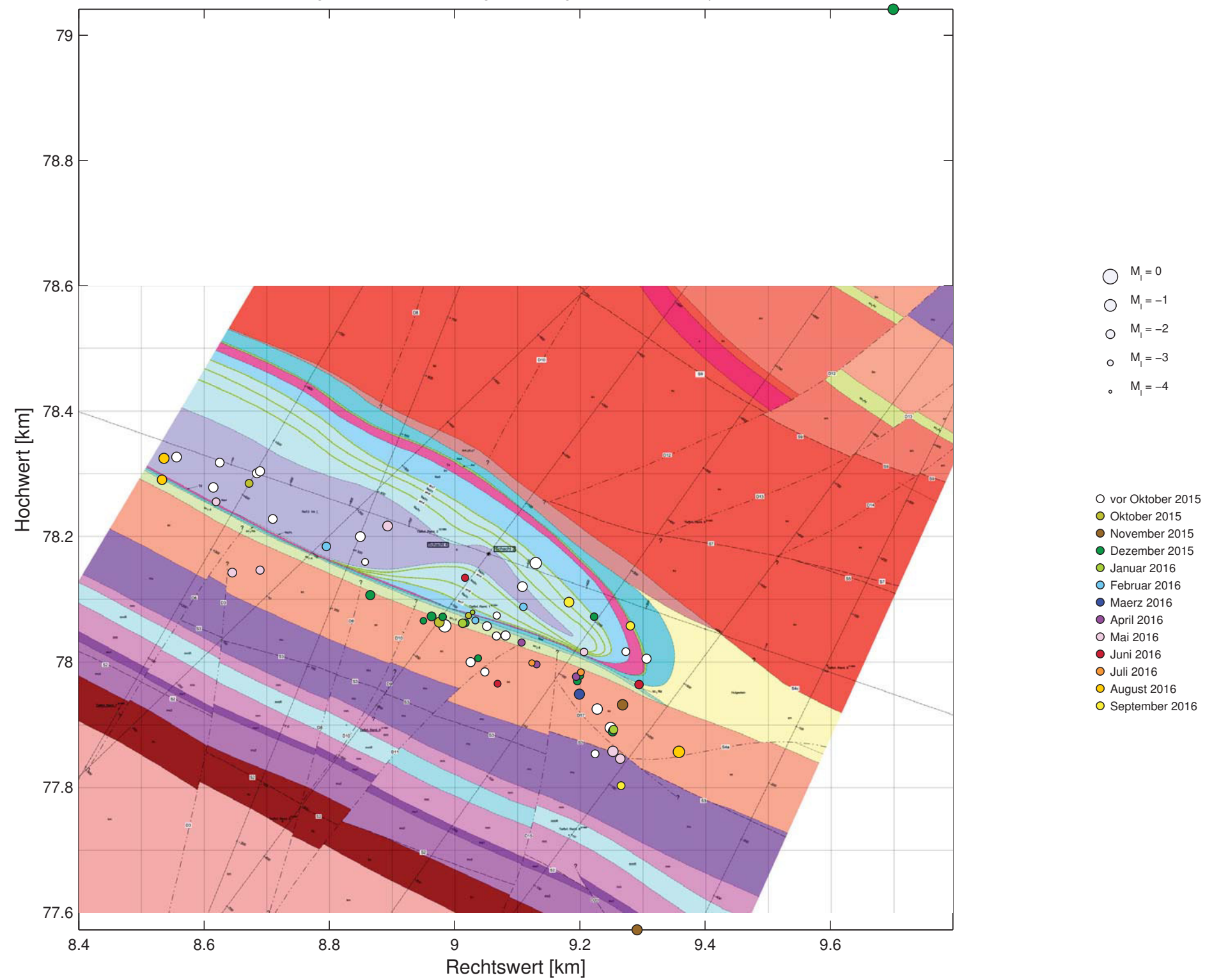
Die hier dargestellten Ereignisanzahlen pro 10-m-Intervall sind nicht auf die Gesamtzeit hochgerechnet worden. Die Ereignisanzahlen für die Gesamtzeit sind etwa viermal so groß.

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00

Anhang 5.21: Mikroseismische Ereignisse in Betriebsruhephasen vom Oktober 2014 bis September 2016 nach Sohlen projiziert auf die Sohlenrisse

Mikroseismizität oberhalb des Grubengebäudes

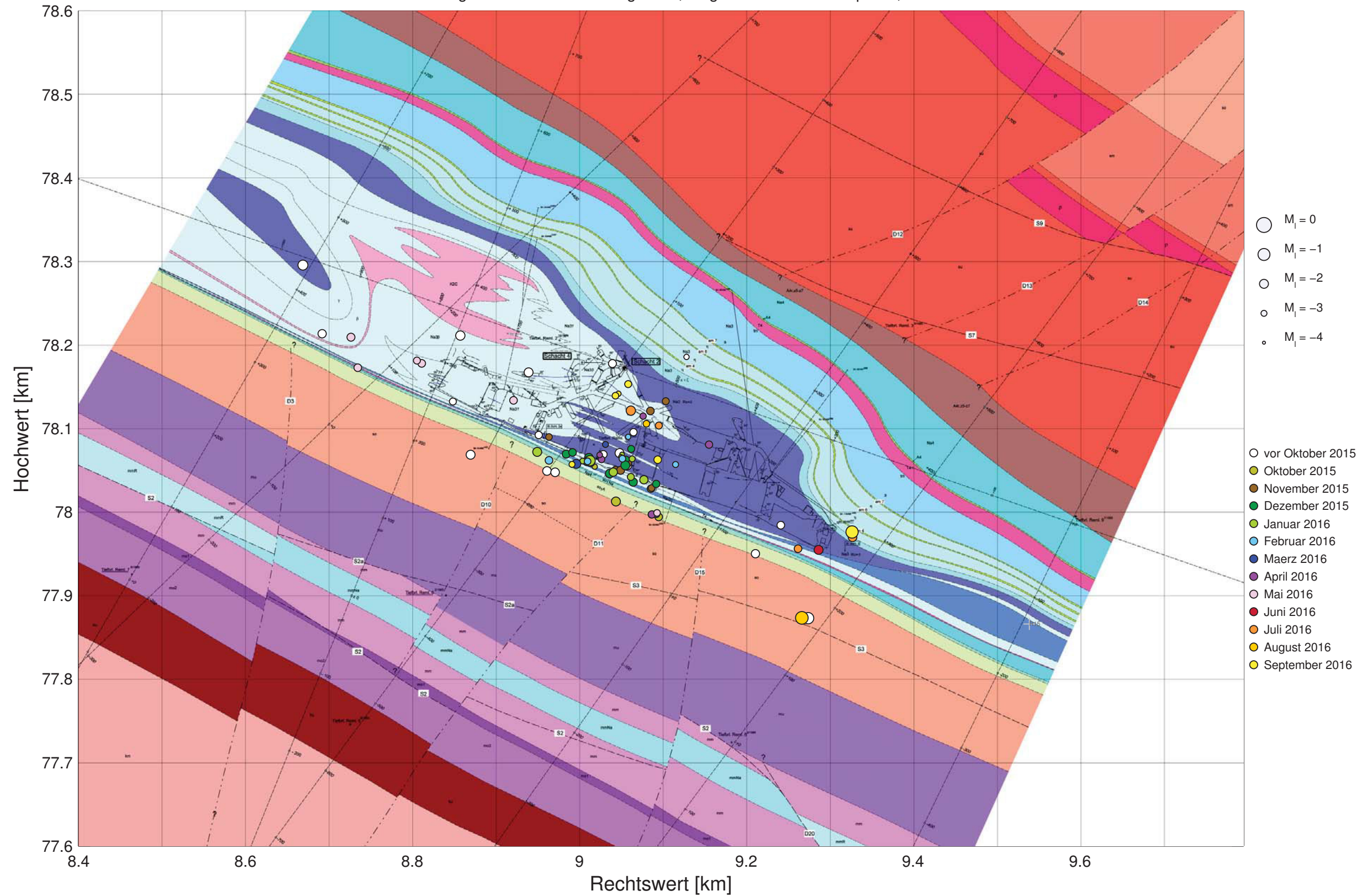
Mikroseismizität vom 01.10.2014 bis 30.09.2016, oberhalb der Grube (> -282.5 mNN): 66 Ereignisse (nur Betriebsruhephasen)
 automatische Auswertung mit festen Geschwindigkeiten, Magnituden aus Einzelspuren, Stand: 14.03.2017



Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NNA	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00

Mikroseismizität im Bereich der 490-m-Sohle

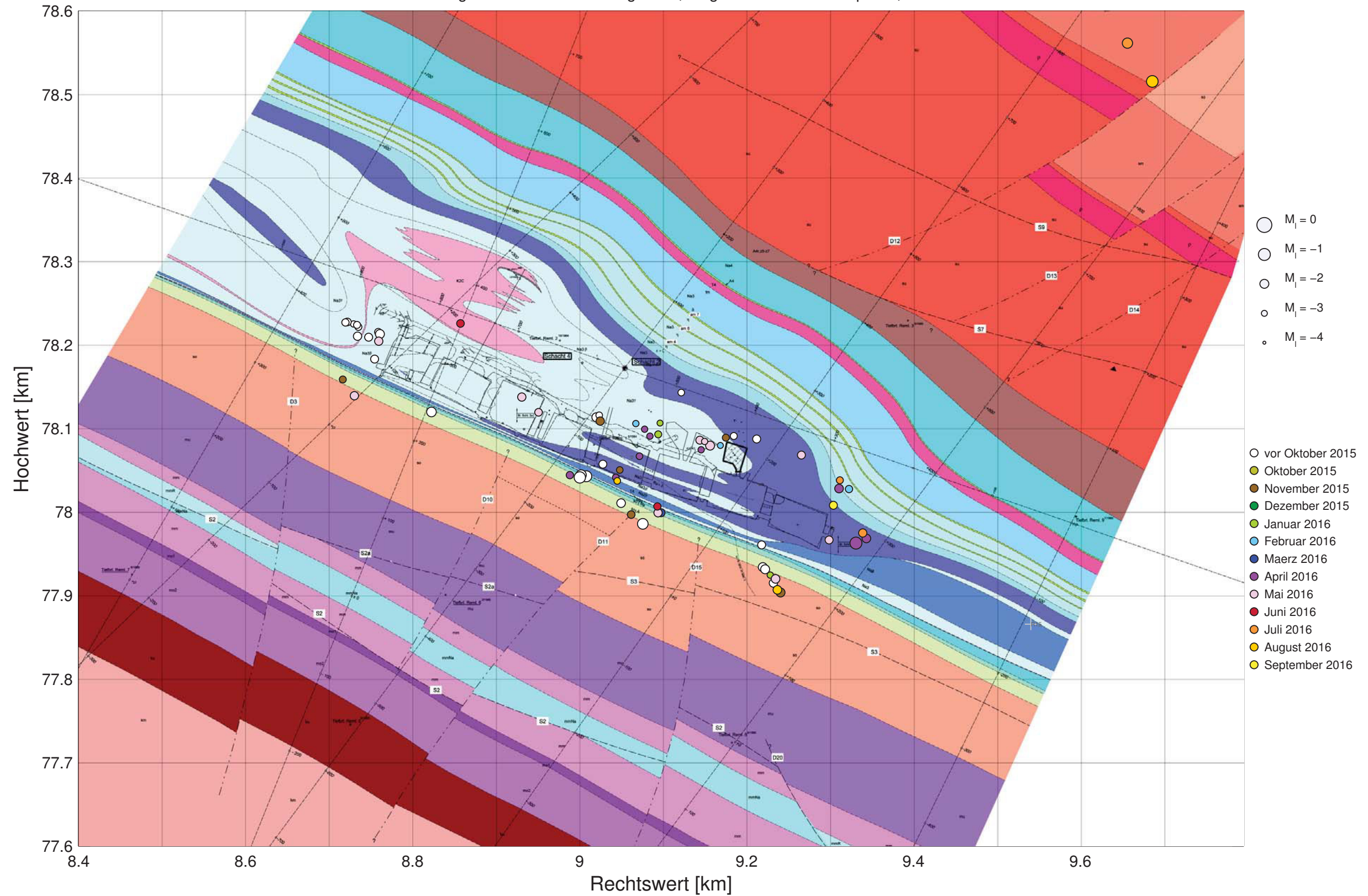
Mikroseismizität vom 01.10.2014 bis 30.09.2016, Bereich 490-m-Sohle (-282.5 mNN bis -303.5 mNN): 89 Ereignisse (nur Betriebsruhephasen)
 automatische Auswertung mit festen Geschwindigkeiten, Magnituden aus Einzelspuren, Stand: 14.03.2017



Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NNA	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00

Mikroseismizität im Bereich der 511-m-Sohle

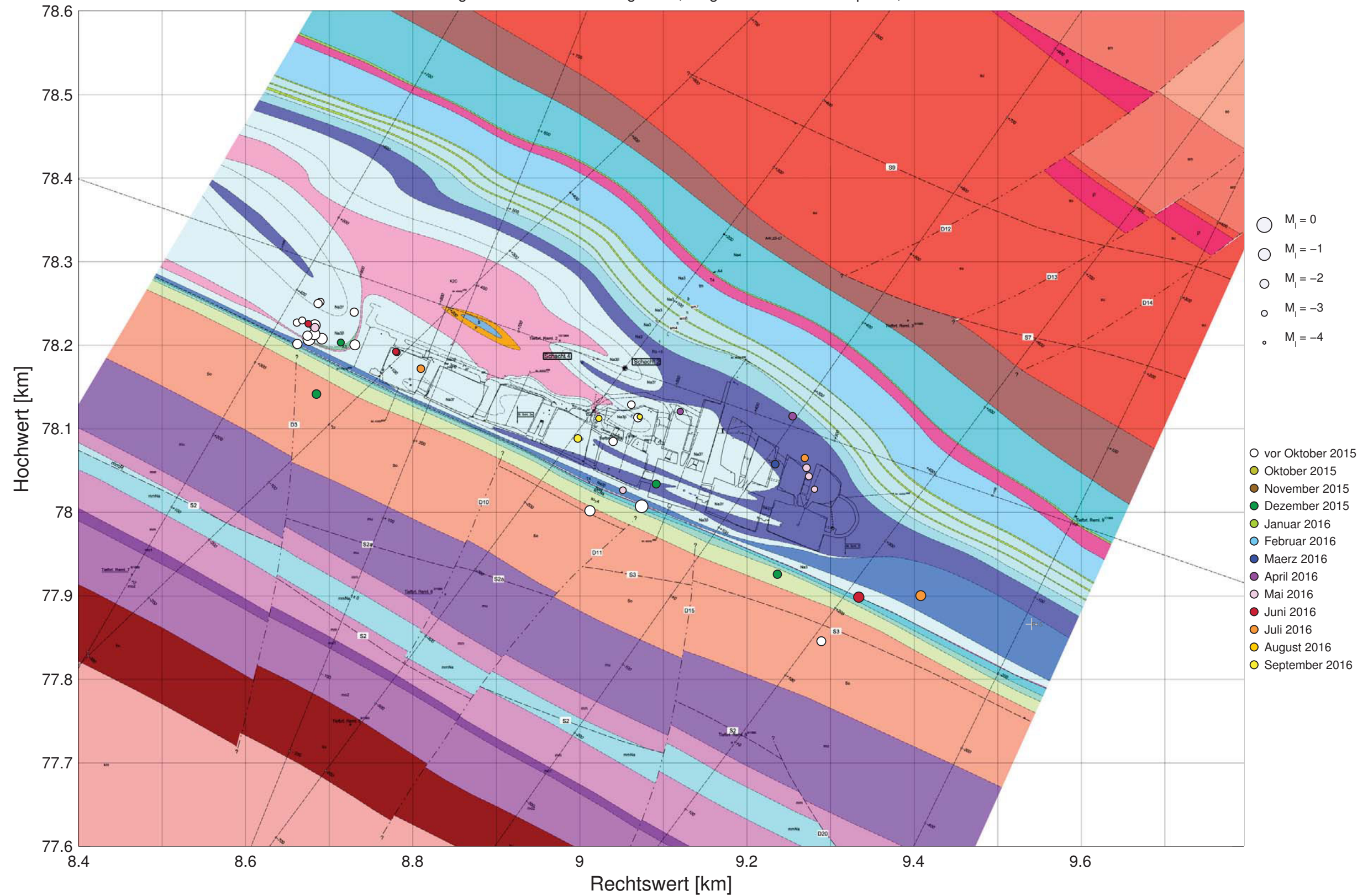
Mikroseismizität vom 01.10.2014 bis 30.09.2016, Bereich 511-m-Sohle (-303.5 mNN bis -324.5 mNN): 69 Ereignisse (nur Betriebsruhephasen)
 automatische Auswertung mit festen Geschwindigkeiten, Magnituden aus Einzelspuren, Stand: 14.03.2017



Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NNA	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00

Mikroseismizität im Bereich der 532-m-Sohle

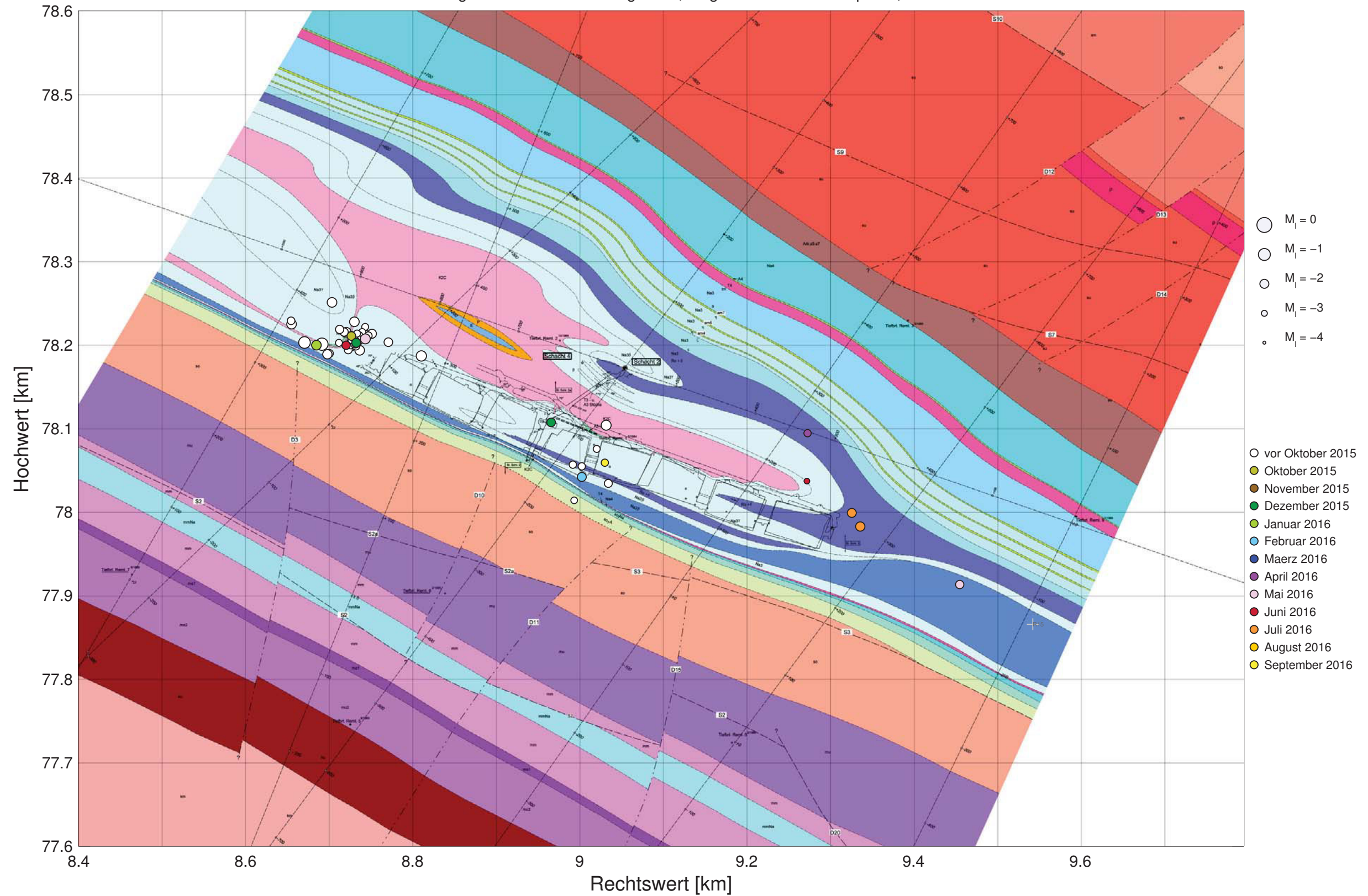
Mikroseismizität vom 01.10.2014 bis 30.09.2016, Bereich 532-m-Sohle (-324.5 mNN bis -345.5 mNN): 40 Ereignisse (nur Betriebsruhephasen)
 automatische Auswertung mit festen Geschwindigkeiten, Magnituden aus Einzelspuren, Stand: 14.03.2017



Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NNA	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00

Mikroseismizität im Bereich der 553-m-Sohle

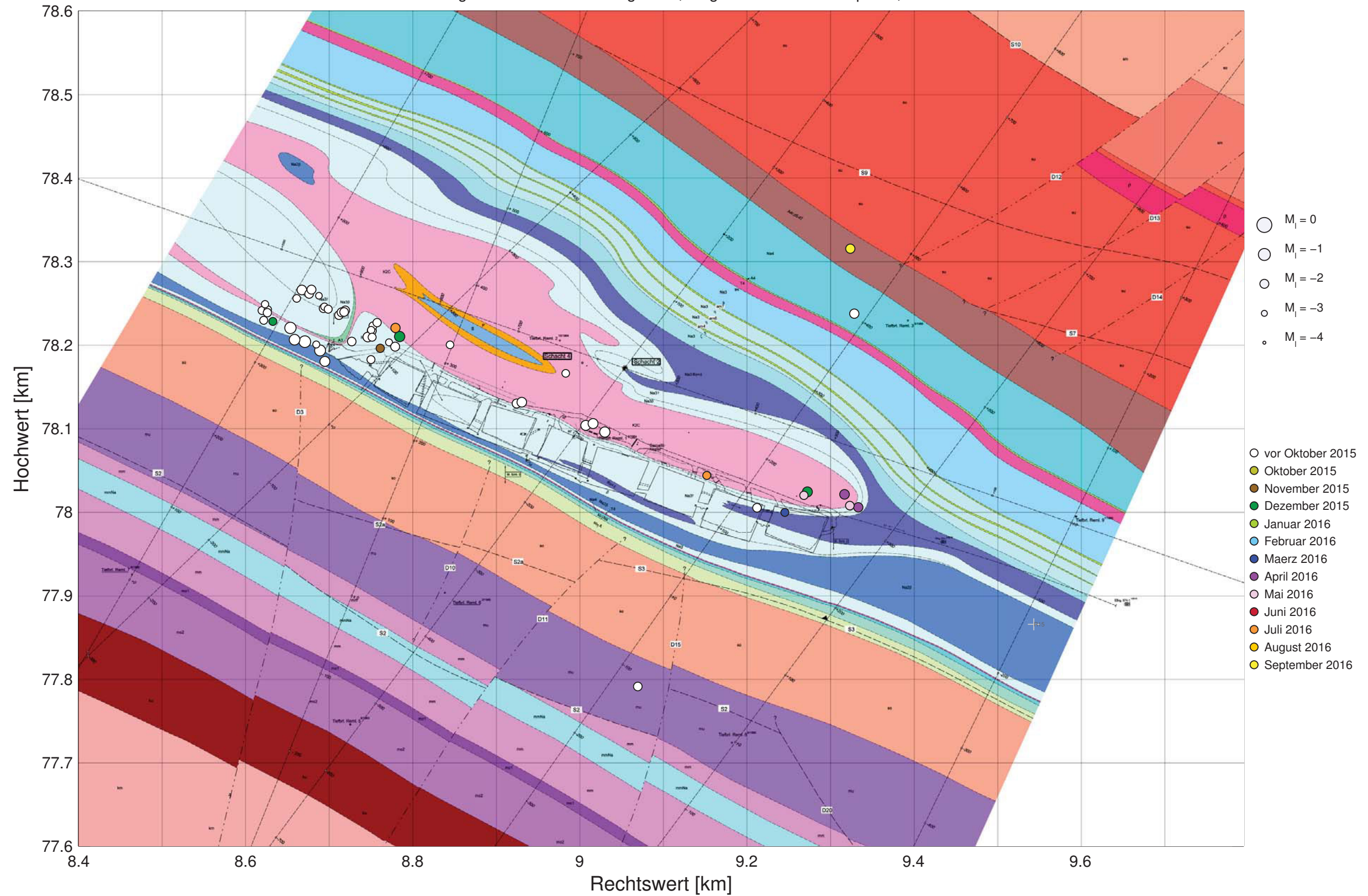
Mikroseismizität vom 01.10.2014 bis 30.09.2016, Bereich 553-m-Sohle (-345.5 mNN bis -366.5 mNN): 57 Ereignisse (nur Betriebsruhephasen)
 automatische Auswertung mit festen Geschwindigkeiten, Magnituden aus Einzelspuren, Stand: 14.03.2017



Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NNA	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00

Mikroseismizität im Bereich der 574-m-Sohle

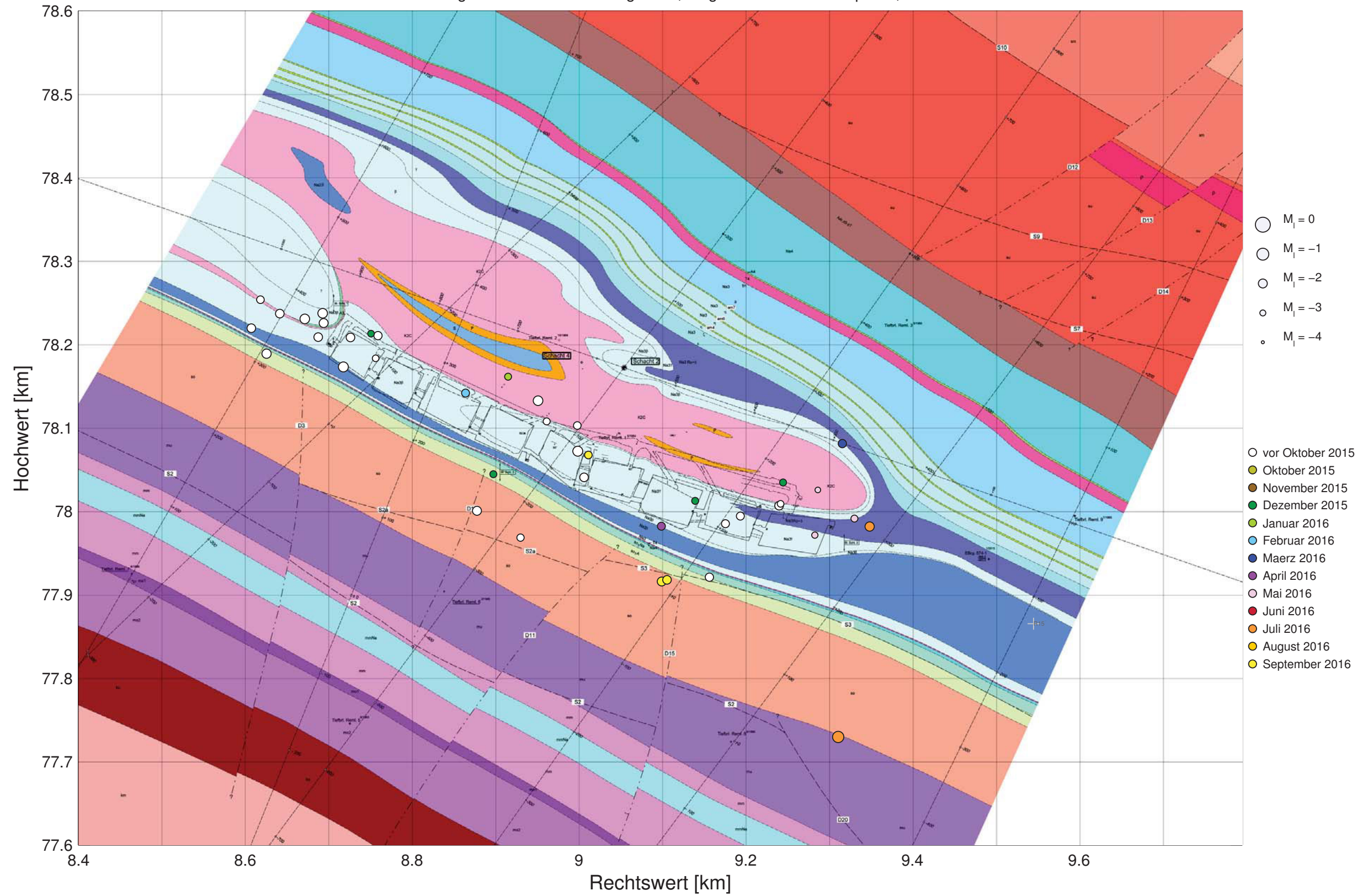
Mikroseismizität vom 01.10.2014 bis 30.09.2016, Bereich 574-m-Sohle (-366.5 mNN bis -387.5 mNN): 55 Ereignisse (nur Betriebsruhephasen)
 automatische Auswertung mit festen Geschwindigkeiten, Magnituden aus Einzelspuren, Stand: 14.03.2017



Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NNA	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00

Mikroseismizität im Bereich der 595-m-Sohle

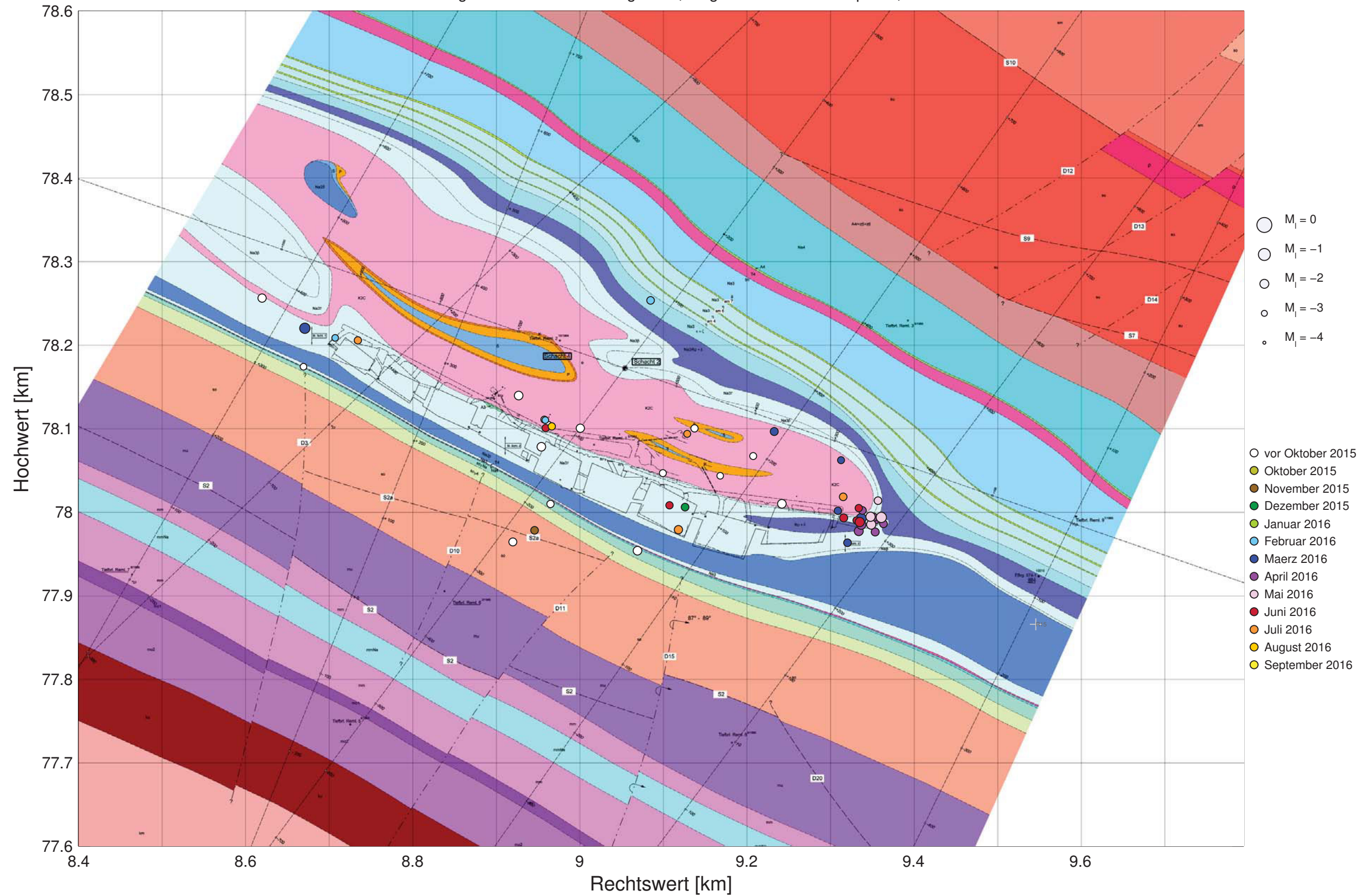
Mikroseismizität vom 01.10.2014 bis 30.09.2016, Bereich 595-m-Sohle (-387.5 mNN bis -408.5 mNN): 40 Ereignisse (nur Betriebsruhephasen)
 automatische Auswertung mit festen Geschwindigkeiten, Magnituden aus Einzelspuren, Stand: 14.03.2017



Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NNA	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00

Mikroseismizität im Bereich der 616-m-Sohle

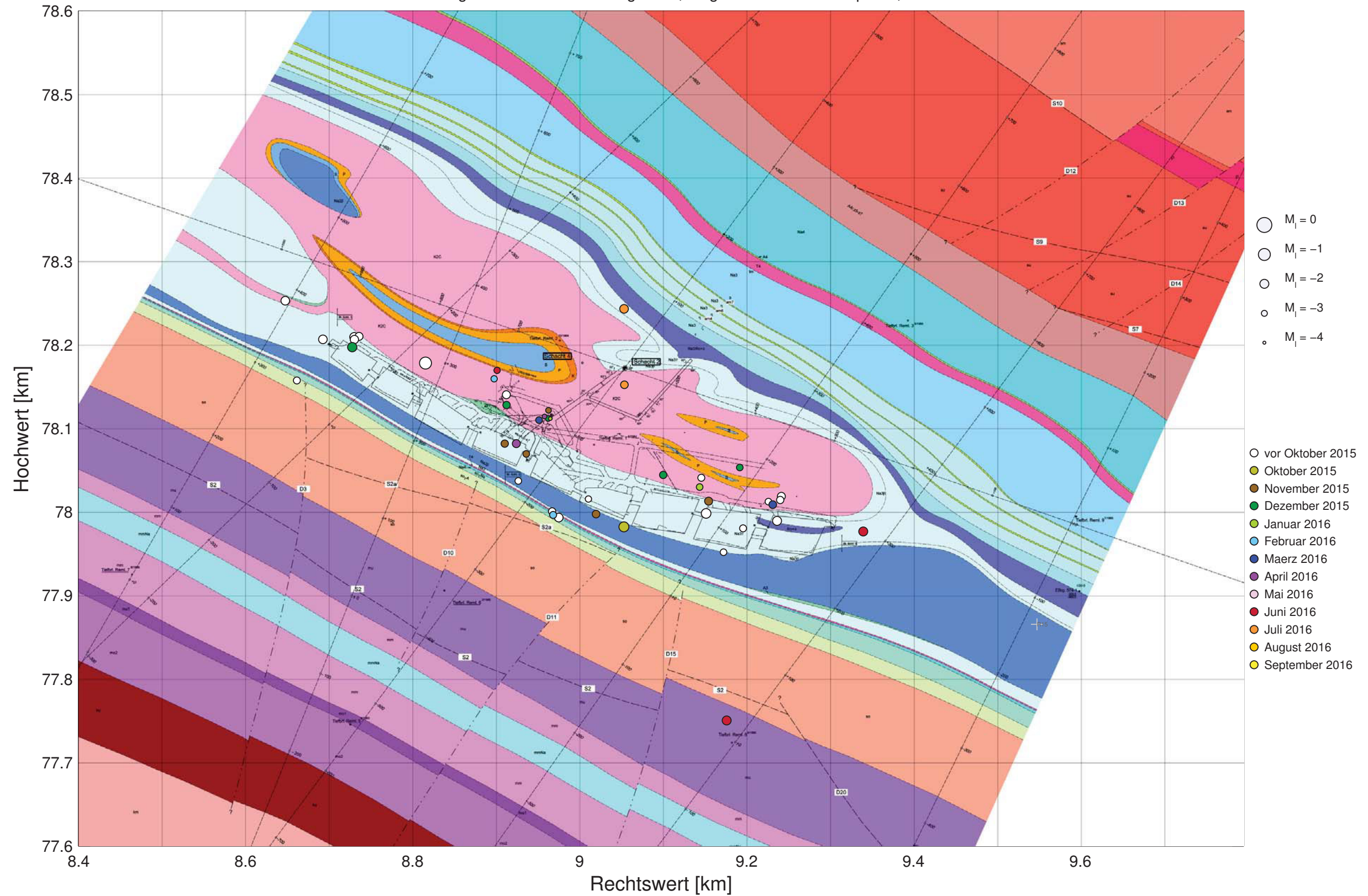
Mikroseismizität vom 01.10.2014 bis 30.09.2016, Bereich 616-m-Sohle (-408.5 mNN bis -429.5 mNN): 48 Ereignisse (nur Betriebsruhephasen)
 automatische Auswertung mit festen Geschwindigkeiten, Magnituden aus Einzelspuren, Stand: 14.03.2017



Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NNA	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00

Mikroseismizität im Bereich der 637-m-Sohle

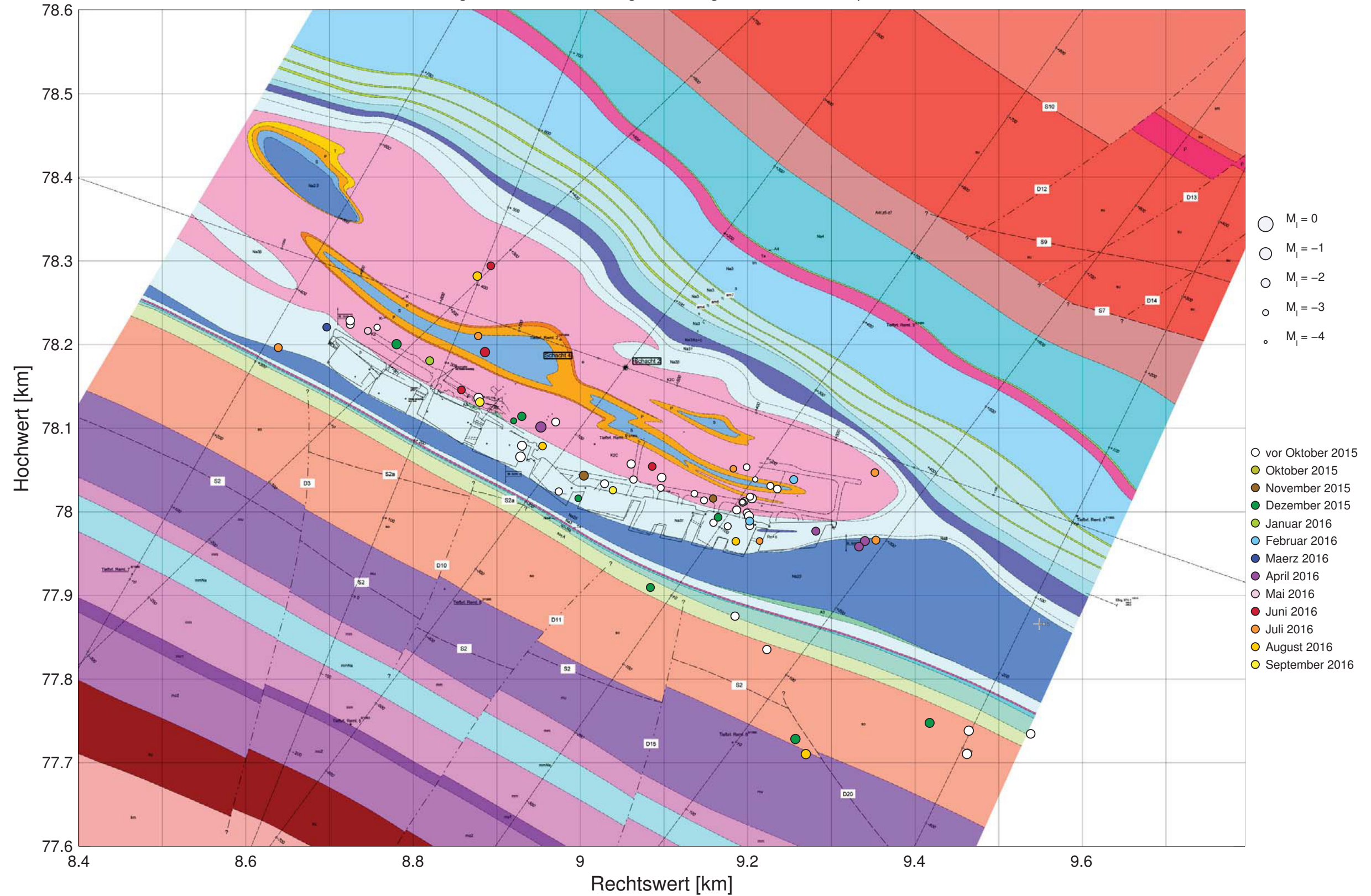
Mikroseismizität vom 01.10.2014 bis 30.09.2016, Bereich 637-m-Sohle (-429.5 mNN bis -450.5 mNN): 45 Ereignisse (nur Betriebsruhephasen)
 automatische Auswertung mit festen Geschwindigkeiten, Magnituden aus Einzelspuren, Stand: 14.03.2017



Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00

Mikroseismizität im Bereich der 658-m-Sohle

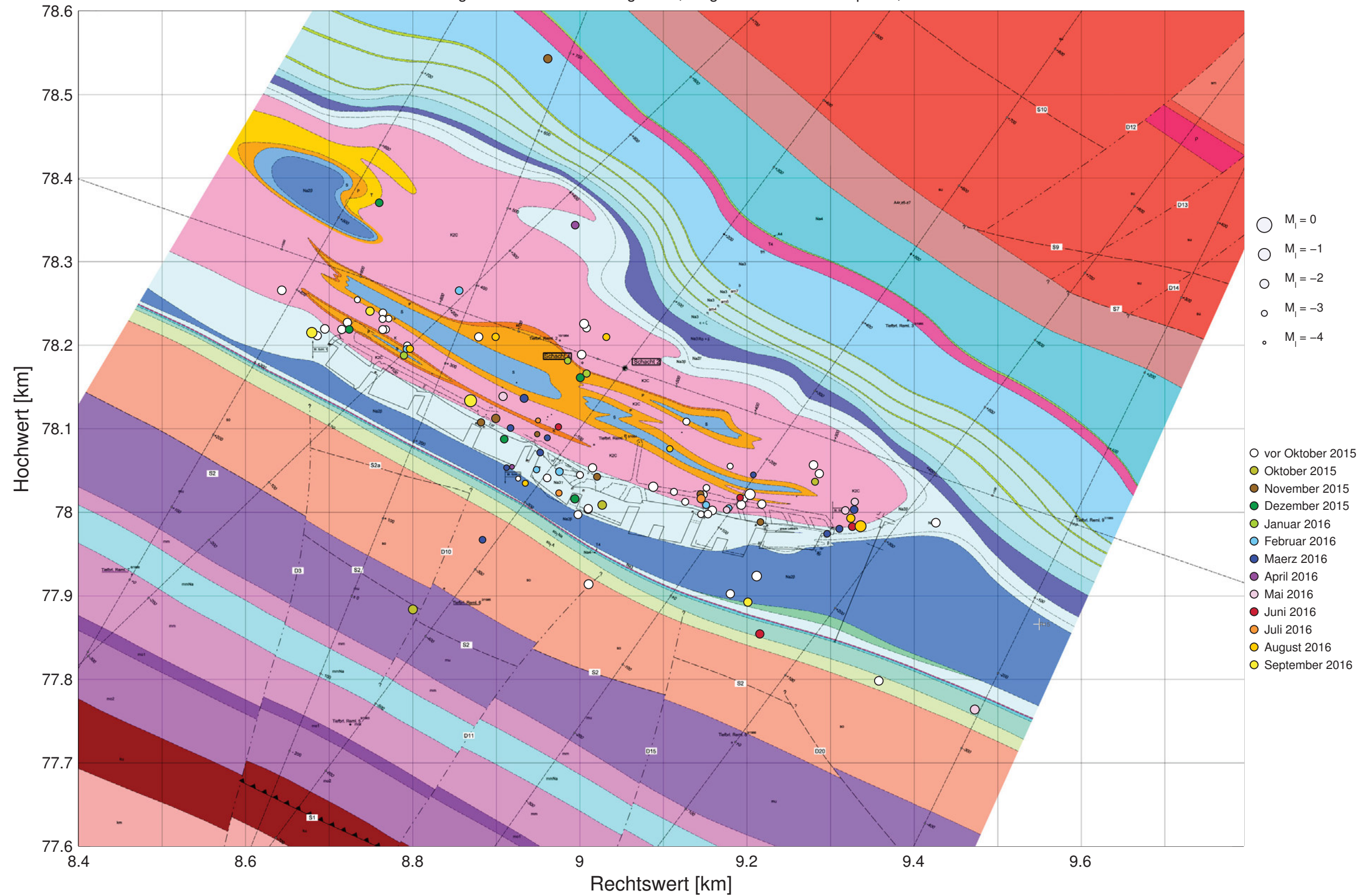
Mikroseismizität vom 01.10.2014 bis 30.09.2016, Bereich 658-m-Sohle (-450.5 mNN bis -471.5 mNN): 70 Ereignisse (nur Betriebsruhephasen)
 automatische Auswertung mit festen Geschwindigkeiten, Magnituden aus Einzelspuren, Stand: 14.03.2017



Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NNA	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00

Mikroseismizität im Bereich der 679-m-Sohle

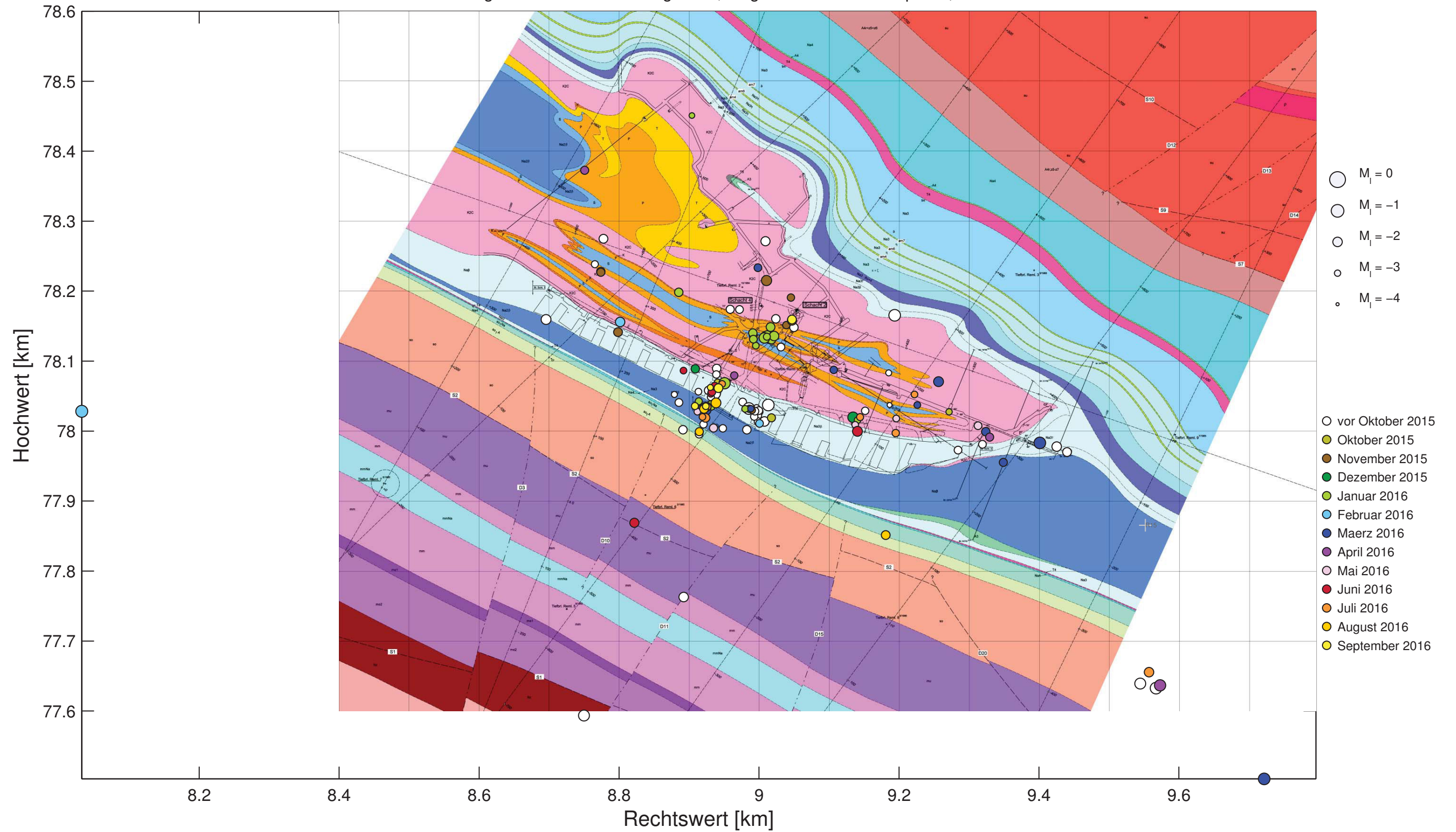
Mikroseismizität vom 01.10.2014 bis 30.09.2016, Bereich 679-m-Sohle (-471.5 mNN bis -492.5 mNN): 103 Ereignisse (nur Betriebsruhephasen)
 automatische Auswertung mit festen Geschwindigkeiten, Magnituden aus Einzelspuren, Stand: 14.03.2017



Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NNA	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00

Mikroseismizität im Bereich der 700-m-Sohle

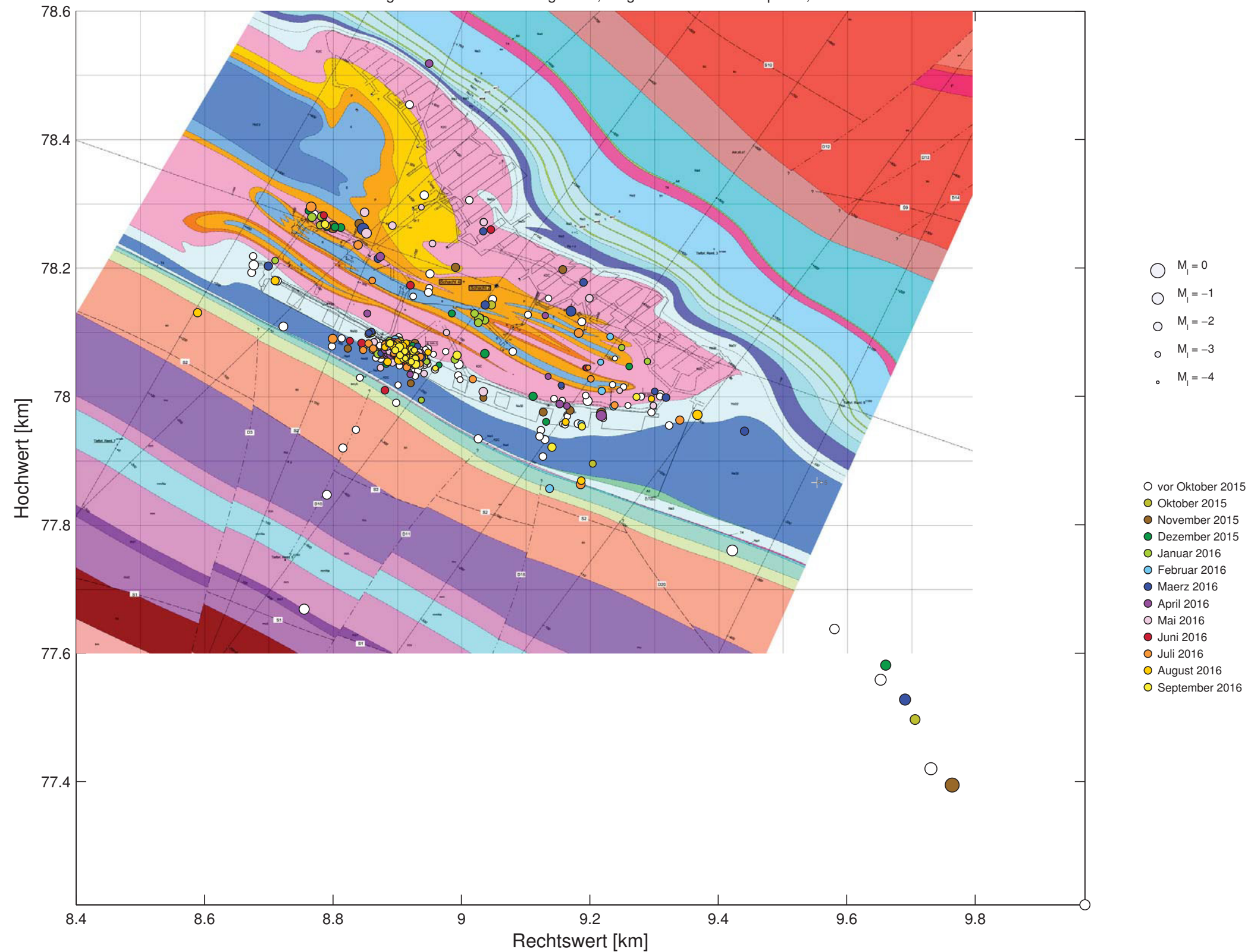
Mikroseismizität vom 01.10.2014 bis 30.09.2016, Bereich 700-m-Sohle (-492.5 mNN bis -513.5 mNN): 142 Ereignisse (nur Betriebsruhephasen)
 automatische Auswertung mit festen Geschwindigkeiten, Magnituden aus Einzelspuren, Stand: 14.03.2017



Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NNA	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00

Mikroseismizität im Bereich der 725-m-Sohle

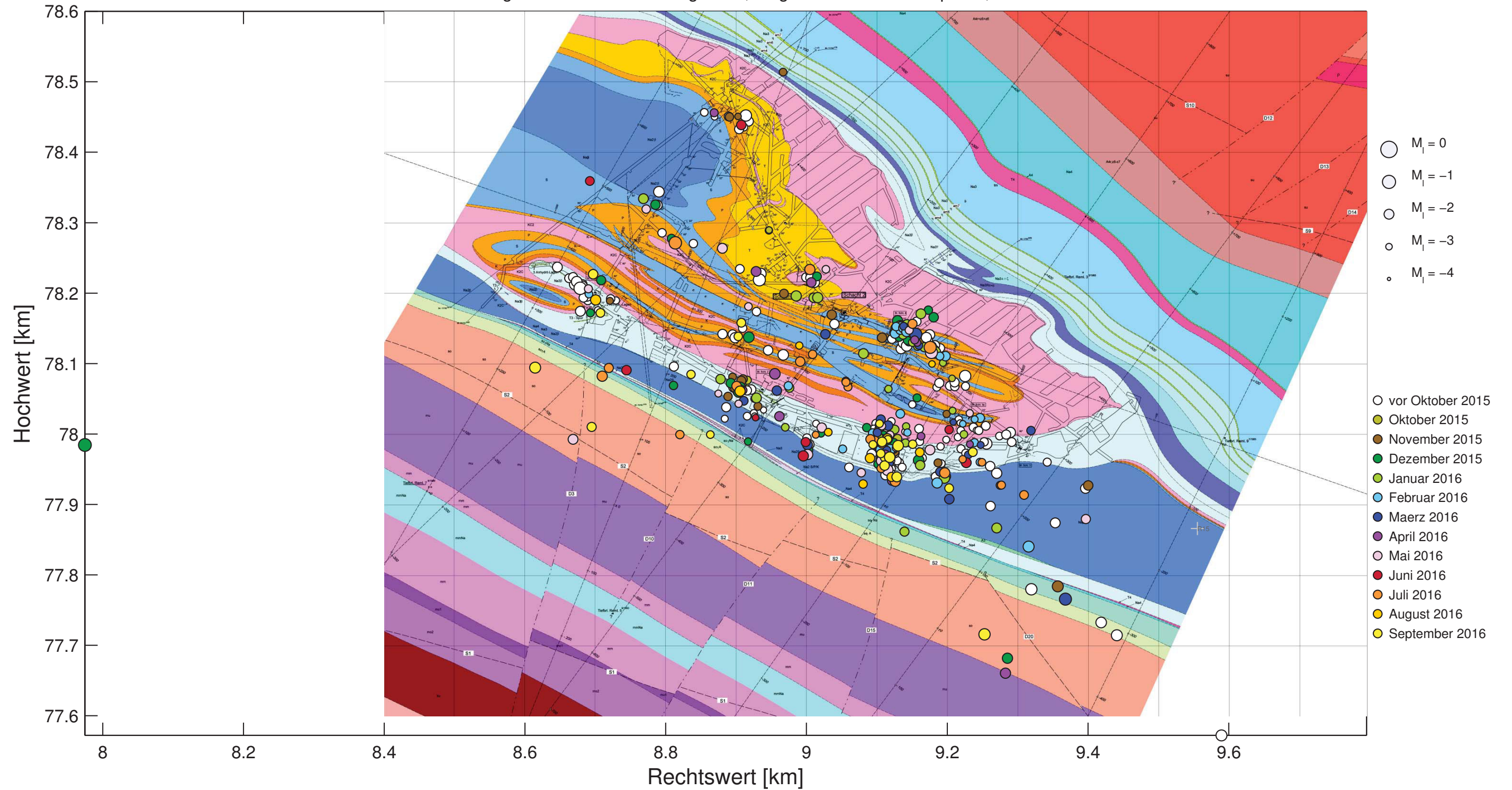
Mikroseismizität vom 01.10.2014 bis 30.09.2016, Bereich 725-m-Sohle (-513.5 mNN bis -543.0 mNN): 804 Ereignisse (nur Betriebsruhephasen)
 automatische Auswertung mit festen Geschwindigkeiten, Magnituden aus Einzelspuren, Stand: 14.03.2017



Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00

Mikroseismizität im Bereich der 750-m-Sohle

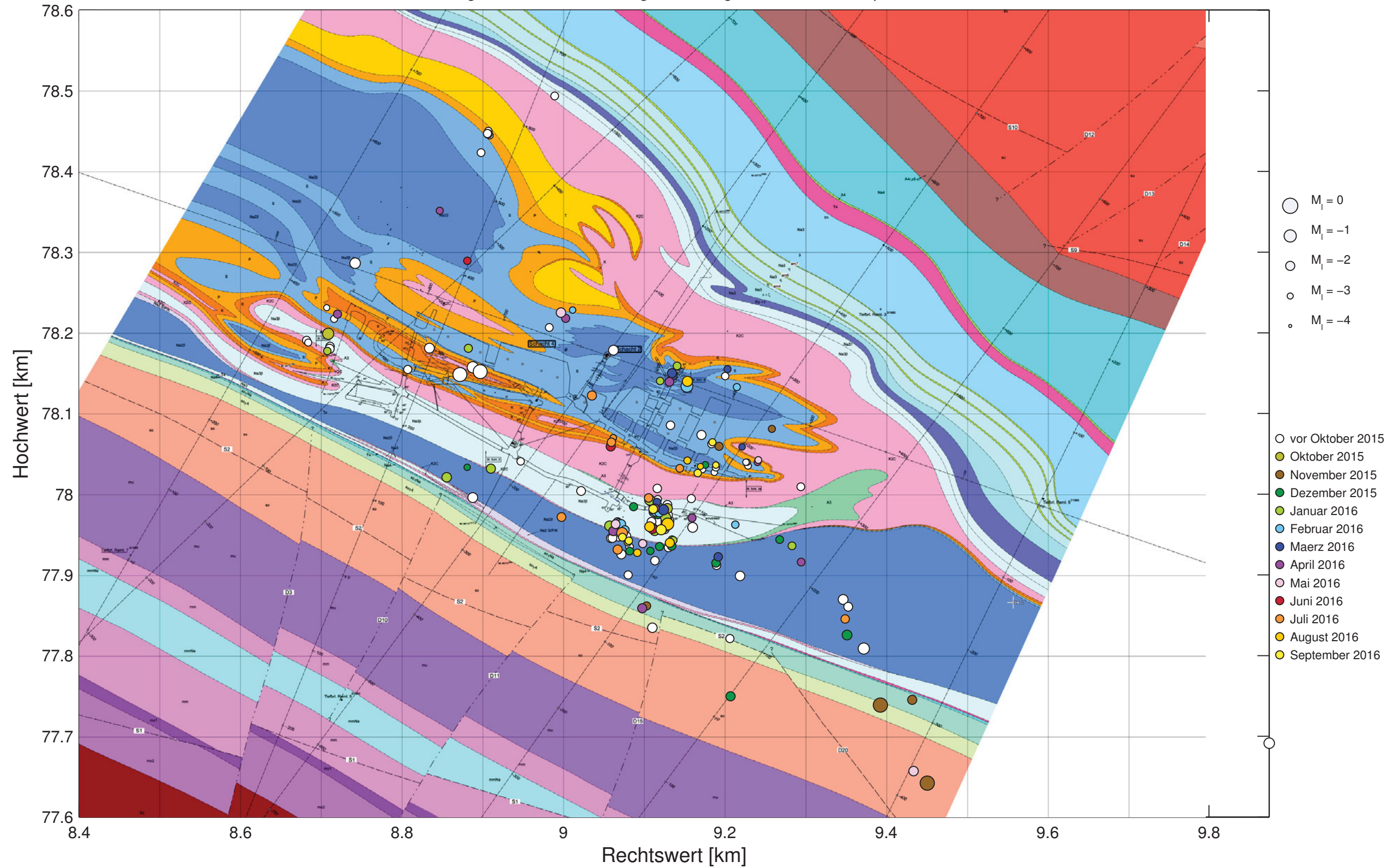
Mikroseismizität vom 01.10.2014 bis 30.09.2016, Bereich 750-m-Sohle (-543.0 mNN bis -568.0 mNN): 426 Ereignisse (nur Betriebsruhephasen)
 automatische Auswertung mit festen Geschwindigkeiten, Magnituden aus Einzelspuren, Stand: 14.03.2017



Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NNA	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00

Mikroseismizität im Bereich der 775-m-Sohle

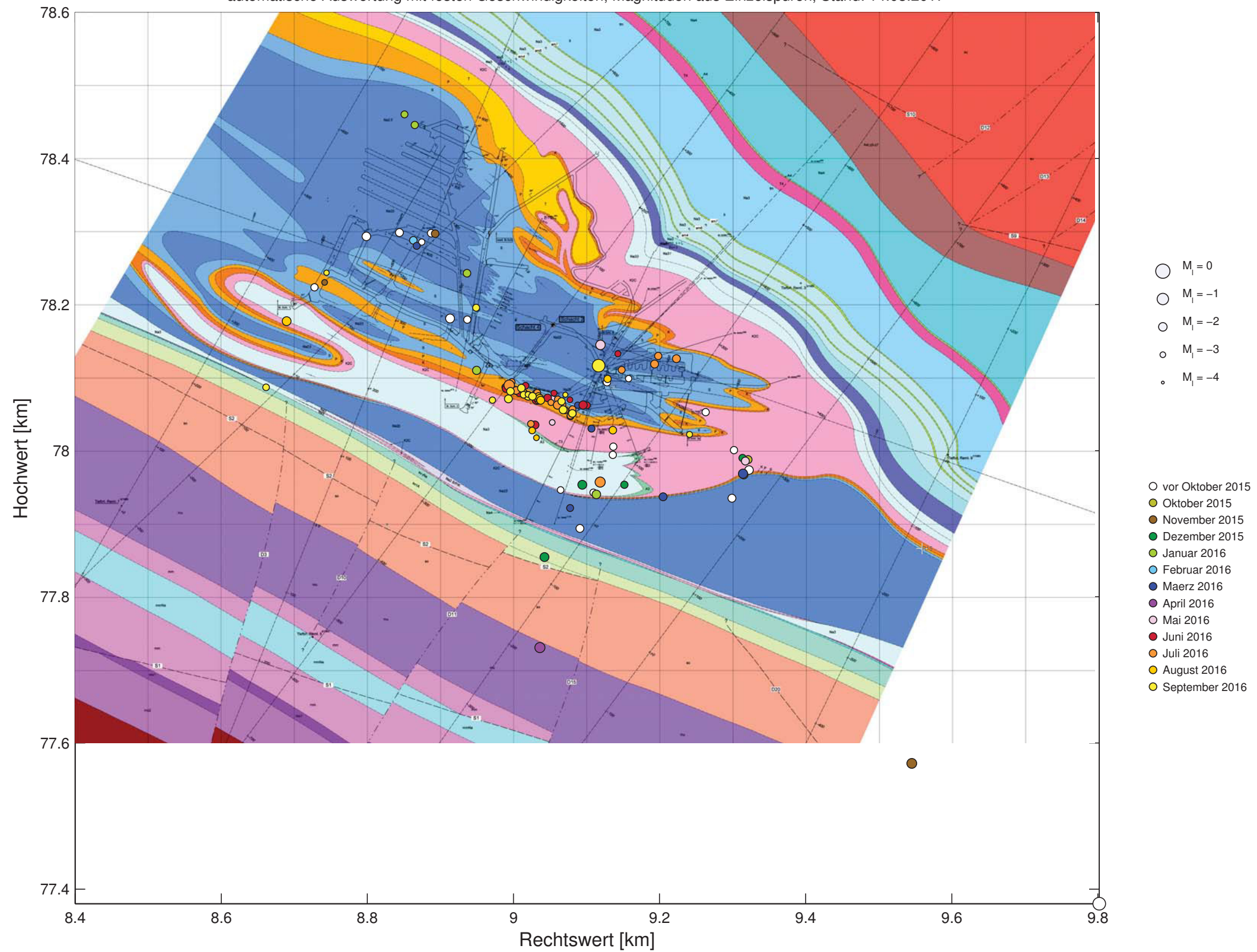
Mikroseismizität vom 01.10.2014 bis 30.09.2016, Bereich 775-m-Sohle (-568.0 mNN bis -593.0 mNN): 179 Ereignisse (nur Betriebsruhephasen)
 automatische Auswertung mit festen Geschwindigkeiten, Magnituden aus Einzelspuren, Stand: 14.03.2017



Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NNA	NNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00

Mikroseismizität im Bereich der 800-m-Sohle

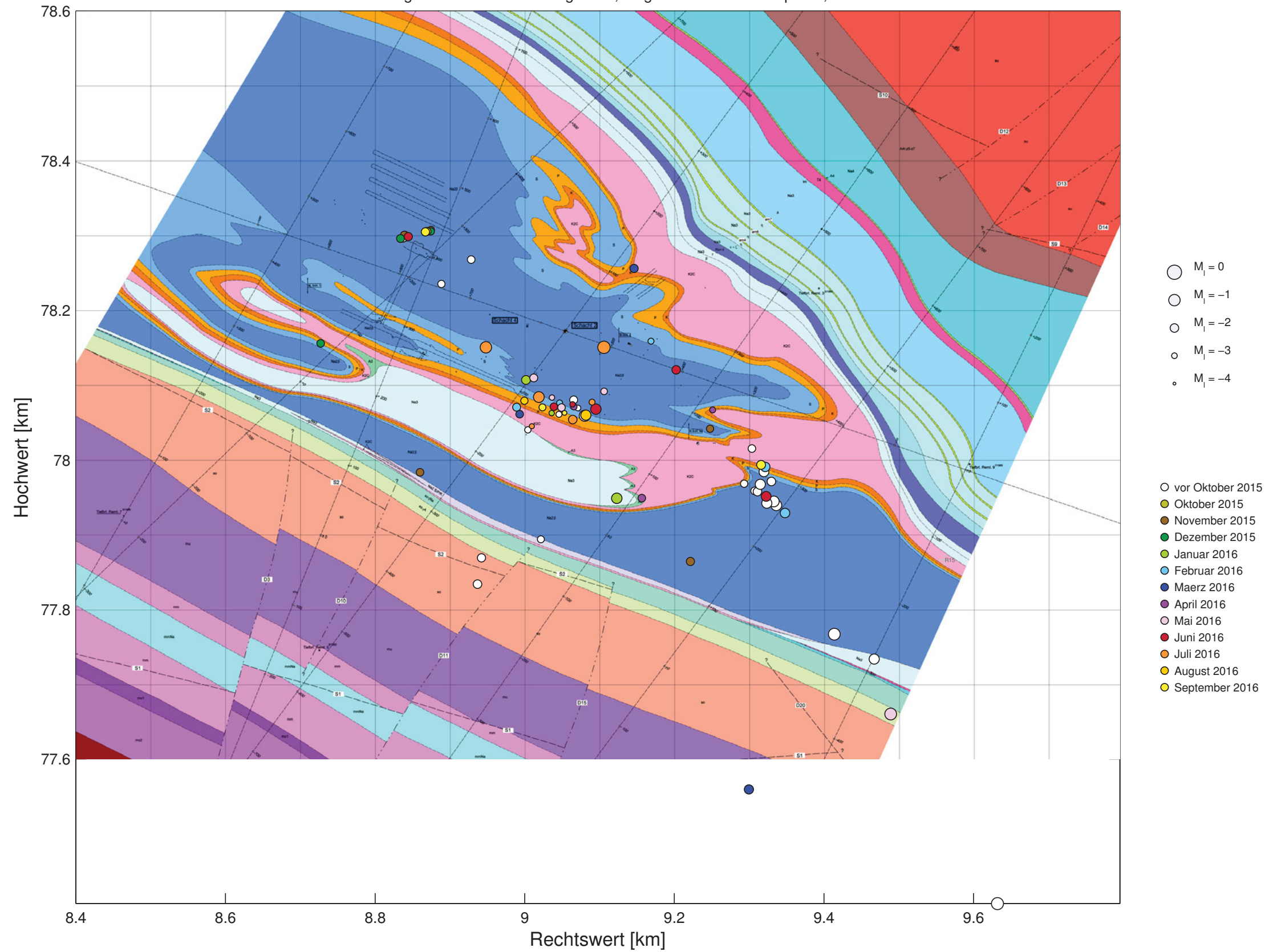
Mikroseismizität vom 01.10.2014 bis 30.09.2016, Bereich 800-m-Sohle (-593.0 mNN bis -618.0 mNN): 110 Ereignisse (nur Betriebsruhephasen)
 automatische Auswertung mit festen Geschwindigkeiten, Magnituden aus Einzelspuren, Stand: 14.03.2017



Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NNA	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00

Mikroseismizität im Bereich der 825-m-Sohle

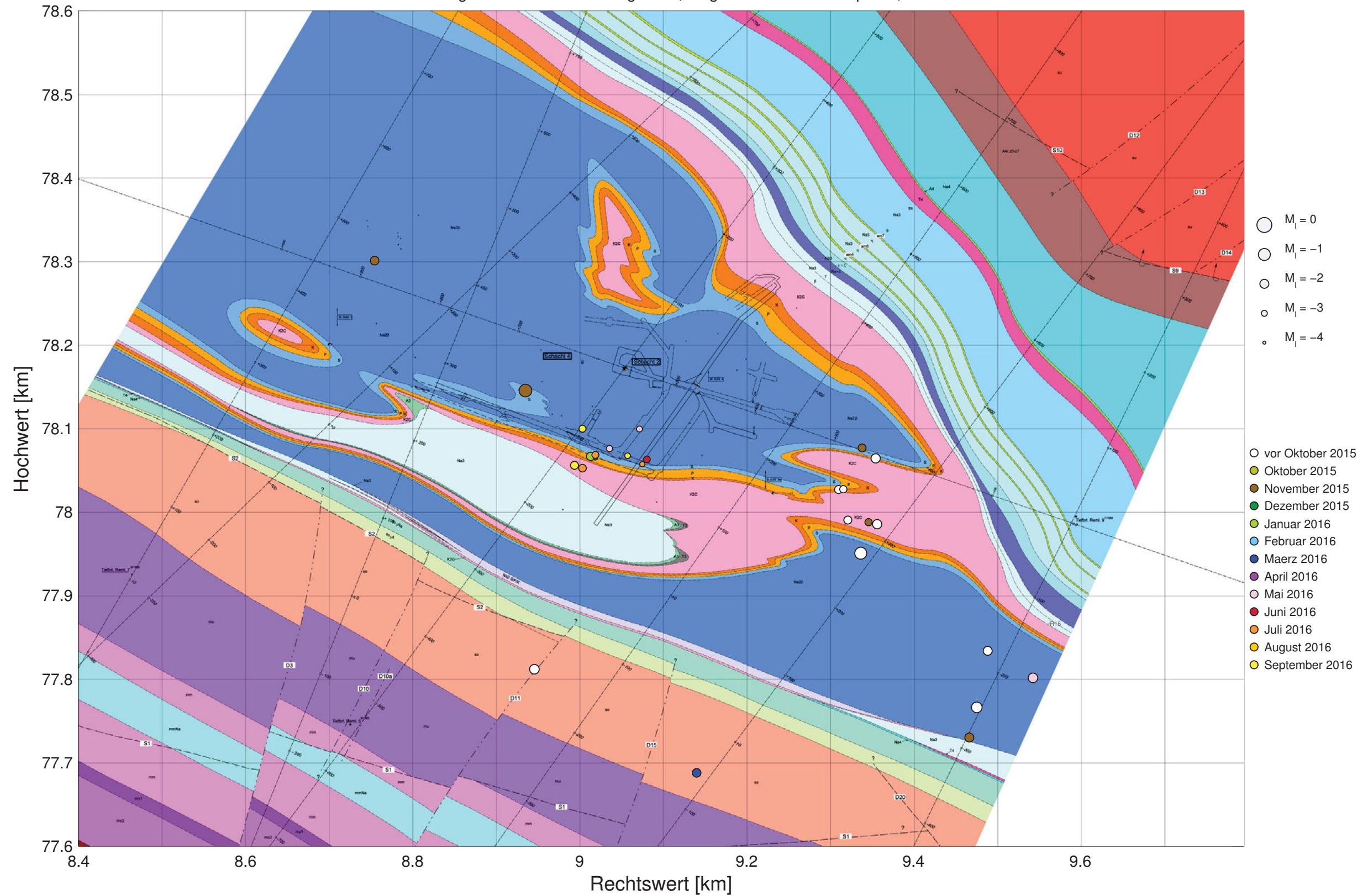
Mikroseismizität vom 01.10.2014 bis 30.09.2016, Bereich 825-m-Sohle (-618.0 mNN bis -643.0 mNN): 72 Ereignisse (nur Betriebsruhephasen)
 automatische Auswertung mit festen Geschwindigkeiten, Magnituden aus Einzelspuren, Stand: 14.03.2017



Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NNA	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00

Mikroseismizität im Bereich der 850-m-Sohle

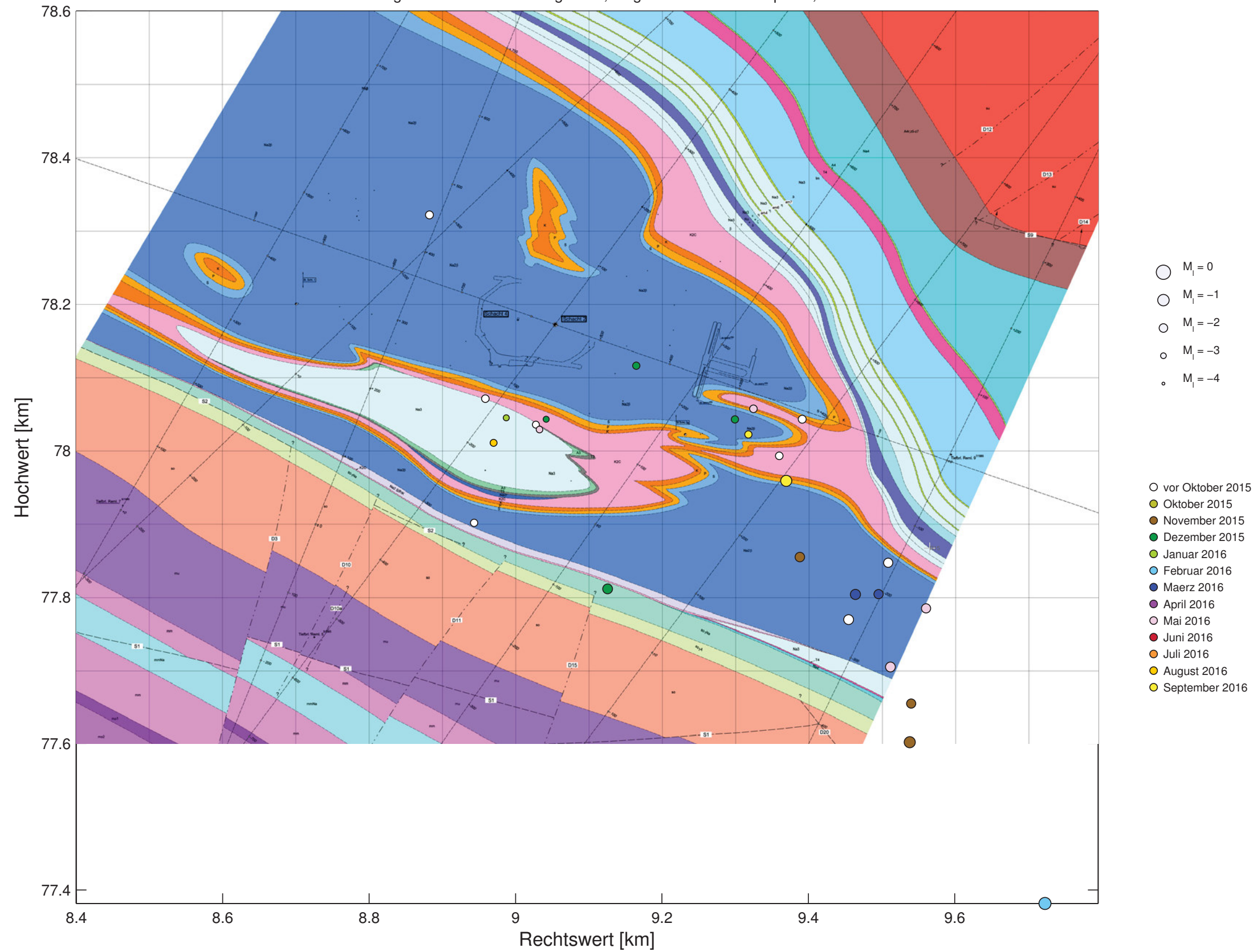
Mikroseismizität vom 01.10.2014 bis 30.09.2016, Bereich 850-m-Sohle (-643.0 mNN bis -668.0 mNN): 27 Ereignisse (nur Betriebsruhephasen)
 automatische Auswertung mit festen Geschwindigkeiten, Magnituden aus Einzelspuren, Stand: 14.03.2017



Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00

Mikroseismizität im Bereich der 875-m-Sohle

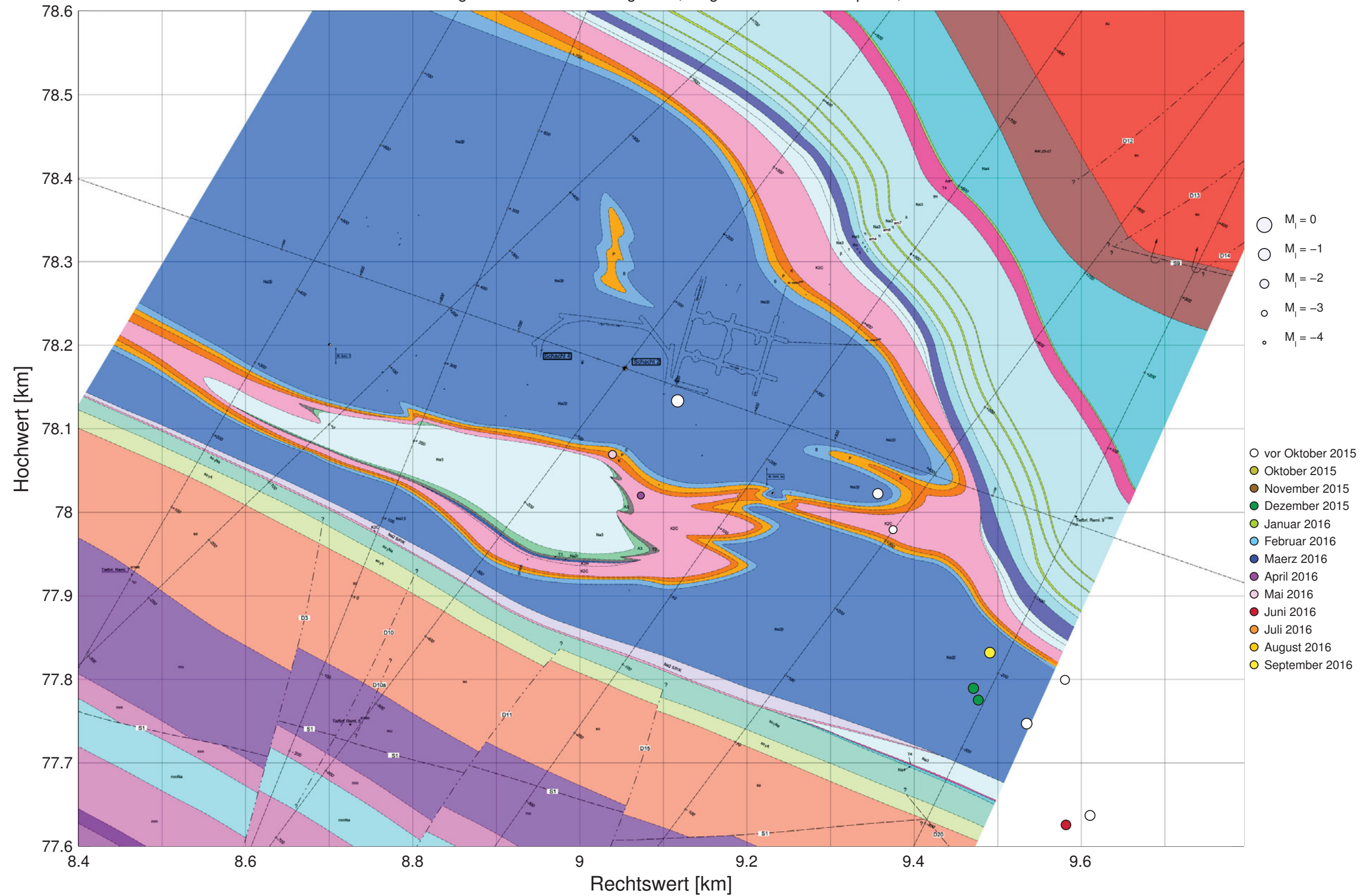
Mikroseismizität vom 01.10.2014 bis 30.09.2016, Bereich 875-m-Sohle (-668.0 mNN bis -693.0 mNN): 26 Ereignisse (nur Betriebsruhephasen)
 automatische Auswertung mit festen Geschwindigkeiten, Magnituden aus Einzelspuren, Stand: 14.03.2017



Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NNA	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00

Mikroseismizität im Bereich der 900-m-Sohle

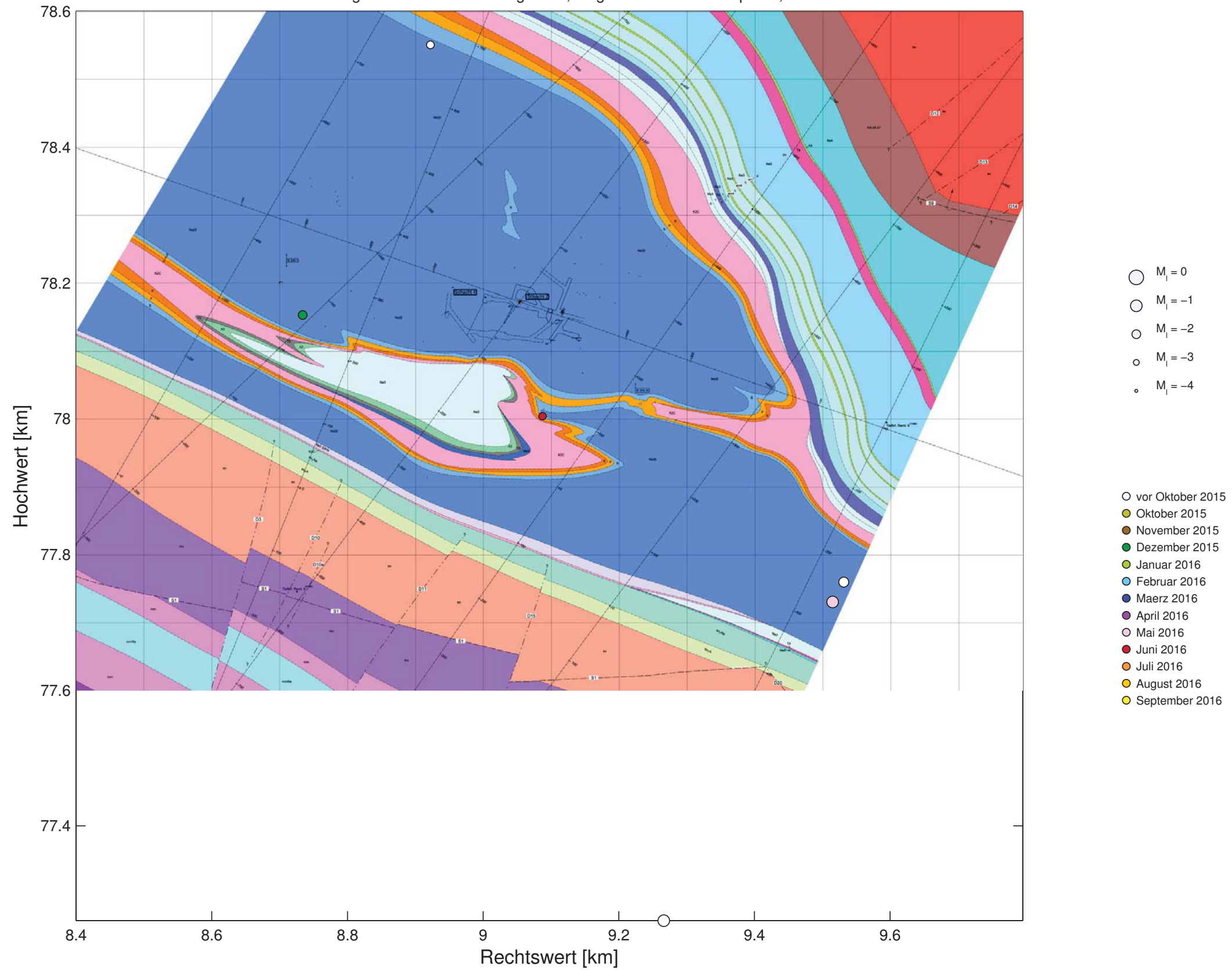
Mikroseismizität vom 01.10.2014 bis 30.09.2016, Bereich 900-m-Sohle (-693.0 mNN bis -718.0 mNN): 12 Ereignisse (nur Betriebsruhephasen)
 automatische Auswertung mit festen Geschwindigkeiten, Magnituden aus Einzelspuren, Stand: 14.03.2017



Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00

Mikroseismizität im Bereich der 925-m-Sohle

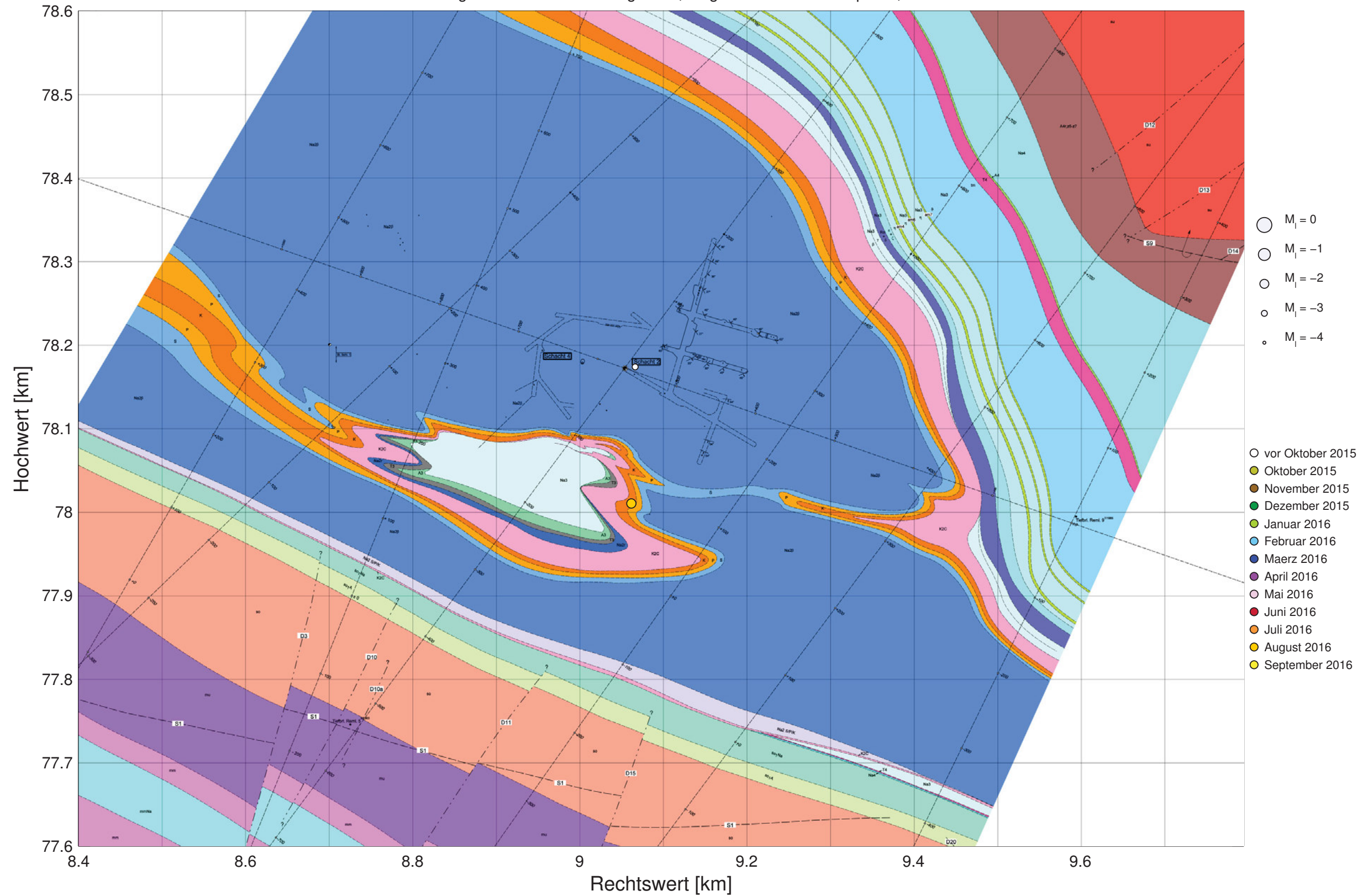
Mikroseismizität vom 01.10.2014 bis 30.09.2016, Bereich 925-m-Sohle (-718.0 mNN bis -743.0 mNN): 6 Ereignisse (nur Betriebsruhephasen)
 automatische Auswertung mit festen Geschwindigkeiten, Magnituden aus Einzelspuren, Stand: 14.03.2017



Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NNA	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00

Mikroseismizität im Bereich der 950-m-Sohle

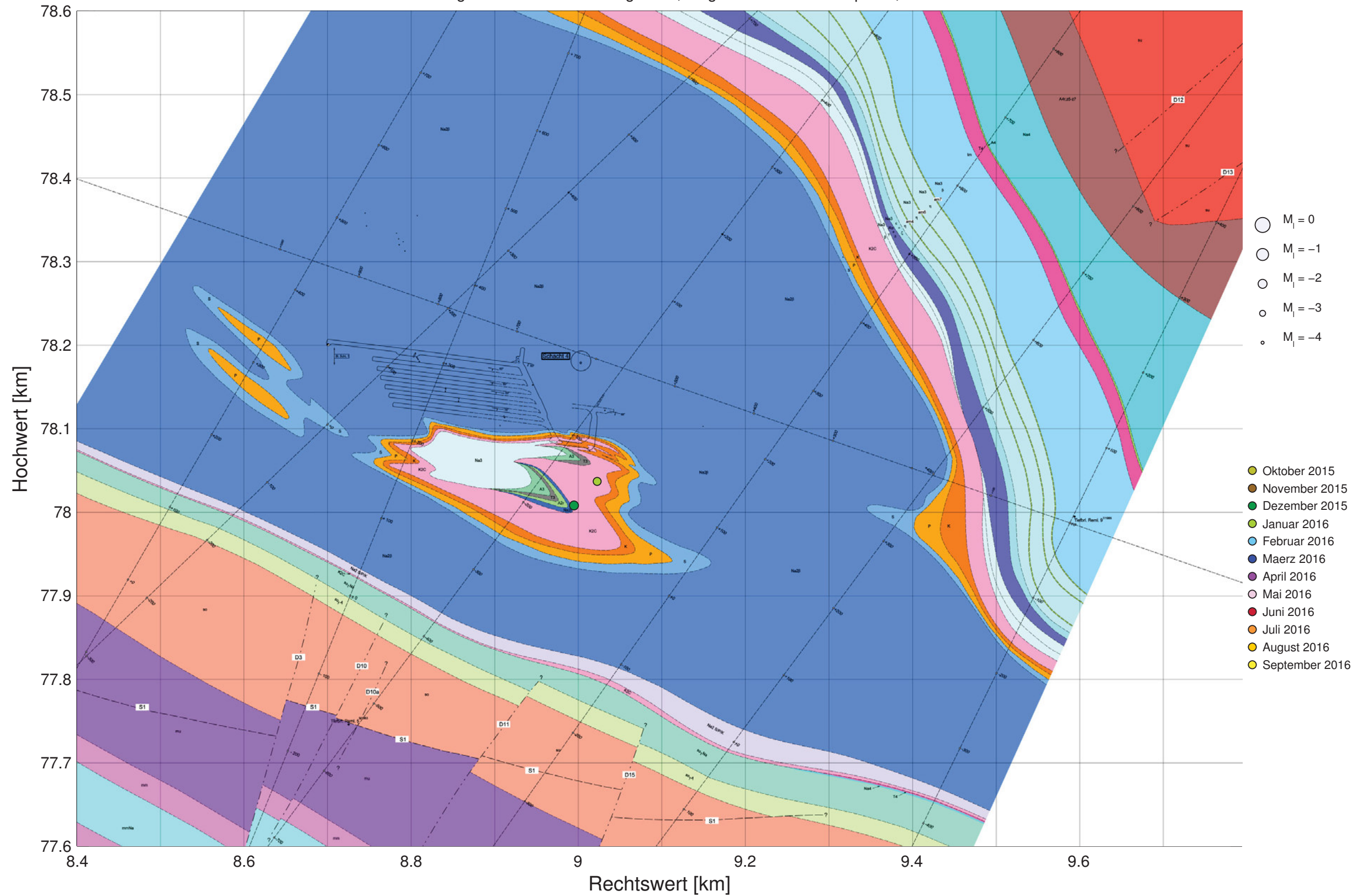
Mikroseismizität vom 01.10.2014 bis 30.09.2016, Bereich 950-m-Sohle (-743.0 mNN bis -768.0 mNN): 2 Ereignisse (nur Betriebsruhephasen)
 automatische Auswertung mit festen Geschwindigkeiten, Magnituden aus Einzelspuren, Stand: 14.03.2017



Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NNA	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00

Mikroseismizität im Bereich der 975-m-Sohle und tiefer

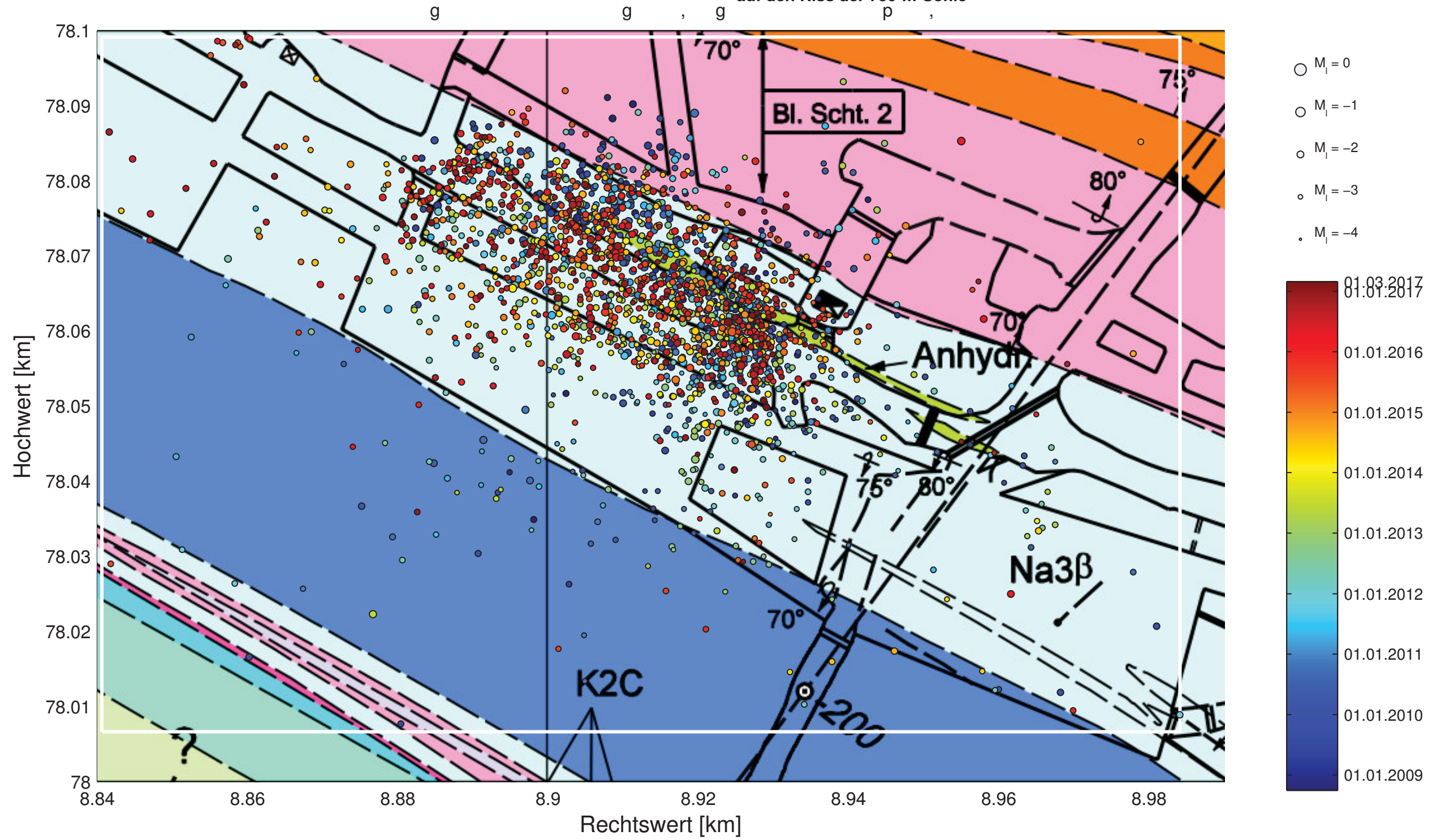
Mikroseismizität vom 01.10.2014 bis 30.09.2016, Bereich 975-m-Sohle und tiefer (<-768.0 mNN): 2 Ereignisse (nur Betriebsruhephasen)
 automatische Auswertung mit festen Geschwindigkeiten, Magnituden aus Einzelspuren, Stand: 14.03.2017



Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NNA	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00

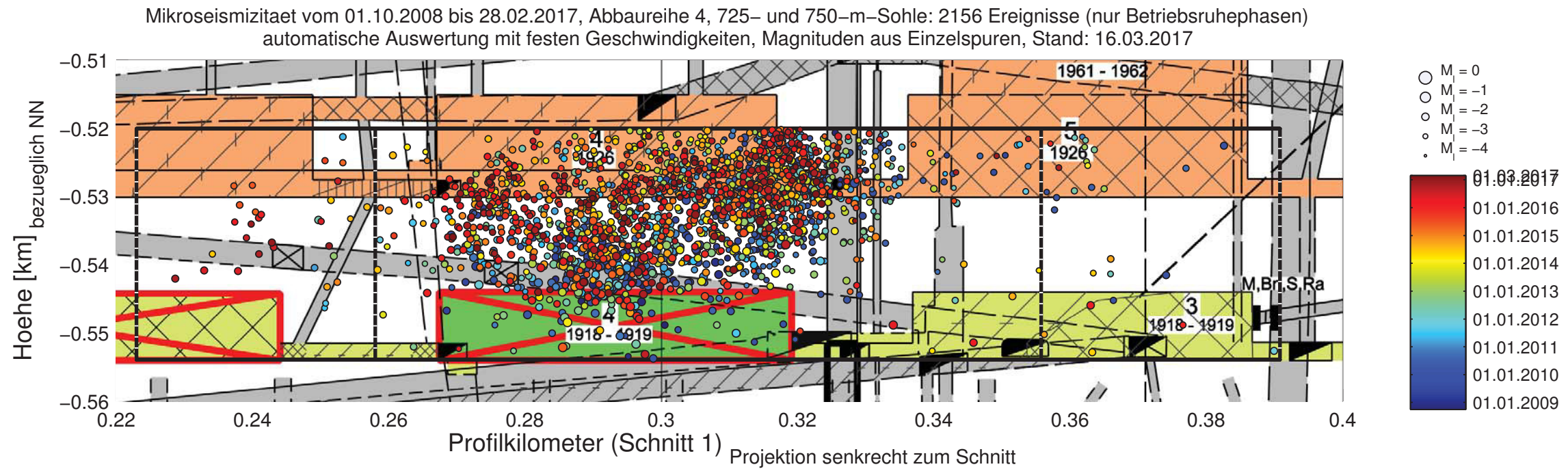
Anhang 5.22: Cluster bei ELK 4/750

Mikroseismizität bei ELK 4/750 in den Betriebsruhephasen von 10/2008 bis 02/2017 projiziert auf den Riss der 750-m-Sohle

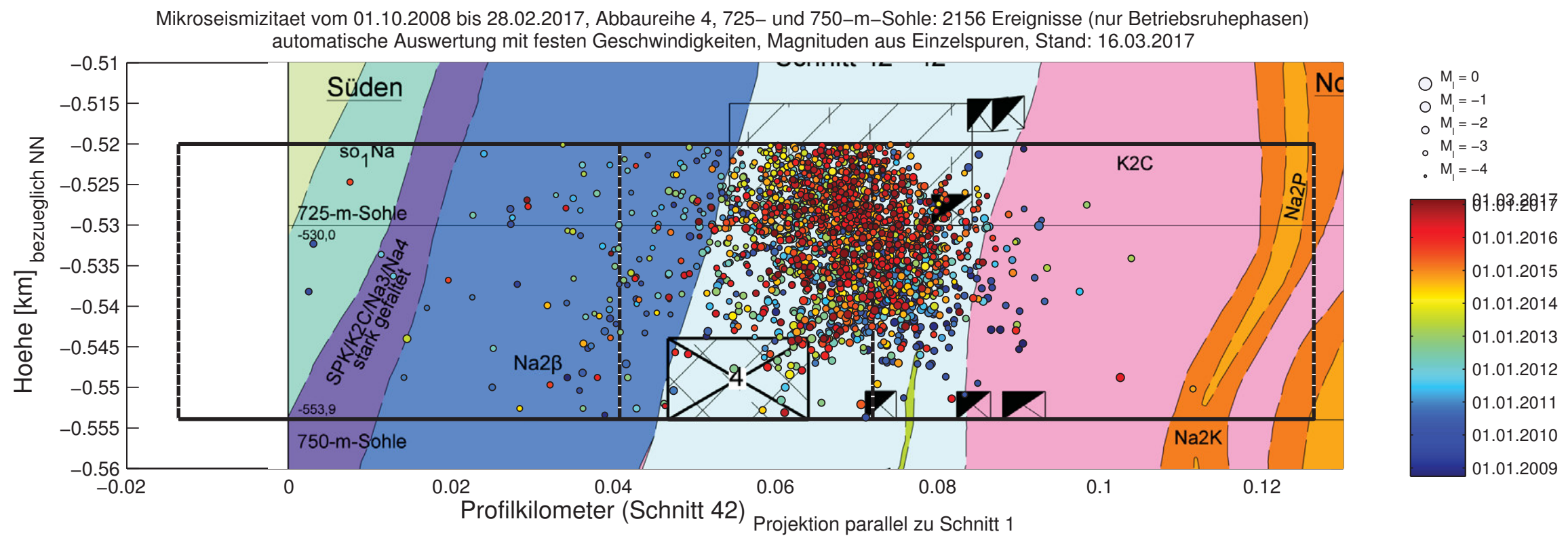


Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NNA	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00

Mikroseismizität bei ELK 4/750 in den Betriebsruhephasen von 10/2008 bis 02/2017 projiziert auf Schnitt 1



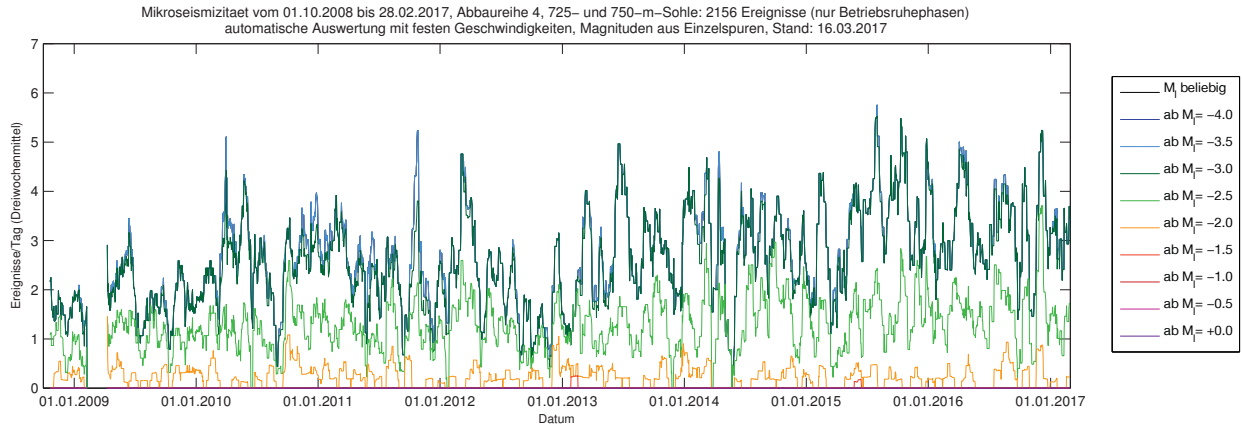
Mikroseismizität bei ELK 4/750 in den Betriebsruhephasen von 10/2008 bis 02/2017 projiziert auf Schnitt 42



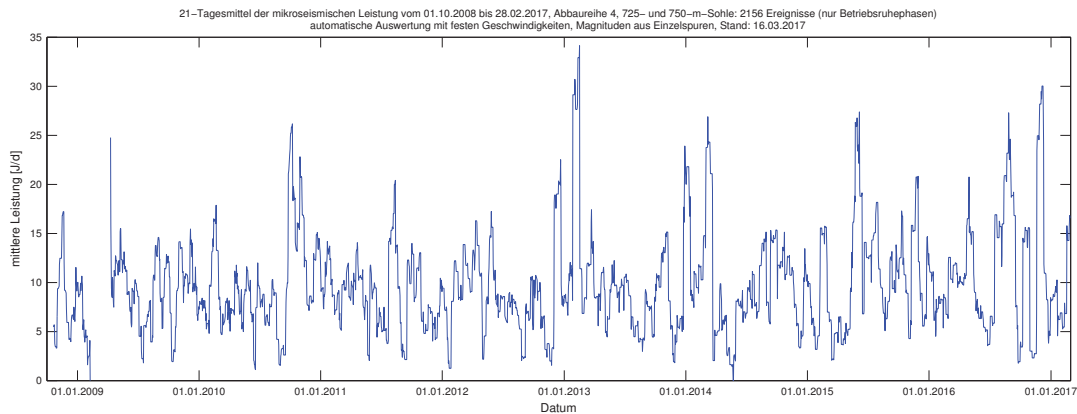
Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00



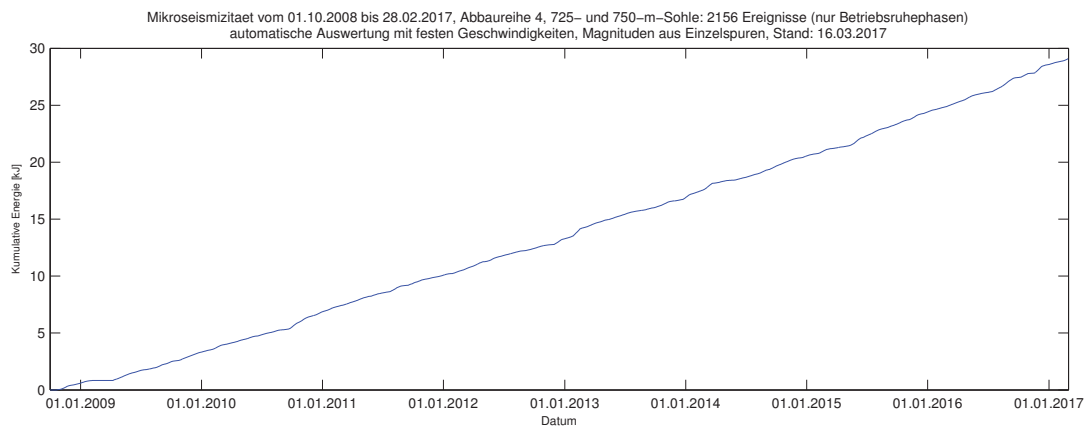
Ereignisrate des Clusters bei ELK 4/750 in den Betriebsruhephasen von 10/2008 bis 02/2017



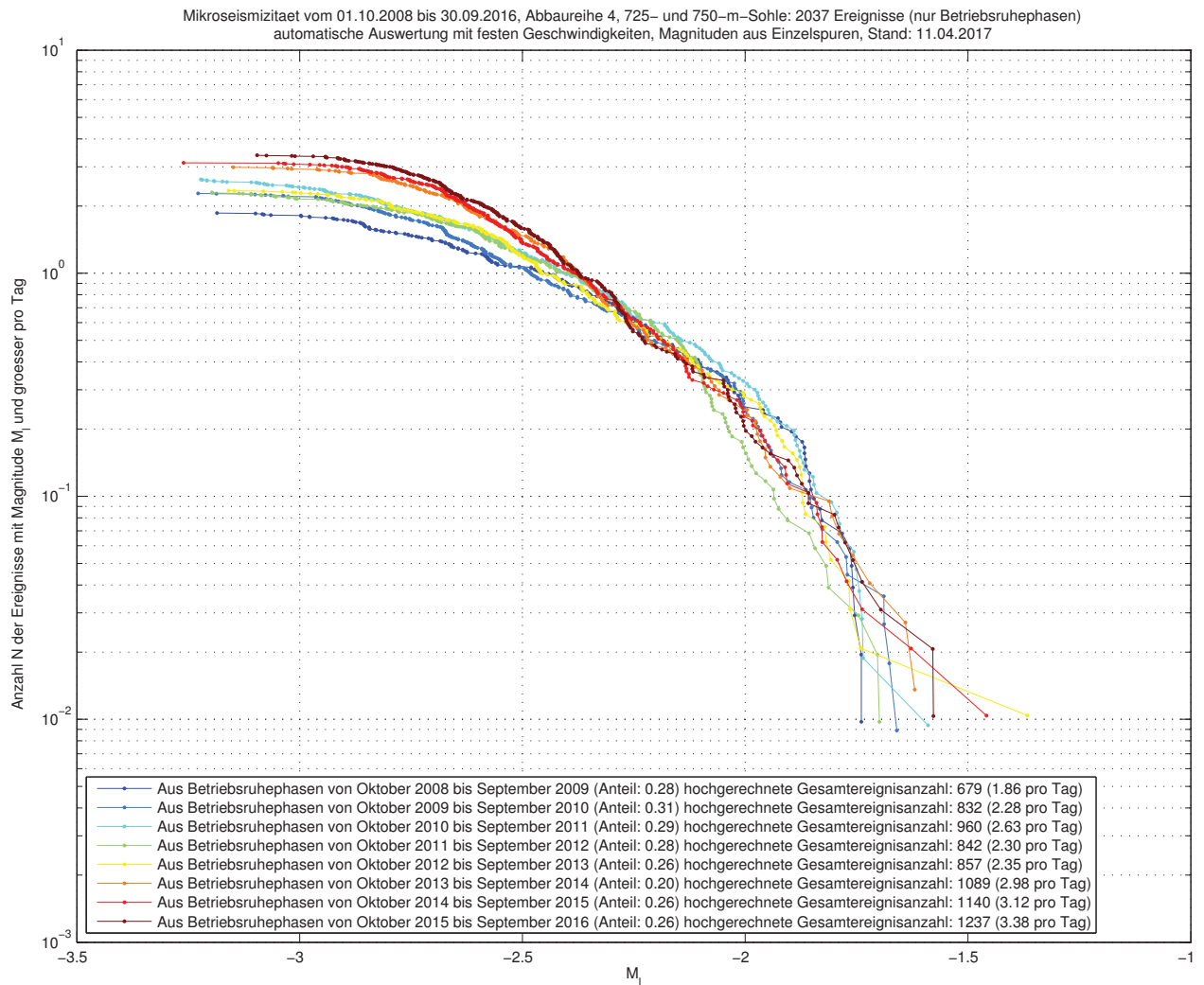
Gemittelte mikroseismische Leistung des Clusters bei ELK 4/750 in den Betriebsruhephasen von 10/2008 bis 02/2017



Kumulative Energie des Clusters bei ELK 4/750 hochgerechnet aus den Betriebsruhephasen von 10/2008 bis 02/2017



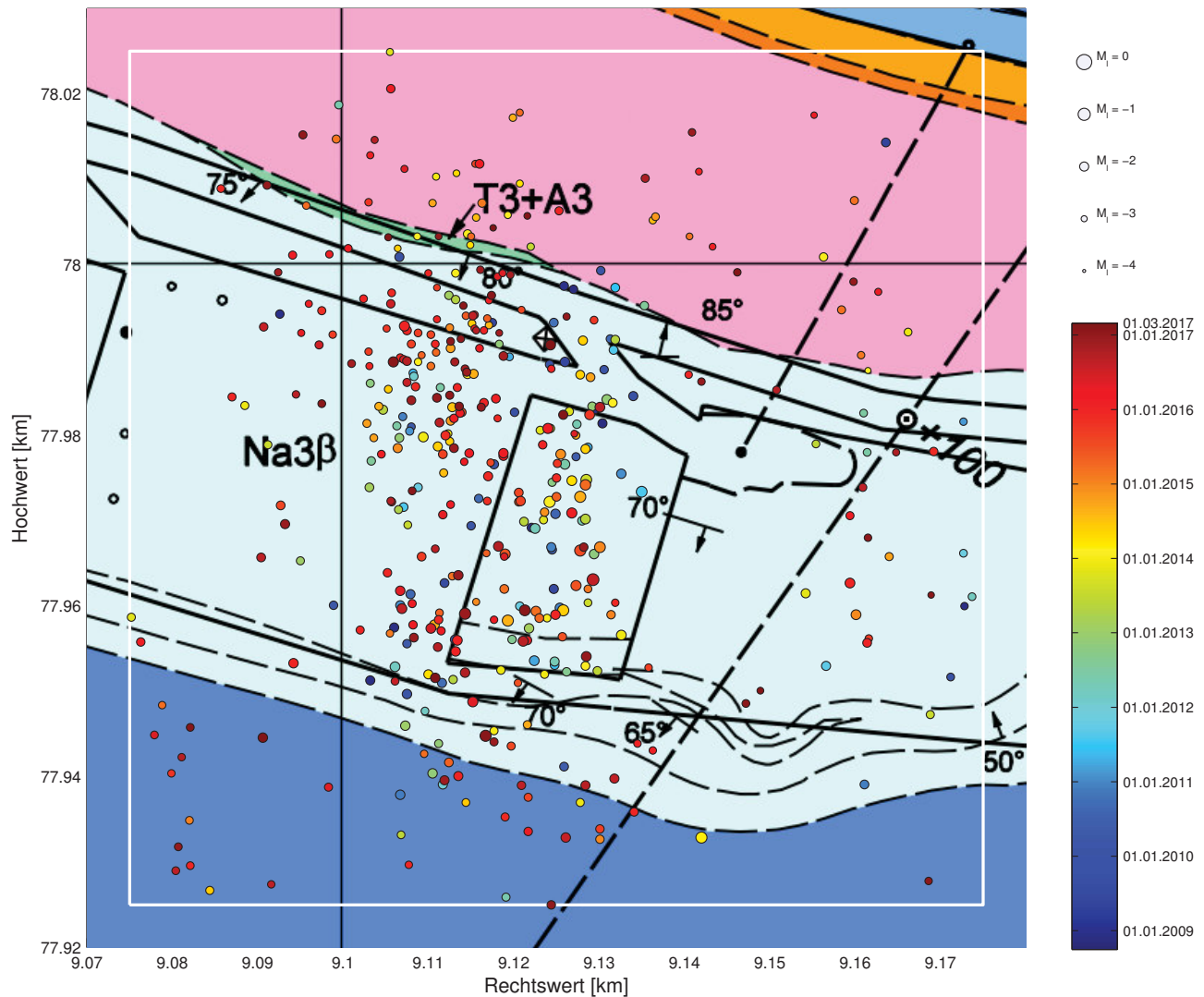
Magnituden-Häufigkeits-Verteilung des Clusters bei ELK 4/750 von 10/2008 bis 09/2016



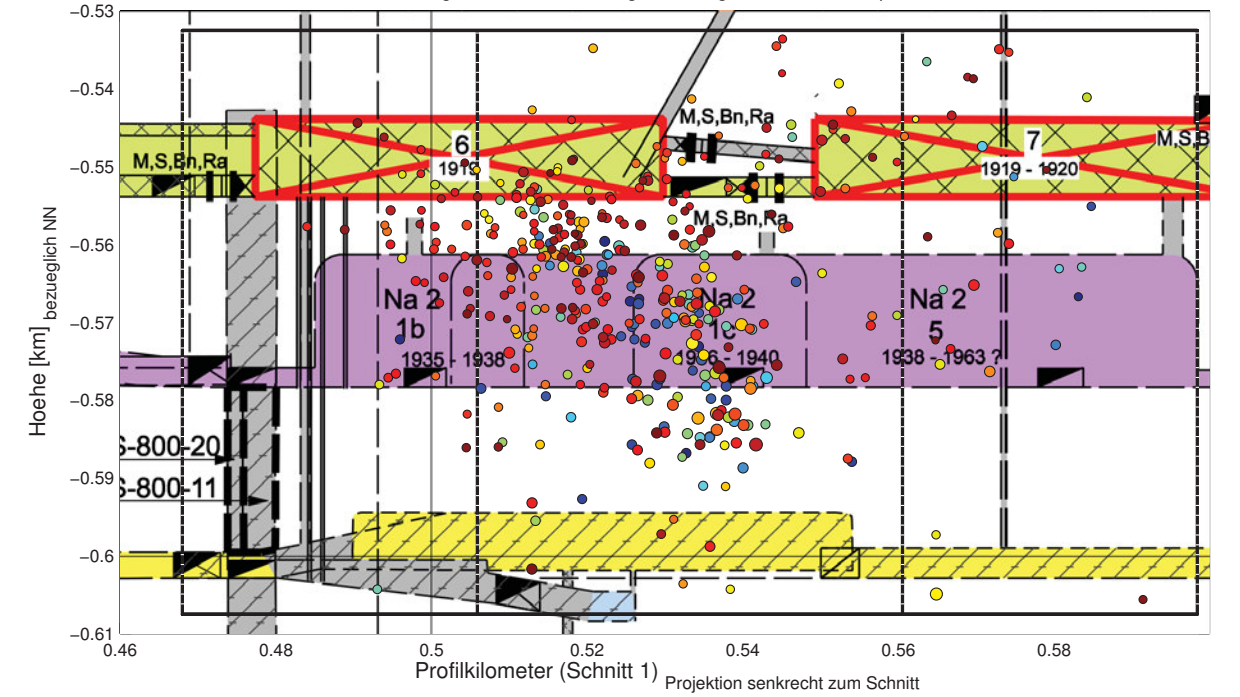
Anhang 5.23: Cluster bei der ELK 6/750

Mikroseismizität im bzw. beim östlichen Teil der ELK 6/750 in den Betriebsruhephasen von 10/2008 bis 02/2017 projiziert auf den Riss der 750-m-Sohle sowie die Schnitte 1 und 22

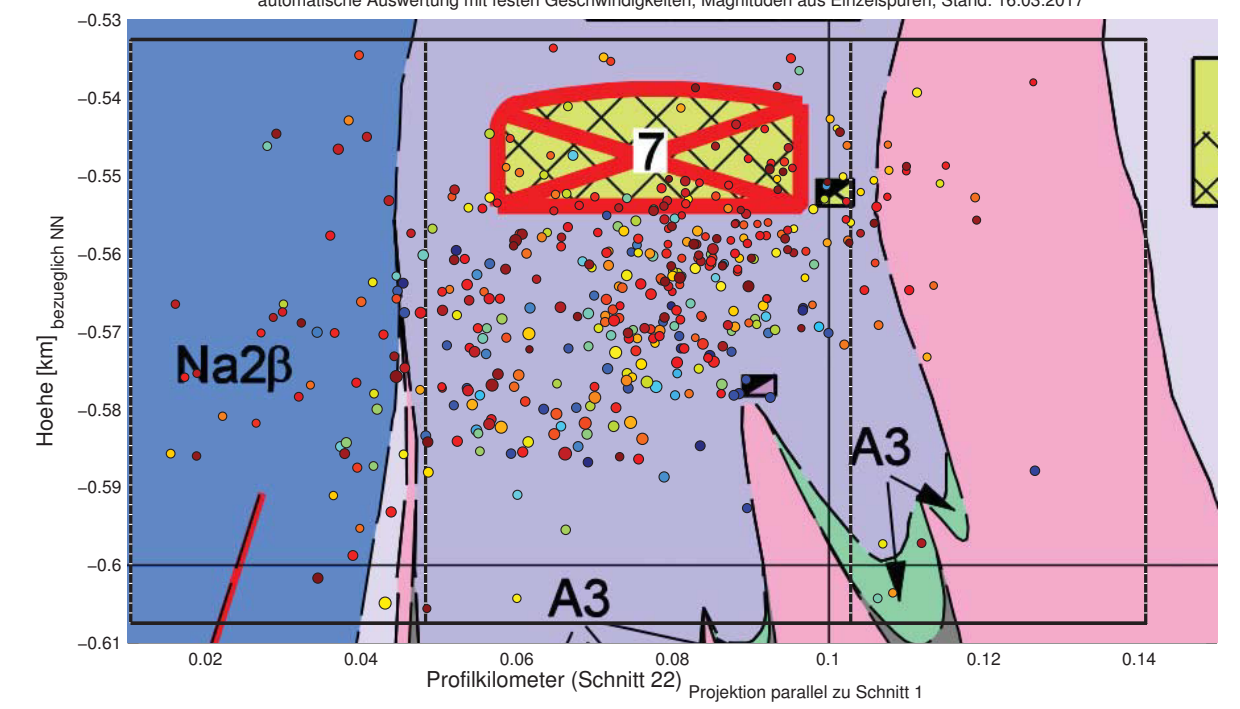
Mikroseismizität vom 01.10.2008 bis 28.02.2017, oestlicher Teil von Abbau 6/750 und Umgebung: 423 Ereignisse (nur Betriebsruhephasen)
automatische Auswertung mit festen Geschwindigkeiten, Magnituden aus Einzelspuren, Stand: 16.03.2017



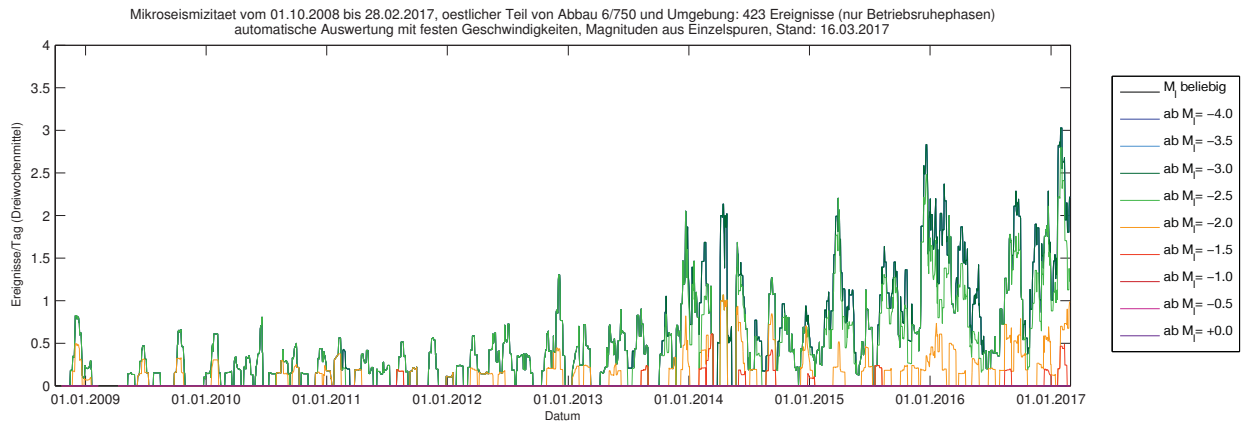
Mikroseismizität vom 01.10.2008 bis 28.02.2017, oestlicher Teil von Abbau 6/750 und Umgebung: 423 Ereignisse (nur Betriebsruhephasen)
automatische Auswertung mit festen Geschwindigkeiten, Magnituden aus Einzelspuren, Stand: 16.03.2017



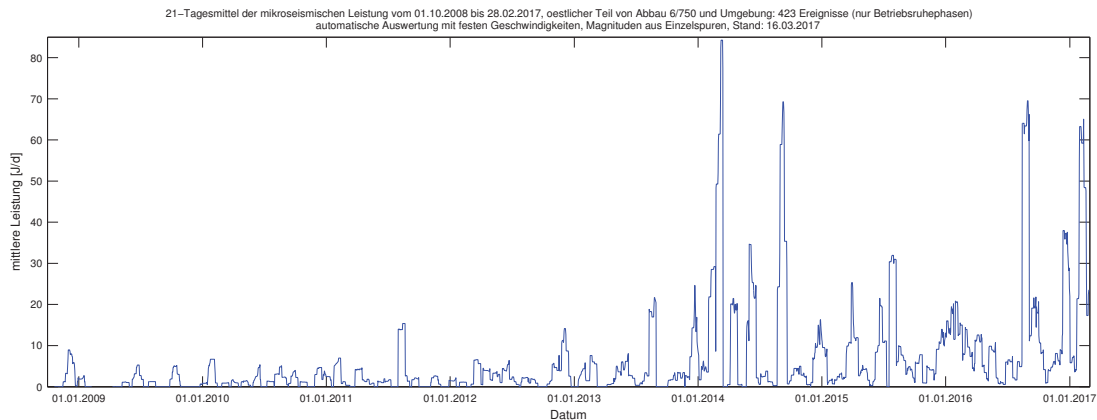
Mikroseismizität vom 01.10.2008 bis 28.02.2017, oestlicher Teil von Abbau 6/750 und Umgebung: 423 Ereignisse (nur Betriebsruhephasen)
automatische Auswertung mit festen Geschwindigkeiten, Magnituden aus Einzelspuren, Stand: 16.03.2017



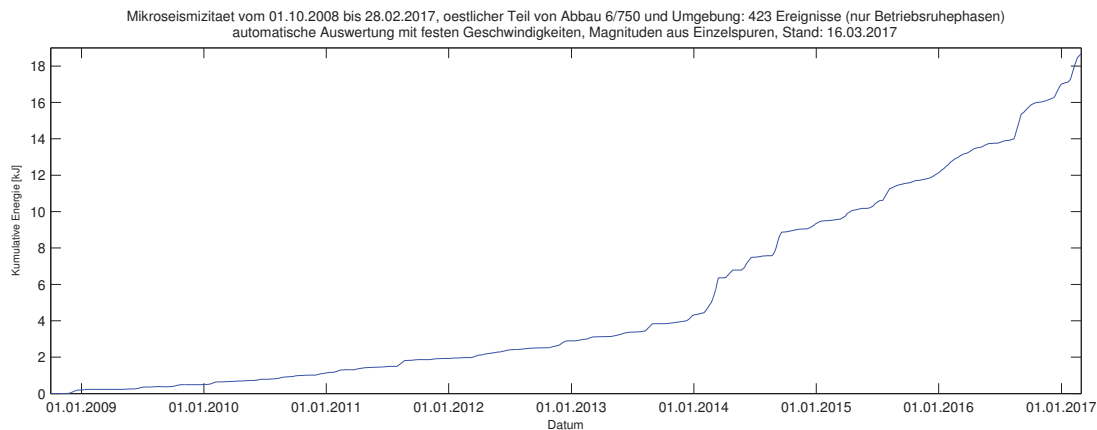
Ereignisrate des Clusters im bzw. beim östlichen Teil der ELK 6/750 in den Betriebsruhephasen von 10/2008 bis 02/2017



Gemittelte mikroseismische Leistung des Clusters im bzw. beim östlichen Teil der ELK 6/750 in den Betriebsruhephasen von 10/2008 bis 02/2017

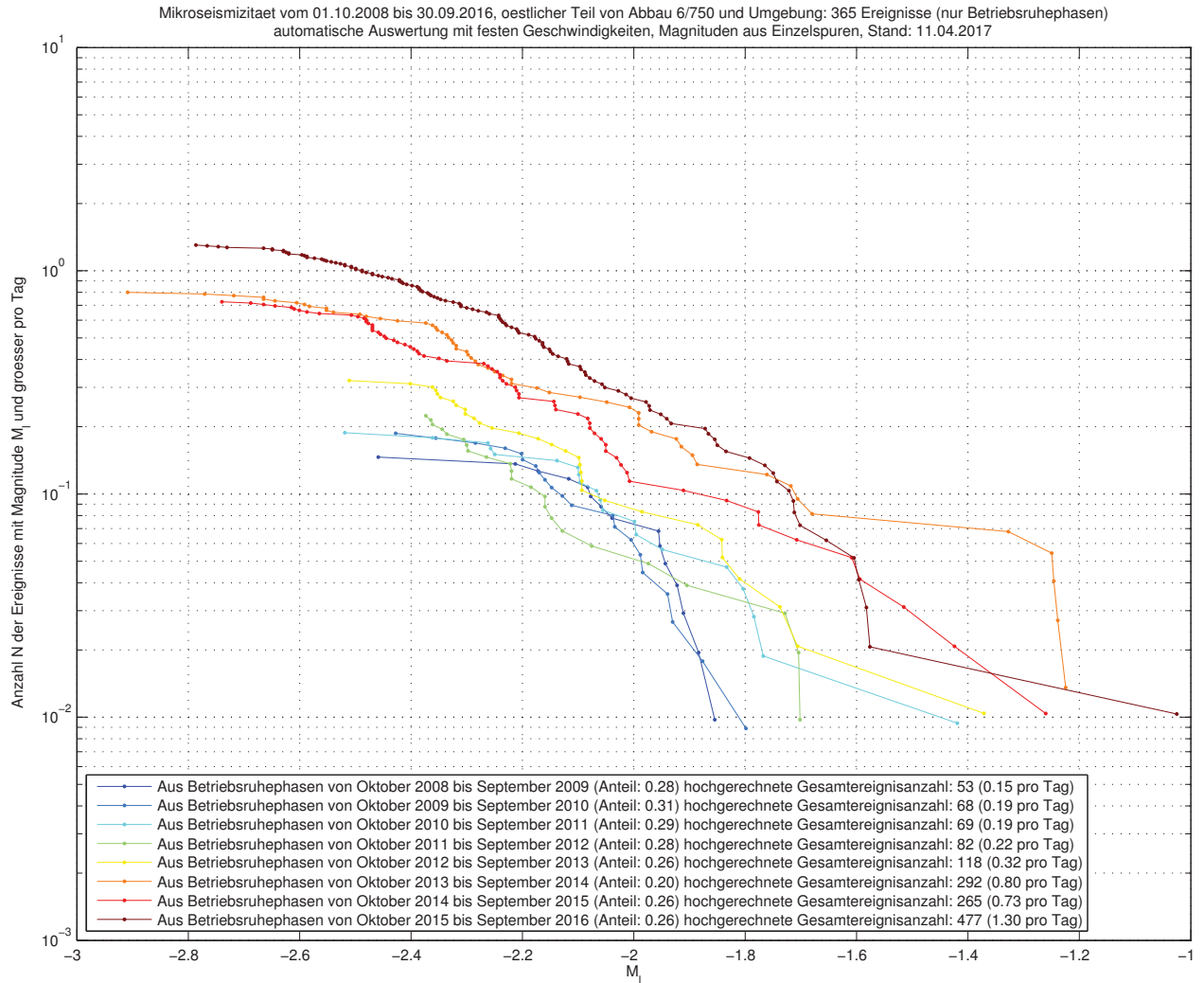


Kumulative Energie des Clusters im bzw. beim östlichen Teil der ELK 6/750 hochgerechnet aus den Betriebsruhephasen von 10/2008 bis 02/2017

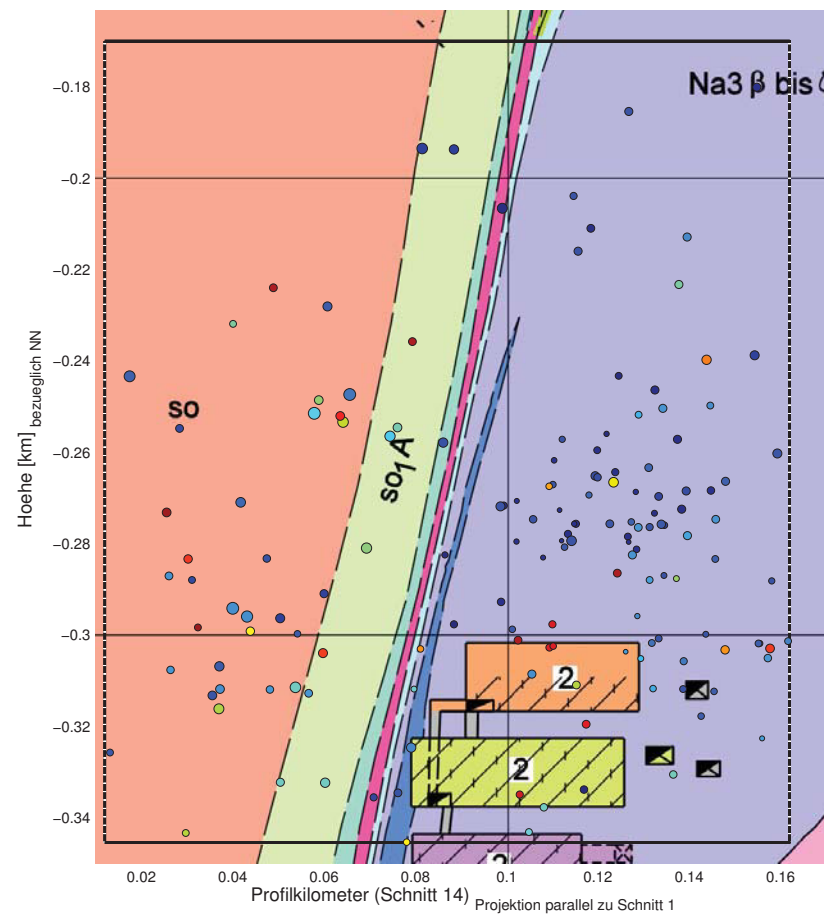
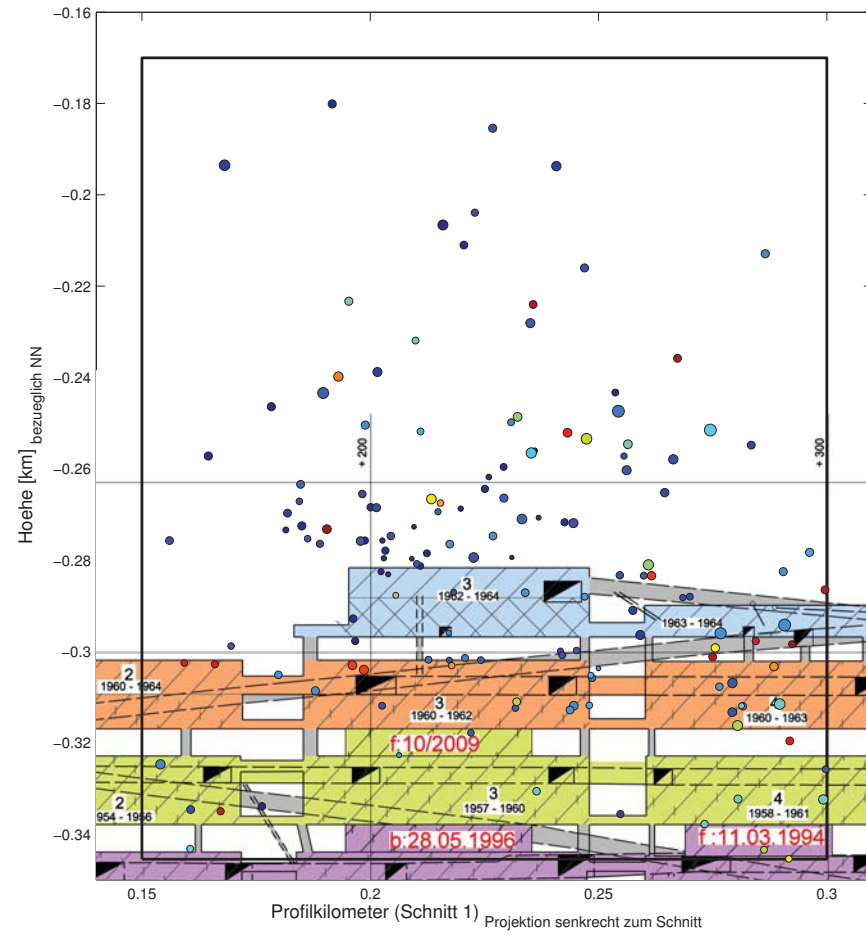


Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00

Entwicklung der Magnituden-Häufigkeits-Verteilung des Clusters im bzw. beim östlichen Teil der ELK 6/750 von 10/2008 bis 09/2016 (Betriebsruhe)

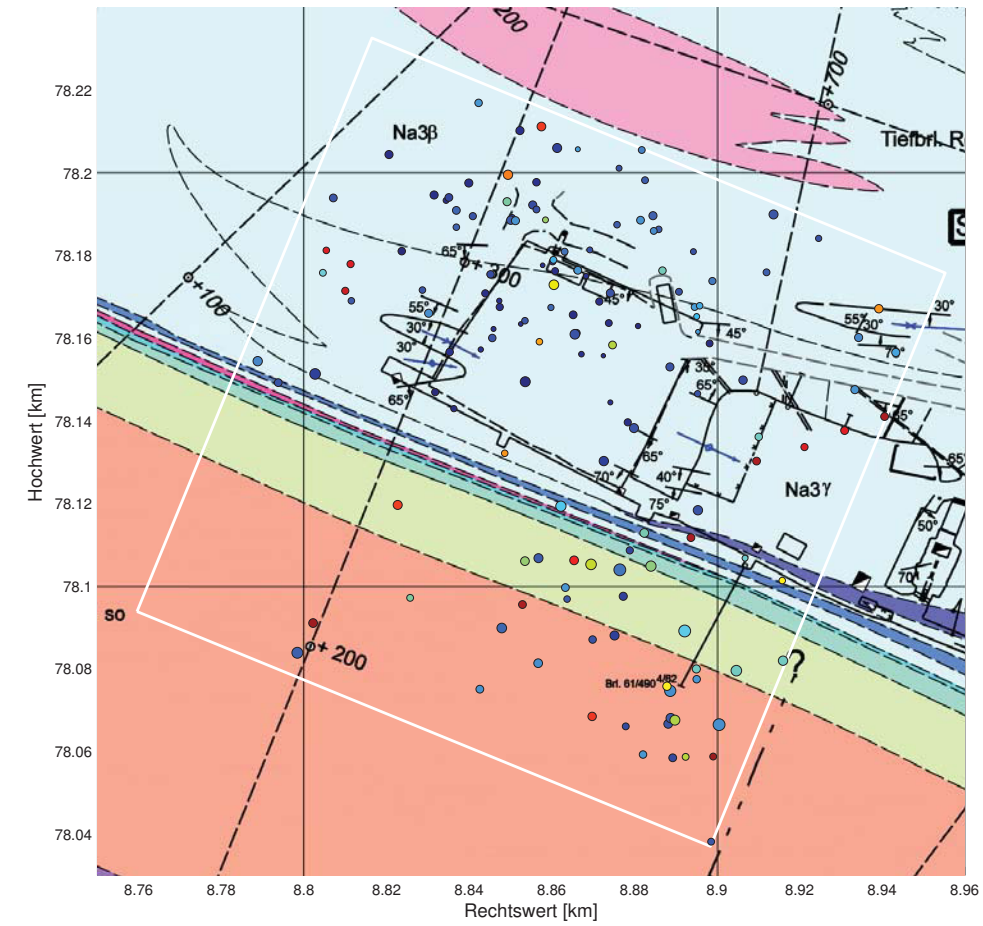


Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00

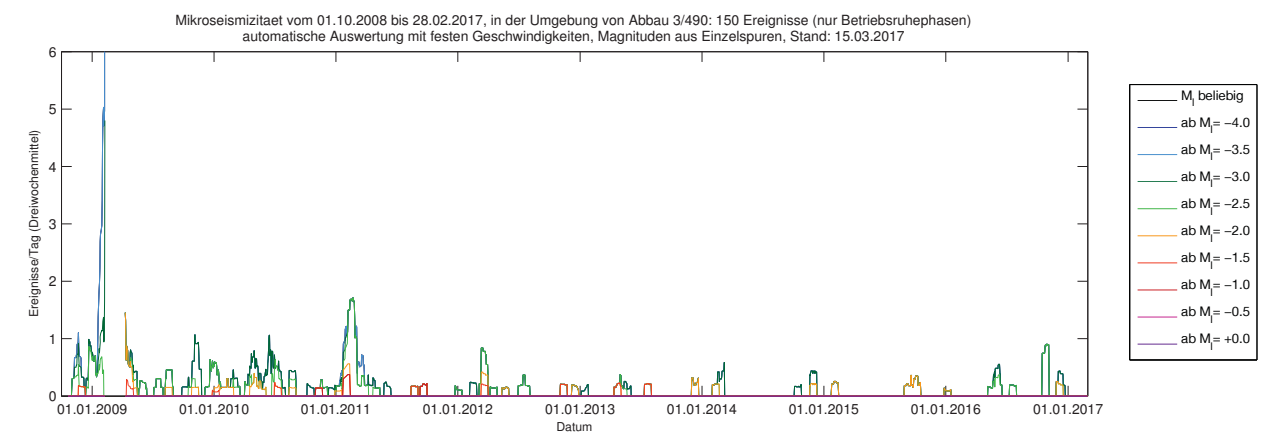


Anhang 5.24: Mikroseismizität bei Abbau 3/490

Mikroseismizität bei Abbau 3/490 in Betriebsruhephasen von 10/2008 bis 02/2017: projiziert auf die Schnitte 1 und 16 sowie den Riss der 490-m-Sohle



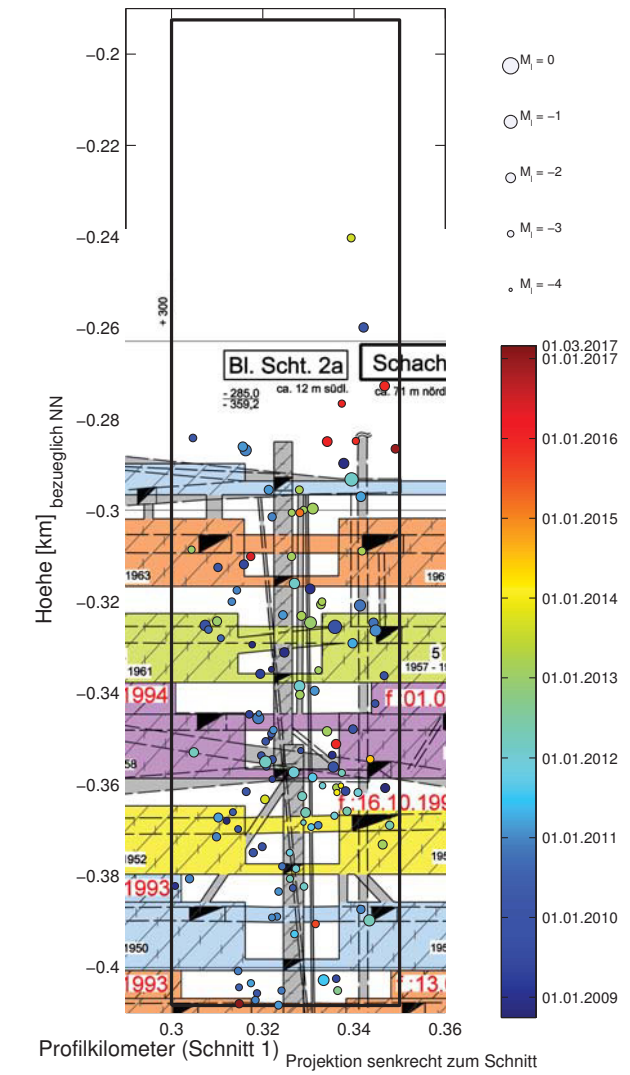
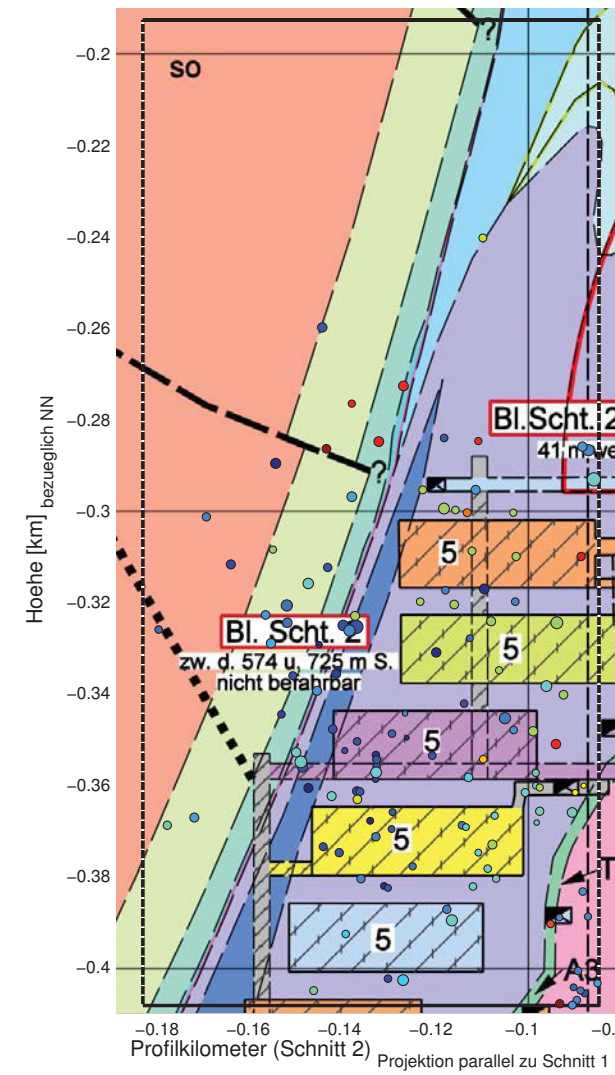
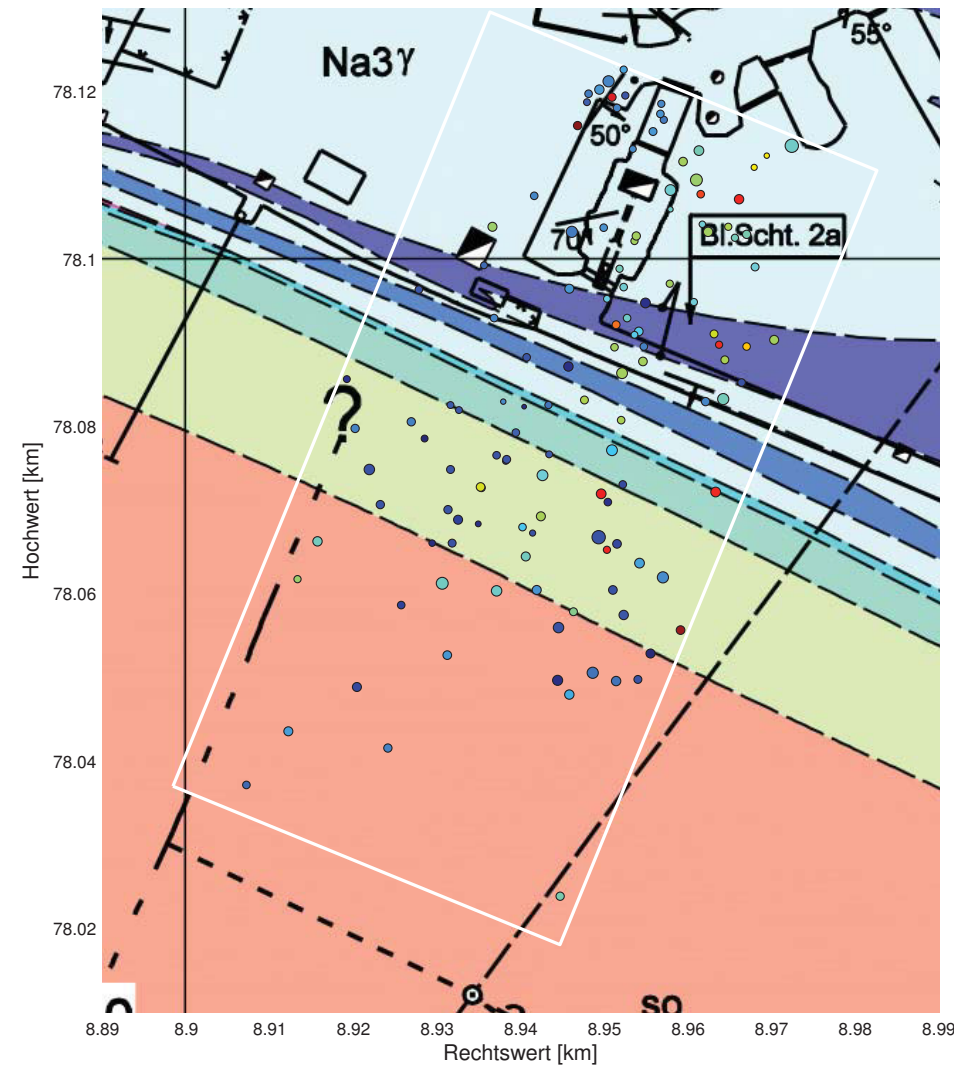
Ereignisrate bei Abbau 3/490 in Betriebsruhephasen von 10/2008 bis 02/2017



Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00

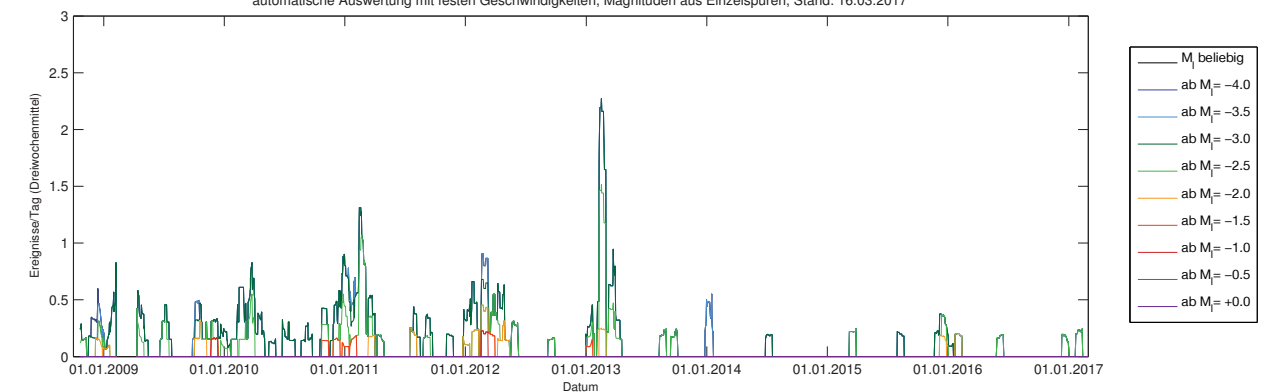
Anhang 5.25: Mikroseismizität beim Blindschacht 2a

Mikroseismizität beim Blindschacht 2a in den Betriebsruhephasen von 10/2008 bis 02/2017 projiziert auf den Riss der 490-m-Sohle und die Schnitte 2 und 1



Ereignisrate bei Blindschacht 2a in den Betriebsruhephasen von 10/2008 bis 02/2017

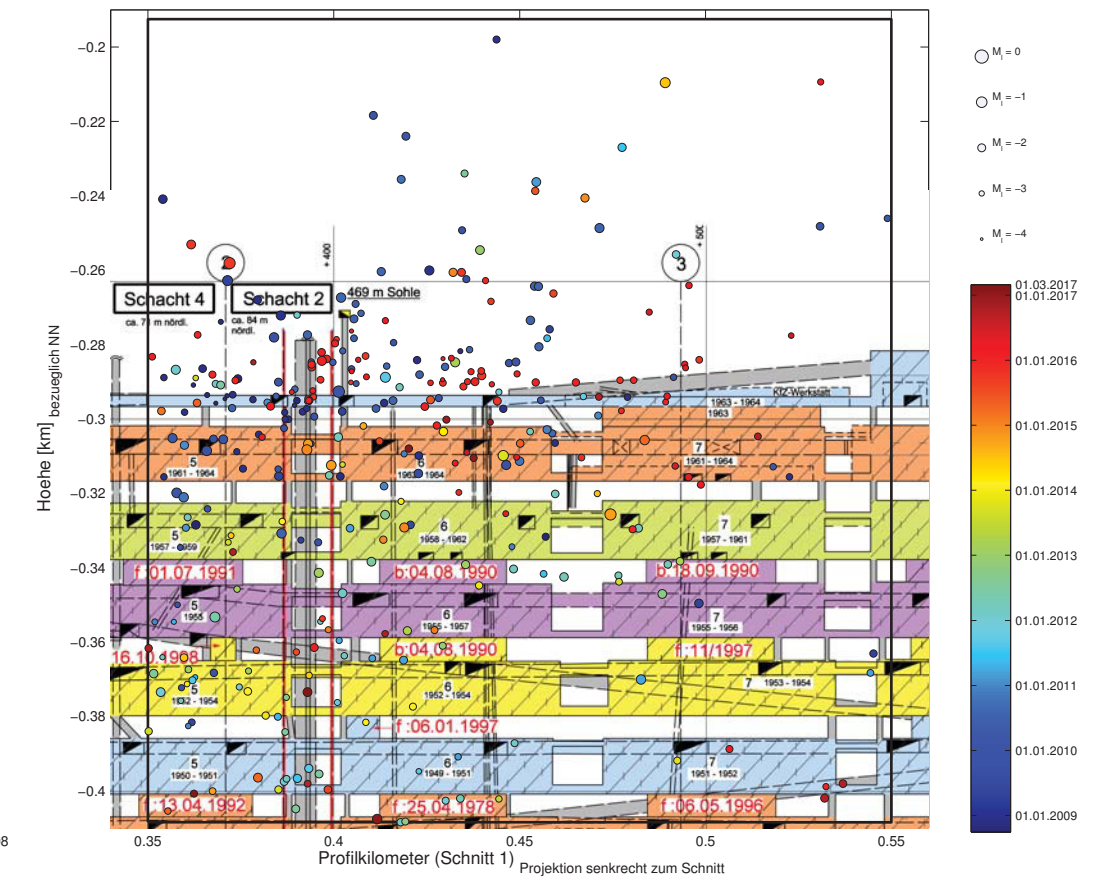
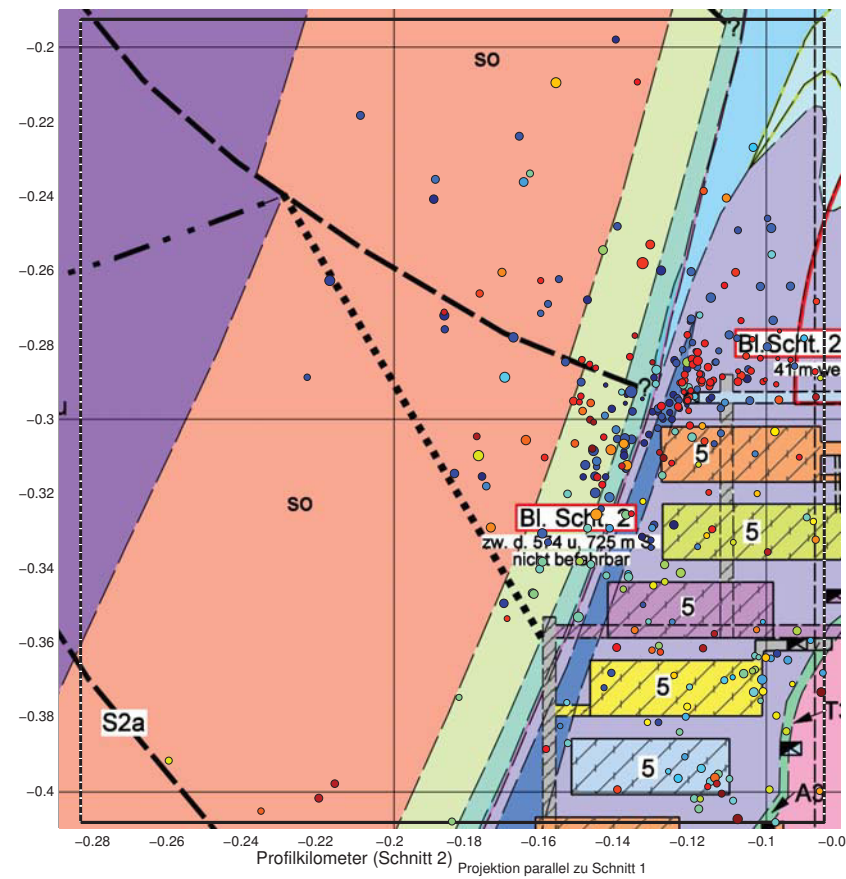
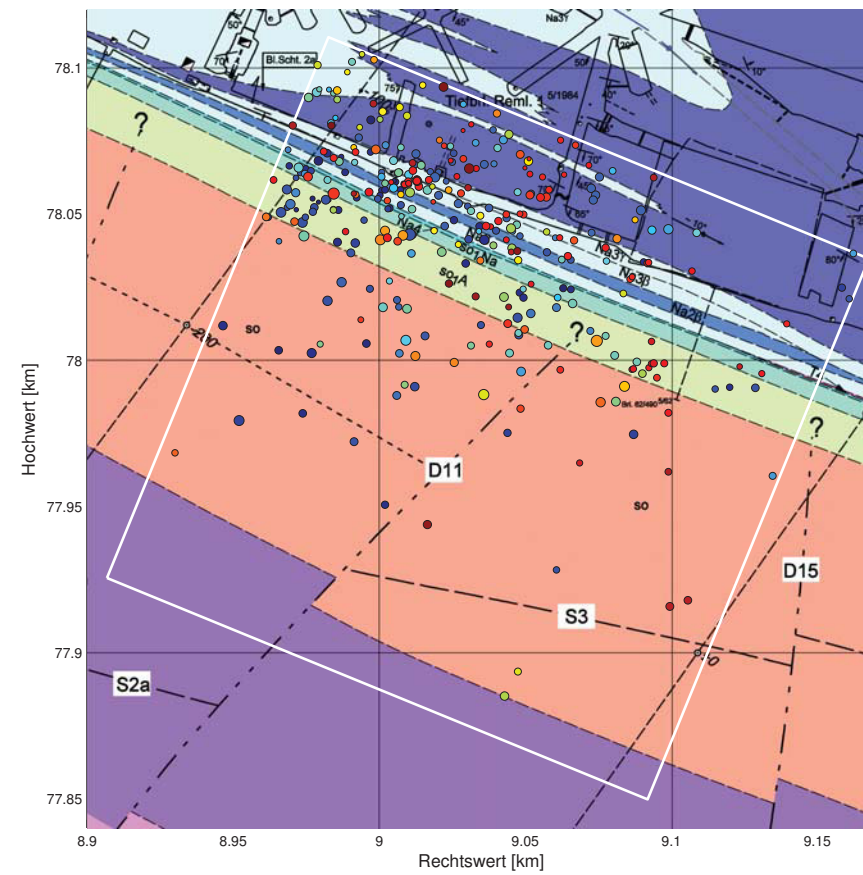
Mikroseismizität vom 01.10.2008 bis 28.02.2017, in der Umgebung von Blindschacht 2a: 128 Ereignisse (nur Betriebsruhephasen)
 automatische Auswertung mit festen Geschwindigkeiten, Magnituden aus Einzelspuren, Stand: 16.03.2017



Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00

Anhang 5.26: Mikroseismizität am zentralen oberen Baufeldrand

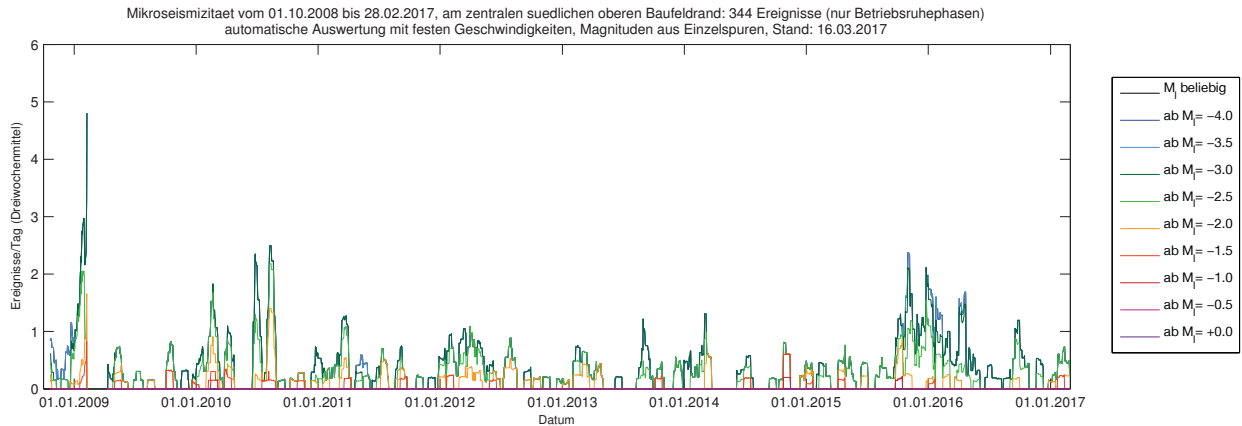
Mikroseismizität am zentralen oberen Baufeldrand in betriebsarmen Zeiträumen von 10/2008 bis 03/2017 projiziert auf den Riss der 490-m-Sohle und die Schnitte 2 und 1



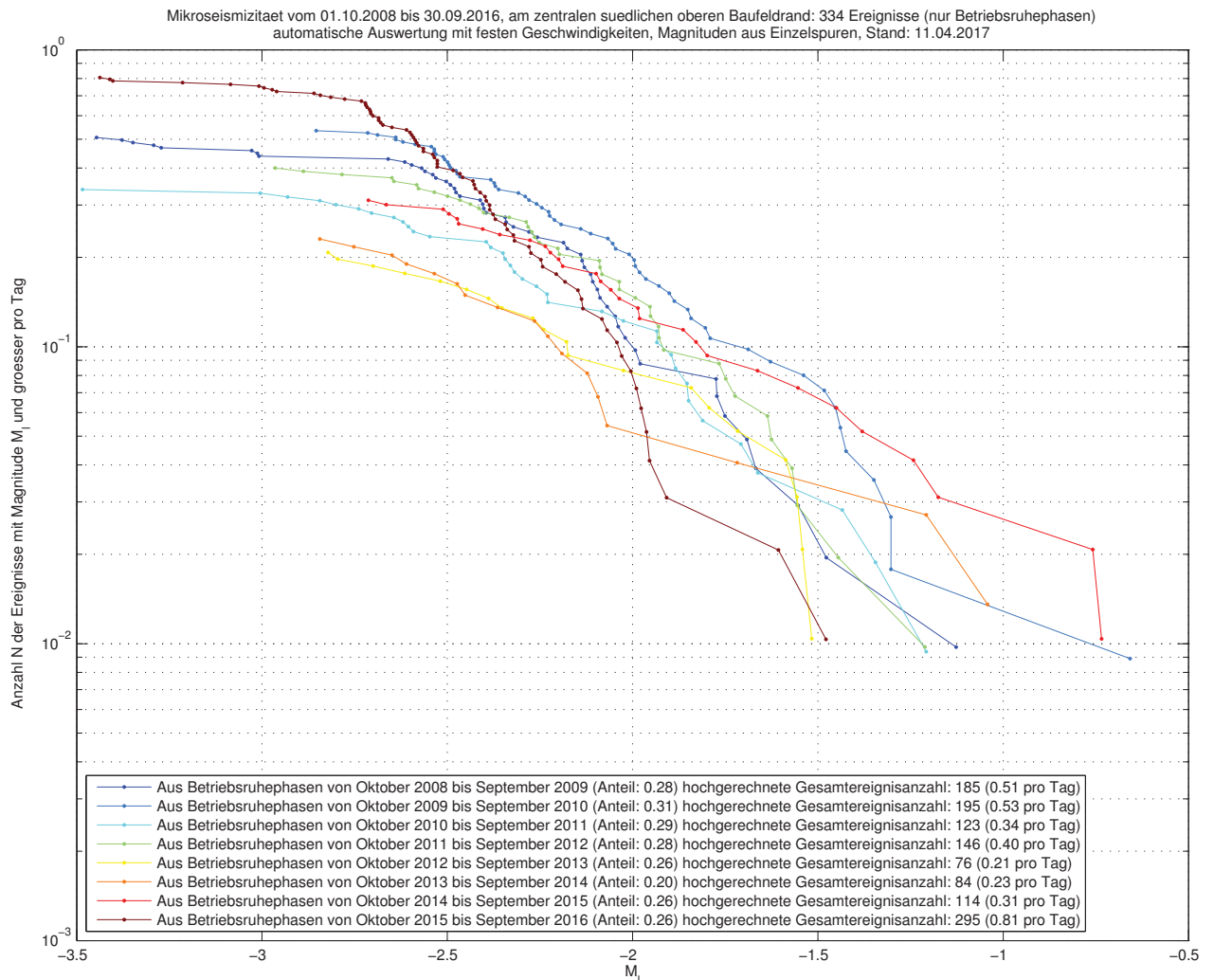
Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00



Ereignisrate am zentralen oberen Baufeldrand in Betriebsruhephasen von 10/2008 bis 02/2017



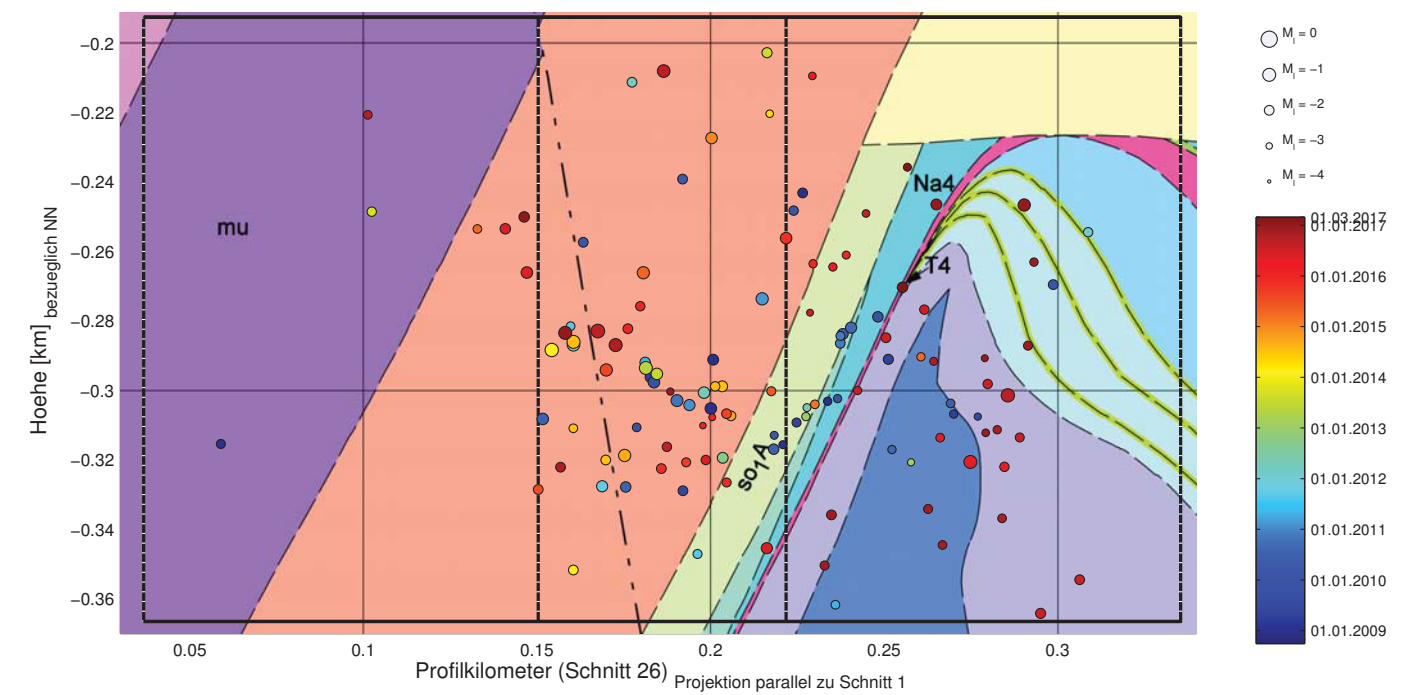
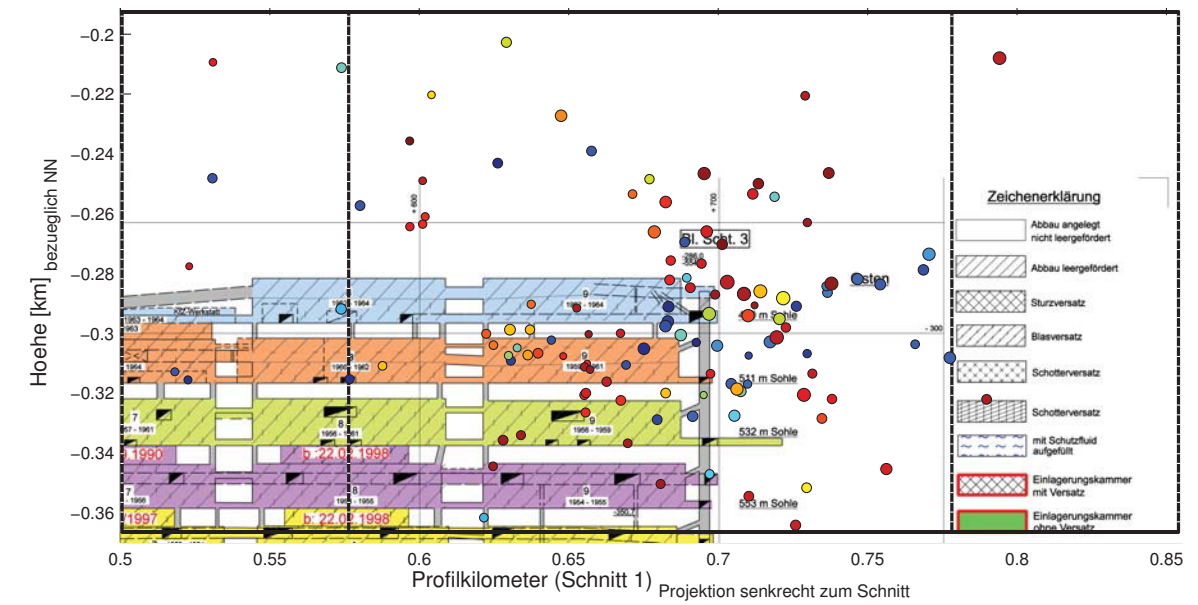
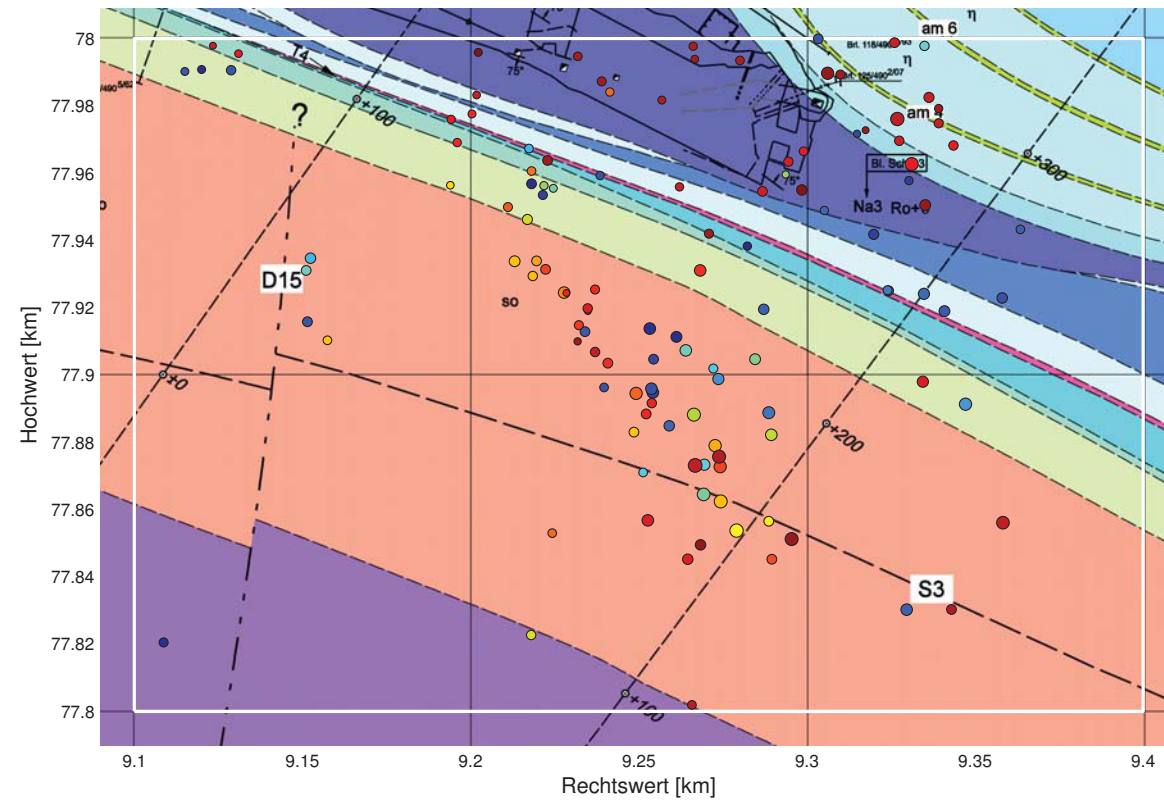
Magnituden-Häufigkeits-Verteilung am zentralen oberen Baufeldrand von 10/2008 bis 09/2016 (Betriebsruhe)




Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NNA	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00

Anhang 5.27: Mikroseismizität am östlichen oberen Baufeldrand

Mikroseismizität am östlichen oberen Baufeldrand in den Betriebsruhephasen von 10/2008 bis 02/2017 projiziert auf den Riss der 490-m-Sohle und die Schnitte 1 und 26

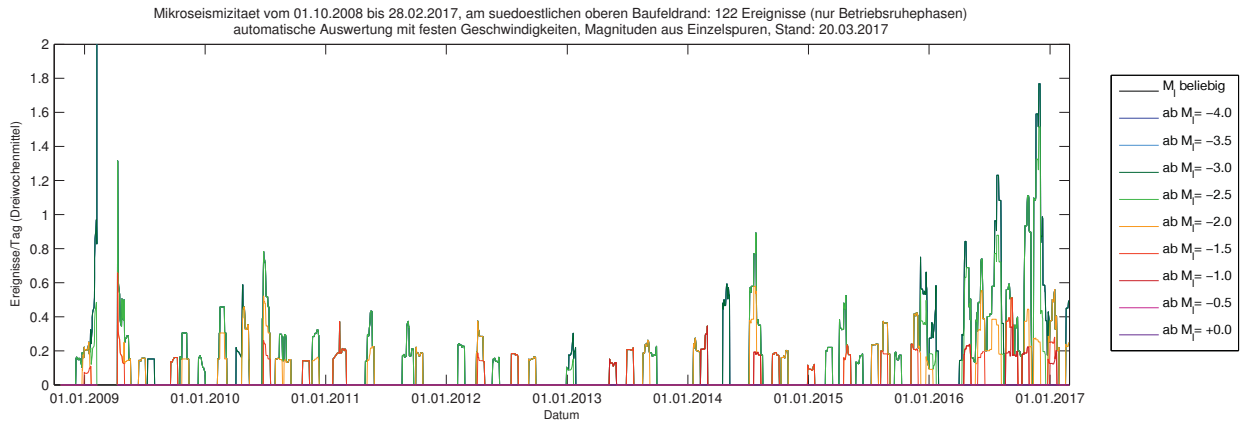


Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	
NNA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	

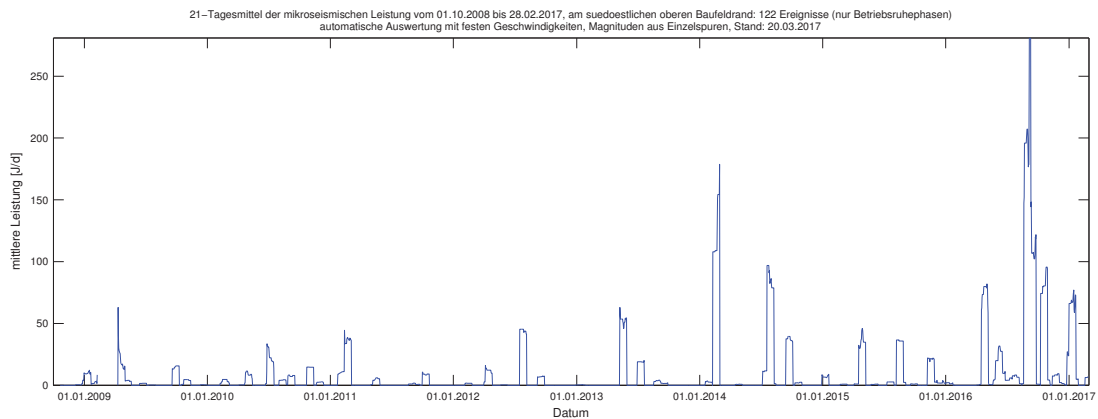
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen
 Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung

Blatt: 313

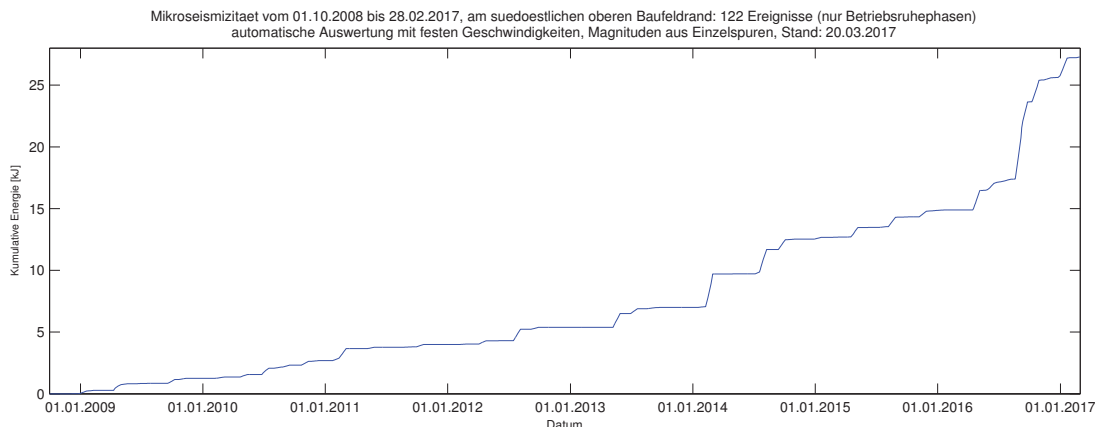
Ereignisrate am östlichen oberen Baufeldrand in den Betriebsruhephasen von 10/2008 bis 09/2015



Gemittelte mikroseismische Leistung am östlichen oberen Baufeldrand in den Betriebsruhephasen von 10/2008 bis 09/2015

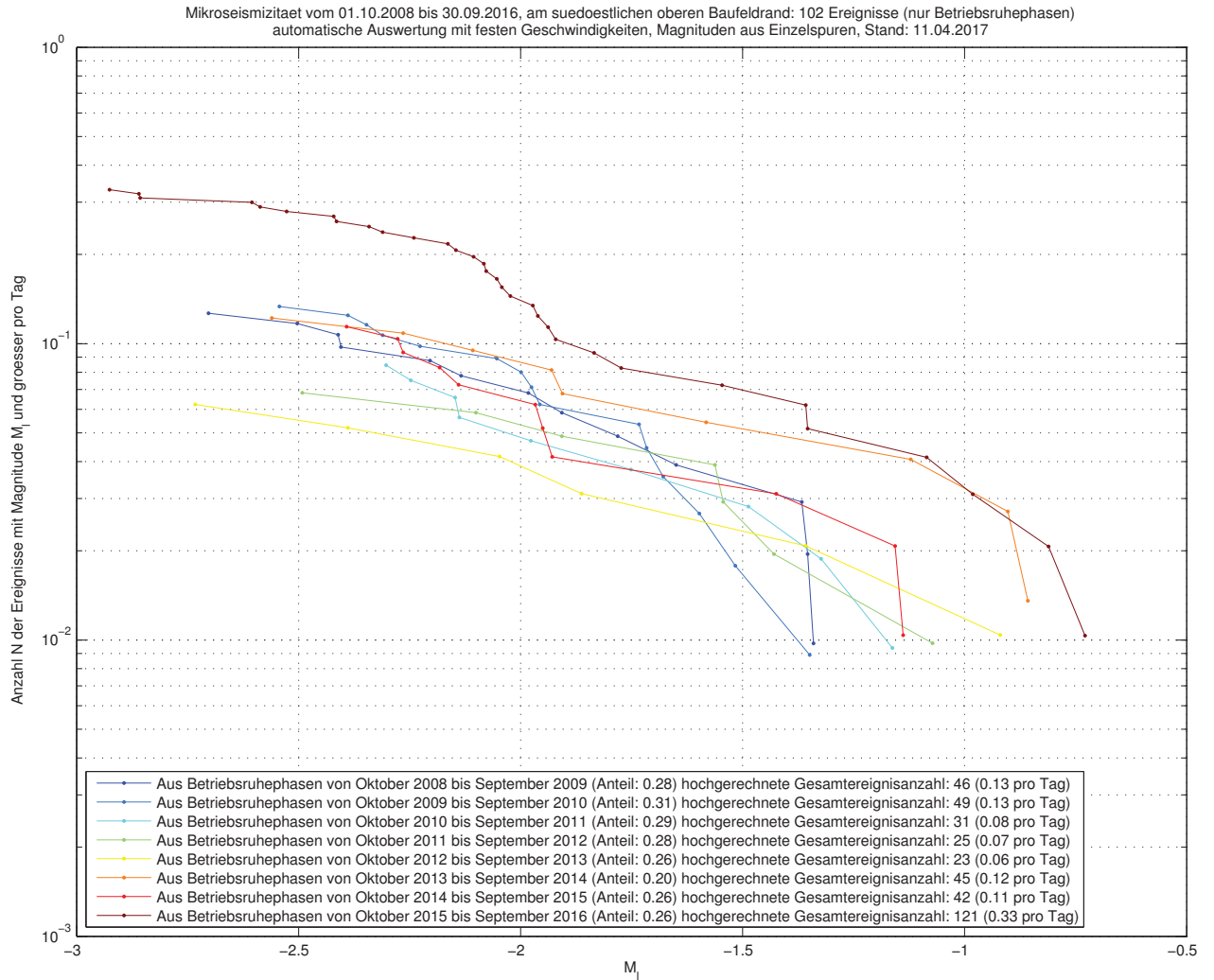


Kumulative Energie am östlichen oberen Baufeldrand hochgerechnet aus den Betriebsruhephasen von 10/2008 bis 09/2015



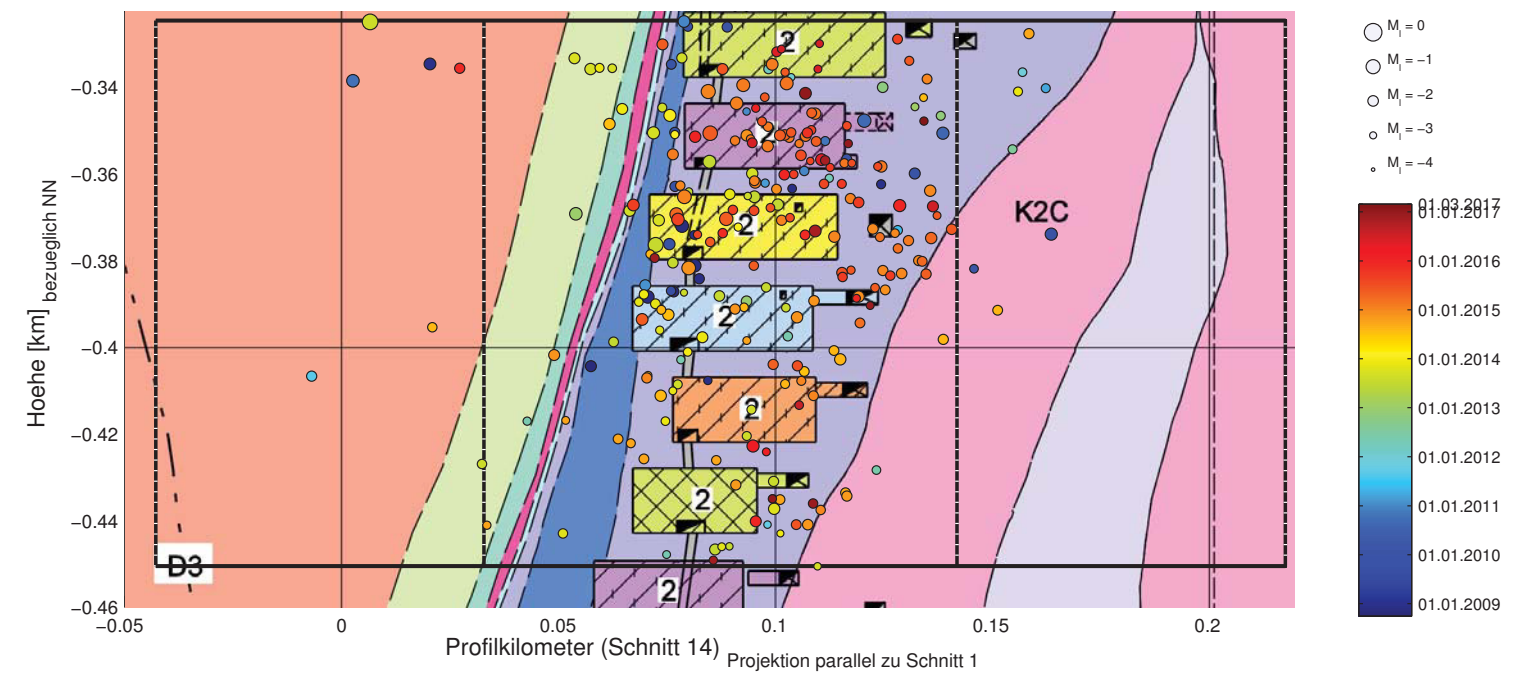
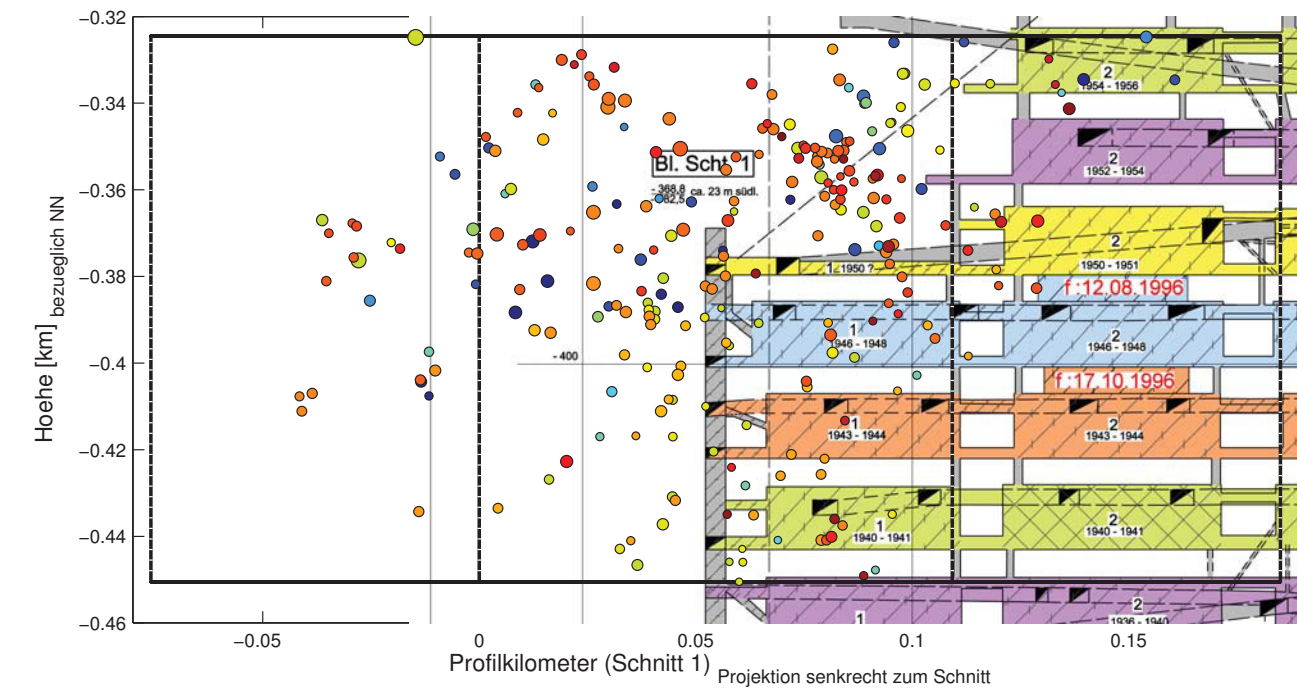
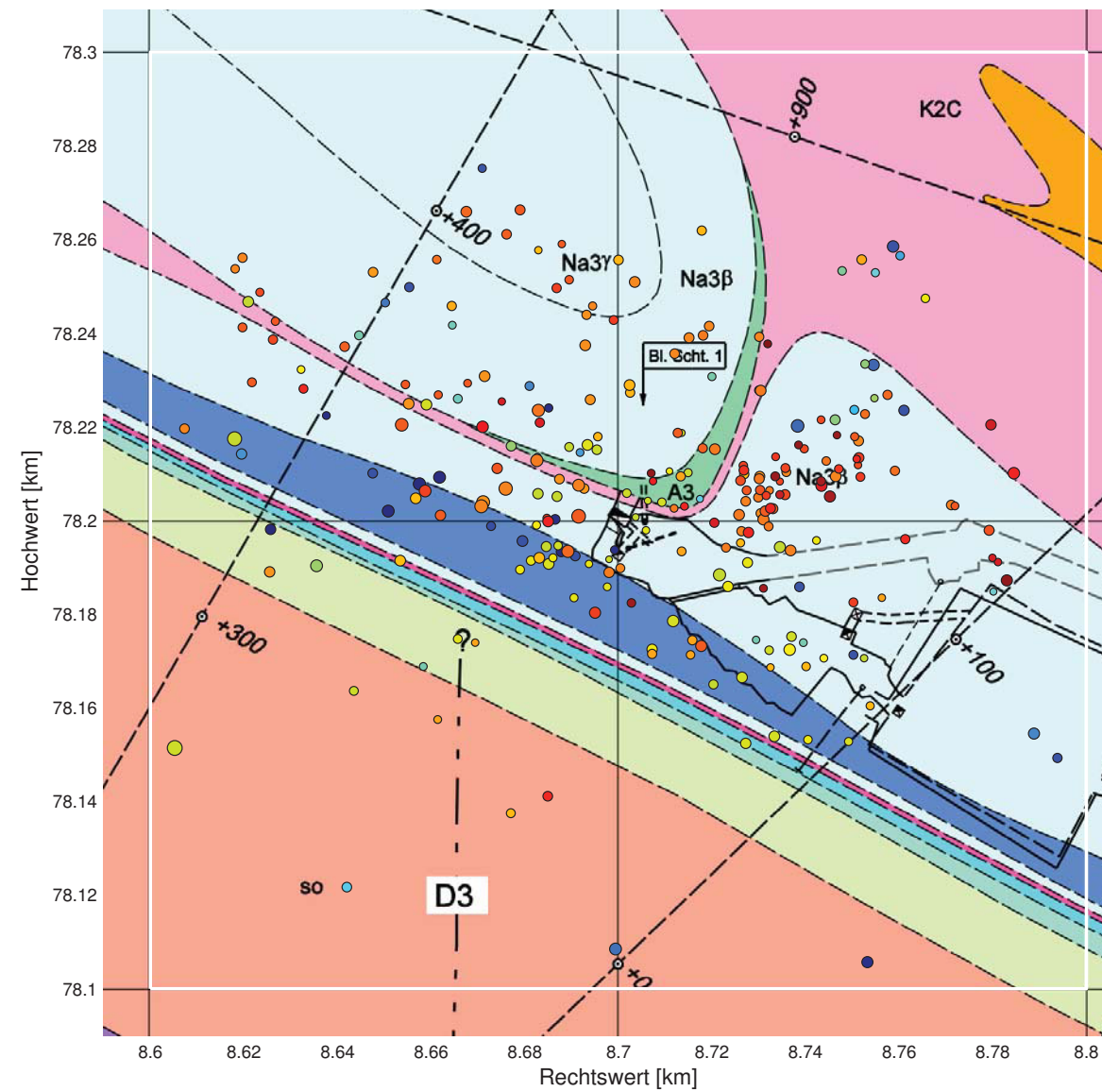
Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NNA	NNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00


Entwicklung der Magnituden-Häufigkeits-Verteilung am östlichen oberen Baufeldrand von 10/2008 bis 09/2016 (Betriebsruhe)



**Anhang 5.28: Mikroseismische Aktivität bei Abbau 1/574 und seiner Umgebung
(Abbaureihe 1, 532- bis 637-m-Sohle)**

**Mikroseismizität bei Abbau 1/574 in den Betriebsruhephasen von 10/2008 bis 02/2017
projiziert auf den Riss der 574-m-Sohle und die Schnitte 1 und 14**

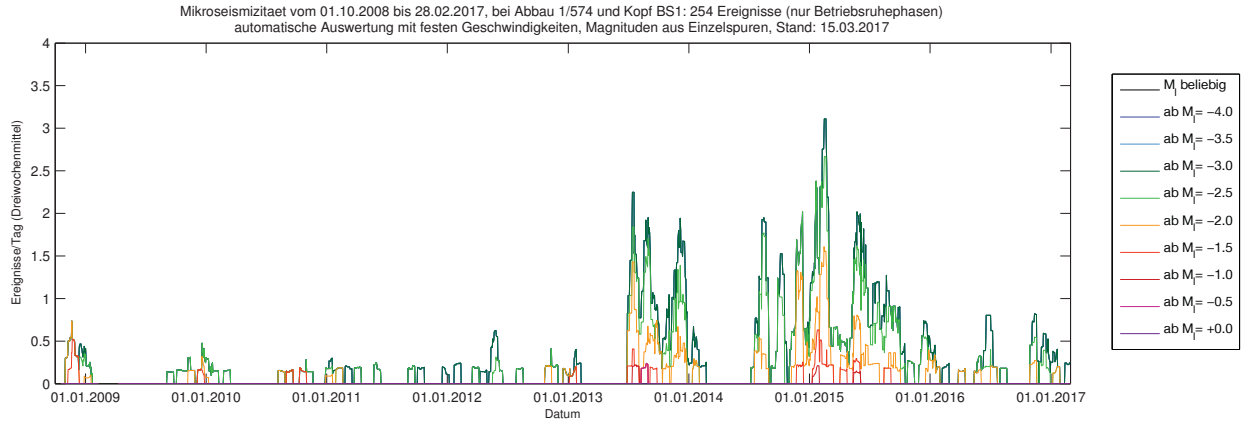


Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 ASSE GMBH – Verantwortlich handeln.
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	

Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen
 Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung

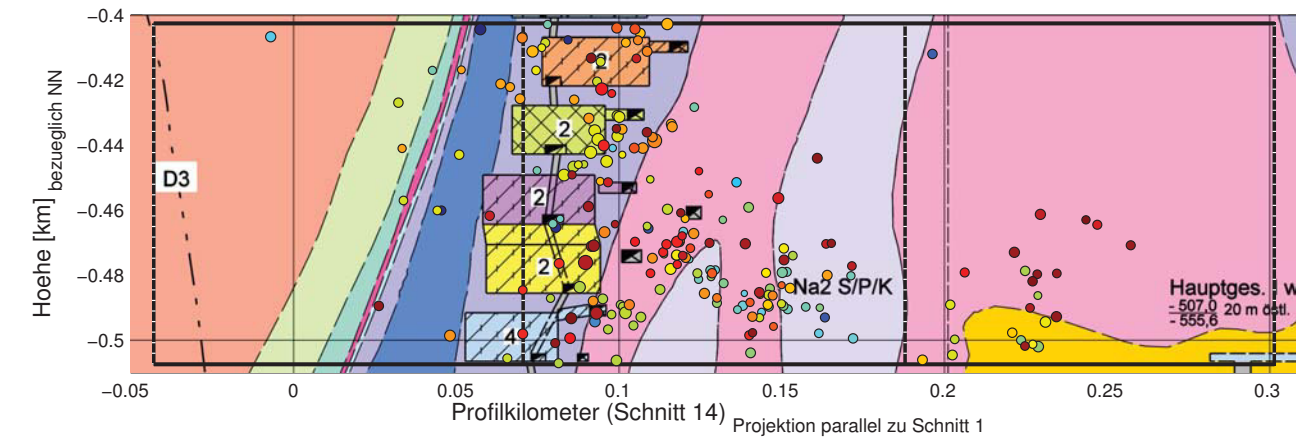
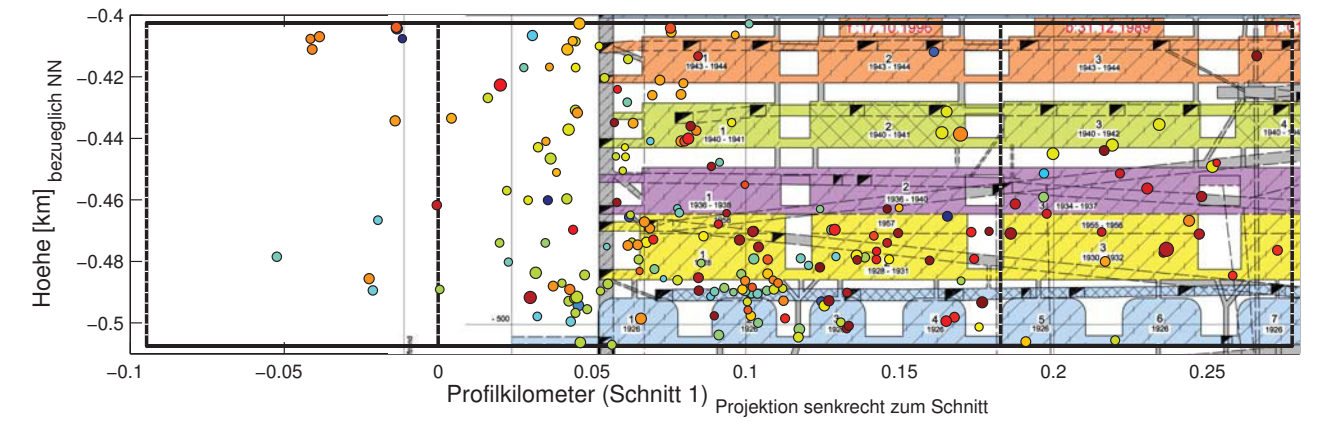
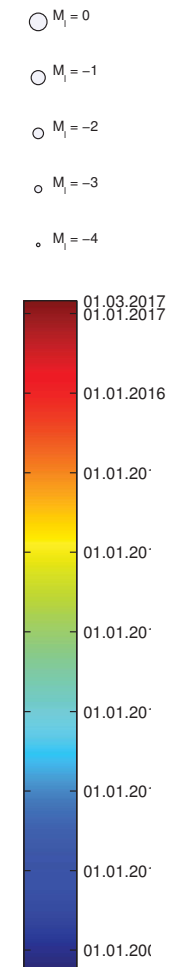
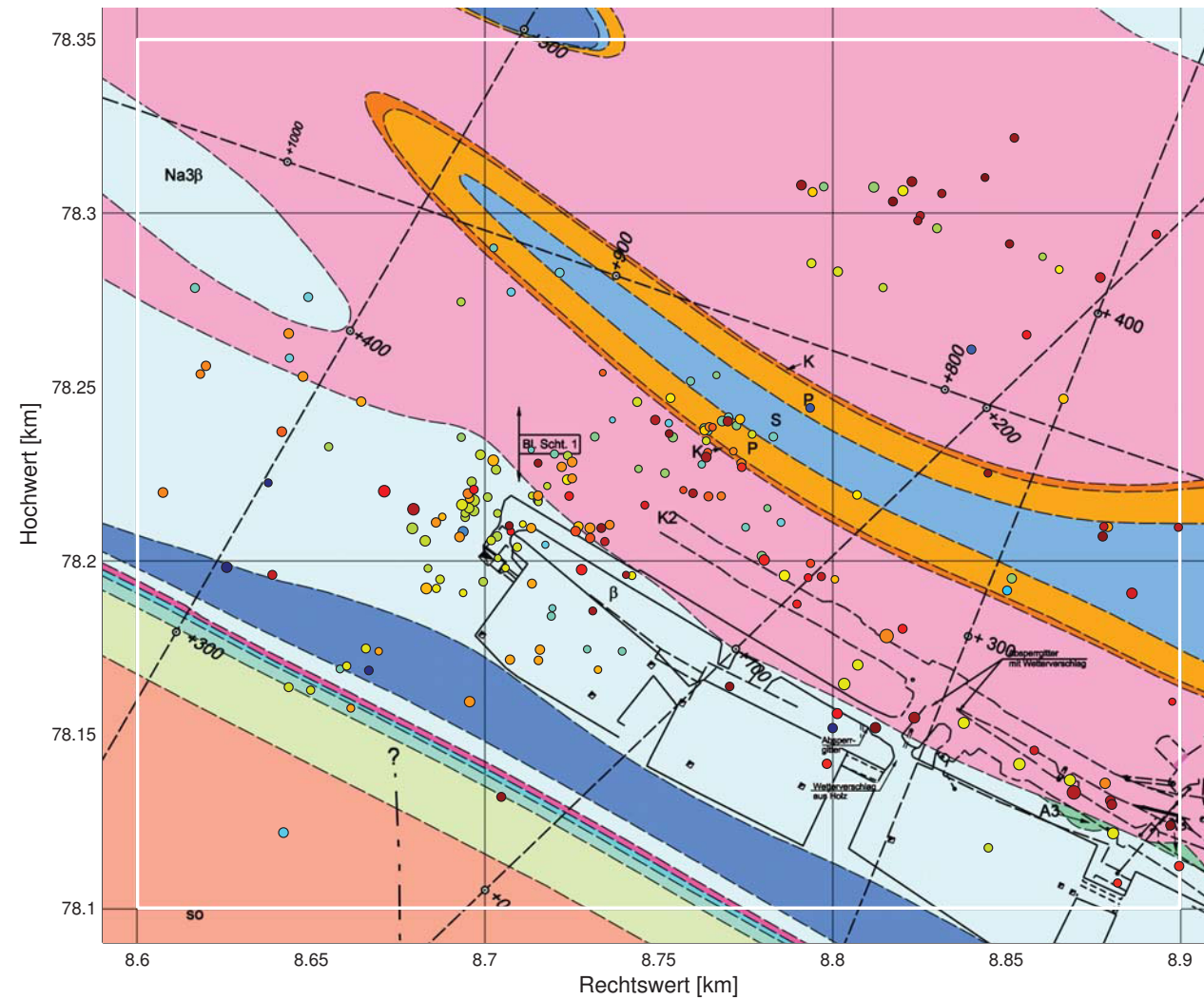
Blatt: 316

Ereignisrate bei Abbau 1/574 in den Betriebsruhephasen von 10/2008 bis 02/2017

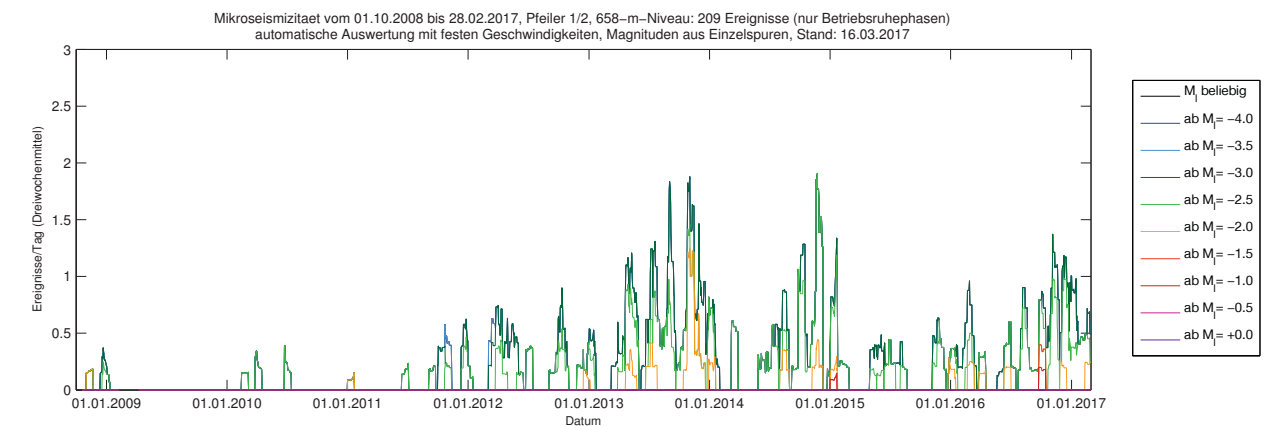


Anhang 5.29: Mikroseismische Aktivität in der Umgebung und nördlich des Pfeilers 1/2 auf der 658-m-Sohle

Mikroseismizität in der Umgebung und nördlich des Pfeilers 1/2 auf der 658-m-Sohle in den Betriebsruhephasen von 10/2008 bis 02/2017 projiziert auf den Riss der 658-m-Sohle und die Schnitte 1 und 14

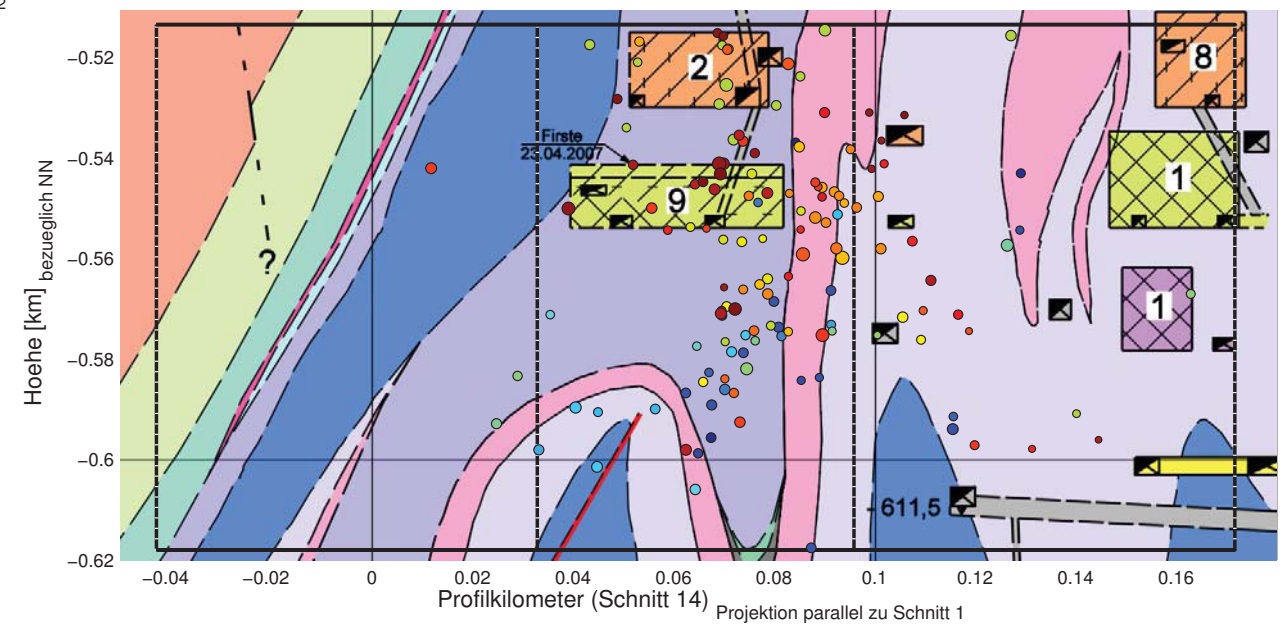
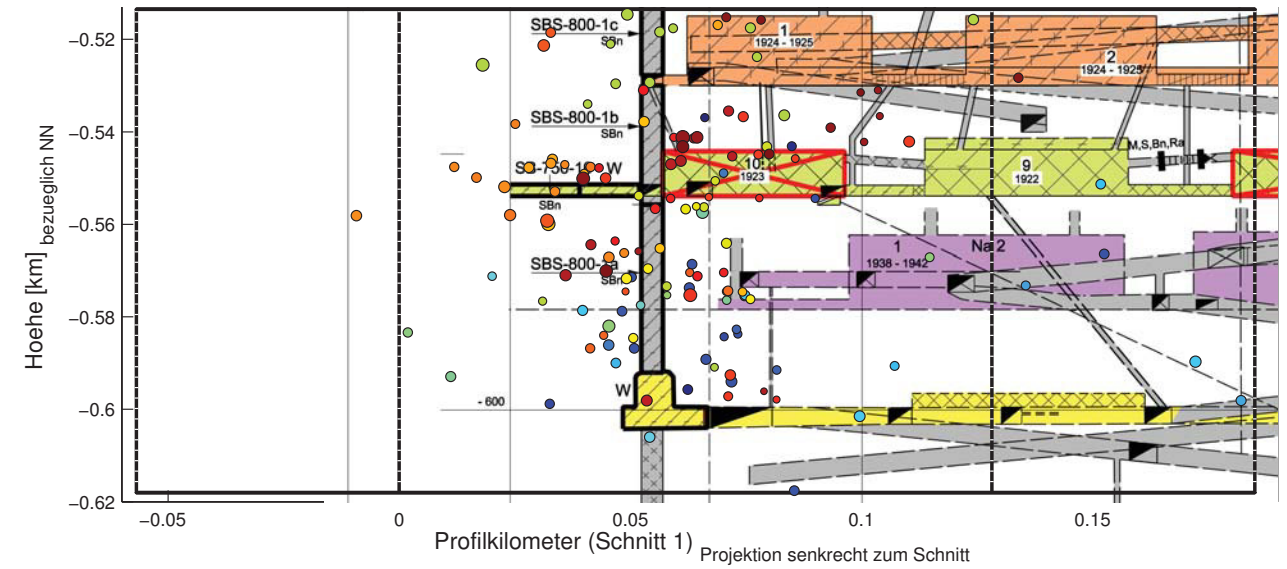
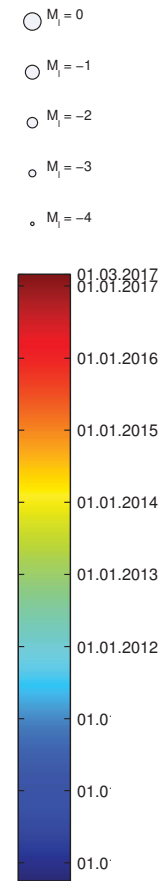
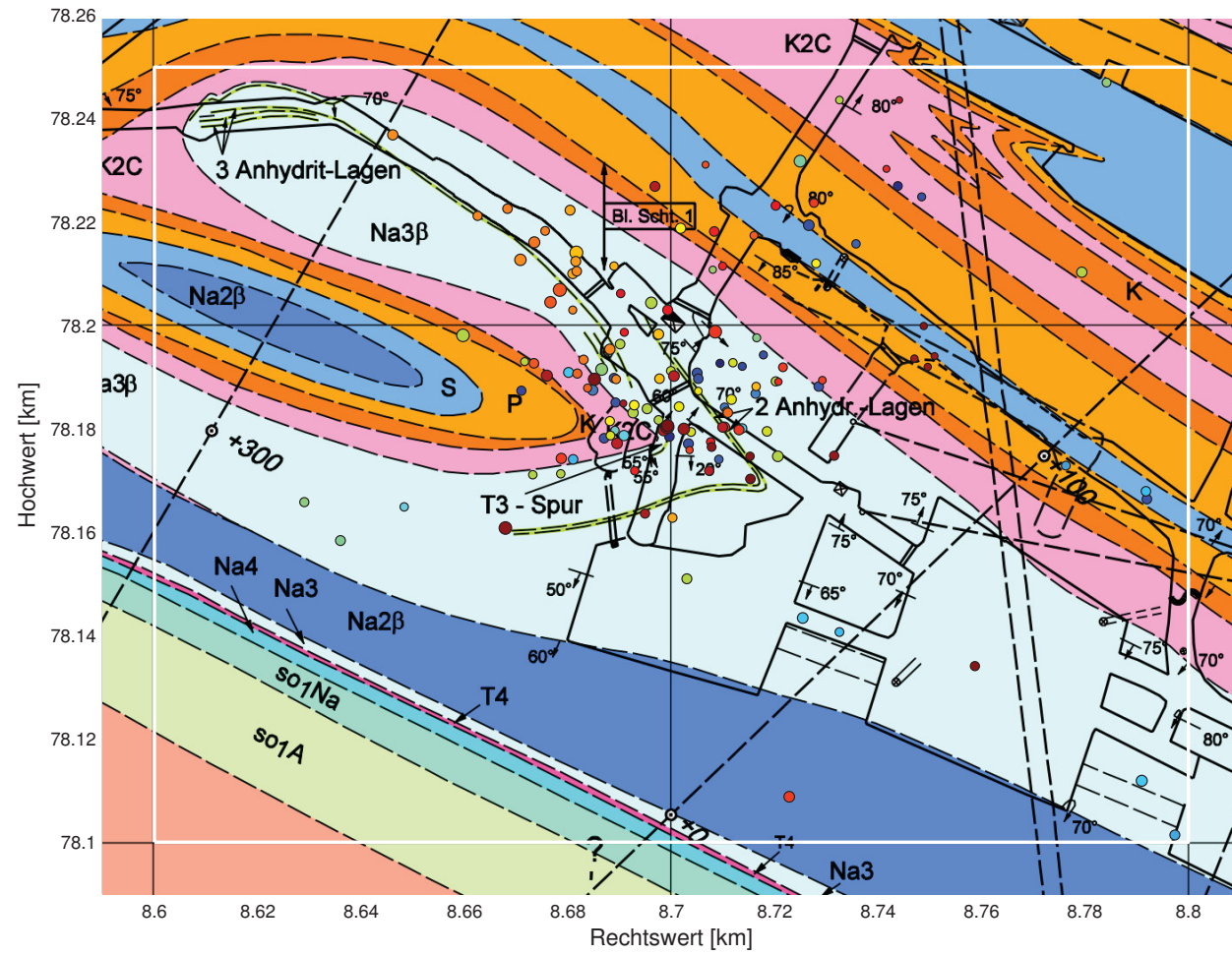



Ereignisrate in der Umgebung und nördlich des Pfeilers 1/2 auf der 658-m-Sohle in den Betriebsruhephasen von 10/2008 bis 02/2017



Anhang 5.30: Mikroseismische Aktivität in der Umgebung des Blindschachts 1 und der Abbaureihe 1 im Bereich der 700-m-Sohle und darunter

Mikroseismizität bei Abbau 1/750 in den Betriebsruhephasen von 10/2008 bis 02/2017 projiziert auf den Riss der 750-m-Sohle und die Schnitte 1 und 14

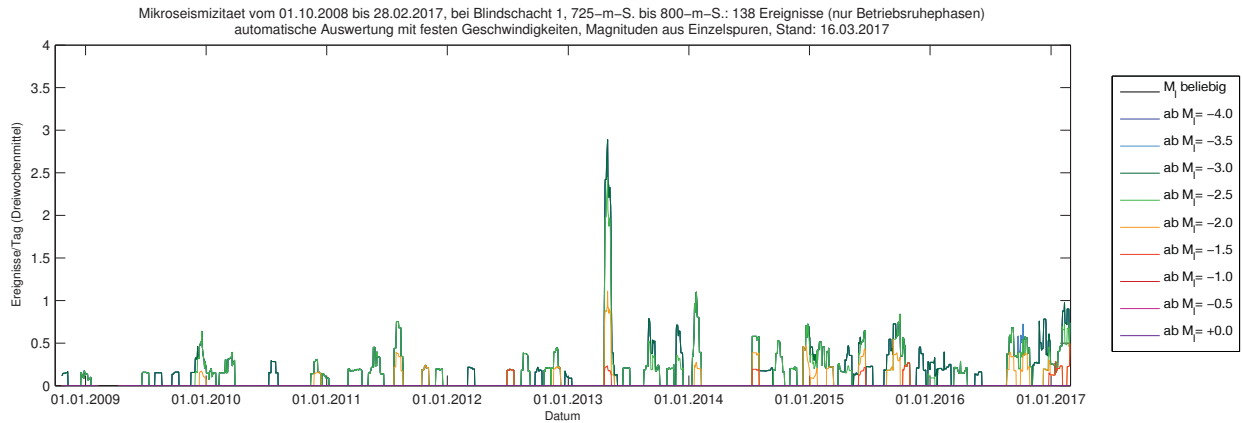


Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	

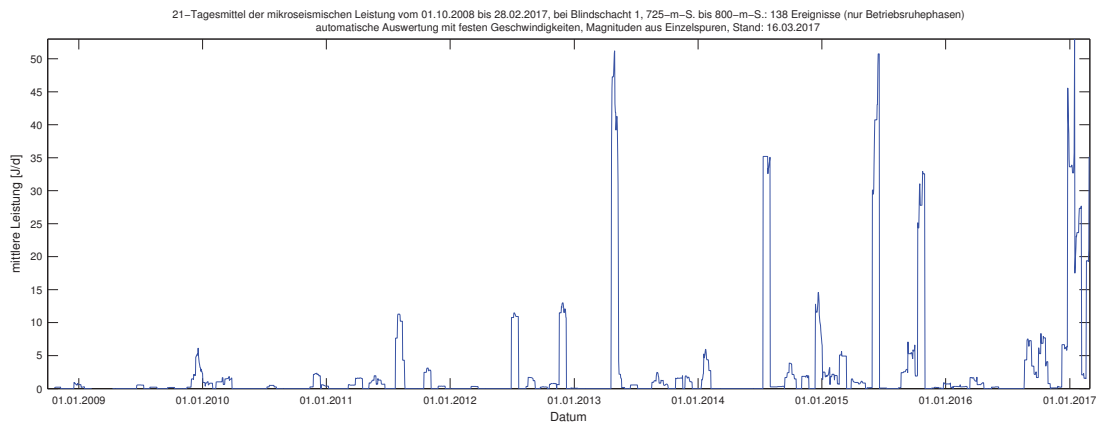
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen
 Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung

Blatt: 319

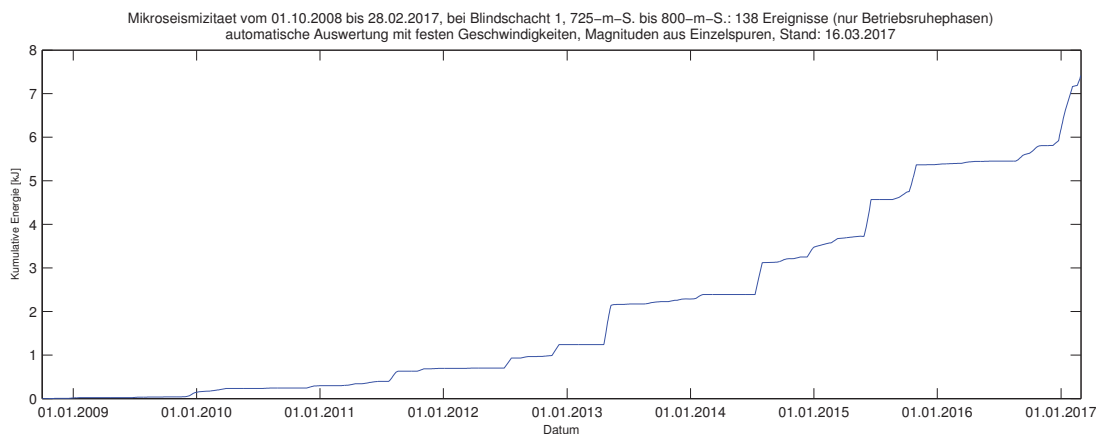
Ereignisrate bei Abbau 1/750 in den Betriebsruhephasen von 10/2008 bis 02/2017



Gemittelte mikroseismische Leistung bei Abbau 1/750 in den Betriebsruhephasen von 10/2008 bis 02/2017

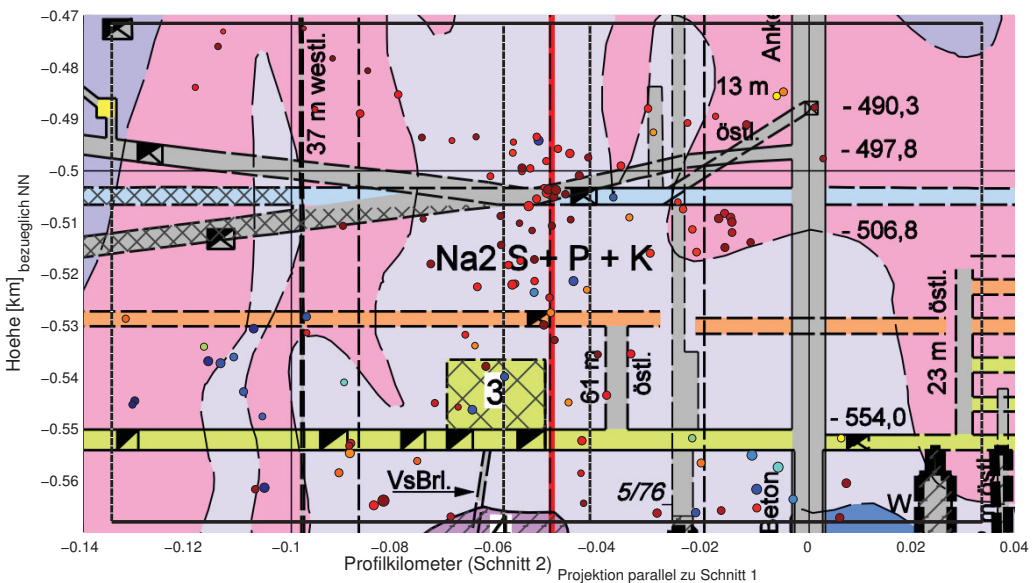
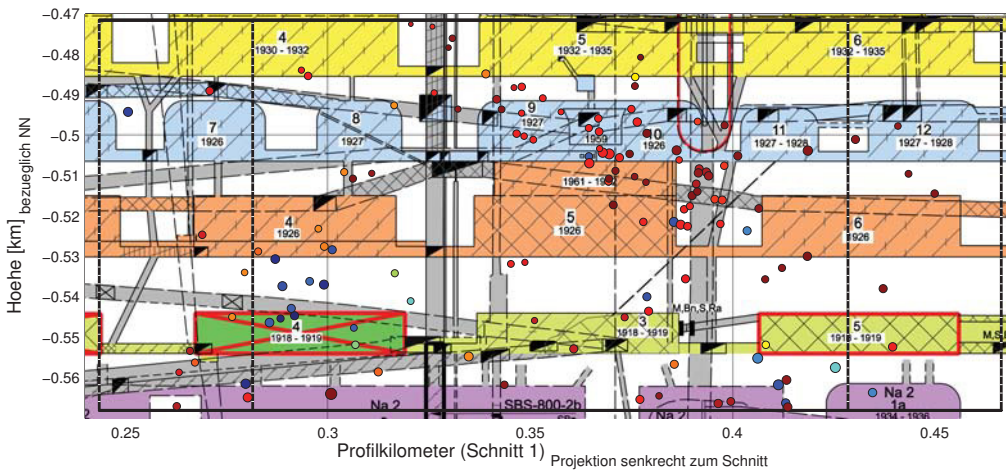
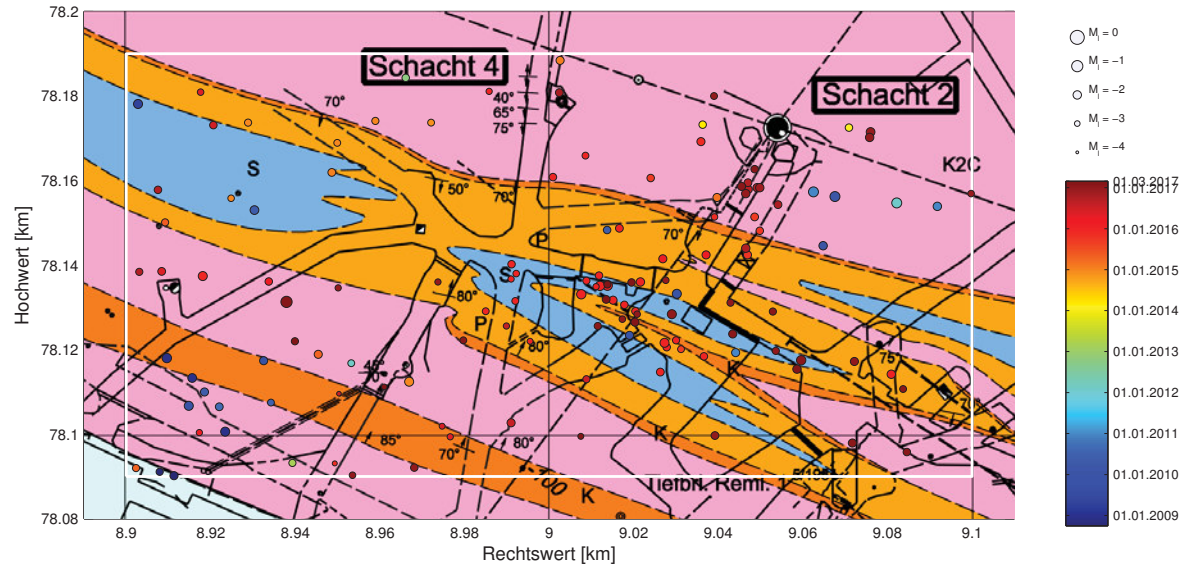



Kumulative Energie bei Abbau 1/750 hochgerechnet aus den den Betriebsruhephasen von 10/2008 bis 02/2017



Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NNA	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00

Anhang 5.31: Mikroseismizität im zentralen Bereich der 700-m-Sohle

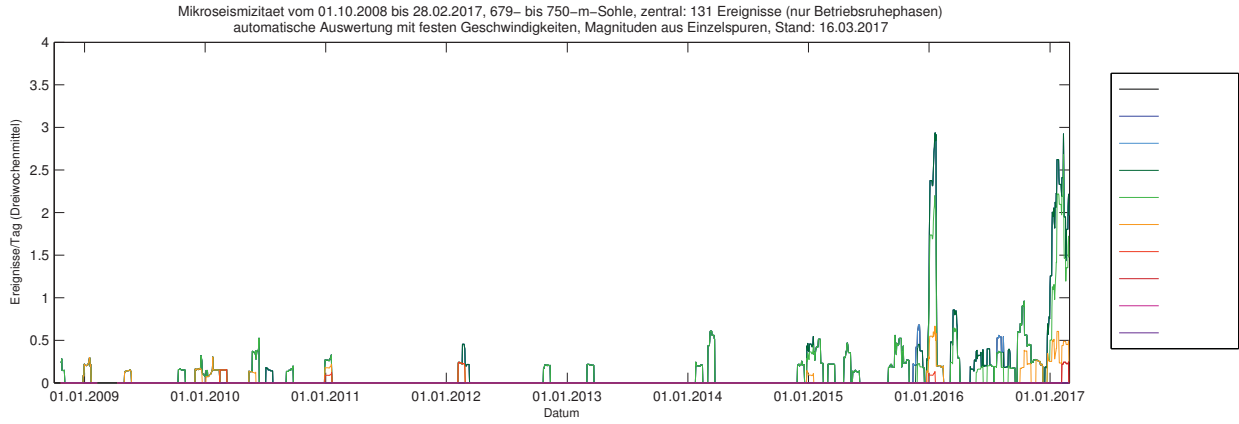


Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	
NNA	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	

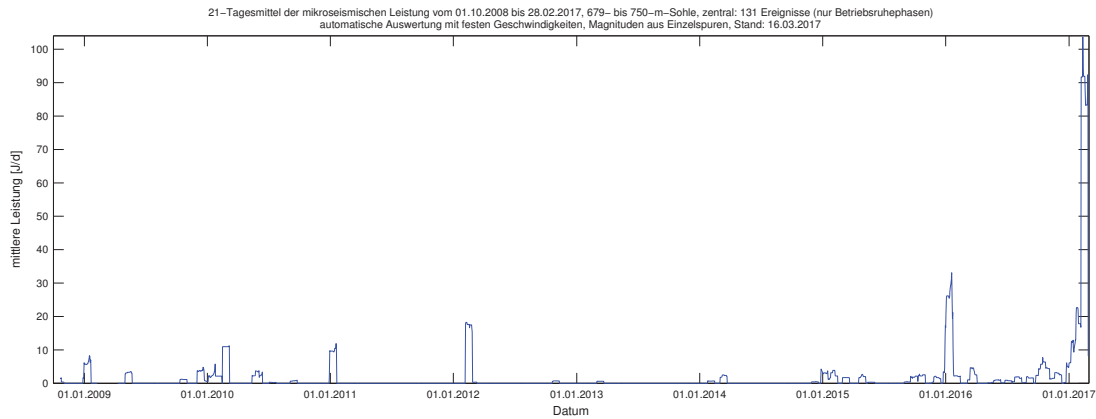
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen
 Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung

Blatt: 321

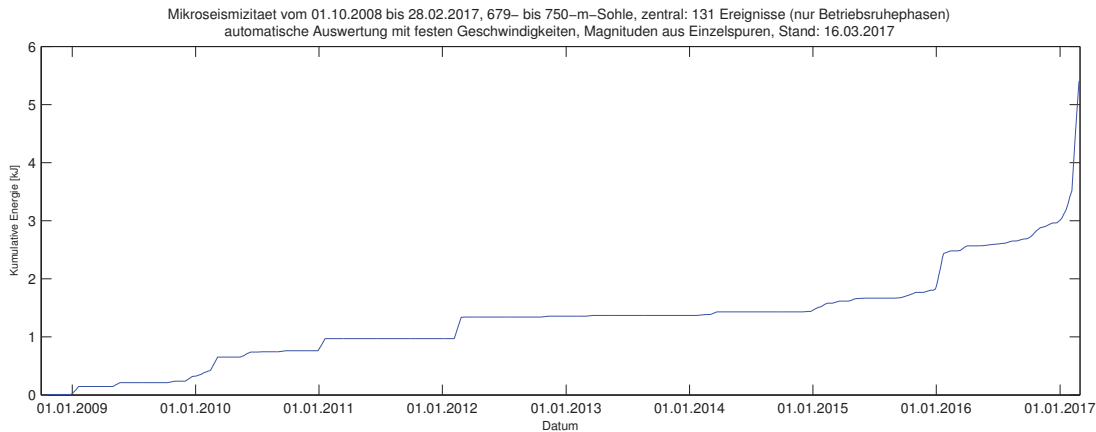
Ereignisrate im zentralen Bereich der 700-m-Sohle in den Betriebsruhephasen von 10/2008 bis 02/2017



Gemittelte mikroseismische Leistung im zentralen Bereich der 700-m-Sohle in den Betriebsruhephasen von 10/2008 bis 02/2017

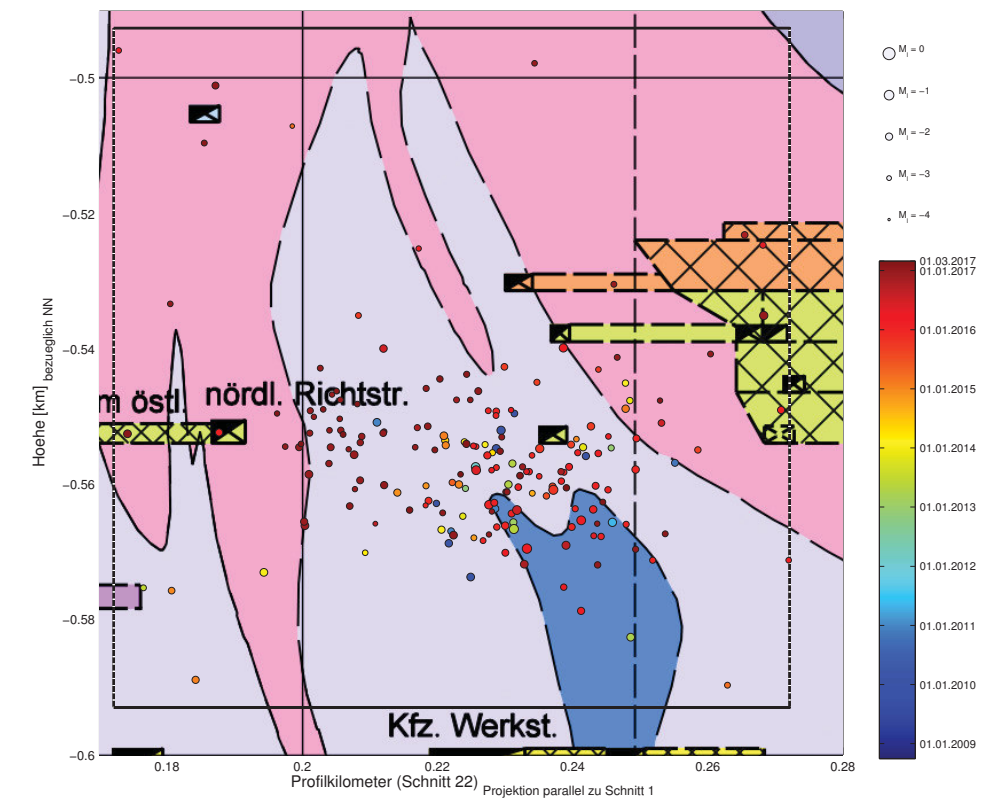
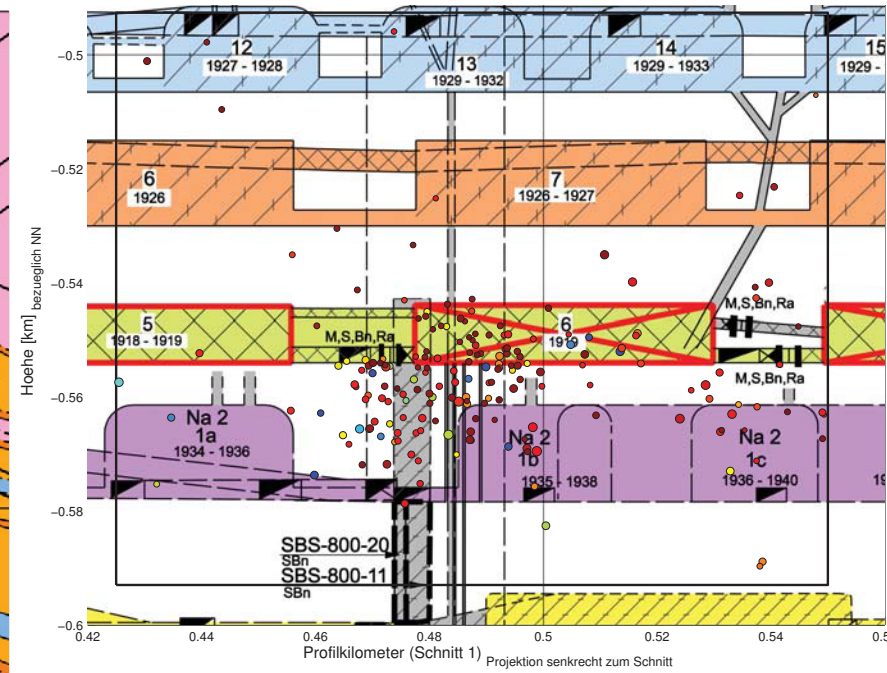
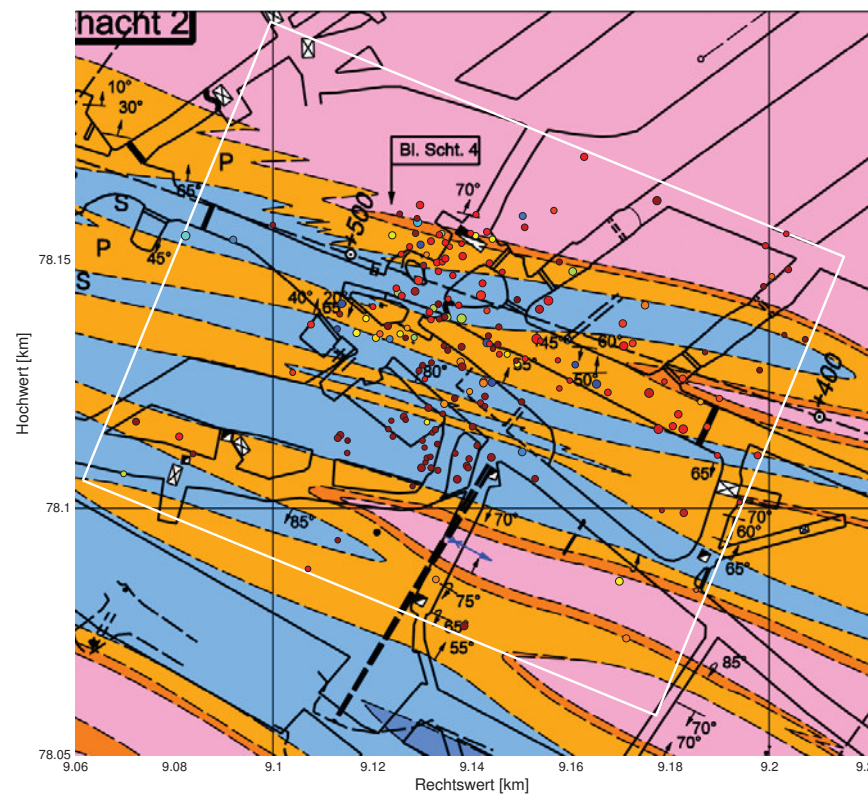



Kumulative Energie im zentralen Bereich der 700-m-Sohle hochgerechnet aus den Betriebsruhephasen von 10/2008 bis 02/2017



Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00

Anhang 5.32: Mikroseismizität im Bereich südlich des Blindschachts 4 (750-m-Sohle)

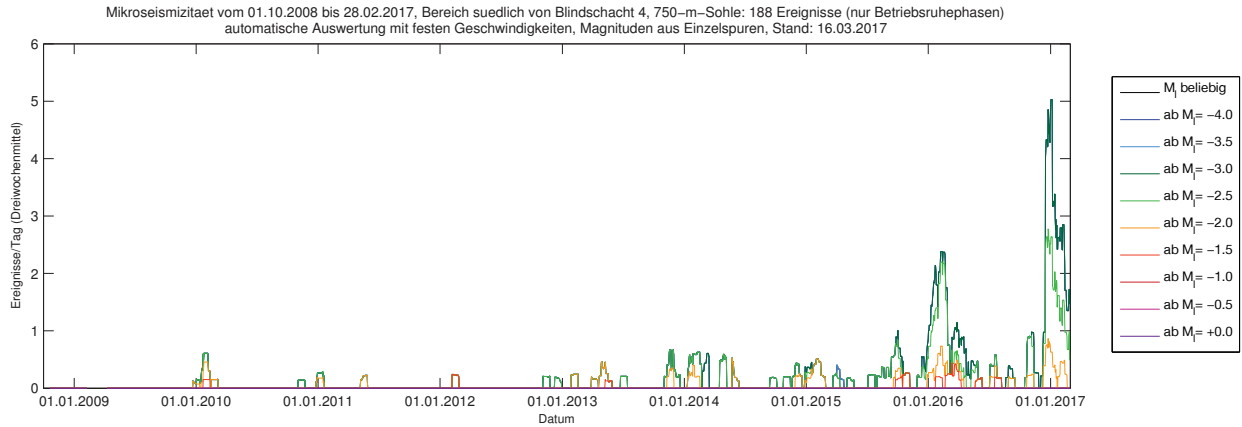


Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	

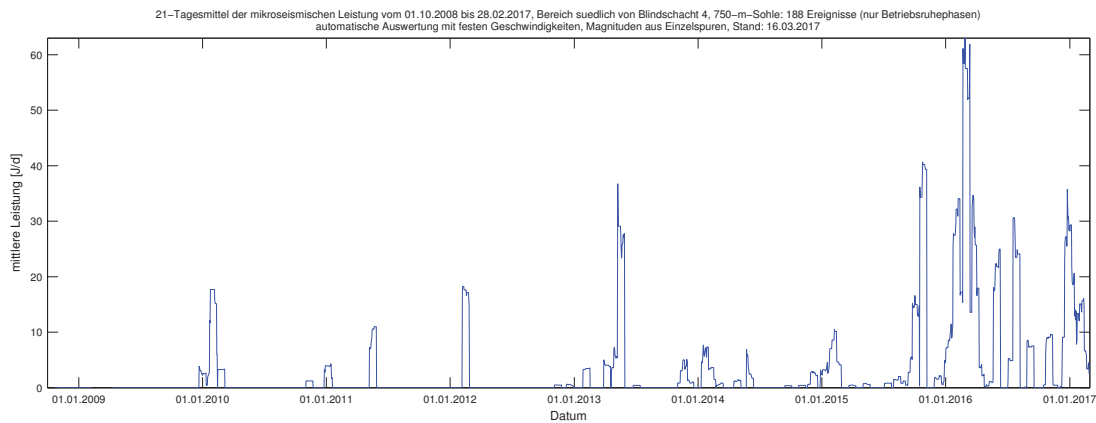
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen
 Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung

Blatt: 323

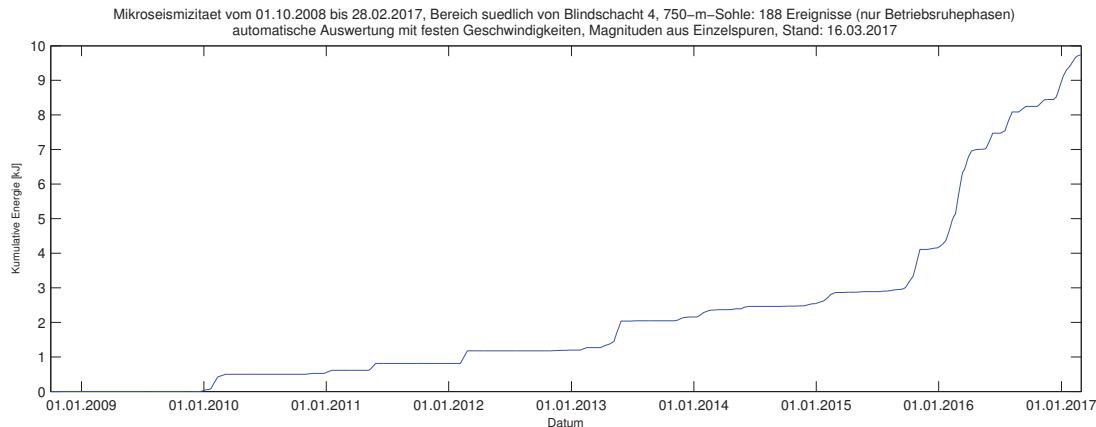
Ereignisrate im Bereich südlich des Blindschachts 4 (750-m-Sohle) in den Betriebsruhephasen von 10/2008 bis 02/2017



Gemittelte mikroseismische Leistung im Bereich südlich des Blindschachts 4 (750-m-Sohle) in den Betriebsruhephasen von 10/2008 bis 02/2017



Kumulative Energie im Bereich südlich des Blindschachts 4 (750-m-Sohle) aus den Betriebsruhephasen von 10/2008 bis 02/2017

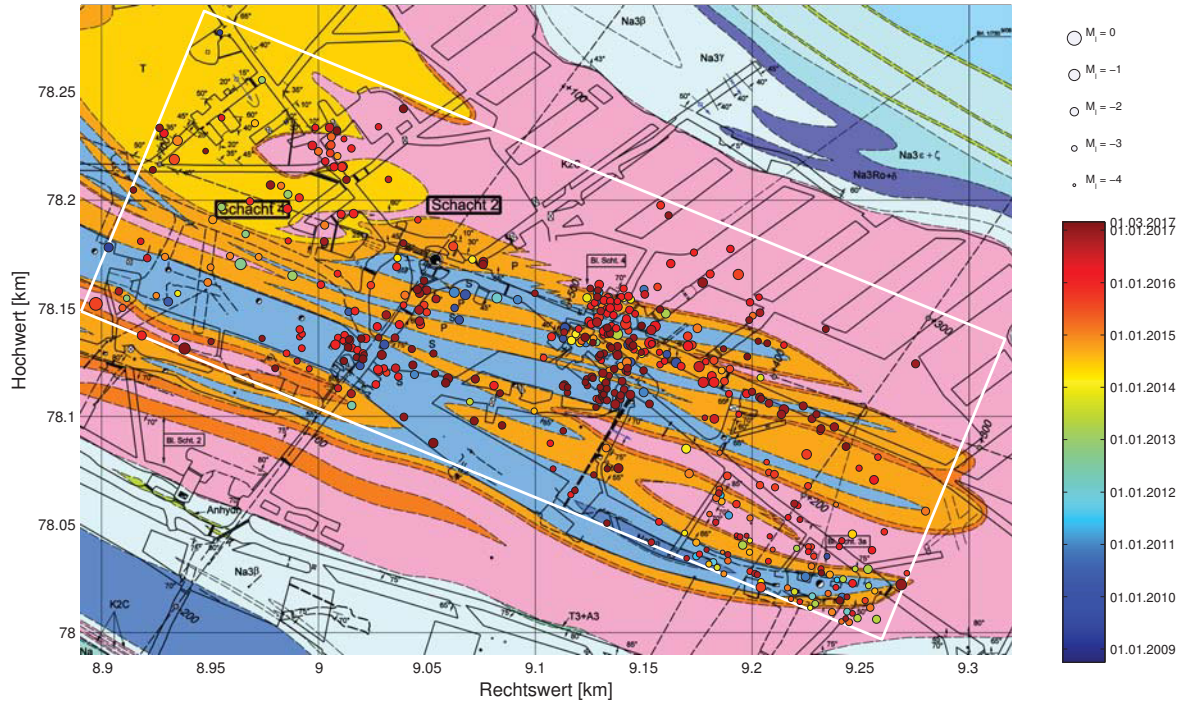


Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NNA	NNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00

Anhang 5.33: Mikroseismizität im zentralen-östlichen Teil des Sattelkerns (700- bis 750-m-Sohle)

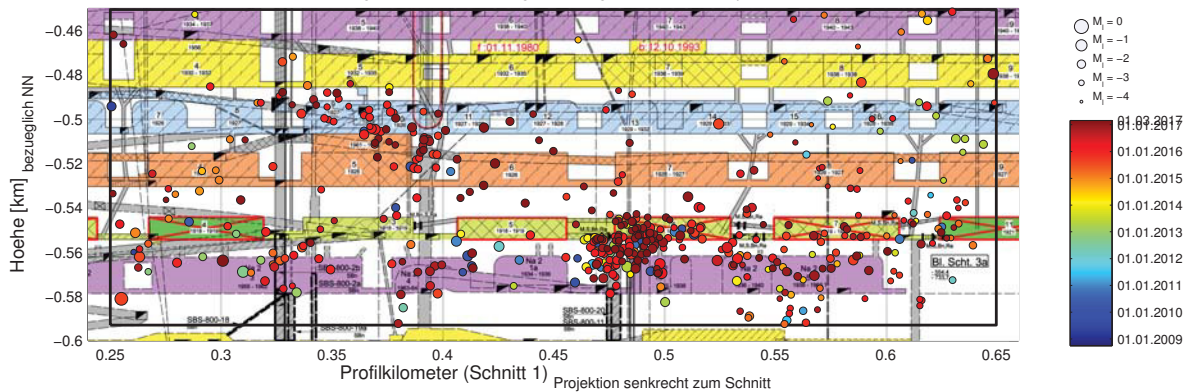
Ereignisse im zentralen-östlichen Teil des Sattelkerns (700- bis 750-m-Sohle) in den Betriebsruhephasen von 10/2008 bis 02/2017 projiziert auf der Riss der 750-m-Sohle


Mikroseismizität vom 01.10.2008 bis 28.02.2017, 700-m-Sohle (zentral) / noerdl. und 2. noerdl. Richtstr. n. Osten, 750-m-Sohle: 477 Ereignisse (nur Betriebsruhephasen) automatische Auswertung mit festen Geschwindigkeiten, Magnituden aus Einzelspuren, Stand: 16.03.2017



Ereignisse im zentralen-östlichen Teil des Sattelkerns (700- bis 750-m-Sohle) in den Betriebsruhephasen von 10/2008 bis 02/2017 projiziert auf Schnitt 1

Mikroseismizität vom 01.10.2008 bis 28.02.2017, 700-m-Sohle (zentral) / noerdl. und 2. noerdl. Richtstr. n. Osten, 750-m-Sohle: 477 Ereignisse (nur Betriebsruhephasen) automatische Auswertung mit festen Geschwindigkeiten, Magnituden aus Einzelspuren, Stand: 16.03.2017



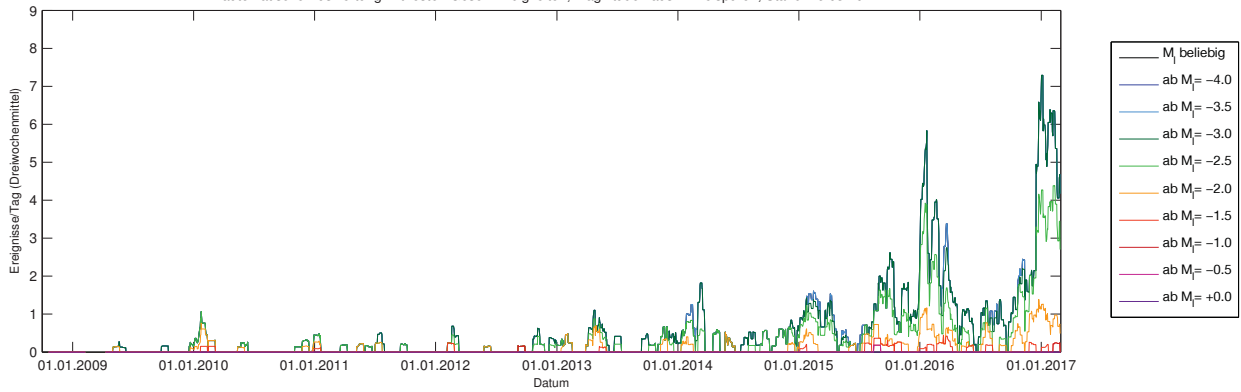
Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	

Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen
 Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung

Blatt: 325

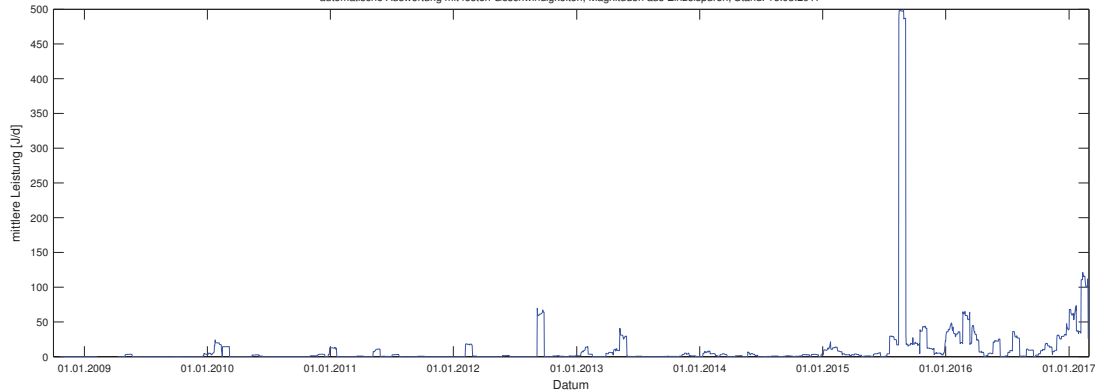
Ereignisrate im zentralen-östlichen Teil des Sattelkerns (700- bis 750-m-Sohle) in den Betriebsruhephasen von 10/2008 bis 02/2017

Mikroseismizitaet vom 01.10.2008 bis 28.02.2017, 700-m-Sohle (zentral) / noerdl. und 2. noerdl. Richtstr. n. Osten, 750-m-Sohle: 477 Ereignisse (nur Betriebsruhephasen)
 automatische Auswertung mit festen Geschwindigkeiten, Magnituden aus Einzelspuren, Stand: 16.03.2017



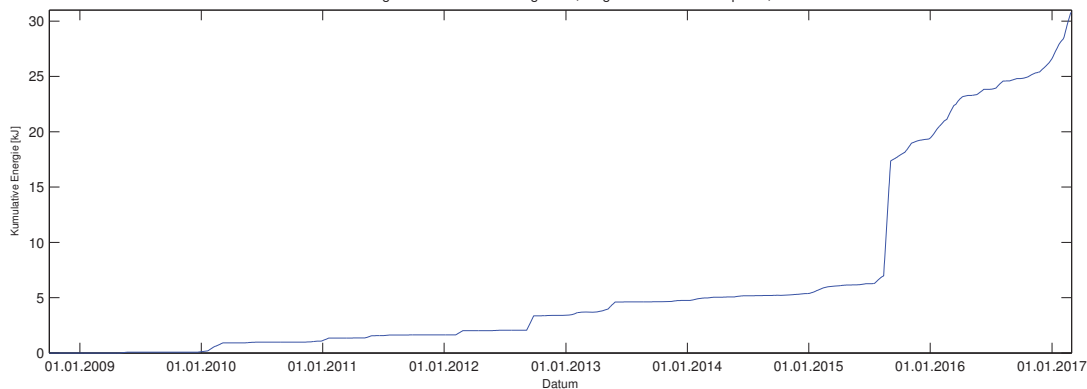
Gemittelte mikroseismische Leistung im zentralen-östlichen Teil des Sattelkerns (700- bis 750-m-Sohle) in den Betriebsruhephasen von 10/2008 bis 02/2017

21-Tagesmittel der mikroseismischen Leistung vom 01.10.2008 bis 28.02.2017, 700-m-Sohle (zentral) / noerdl. und 2. noerdl. Richtstr. n. Osten, 750-m-Sohle: 477 Ereignisse (nur Betriebsruhephasen)
 automatische Auswertung mit festen Geschwindigkeiten, Magnituden aus Einzelspuren, Stand: 16.03.2017



Kumulative Energie im zentralen-östlichen Teil des Sattelkerns (700- bis 750-m-Sohle) aus den Betriebsruhephasen von 10/2008 bis 02/2017

Mikroseismizitaet vom 01.10.2008 bis 28.02.2017, 700-m-Sohle (zentral) / noerdl. und 2. noerdl. Richtstr. n. Osten, 750-m-Sohle: 477 Ereignisse (nur Betriebsruhephasen)
 automatische Auswertung mit festen Geschwindigkeiten, Magnituden aus Einzelspuren, Stand: 16.03.2017

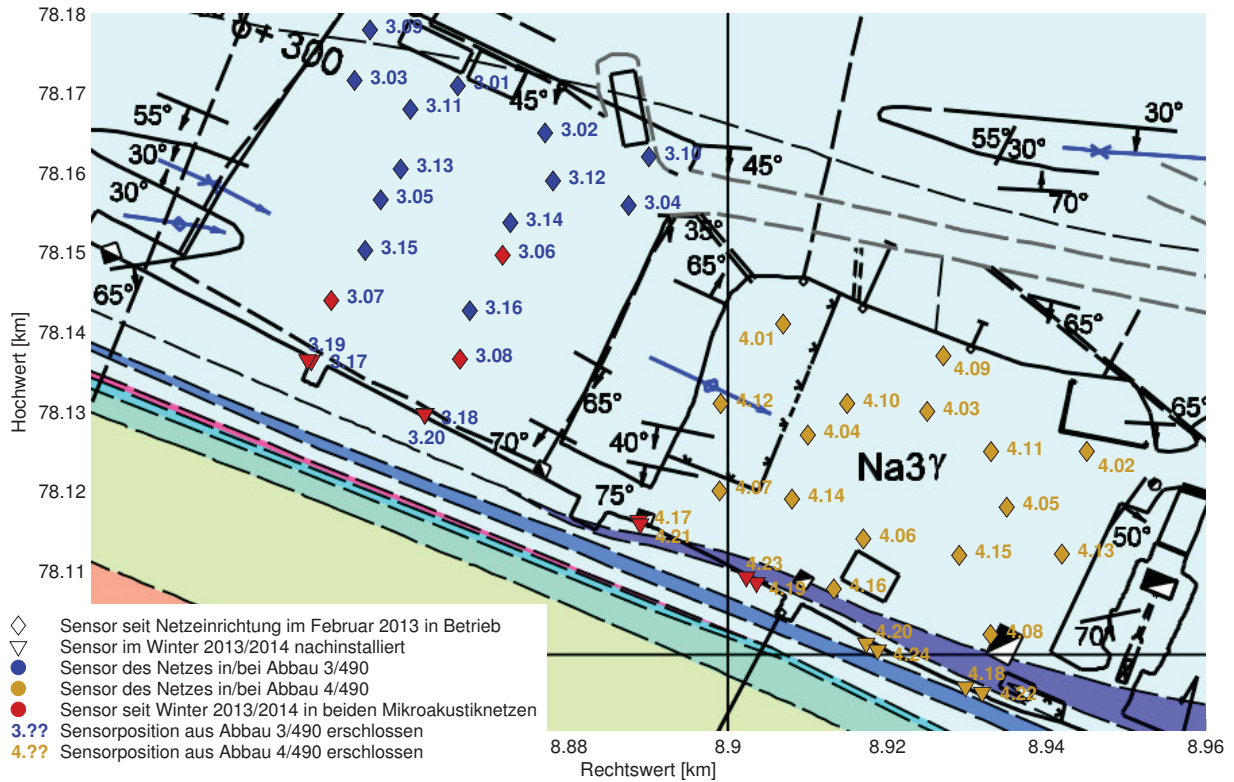


Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00

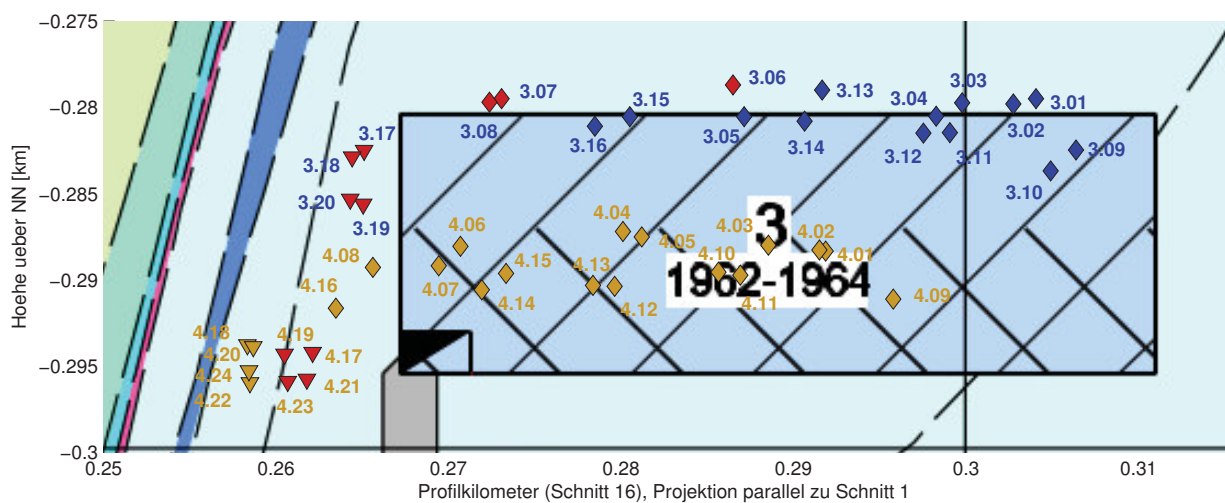
Anhang 6: Mikroakustische Messungen in den Abbauen 3/490 und 4/490

Anhang 6.1: Mikroakustiknetzwerke zur Überwachung der Firsten der Abbaue 3/490 und 4/490

Positionen der Mikroakustiksonden projiziert auf den Riss der 490-m-Sohle



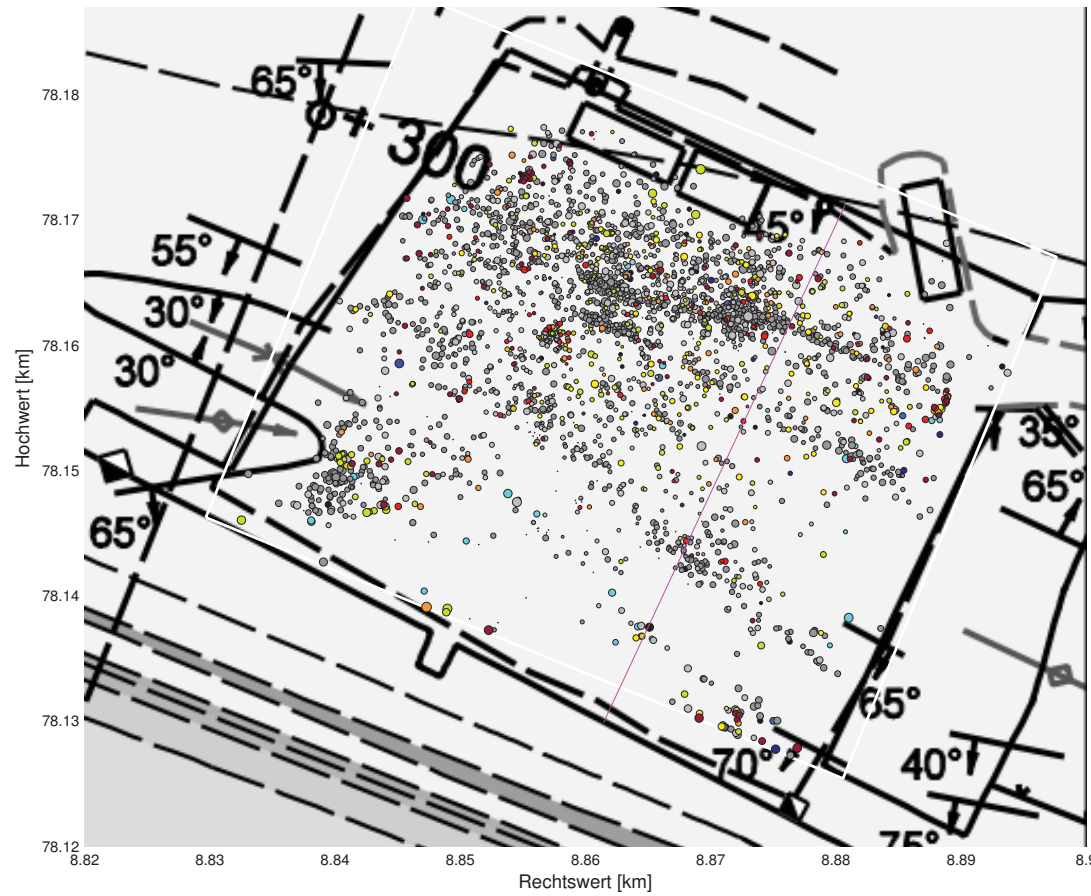
Positionen der Mikroakustiksonden projiziert auf Schnitt 16



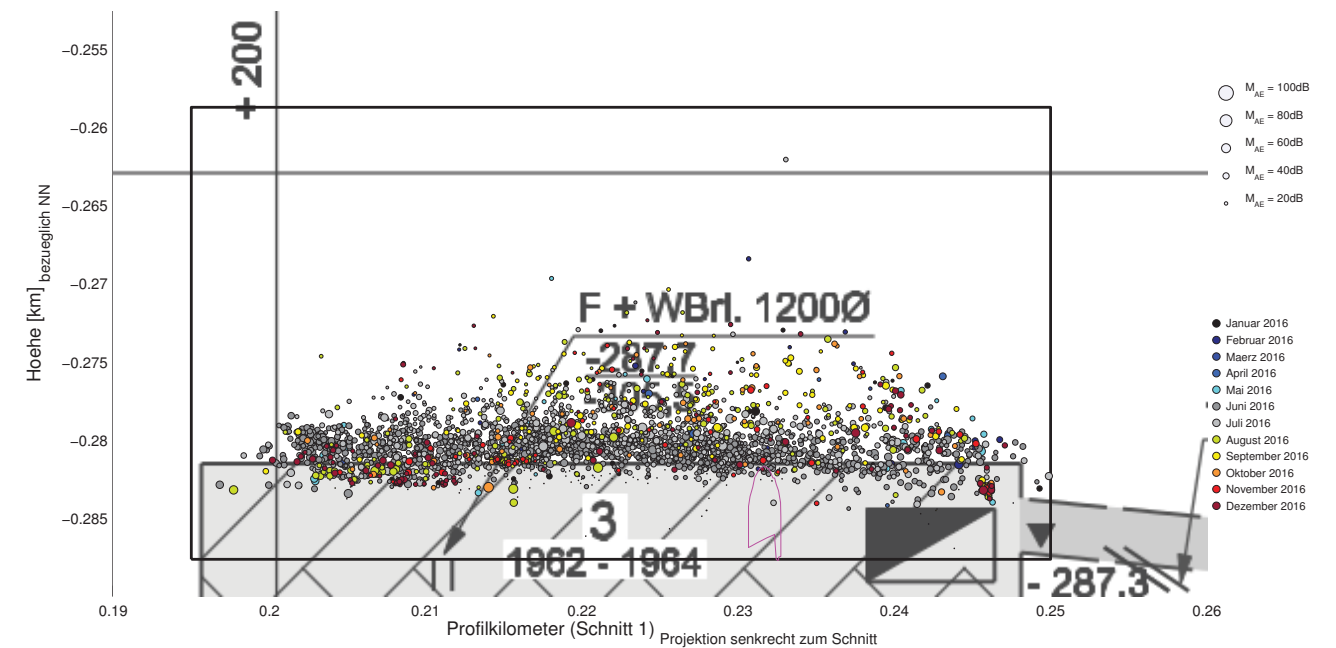
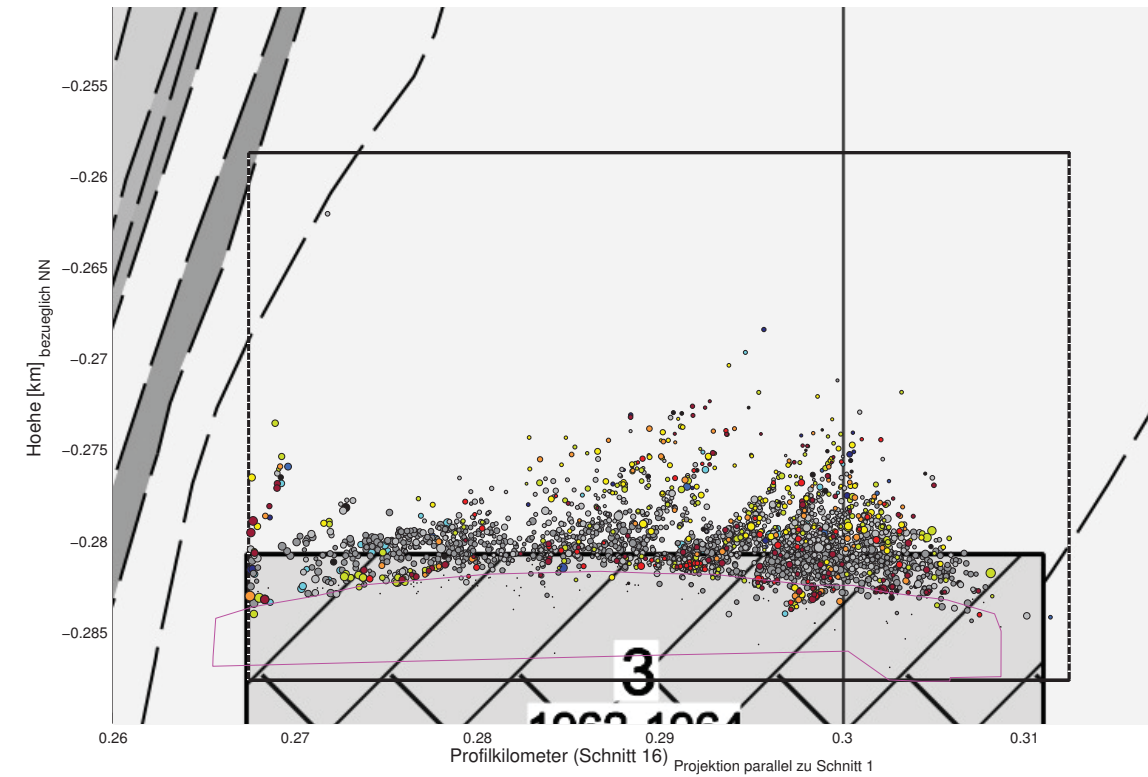
Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00


Anhang 6.2: Mikroakustische Aktivität im Bereich der Firste des Abbaus 3/490

Mikroakustische Aktivität (01.01.2016–31.12.2016) projiziert auf den Riss der 490-m-Sohle und die Schnitte 1 und 16 für Betriebsruhephasen

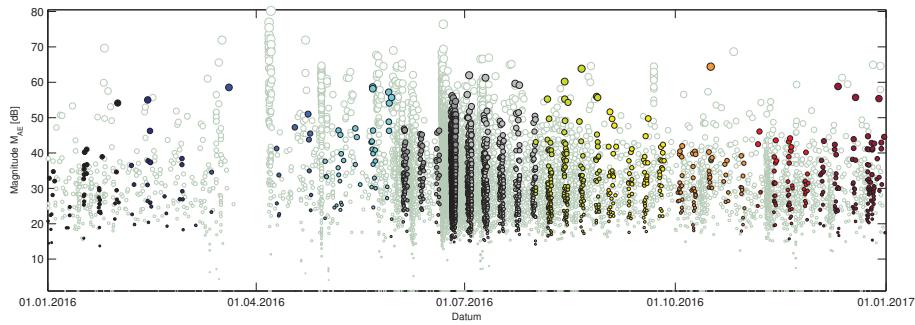


Zur Orientierung ist ein querschlängiges Profil der Abbaukontur als violette Linie eingezeichnet. Die räumliche Begrenzung des für das Firstmonitoring gesondert betrachteten Volumens ist im Sohlenriss als weiße Linie und in den Saigerissen als schwarze bzw. schwarz-weiß-gepunktete Linie dargestellt.



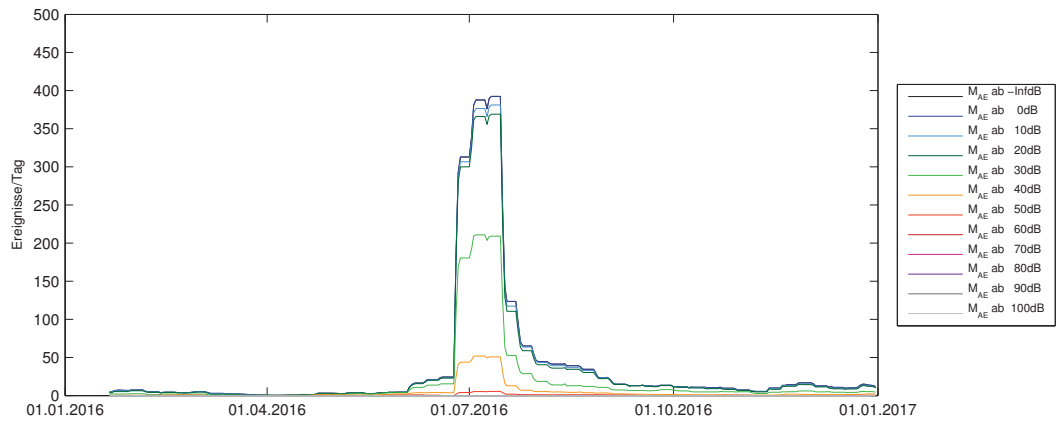
Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 <small>ASSE GMBH – Verantwortlich handeln.</small>
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung							Blatt: 328

Relativmagnituden der Mikroakustikereignisse (Firste des Abbaus 3/490, 01.01.2016 – 31.12.2016)

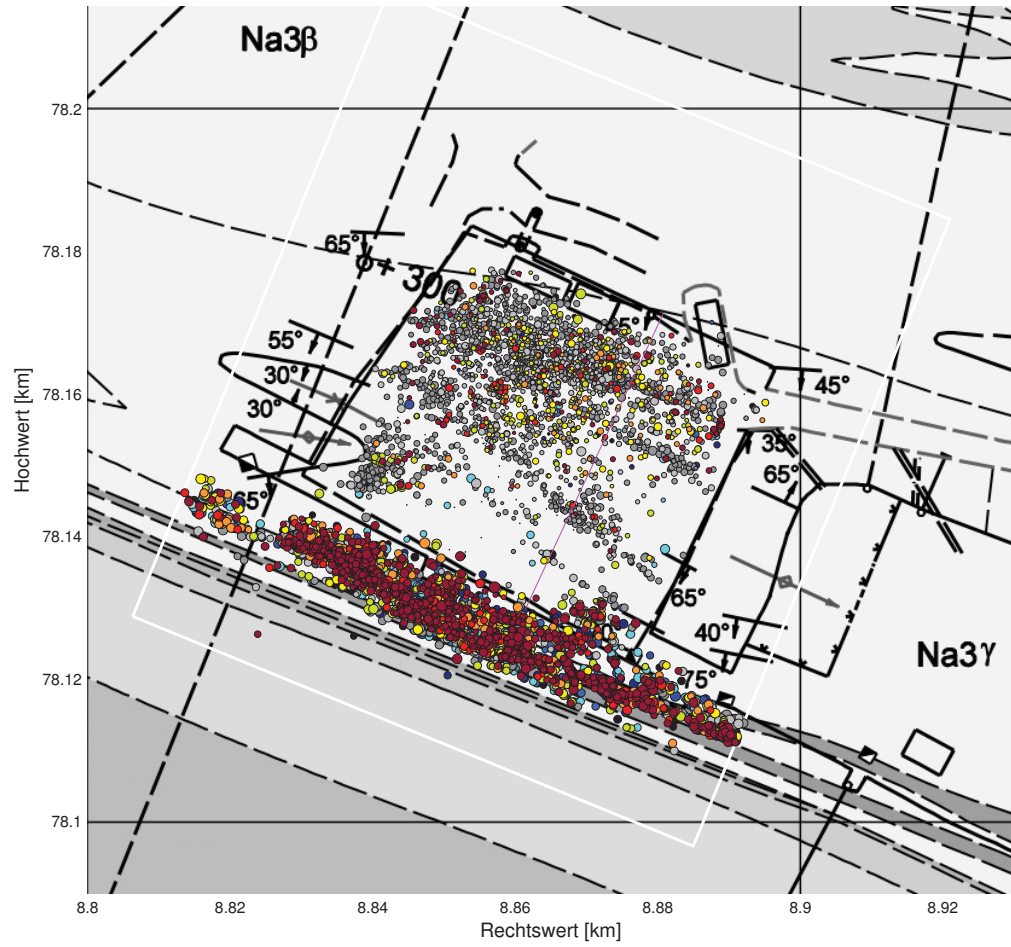


Farbige Kreise: Betriebsruhephasen; grau umrandete, weiße Kreise: Arbeitszeit.

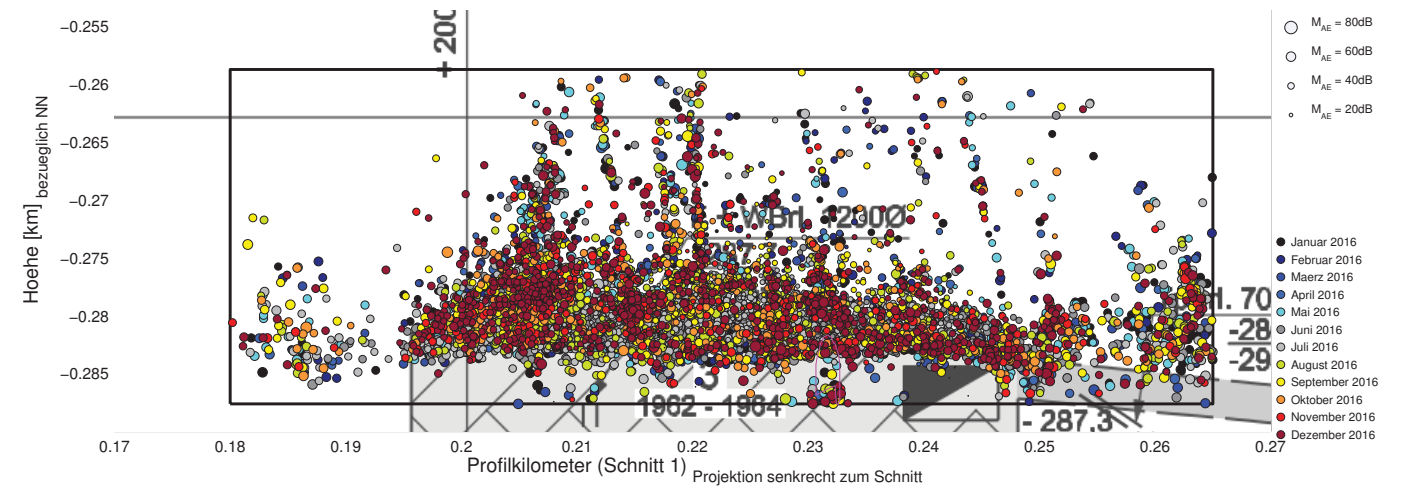
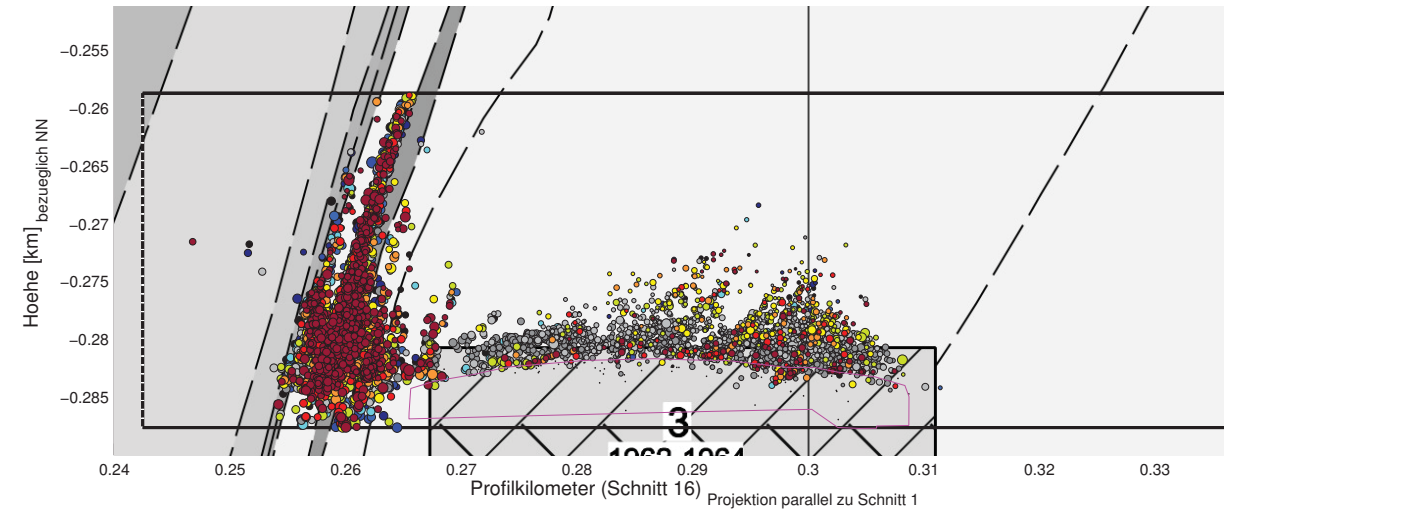
Mikroakustische Ereignisraten (Firste des Abbaus 3/490, 01.01.2016 – 31.12.2016, Betriebsruhephasen)




Mikroakustische Aktivität im Bereich der Firste und in der Umgebung des Abbaus 3/490 (01.01.2016 – 31.12.2016) projiziert auf den Riss der 490-m-Sohle und die Schnitte 1 und 16 für Betriebsruhephasen



Zur Orientierung ist ein querschlängiges Profil der Abbaukontur als violette Linie eingezeichnet. Die räumliche Begrenzung des für das Firstmonitoring gesondert betrachteten Volumens ist im Sohlenriss als weiße Linie und in den Saigerissen als schwarze bzw. schwarz-weiß-gepunktete Linie dargestellt.

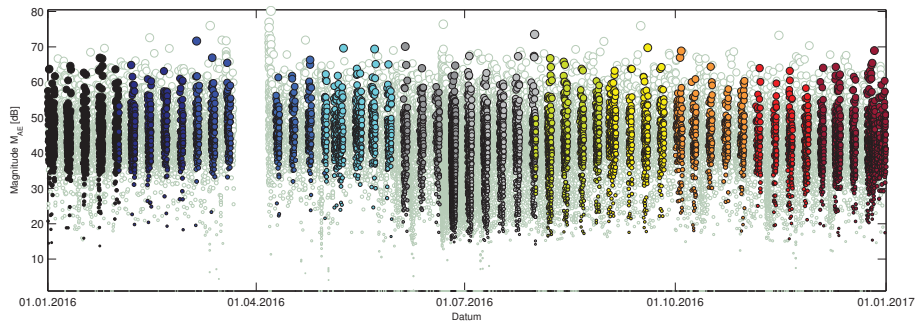


Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 ASSE GMBH – Verantwortlich handeln.
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	

Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen
 Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung

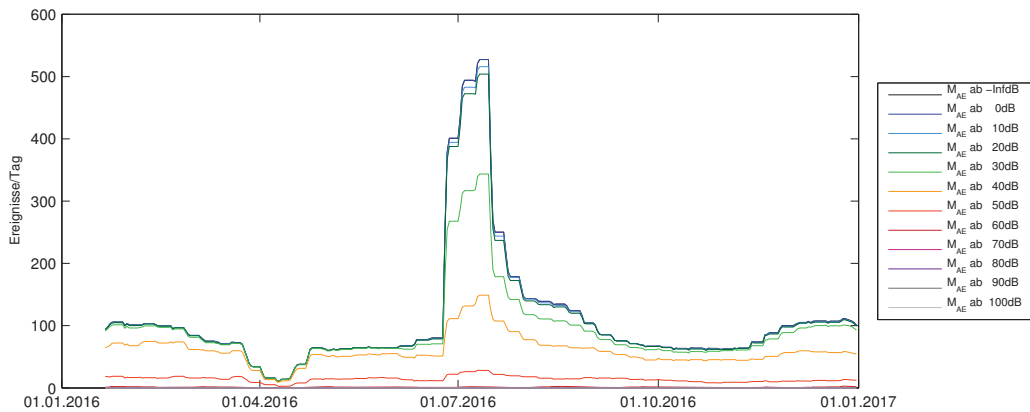
Blatt: 330

Relativmagnituden der Mikroakustikereignisse (Firste und Umgebung des Abbaus 3/490, 01.01.2016 – 31.12.2016)



Farbige Kreise: Betriebsruhephasen; grau umrandete, weiße Kreise: Arbeitszeit.

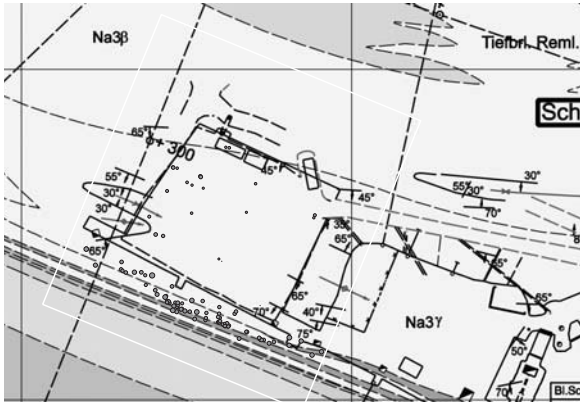
Mikroakustische Ereignisraten (Firste und Umgebung des Abbaus 3/490, 01.01.2016 – 31.12.2016, Betriebsruhephasen)



Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00

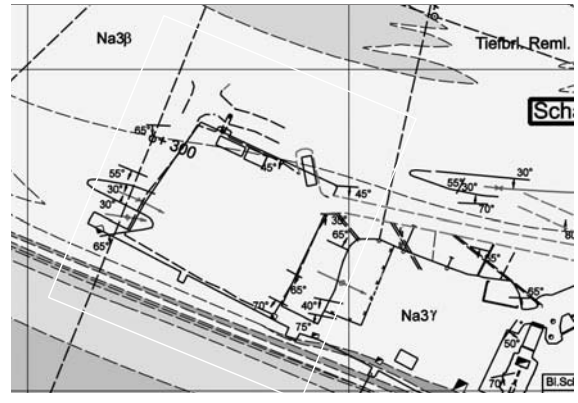
Anhang 6.3: Betonage des LSB 1 im Abbau 3/490

95 EREIGNISSE



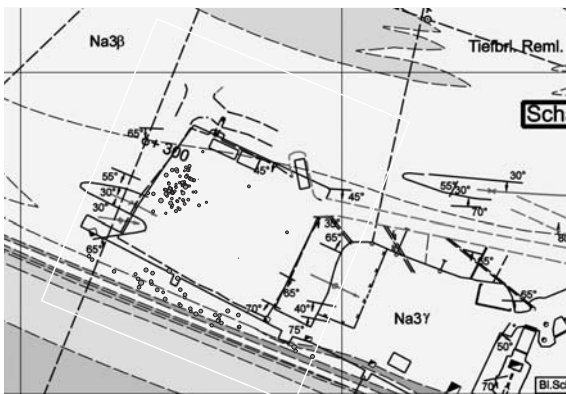
1 WOCHE **VOR** DER BETONAGE

70 EREIGNISSE



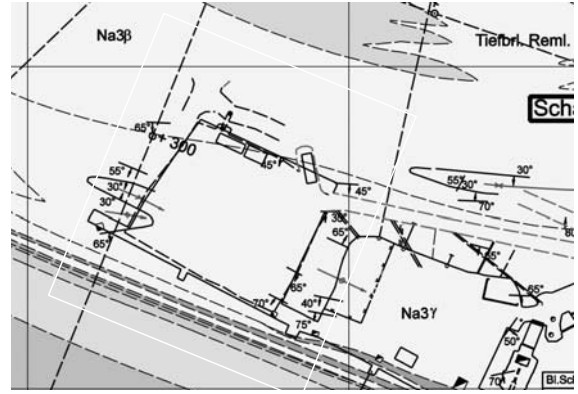
1 TAG **VOR** DER BETONAGE

137 EREIGNISSE



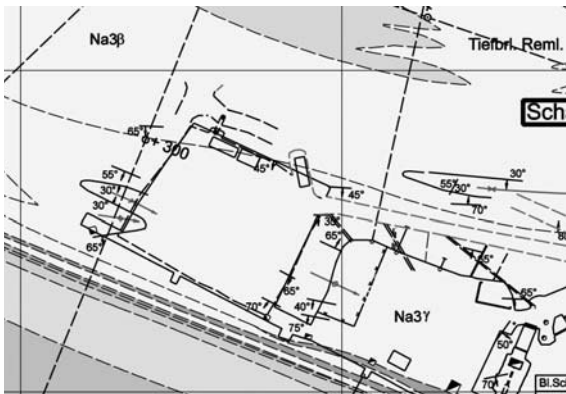
BETONAGE 1. TAG

4616 EREIGNISSE



BETONAGE 2. TAG

2672 EREIGNISSE



1 TAG **NACH** BETONAGE

1609 EREIGNISSE



2 TAGE **NACH** DER BETONAGE

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00

1318 EREIGNISSE



3 TAGE **NACH** DER BETONAGE

837 EREIGNISSE



4 TAGE **NACH** DER BETONAGE

387 EREIGNISSE



10 TAGE **NACH** DER BETONAGE

186 EREIGNISSE



25 TAGE **NACH** DER BETONAGE

146 EREIGNISSE



6 WOCHEN **NACH** DER BETONAGE

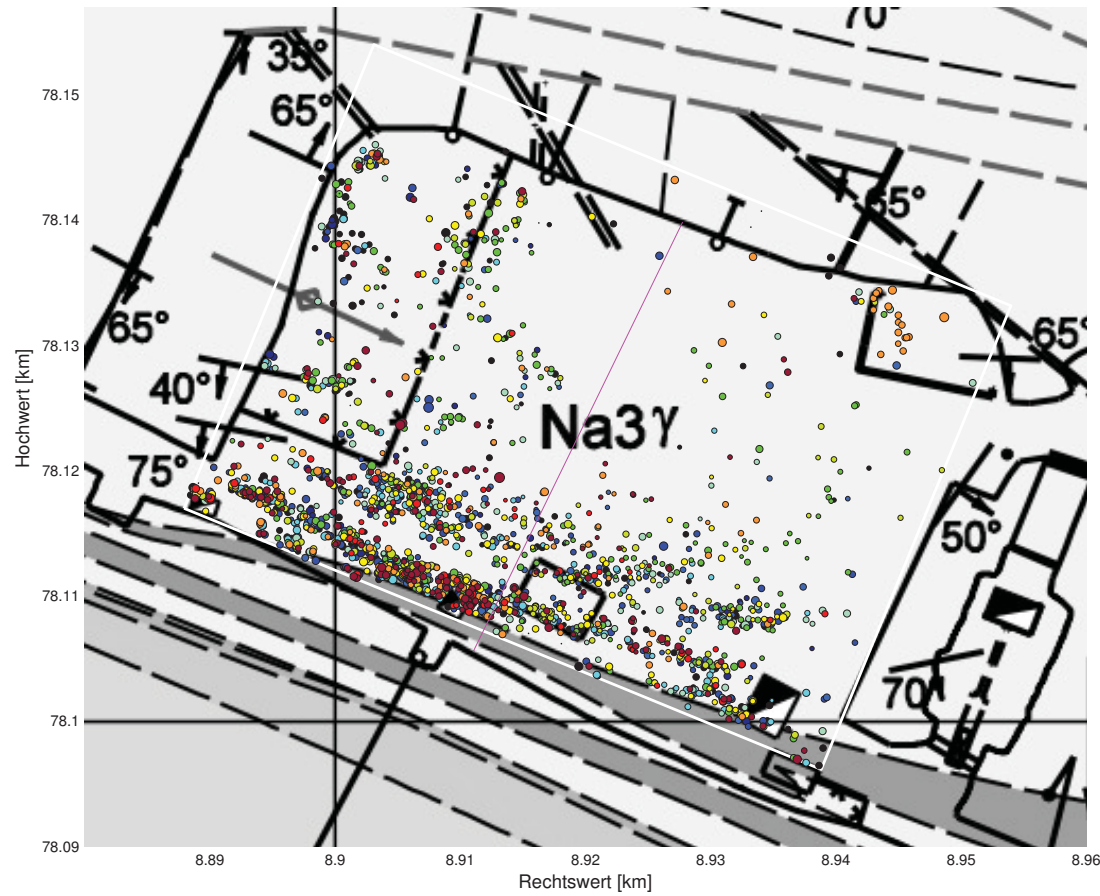
67 EREIGNISSE



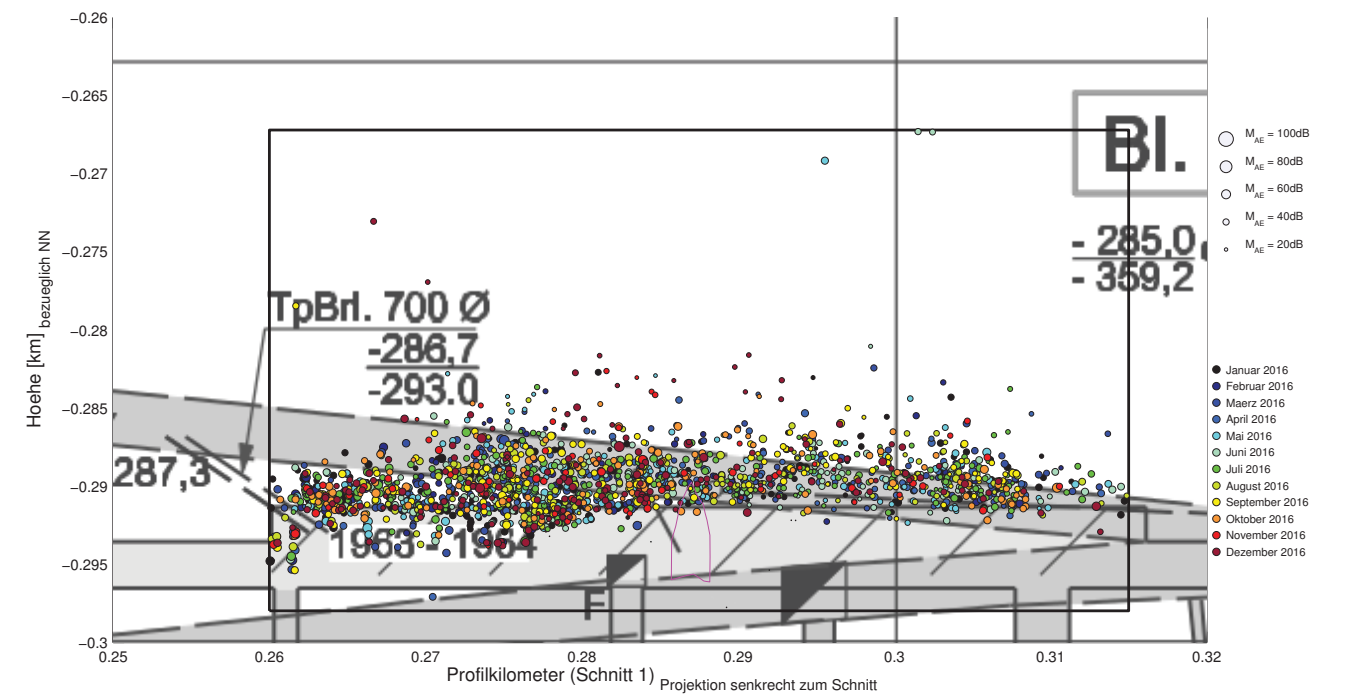
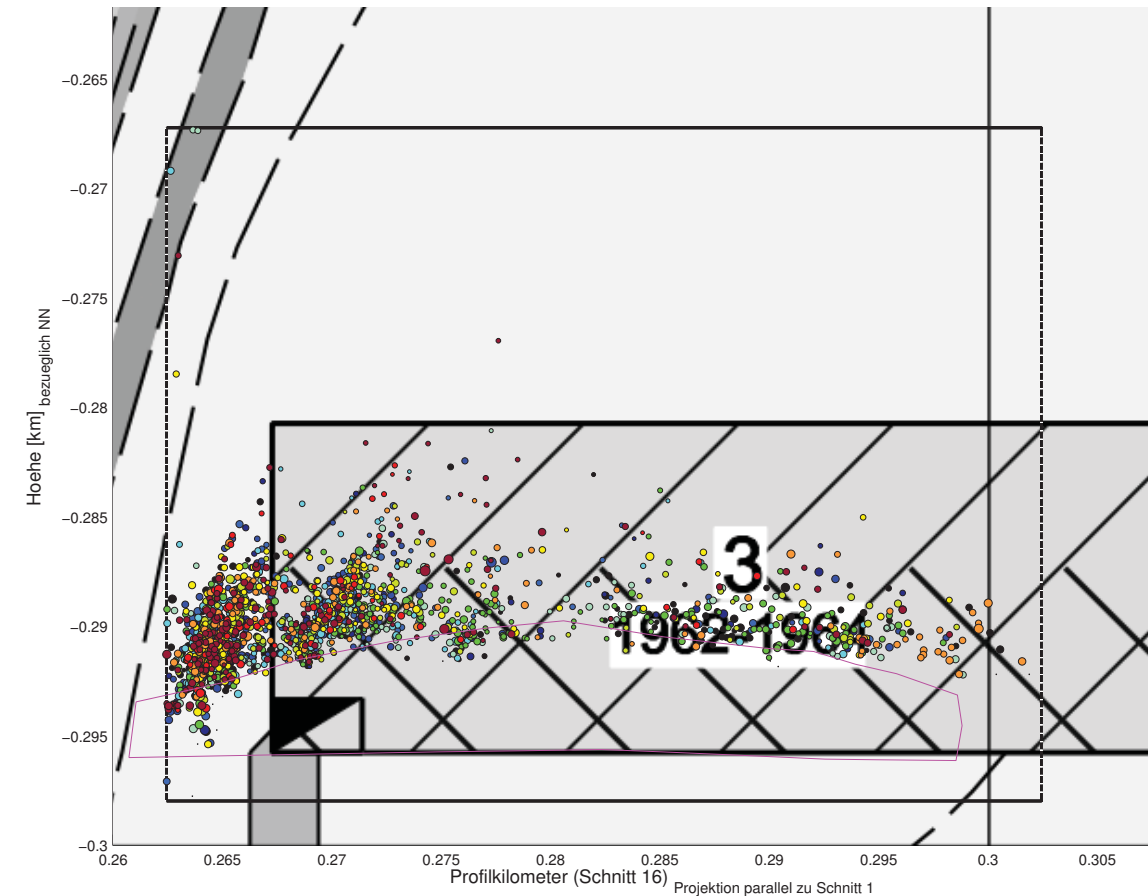
9 WOCHEN **NACH** DER BETONAGE


Anhang 6.4: Mikroakustische Aktivität im Bereich der Firste des Abbaus 4/490

Mikroakustische Aktivität (01.01.2016–31.12.2016) projiziert auf den Riss der 490-m-Sohle und die Schnitte 1 und 16 für Betriebsruhephasen



Zur Orientierung ist ein querschlängiges Profil der Abbaukontur als violette Linie eingezeichnet. Die räumliche Begrenzung des für das Firstmonitoring gesondert betrachteten Volumens ist im Sohlenriss als weiße Linie und in den Saigerissen als schwarze bzw. schwarz-weiß-gepunktete Linie dargestellt.

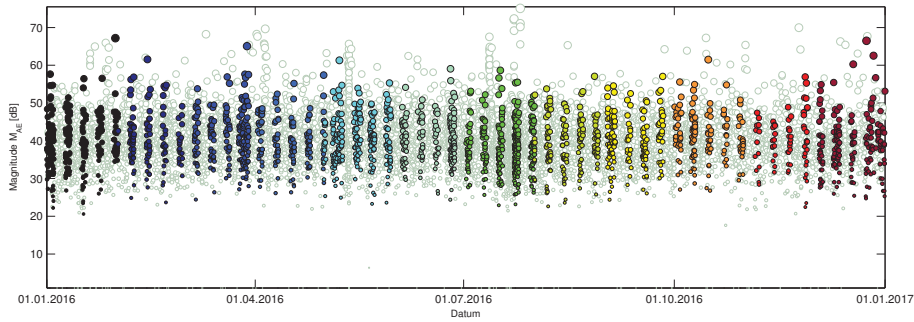


Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 <small>Verantwortlich handeln</small>
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	

Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen
 Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung

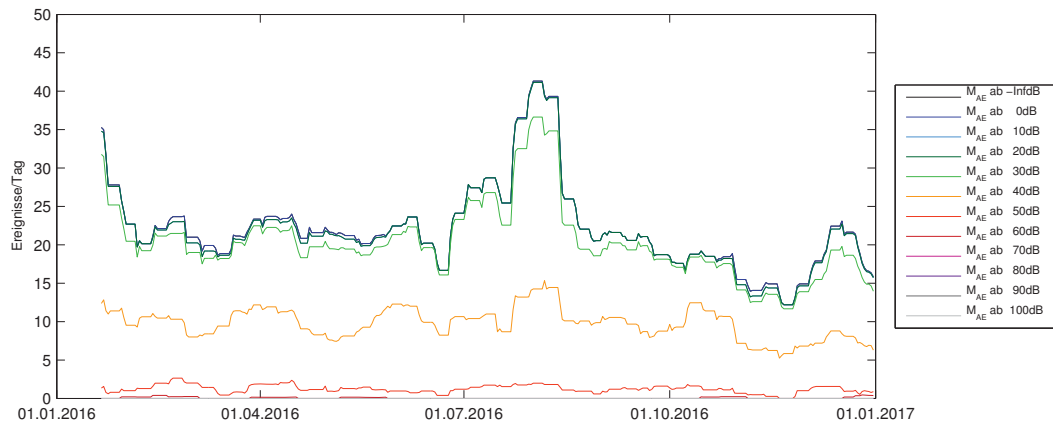
Blatt: 334

Relativmagnituden der Mikroakustikereignisse (Firste des Abbaus 4/490, 01.01.2016 – 31.12.2016)



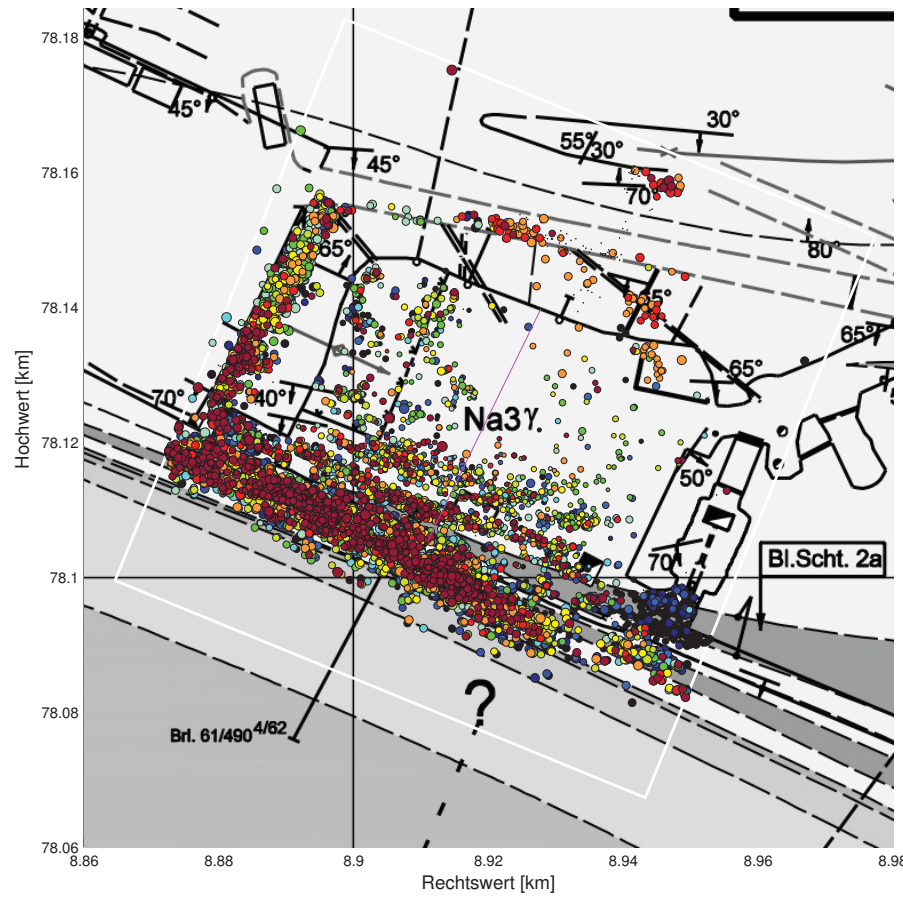
Farbige Kreise: Betriebsruhephasen; grau umrandete, weiße Kreise: Arbeitszeit.

Mikroakustische Ereignisraten (Firste des Abbaus 4/490, 01.01.2016 – 31.12.2016, Betriebsruhephasen)

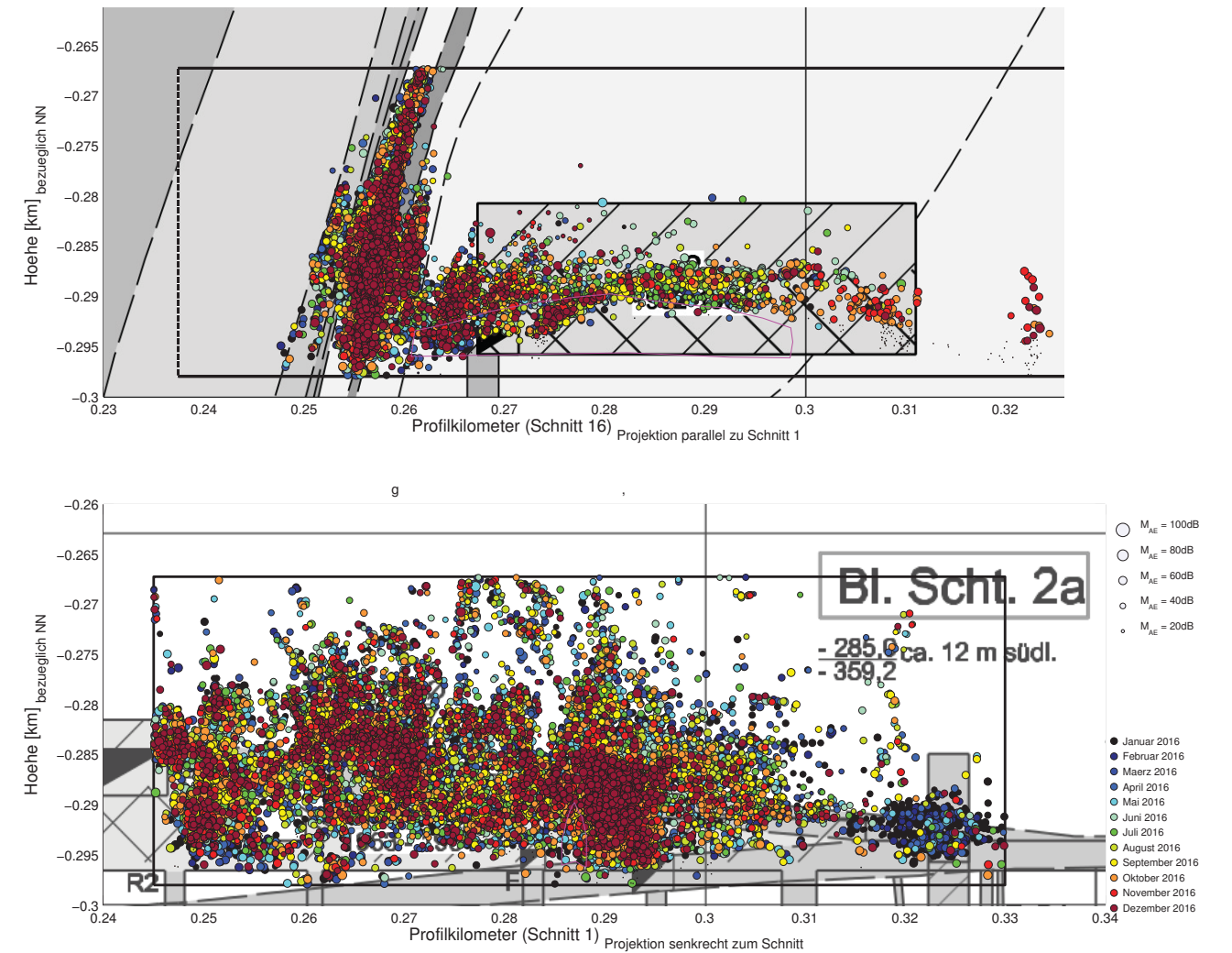



Anhang 6.5: Mikroakustische Aktivität im Bereich der Firste und der Umgebung des Abbaus 4/490

Mikroakustische Aktivität (01.01.2016–31.12.2016) projiziert auf den Riss der 490-m-Sohle und die Schnitte 1 und 16 für Betriebsruhephasen



Zur Orientierung ist ein querschlängiges Profil der Abbaukontur als violette Linie eingezeichnet. Die räumliche Begrenzung des für das Firstmonitoring gesondert betrachteten Volumens ist im Sohlenriss als weiße Linie und in den Saigerrissen als schwarze bzw. schwarz-weiß-gepunktete Linie dargestellt.

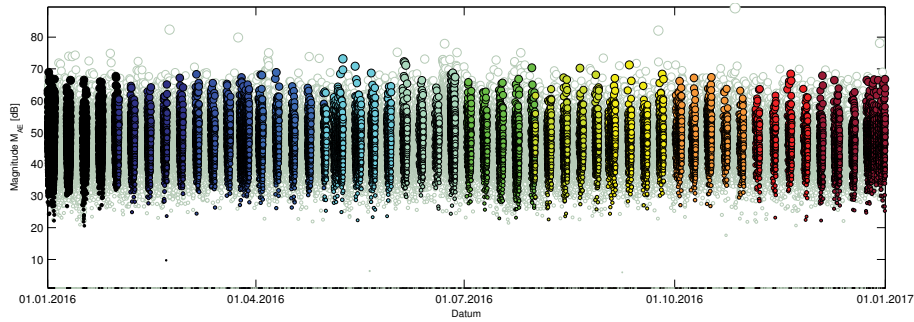


Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	

Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen
 Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung

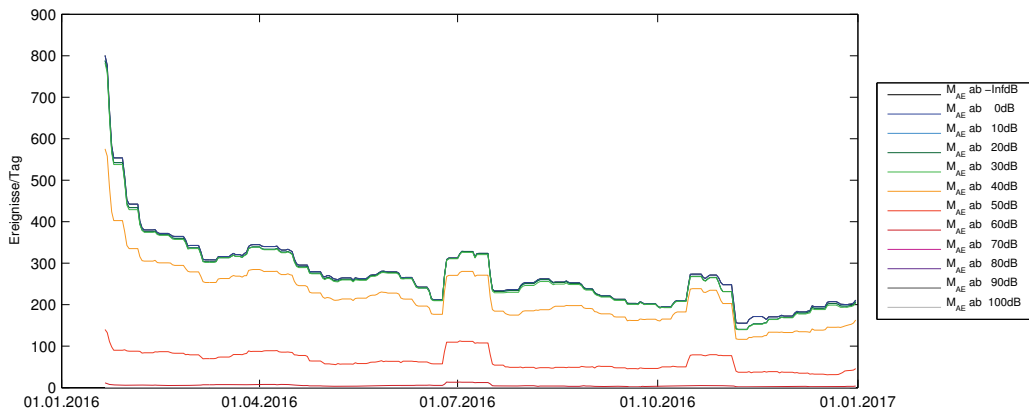
Blatt: 336

Relativmagnituden der Mikroakustikereignisse (Firste und Umgebung des Abbaus 4/490, 09.09.2015 – 31.12.2016)



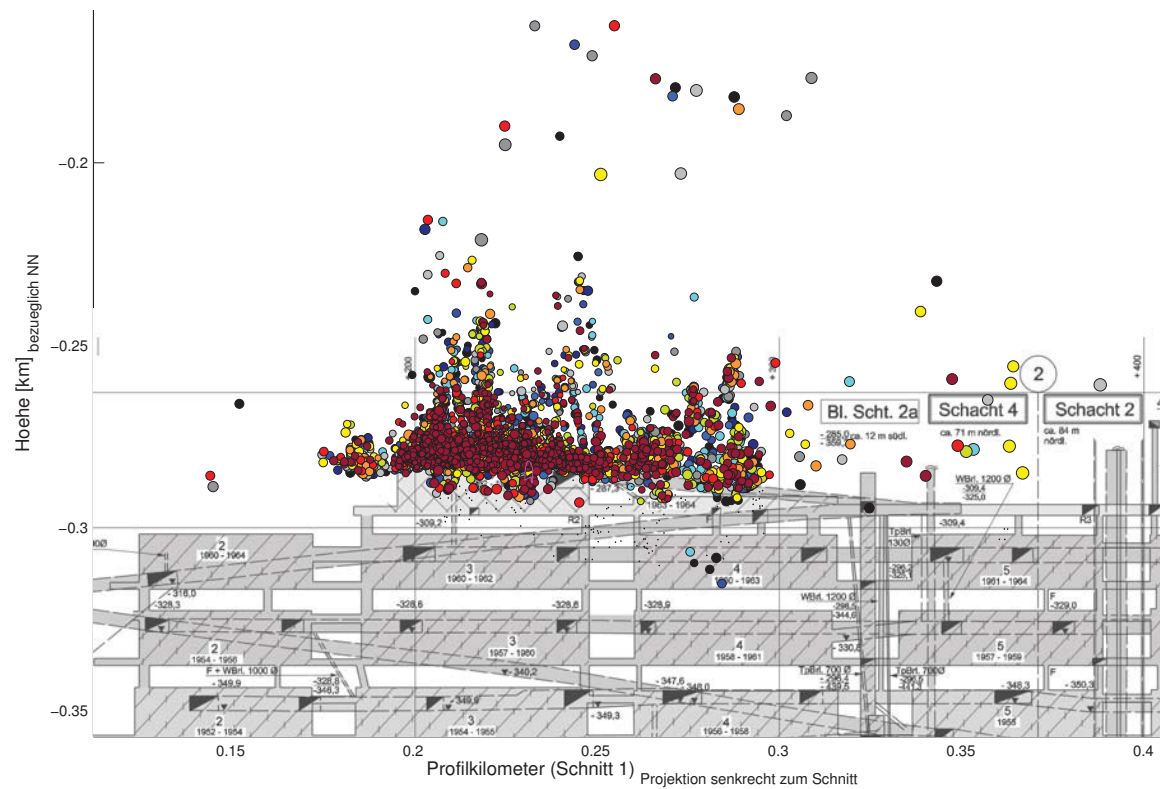
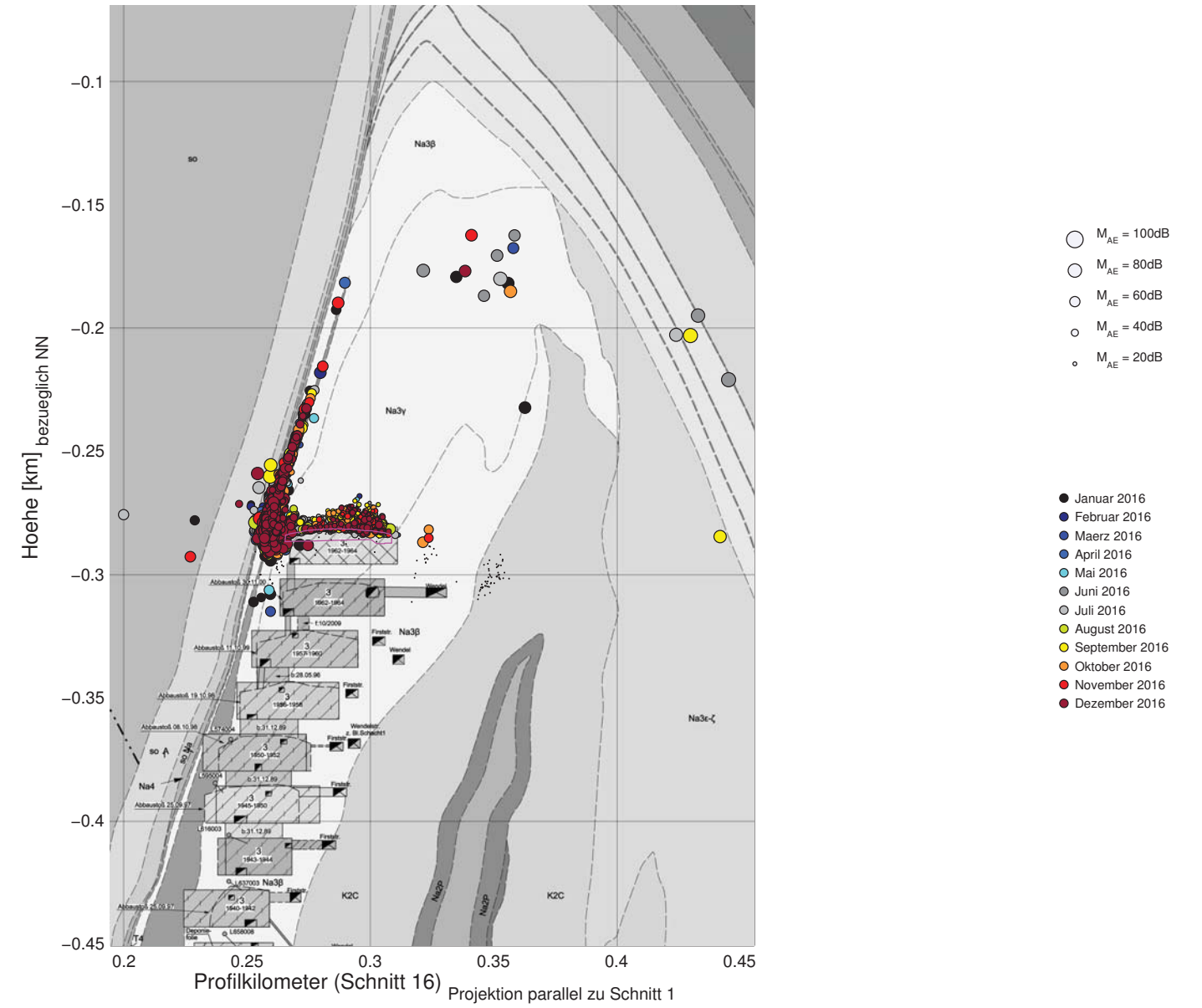
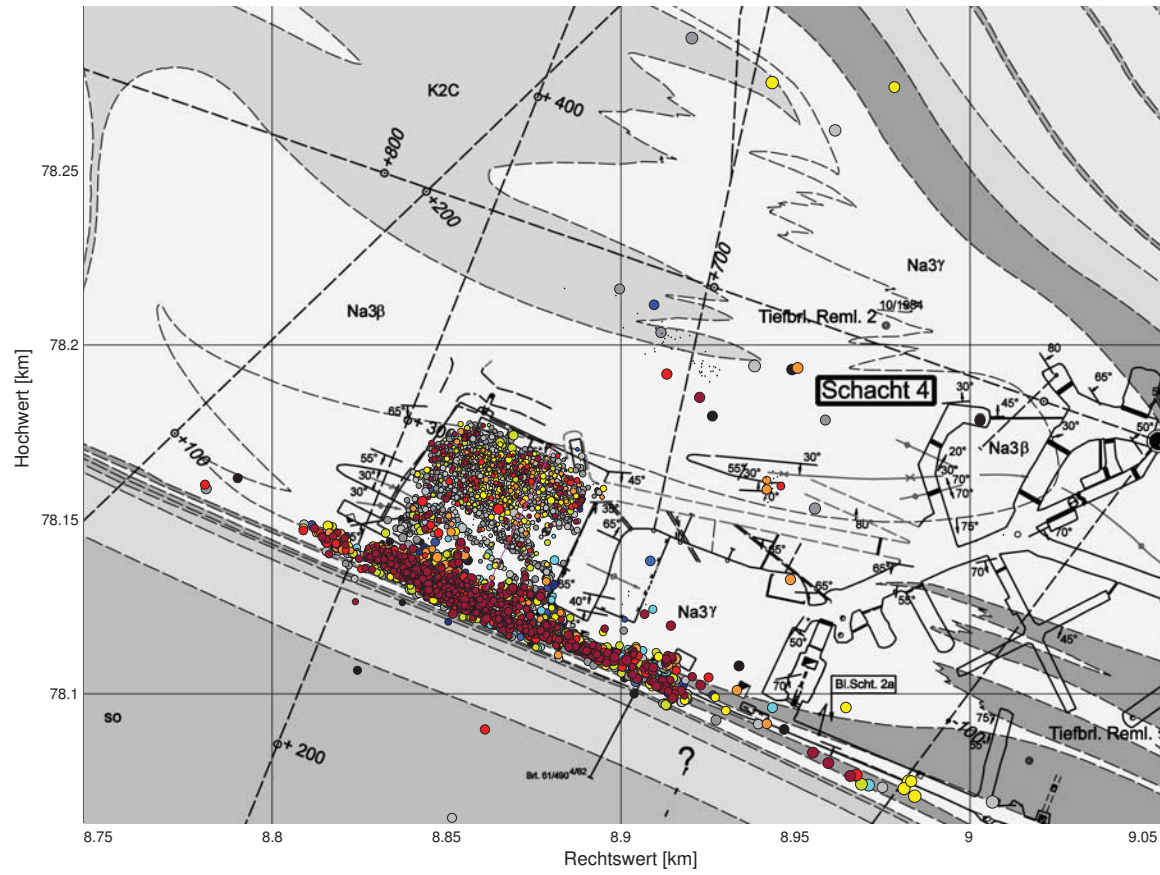
Farbige Kreise: Betriebsame Zeit; grau umrandete, weiße Kreise: Arbeitszeit.

Mikroakustische Ereignisraten (Firste und Umgebung des Abbaus 4/490, 01.01.2016 – 31.12.2016, Betriebsruhephasen)

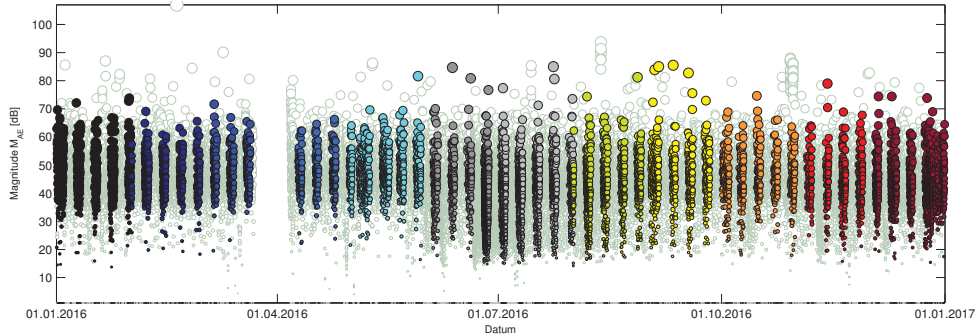


Anhang 6.6: Mikroakustische Aktivität im gesamten Beobachtungsbereich des Netzes in Abbau 3/490

Mikroakustische Aktivität (01.01.2016–31.12.2016, Betriebsruhephasen) projiziert auf den Riss der 490-m-Sohle und die Schnitte 1 und 16



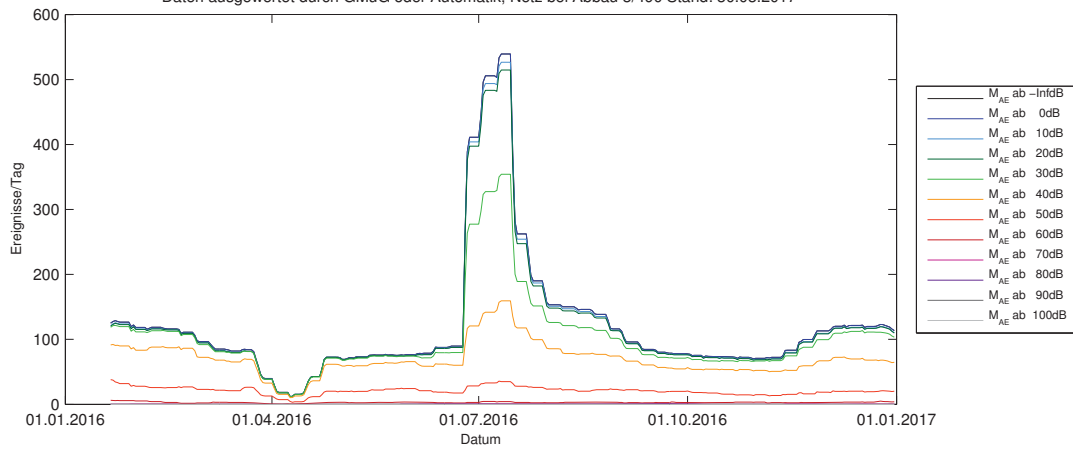
Relativmagnituden der Mikroakustikereignisse (Netz in Abbau 3/490, 01.01.2016 – 31.12.2016)



Farbige Kreise: Betriebsruhephasen; grau umrandete, weiße Kreise: Arbeitszeit.

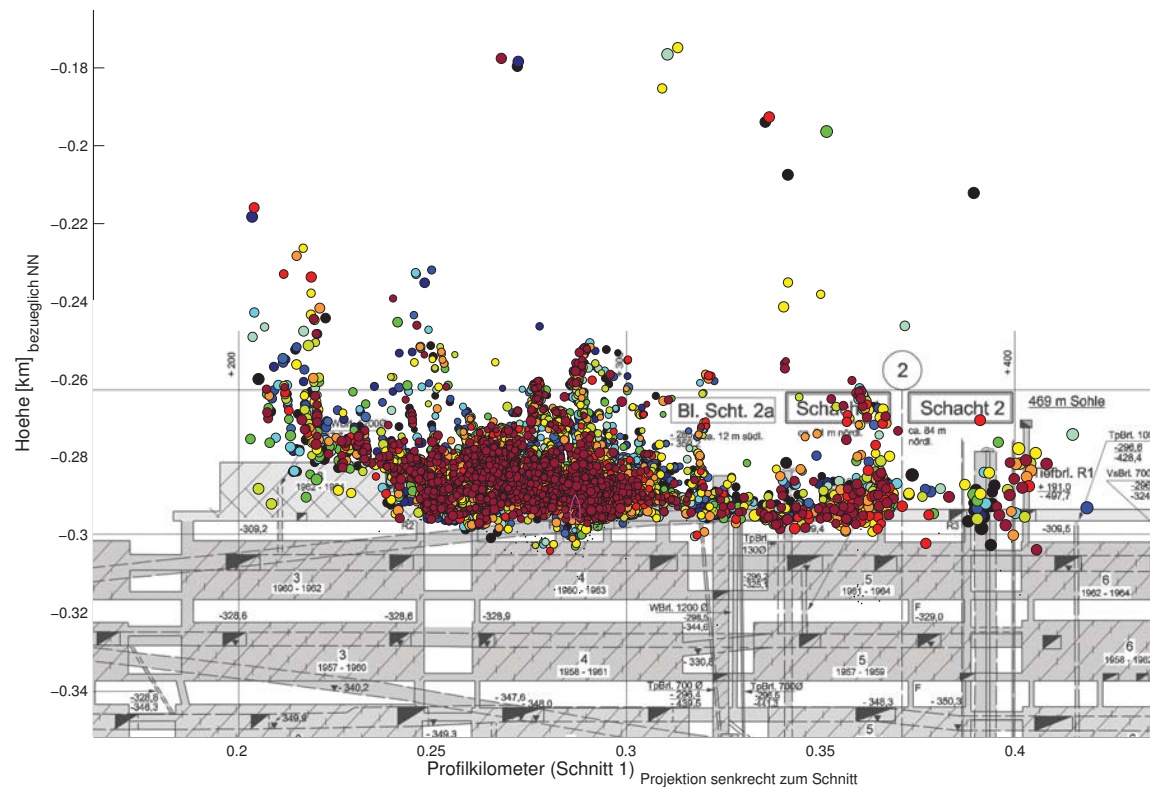
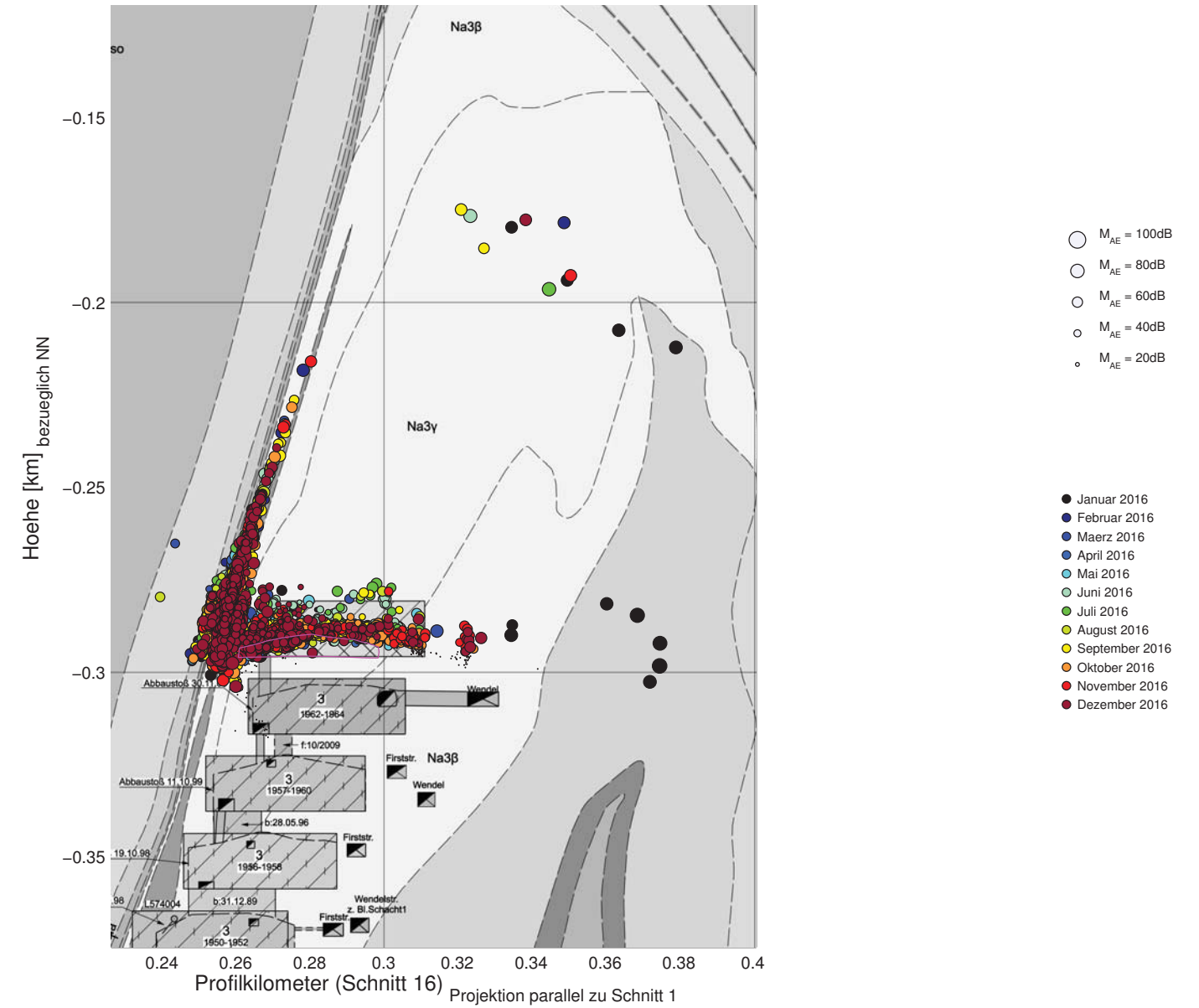
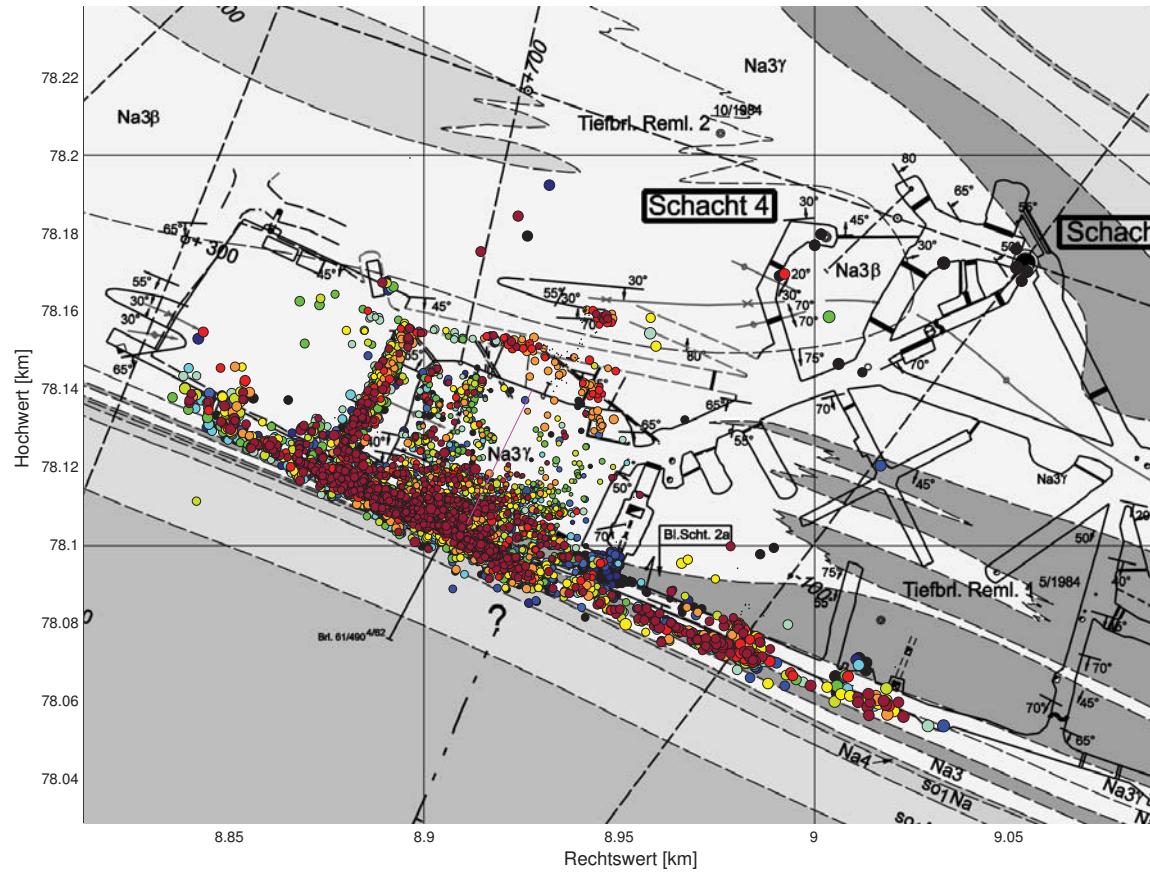
Mikroakustische Ereignisraten (Netz in Abbau 3/490, 01.01.2016 – 31.12.2016, Betriebsruhephasen)


Mikroakustische Ereignisse vom 01.01.2016 bis 31.12.2016, gesamter ueberwachter Bereich: 11305 Ereignisse (nur Betriebsruhephasen)
 Daten ausgewertet durch GMuG oder Automatik, Netz bei Abbau 3/490 Stand: 30.03.2017



Anhang 6.7: Mikroakustische Aktivität im gesamten Beobachtungsbereich des Netzes in Abbau 4/490

Mikroakustische Aktivität (01.01.2016–31.12.2016, Betriebsruhe) projiziert auf den Riss der 490-m-Sohle und die Schnitte 1 und 16

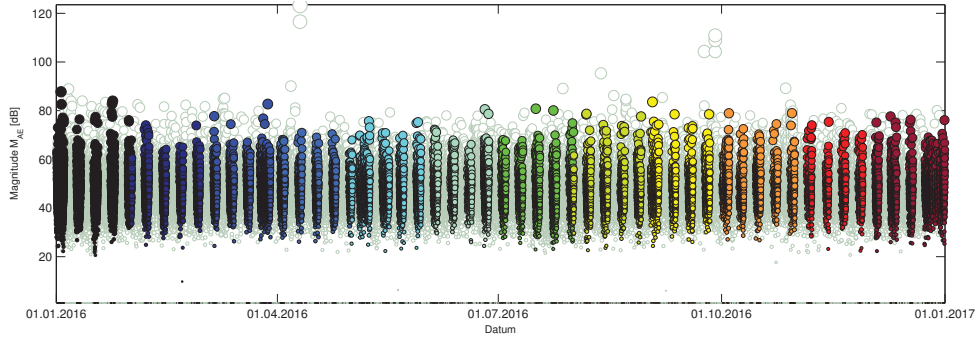


Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	
NNA	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	

Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen
 Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung

Blatt: 340

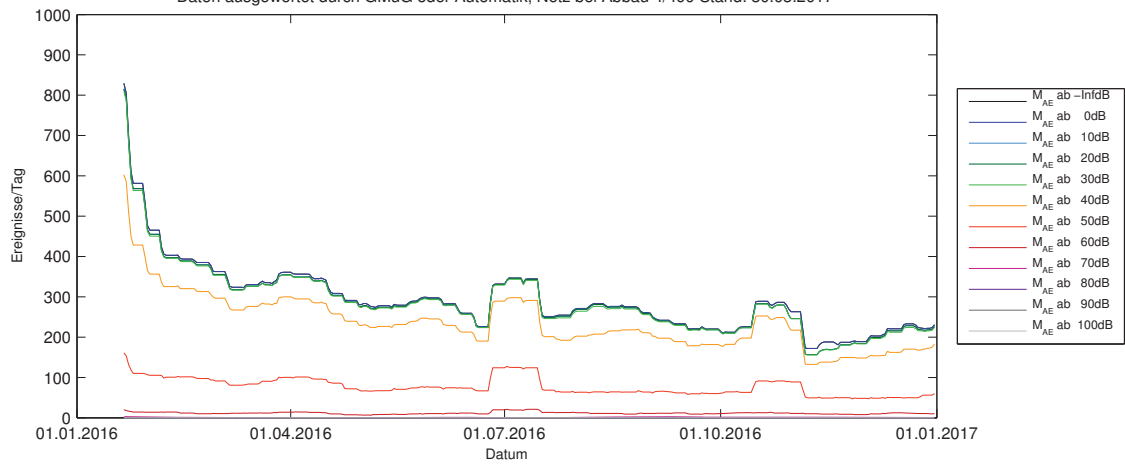
Relativmagnituden der Mikroakustikereignisse (Netz in Abbau 4/490, 01.01.2015–31.12.2016)



Farbige Kreise: Betriebsruhephasen; grau umrandete, weiße Kreise: Arbeitszeit.

Mikroakustische Ereignisraten (Netz in Abbau 4/490, 01.01.2016–31.12.2016, Betriebsruhephasen)

Mikroakustische Ereignisse vom 01.01.2016 bis 31.12.2016, gesamter ueberwachter Bereich: 30052 Ereignisse (nur Betriebsruhephasen)
 Daten ausgewertet durch GMuG oder Automatik, Netz bei Abbau 4/490 Stand: 30.03.2017



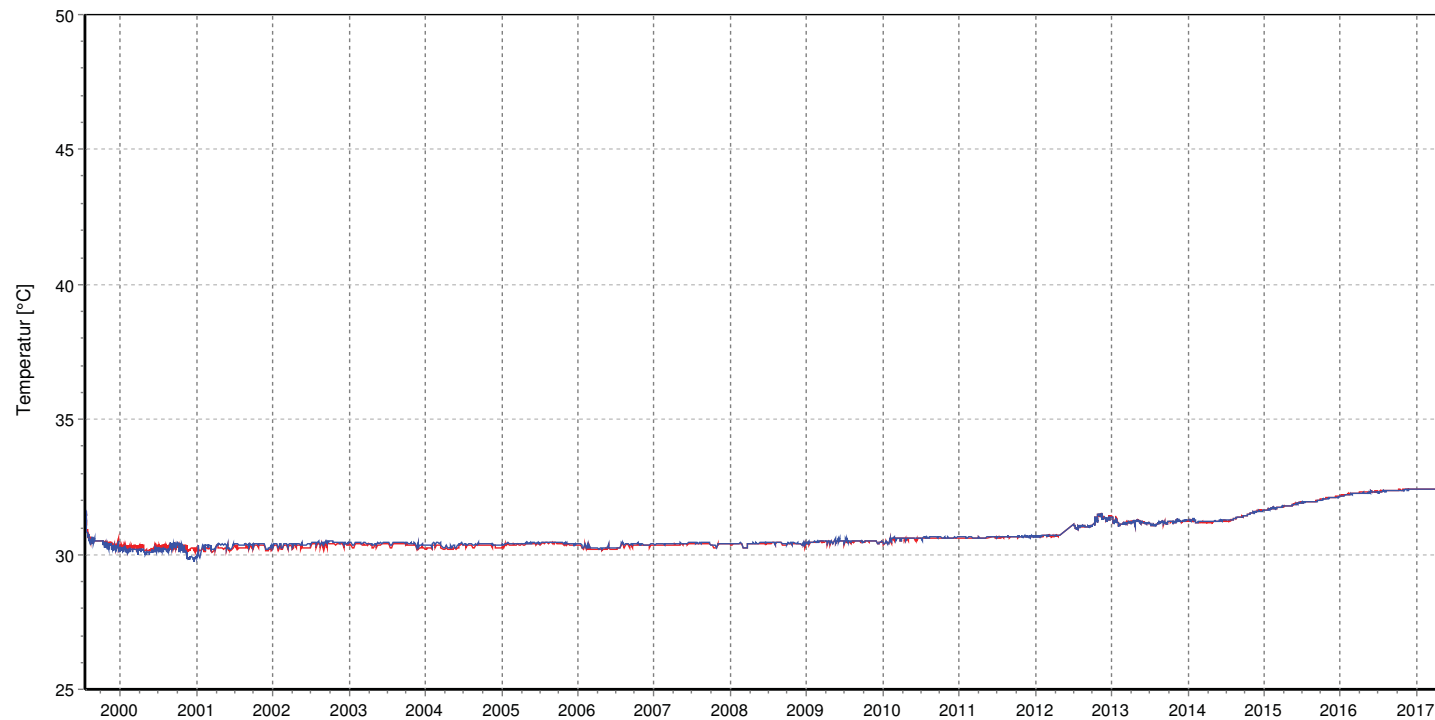


TB Standortüberwachung
Am Walde 2
38319 Remlingen

Temperatugeber SMS 1/616
Nordstoß Teufe 640 m Pfeiler 5/6

Datum: 19.04.2017
Seite: 1
Anlage: GLA 8.8.0
Prog.:
Stand: 10.12.2014
Ausw.: 56N-640-T

Projekt: MFA 616



Kurve	Messstelle	Messart	MQ	Rechtswert	Hochwert	Höhe	Zeitraum
—	56N-640- T-1	Gebirgstemperatur	Pf 5/6 unten	44 09000,2	57 78032,7	-447,50 mNN	15.07.99 07:21:14 - 18.04.17 07:45:09
—	56N-640- T-2	Gebirgstemperatur	Pf 5/6 oben	44 09000,1	57 78032,7	-447,50 mNN	15.07.99 07:21:20 - 18.04.17 07:45:13

Anhang 7: Messtechnische Überwachung der Firstspaltverfüllung Temperaturmessungen in den Pfeilern

Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen
Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung



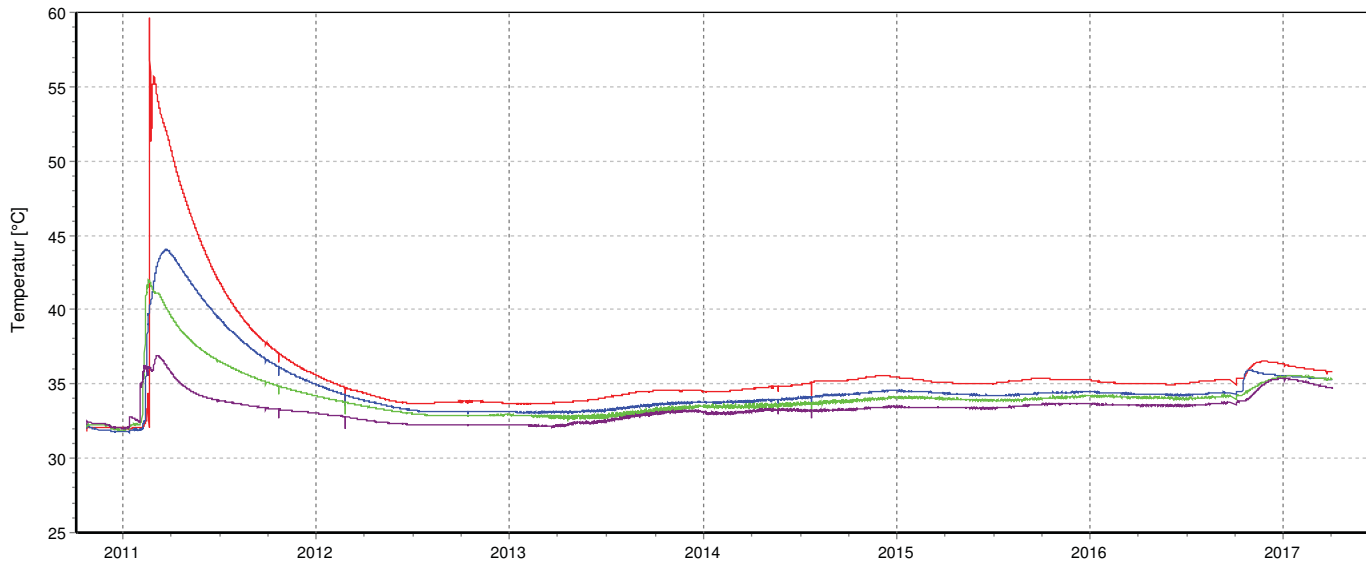


TB Standortüberwachung
Am Walde 2
D-38319 Remlingen

Projekt: Firstspaltverfüllung

511-m-Sohle, Abbau 4/511, Brg. ÜFV-15
Schwebe zwischen Abbau 4/511 und 4/490
Temperaturmessung

Datum: 19.04.2017
Seite: 1
Anlage: MCC 10-511
Prog.: GLA 8.8.0
Stand: 28.05.2014
Ausw.: ÜFV-15-Temp



Kurve	Messstelle	Position	Sensor	Rechtswert	Hochwert	Höhe	Zeitraum
—	10-511\444	23,0 m	182	4408924,69 m	5778131,80 m	-299,29 mNN	25.10.10 12:00:02 - 05.04.17 00:00:02
—	10-511\447	17,0 m	183	4408927,50 m	5778136,77 m	-301,15 mNN	25.10.10 12:00:02 - 05.04.17 00:00:02
—	10-511\450	11,0 m	184	4408930,30 m	5778141,74 m	-303,00 mNN	25.10.10 12:00:03 - 05.04.17 00:00:03
—	10-511\453	05,0 m	185	4408933,11 m	5778146,71 m	-304,85 mNN	25.10.10 12:00:03 - 05.04.17 00:00:03

Temperaturmessungen in den Schweben

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
N/A/A	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMJÜ	GC	BT	0013	00

Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen
Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung

Blatt: 342

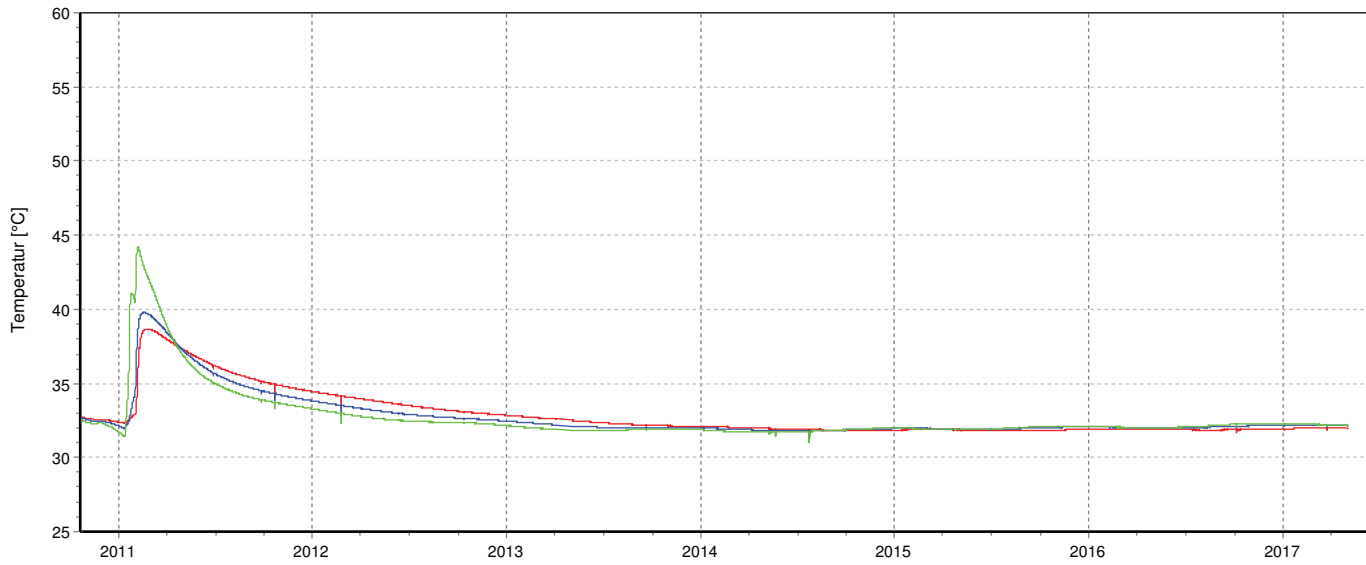


TB Standortüberwachung
Am Walde 2
D-38319 Remlingen

Projekt: Firstspaltverfüllung

511-m-Sohle, Abbau 3/511, Brg. ÜFV-13
Versatz, westlicher Zugang
Temperaturmessung

Datum: 05.05.2017
Seite: 1
Anlage: MCC 09-511
Prog.: GLA 8.8.1
Stand: 28.05.2014
Ausw.: ÜFV-13-Temp



Kurve	Messstelle	Position	Sensor	Rechtswert	Hochwert	Höhe	Zeitraum
—	09-511\252	07,0 m	118	4408849,03 m	5778167,50 m	-305,84 mNN	21.10.10 12:00:05 - 04.05.17 00:00:02
—	09-511\255	04,0 m	119	4408848,78 m	5778170,49 m	-305,84 mNN	21.10.10 12:00:06 - 04.05.17 00:00:03
—	09-511\258	02,0 m	120	4408848,62 m	5778172,49 m	-305,84 mNN	21.10.10 12:00:07 - 04.05.17 00:00:03

Temperaturmessungen im Versatz

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
N/A/A	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00

Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen
Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung

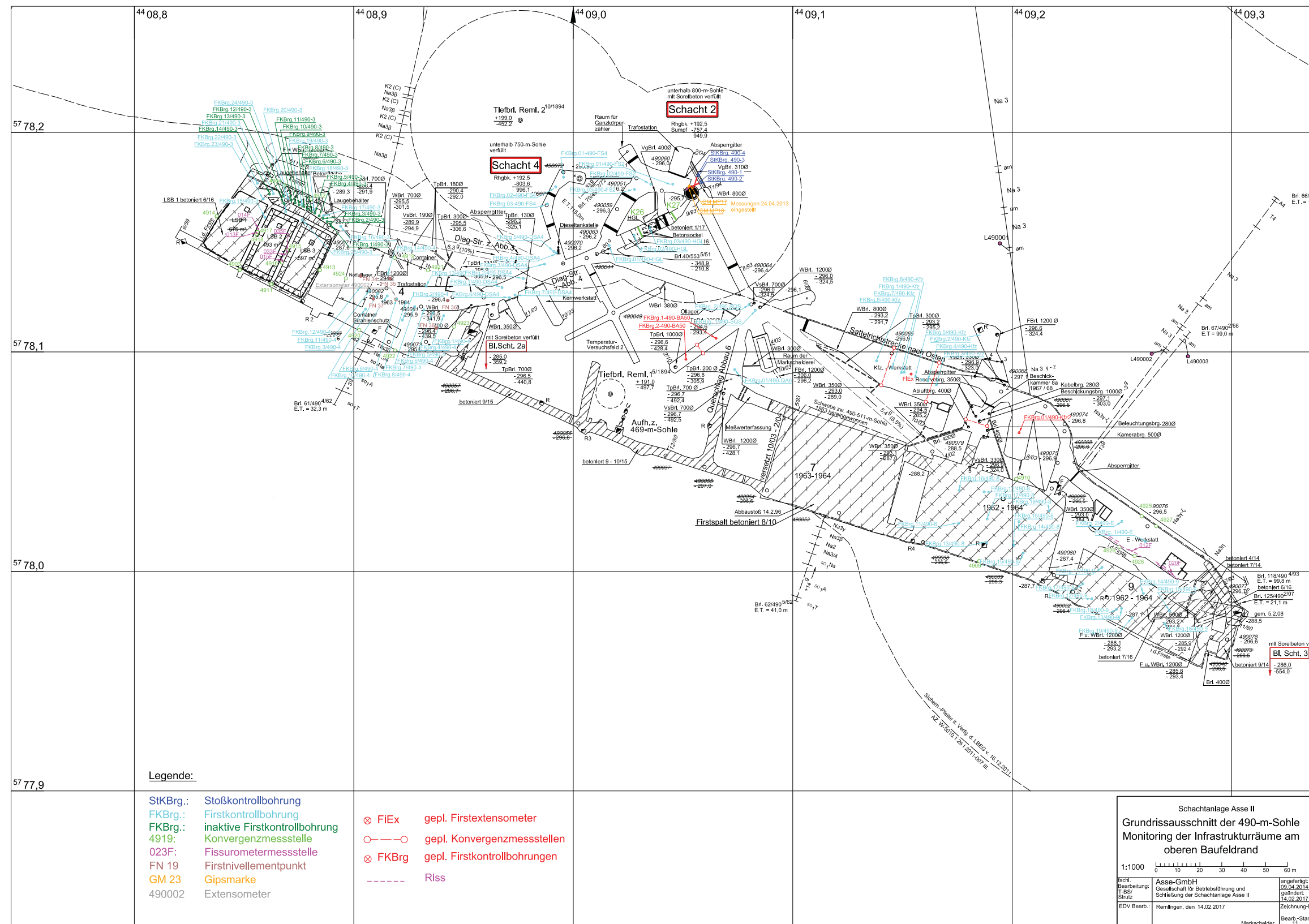
Blatt: 343



Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00

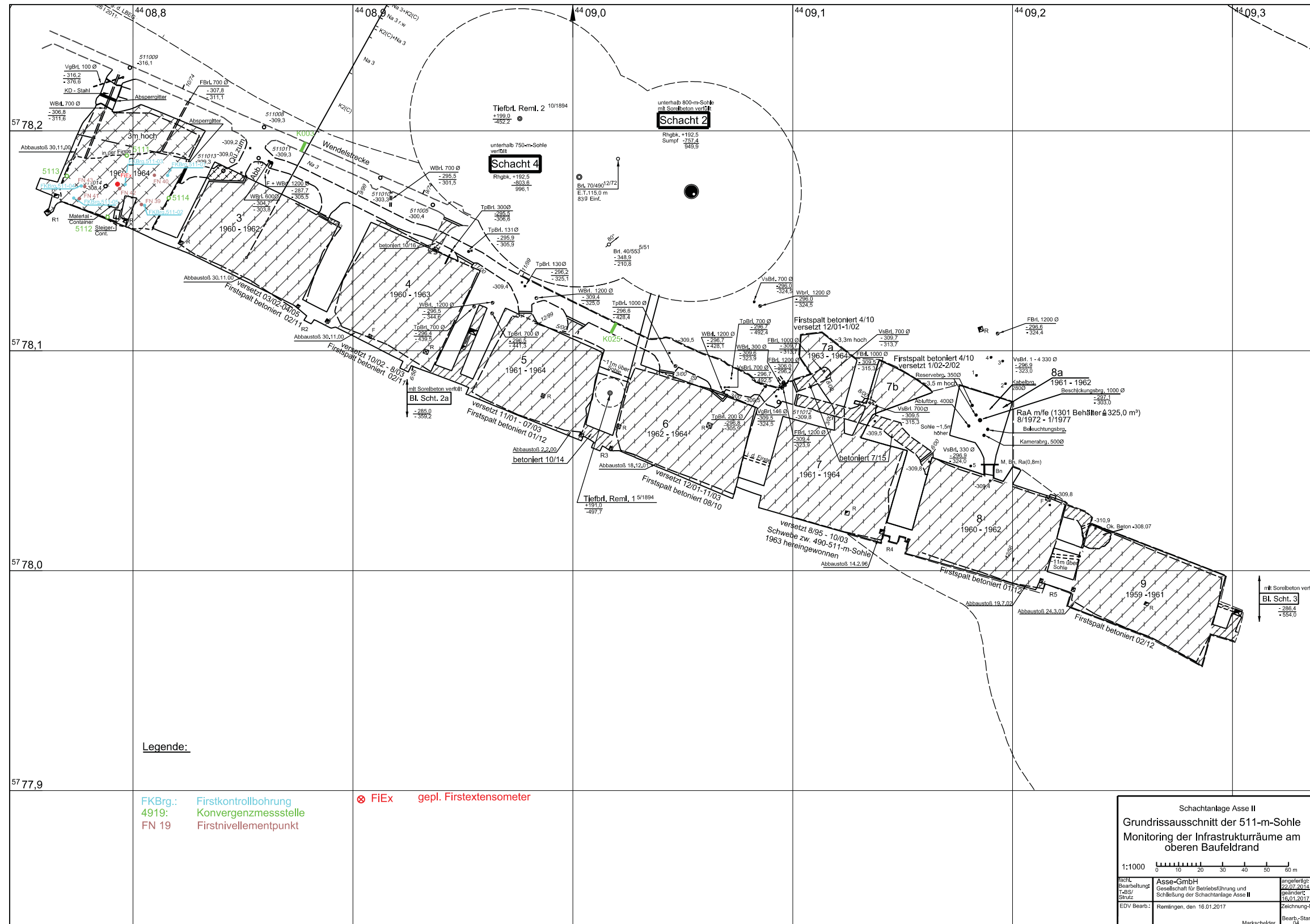
Anhang 8: Infrastrukturbereiche am oberen Baufeldrand (490-m-Sohle und Abbau 2/511)

Anhang 8.1: Übersicht – Monitoring auf der 490-m-Sohle



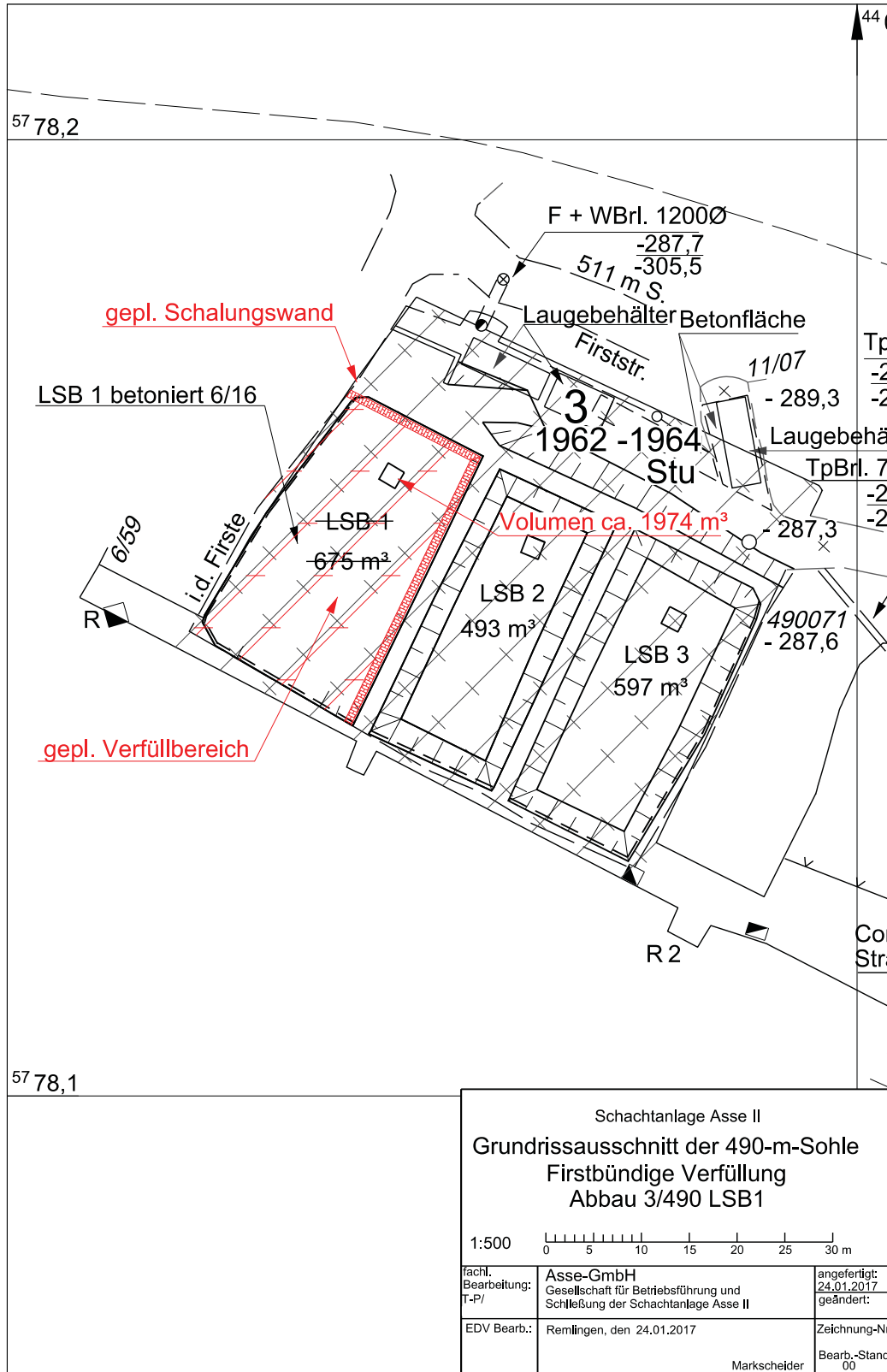
Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00

Anhang 8.2: Übersicht – Monitoring auf der 511-m-Sohle

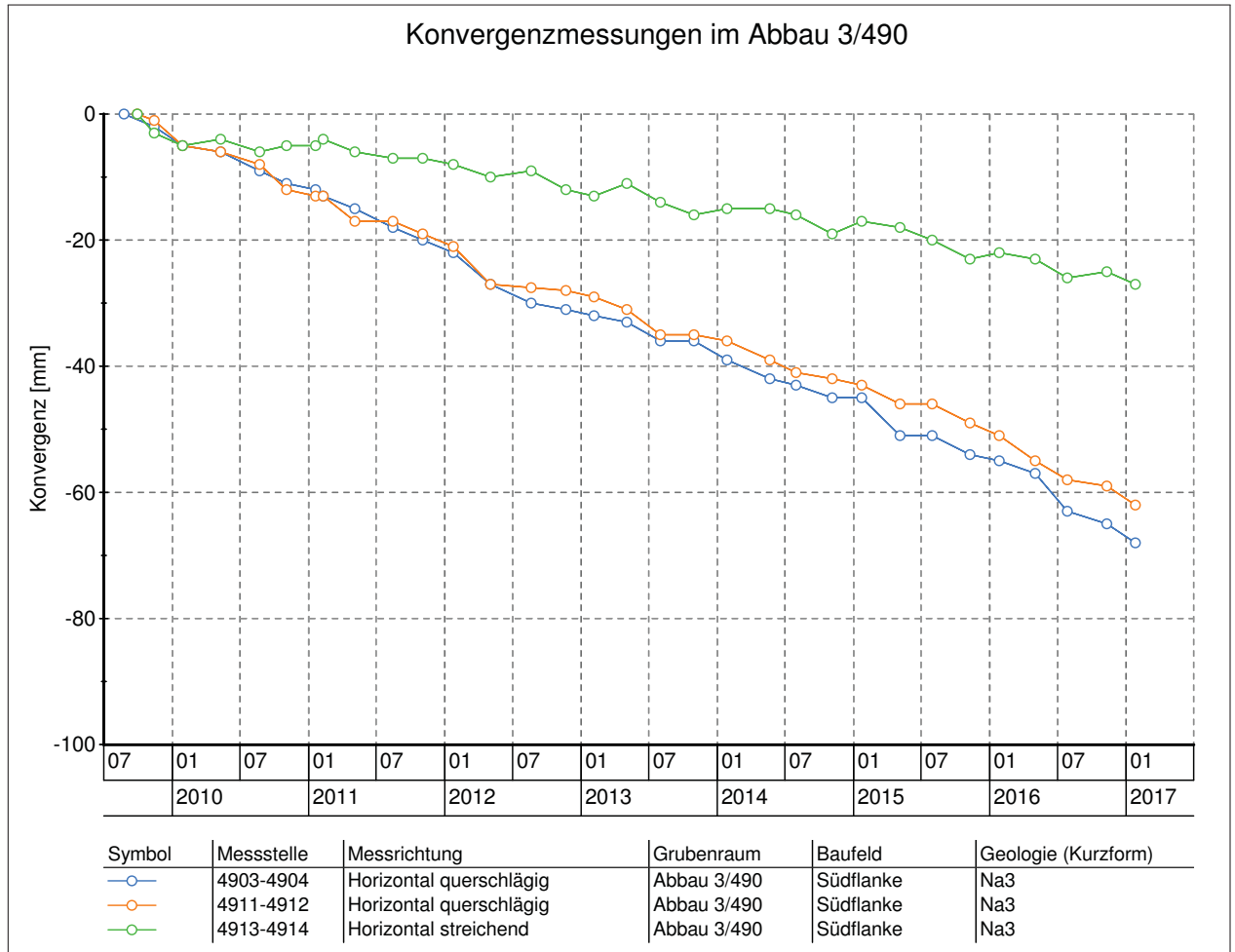


Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NNA	NNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00

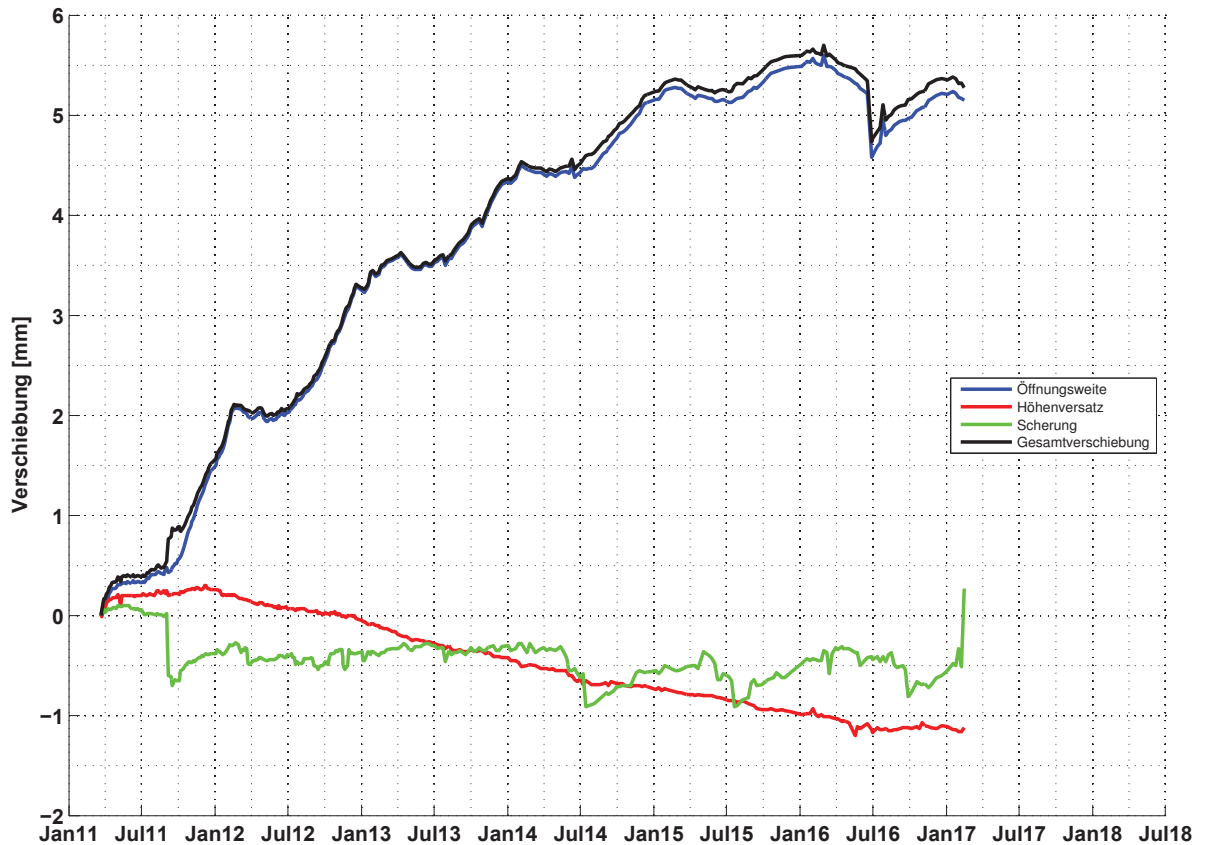
Anhang 8.3: Geplante Stabilisierungsmaßnahmen LSB 1 im Abbau 3/490



Anhang 8.4: Konvergenzmessungen im Abbau 3/490

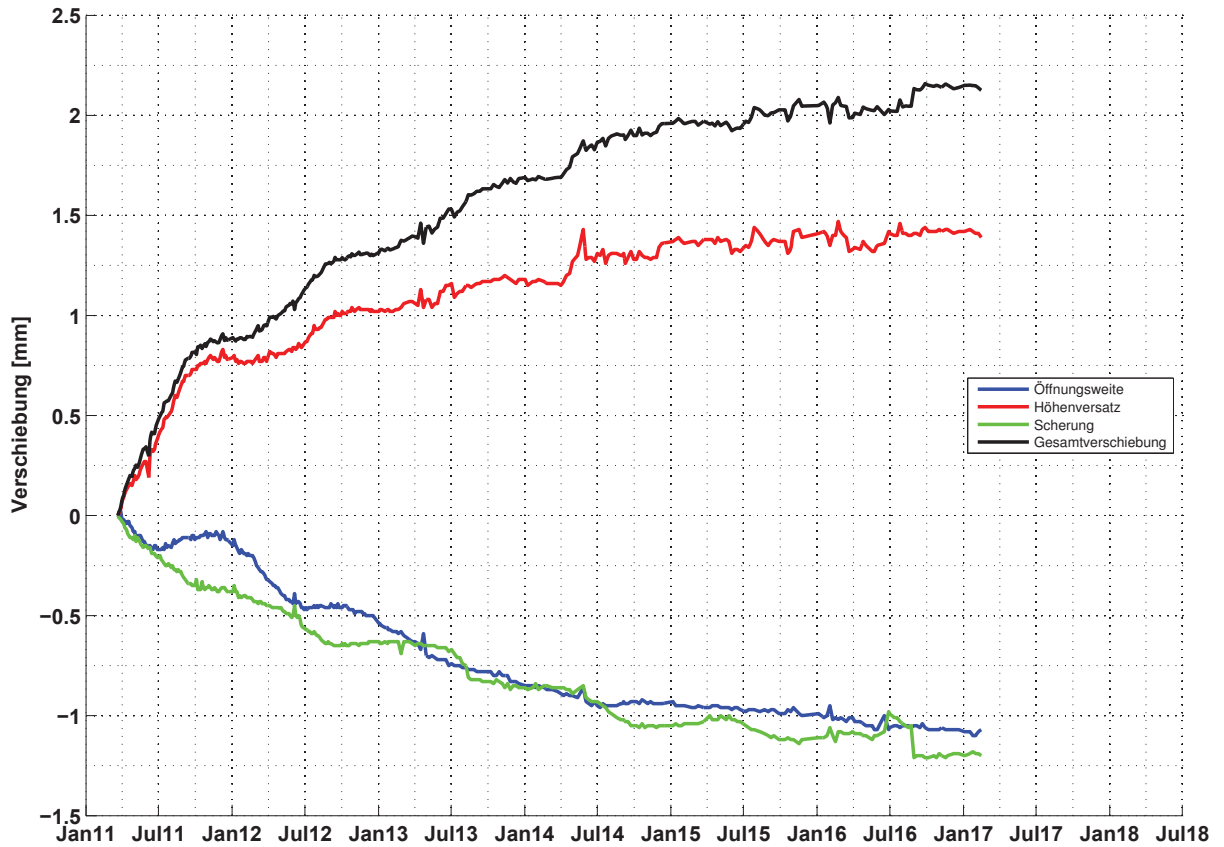


Anhang 8.5: Ergebnisse der Messstelle 013 F (Zeitraum: 22.03.2011 bis 14.02.2017)



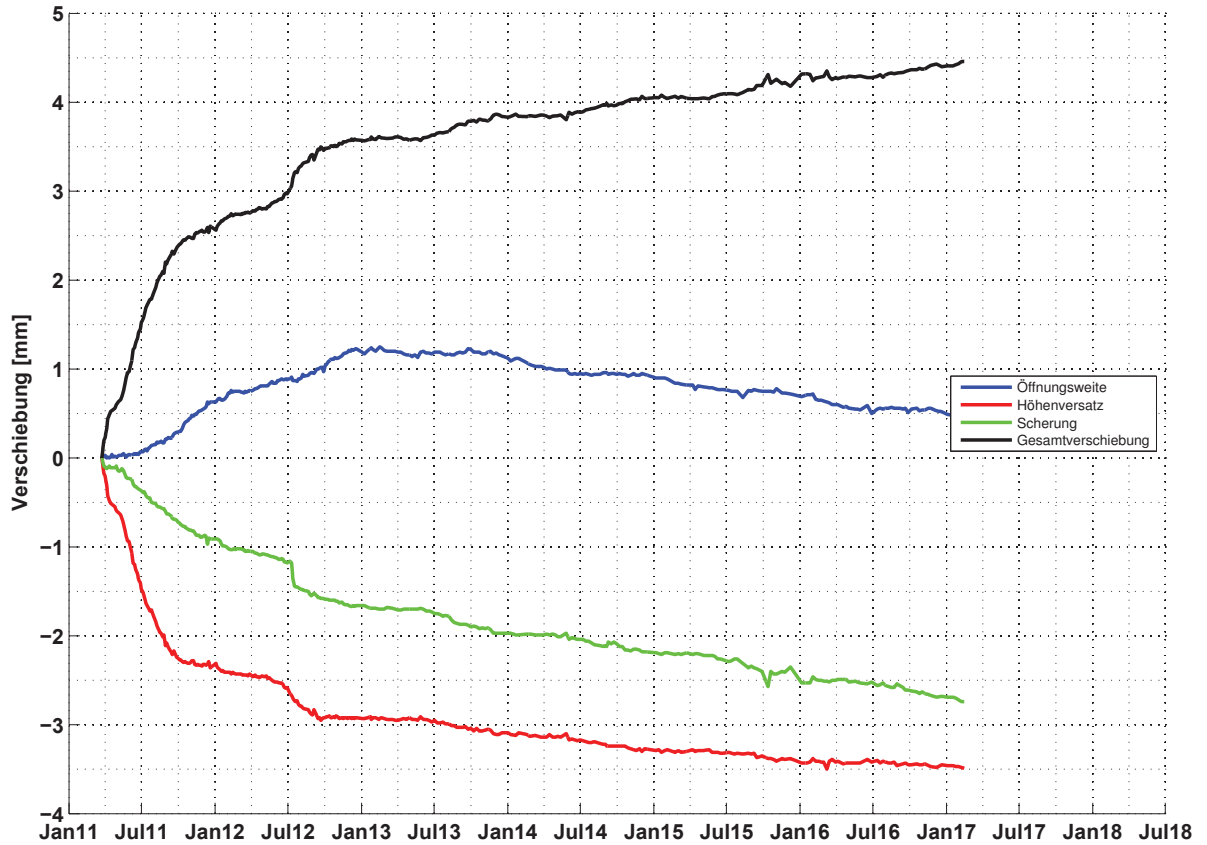
Messstelle:		013 F	Sohle:		490-m-Sohle
Messart:		Fissurometer	Grubenraum:		Abbau 3
Bezugsmessung am:		22.03.2011	Position:		Damm
Status/Beendet am:		laufend			
<i>Bemerkung: Vom 27.04.2009 bis zum 10.03.2011 wurde die Öffnungsweitenentwicklung des Risses mit einem Messschieber ermittelt.</i>					
Jahr	Tage	Jahresmittelwerte der Verschiebungsraten in mm/a			
		Öffnungsweite	Höhenversatz	Scherung	Gesamtverschiebung
2011	285	1,90	0,33	-0,49	1,99
2012	366	1,76	-0,31	0,02	1,71
2013	365	1,08	-0,37	0,06	1,09
2014	365	0,81	-0,31	-0,25	0,86
2015	365	0,34	-0,25	0,06	0,36
2016	366	-0,28	-0,12	-0,07	-0,24
2017	45	-0,50	-0,09	6,71	-0,65

Anhang 8.6: Ergebnisse der Messstelle 014 F (Zeitraum: 22.03.2011 bis 14.02.2017)



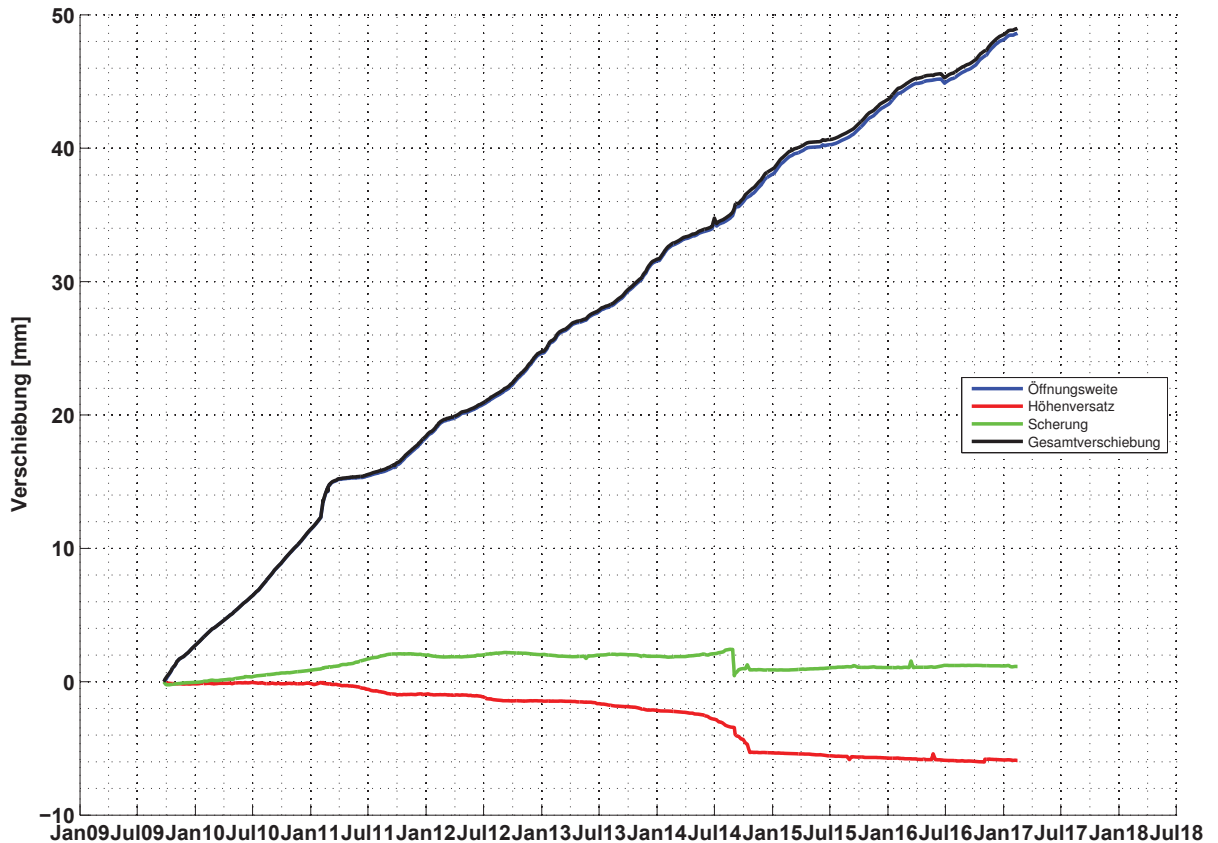
Messstelle:		014 F	Sohle:		490-m-Sohle
Messart:		Fissurometer	Grubenraum:		Abbau 3
Bezugsmessung am:		22.03.2011	Position:		Damm
Status/Beendet am:		laufend			
<i>Bemerkung: Vom 27.04.2009 bis zum 10.03.2011 wurde die Öffnungsweitenentwicklung des Risses mit einem Messschieber ermittelt.</i>					
Jahr	Tage	Jahresmittelwerte der Verschiebungsraten in mm/a			
		Öffnungsweite	Höhenversatz	Scherung	Gesamtverschiebung
2011	285	-0,18	1,01	-0,49	1,14
2012	366	-0,39	0,23	-0,25	0,43
2013	365	-0,31	0,16	-0,23	0,38
2014	365	-0,08	0,19	-0,19	0,27
2015	365	-0,06	0,04	-0,06	0,09
2016	366	-0,09	0,01	-0,09	0,10
2017	45	0,07	-0,24	-0,01	-0,19

Anhang 8.7: Ergebnisse der Messstelle 015 F (Zeitraum: 24.03.2011 bis 14.02.2017)



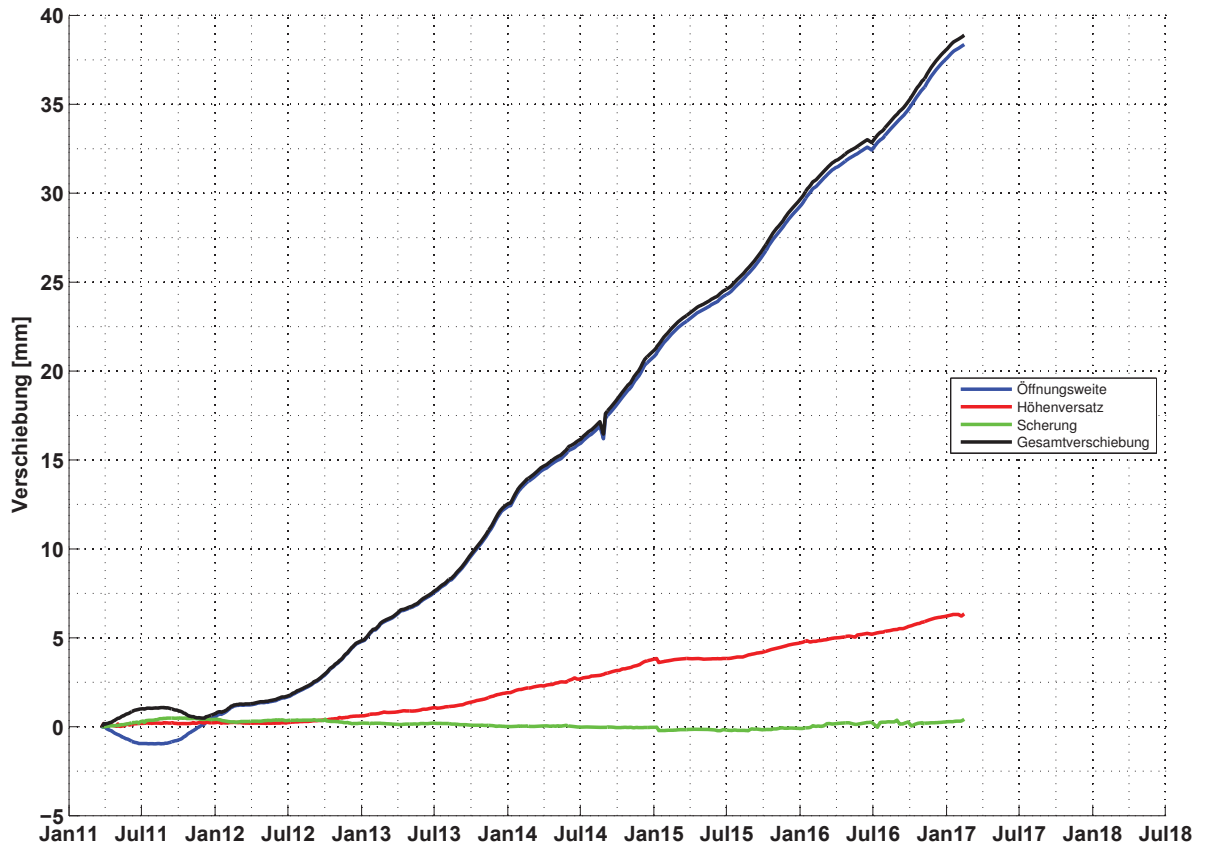
Messstelle:		015 F	Sohle:		490-m-Sohle
Messart:		Fissurometer	Grubenraum:		Abbau 3
Bezugsmessung am:		24.03.2011	Position:		Damm
Status/Beendet am:		laufend			
<i>Bemerkung: Vom 06.06.2005 bis zum 24.03.2011 wurde die Öffnungsweite des Risses mit einem Messschieber ermittelt.</i>					
Jahr	Tage	Jahresmittelwerte der Verschiebungsraten in mm/a			
		Öffnungsweite	Höhenversatz	Scherung	Gesamtverschiebung
2011	283	0,81	-2,99	-1,17	3,32
2012	366	0,57	-0,61	-0,75	1,00
2013	365	-0,07	-0,16	-0,31	0,26
2014	365	-0,21	-0,20	-0,22	0,22
2015	365	-0,21	-0,13	-0,31	0,24
2016	366	-0,20	-0,04	-0,18	0,11
2017	45	-0,36	-0,25	-0,42	0,42

Anhang 8.8: Ergebnisse der Messstelle 033 F (004 F) (Zeitraum: 23.09.2009 bis 14.02.2017)




Messstelle: 033 F (004 F)		Sohle: 490-m-Sohle			
Messart: Fissurometer		Grubenraum: Abbau 3			
Bezugsmessung am: 23.09.2009		Position: Damm			
Status/Beendet am: laufend					
<i>Bemerkung: Vom 26.09.2005 bis zum 23.09.2009 wurde die Öffnungsweite des Risses mit einem Messschieber ermittelt. Am 13.10.2014 wurde die Fissurometermessstelle 004 F auf Grund von Ankerlockerungen durch die benachbarte Messstelle 033 F ersetzt.</i>					
Jahr	Tage	Jahresmittelwerte der Verschiebungsraten in mm/a			
		Öffnungsweite	Höhenversatz	Scherung	Gesamtverschiebung
2009	100	9,91	-0,56	-0,17	9,93
2010	365	8,64	0,02	0,91	8,67
2011	365	6,86	-0,80	1,13	6,96
2012	366	6,32	-0,50	0,05	6,31
2013	365	6,91	-0,71	-0,13	6,91
2014	365	6,49	-3,19	-1,02	6,75
2015	365	5,19	-0,39	0,17	5,20
2016	366	4,87	-0,14	0,12	4,85
2017	45	3,73	-0,35	-0,34	3,74

Anhang 8.9: Ergebnisse der Messstelle 035 F (016 F) (Zeitraum: 24.03.2011 bis 14.02.2017)



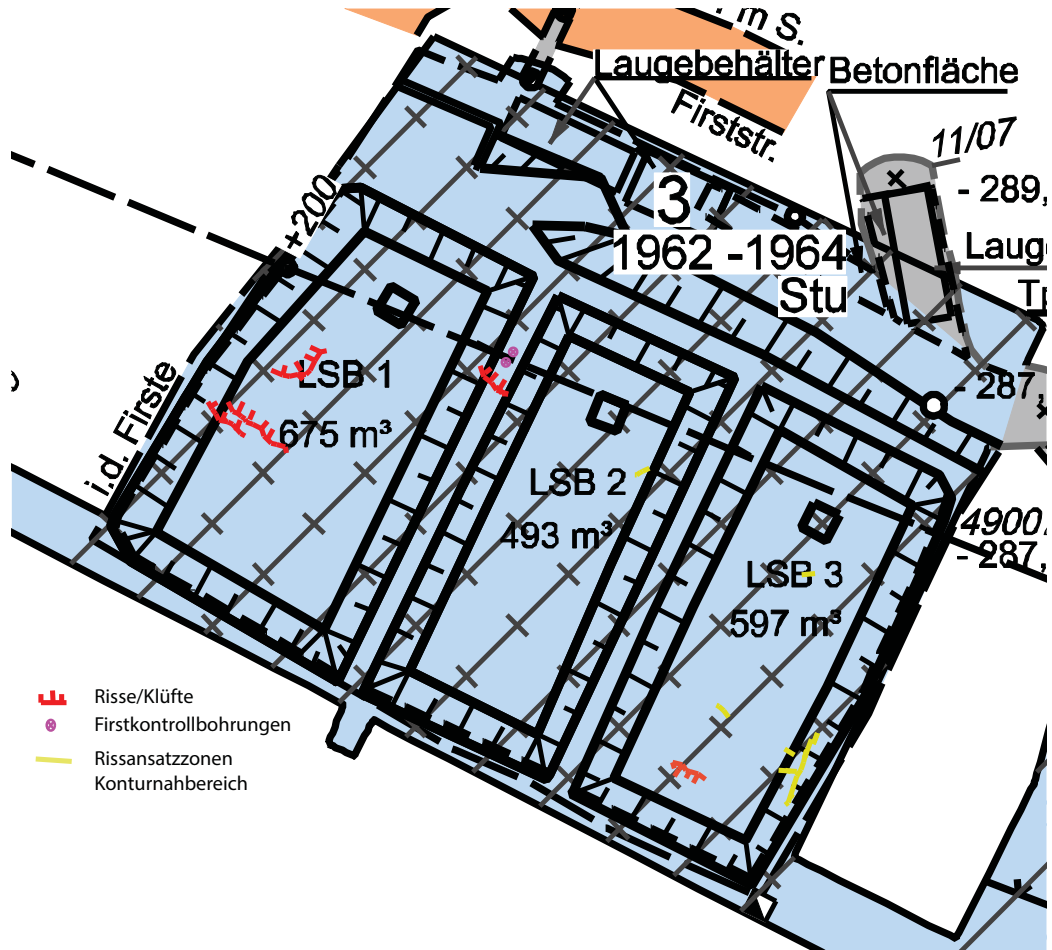
Messstelle: 035 F (016 F)		Sohle: 490-m-Sohle			
Messart: Fissurometer		Grubenraum: Abbau 3			
Bezugsmessung am: 24.03.2011		Position: Damm			
Status/Beendet am: laufend					
<p><i>Bemerkung: Vom 02.02.2010 bis zum 24.03.2011 wurde die Öffnungsweitenentwicklung des Risses mit einem Messschieber ermittelt. Am 08.01.2015 wurde die Fissurometermessstelle 016 F auf Grund von Ankerlockerungen durch die benachbarte Messstelle 035 F ersetzt.</i></p>					
Jahr	Tage	Jahresmittelwerte der Verschiebungsraten in mm/a			
		Öffnungsweite	Höhenversatz	Scherung	Gesamtverschiebung
2011	283	0,71	0,29	0,54	0,94
2012	366	4,23	0,38	-0,22	4,10
2013	365	7,57	1,30	-0,19	7,67
2014	365	8,41	1,88	-0,04	8,61
2015	365	8,42	0,91	-0,06	8,45
2016	366	8,29	1,50	0,37	8,43
2017	45	6,36	1,04	1,17	6,46

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 <small>ASSE</small> <small>GM&H</small> <small>Verantwortlich handelt.</small>
NNA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	


Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen
 Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung

Blatt: 353

Anhang 8.10: Visuelle Befunde im Bereich der Firste des Abbaus 3/490 (Februar 2015)



Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NNA	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00



ASSE GmbH
Verantwortlich handelt.

Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen
Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung

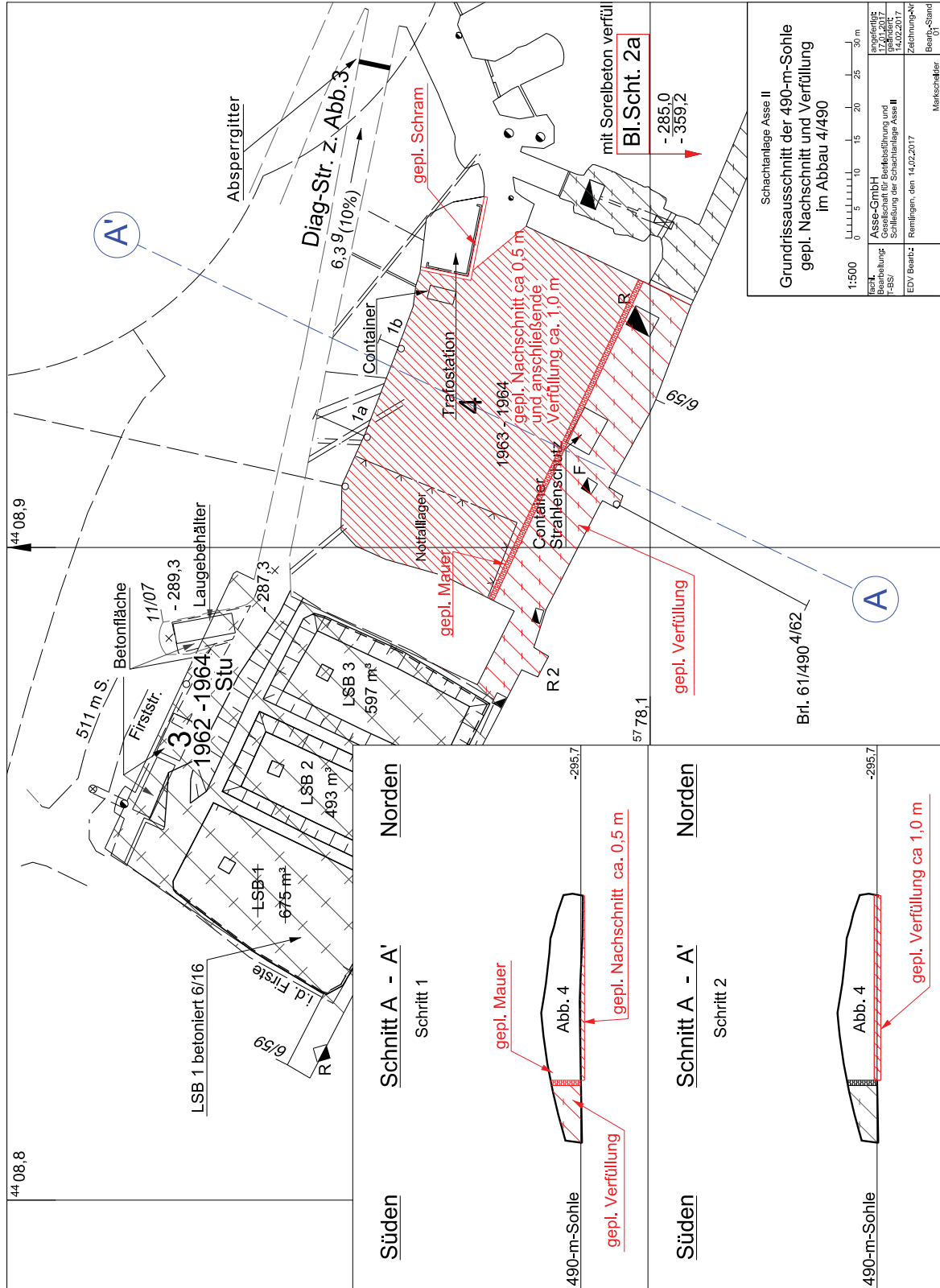
Blatt: 354

Anhang 8.11: Bezeichnungen der Firstrisse oberhalb des LSB1 im Abbau 3/490



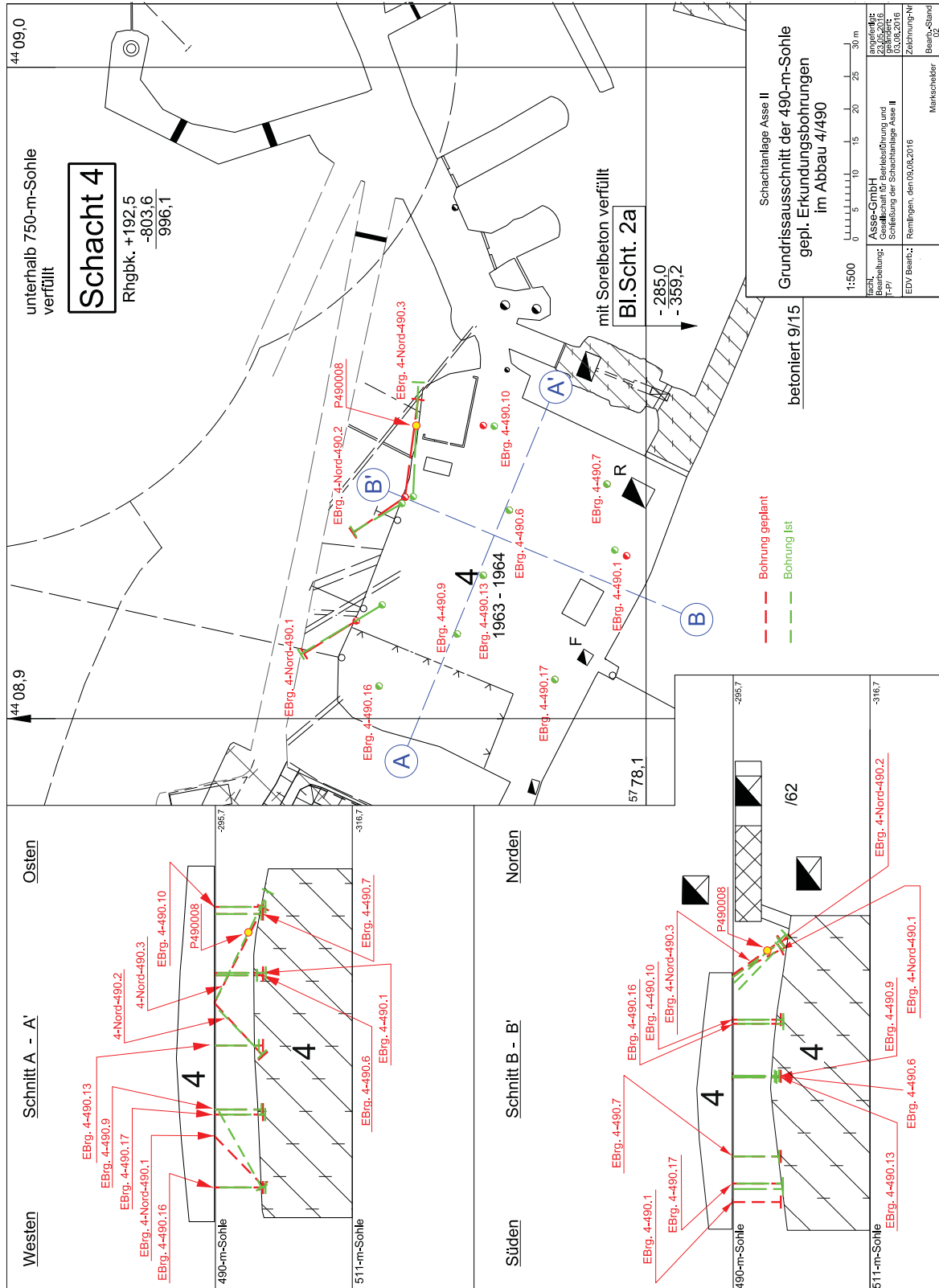
Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00

Anhang 8.12: Geplante Stabilisierungsmaßnahmen im Abbau 4/490



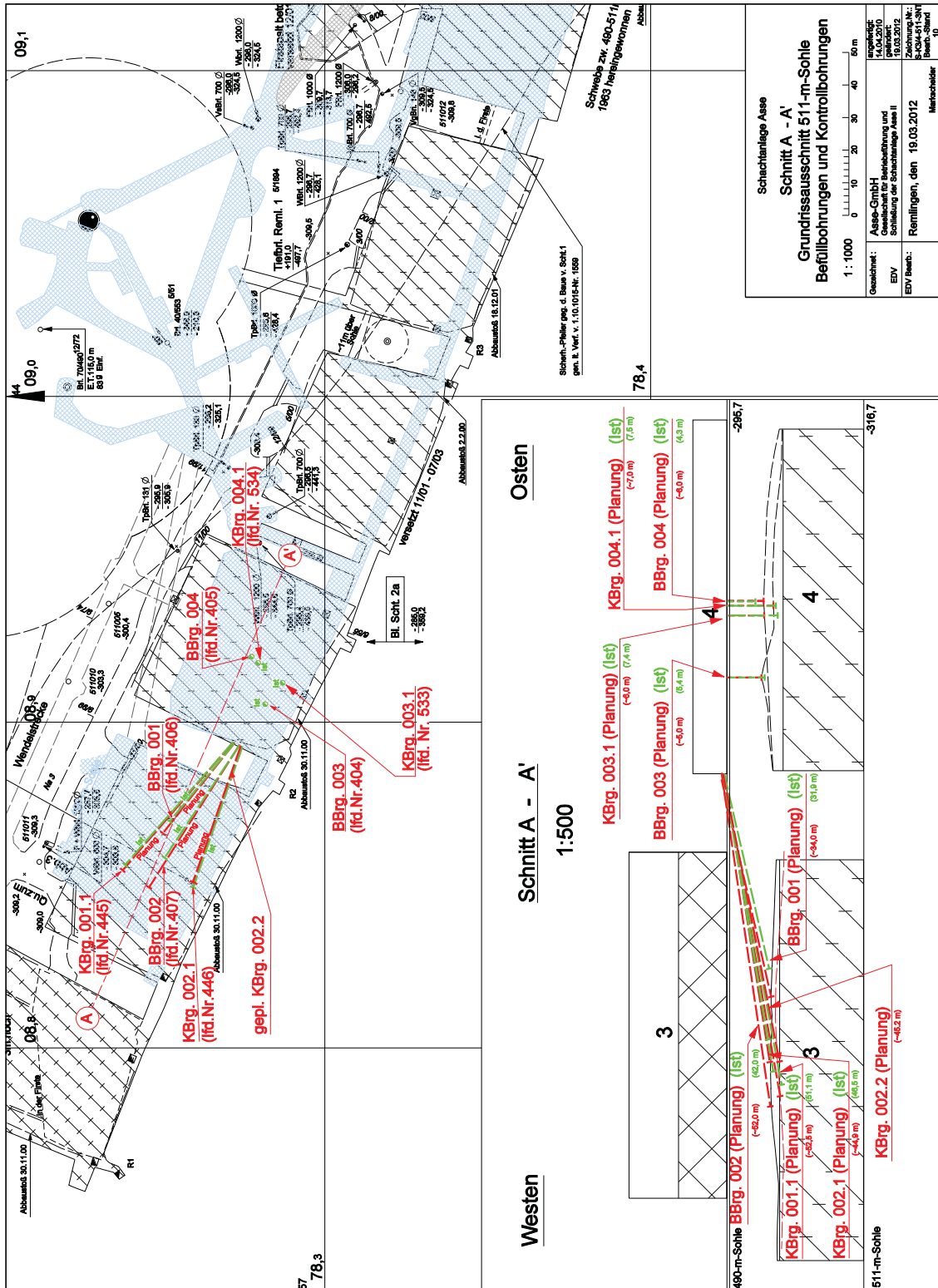
Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00

Anhang 8.13: Bohrungen zur Erkundung der Schwebel zwischen Abbau 4/490 und 4/511



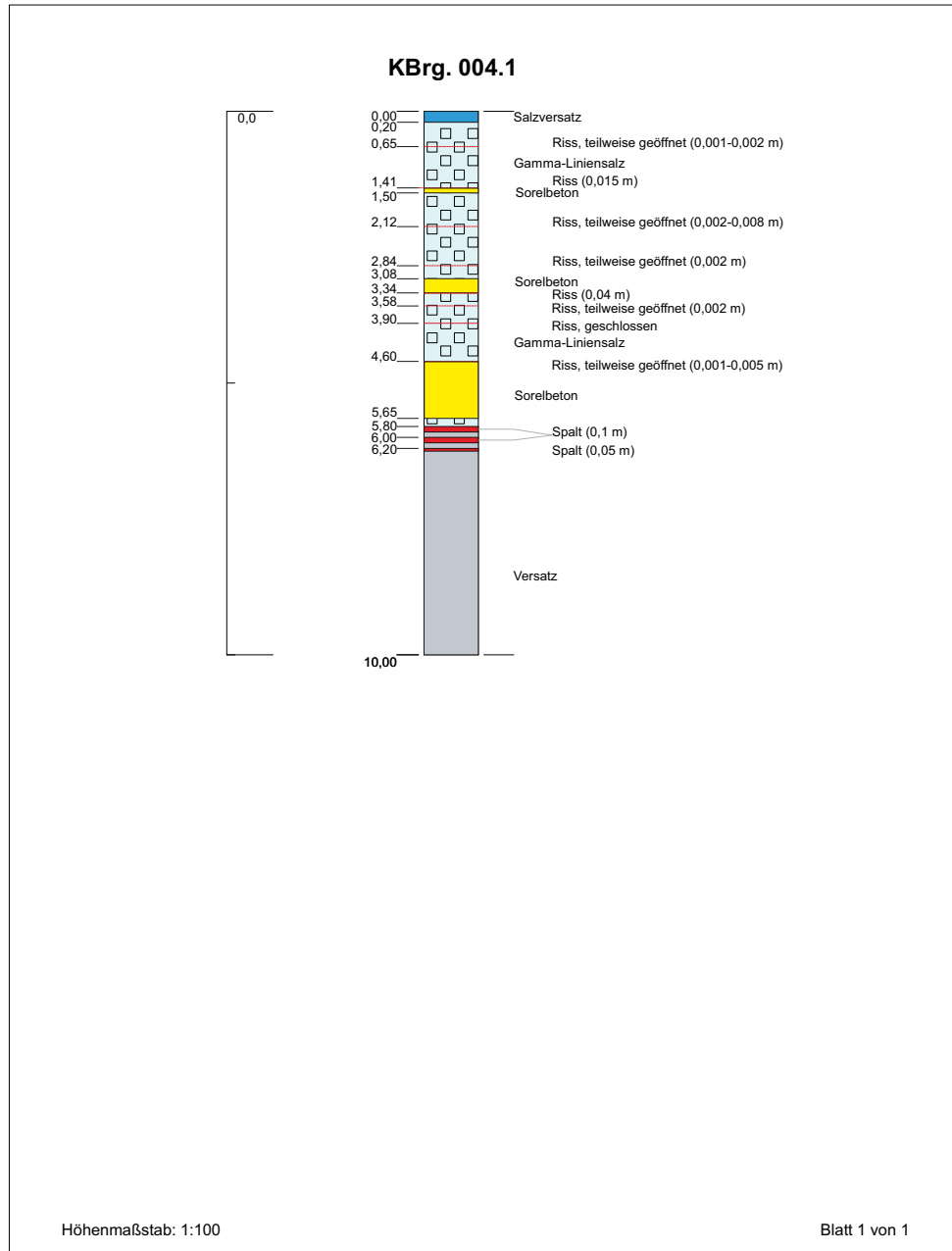
Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NNA	NNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00

Anhang 8.14: Befüll- und Kontrollbohrungen im Abbau 4/490



Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NNA	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00

Anhang 8.15: Bohrprofil der Kontrollbohrung KBrG. 004.1 im 4/490

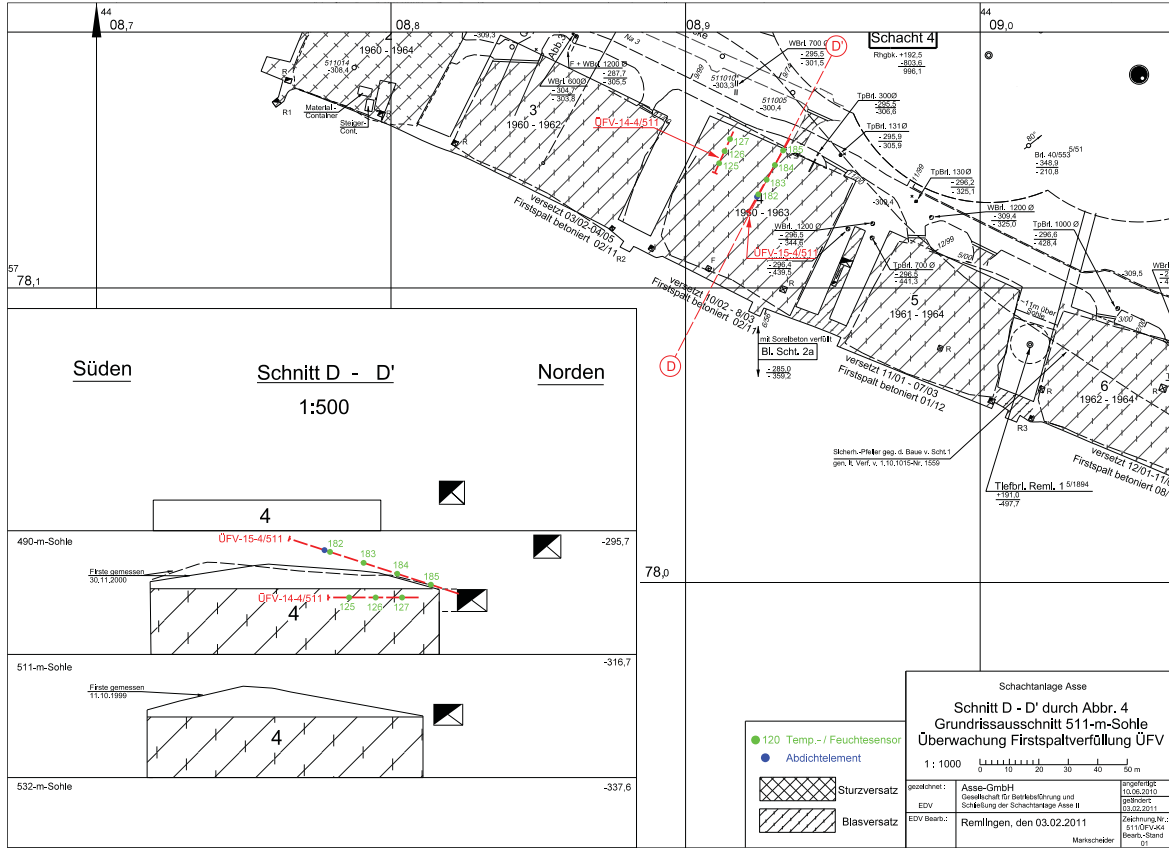


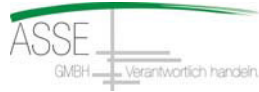
Projekt: EBrG. 4-490	
Bohrung: KBrG. 004.1	
Auftraggeber:	Rechtswert: 0
Bohrfirma:	Hochwert: 0
Bearbeiter: DM	Ansatzhöhe: 0,00m
Datum der Inspektion : Juli / August 2016	Endtiefe: 10,00m



Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00

Anhang 8.16: Temperatursensoren in der Schwebel zwischen Abbau 4/490 und 4/511





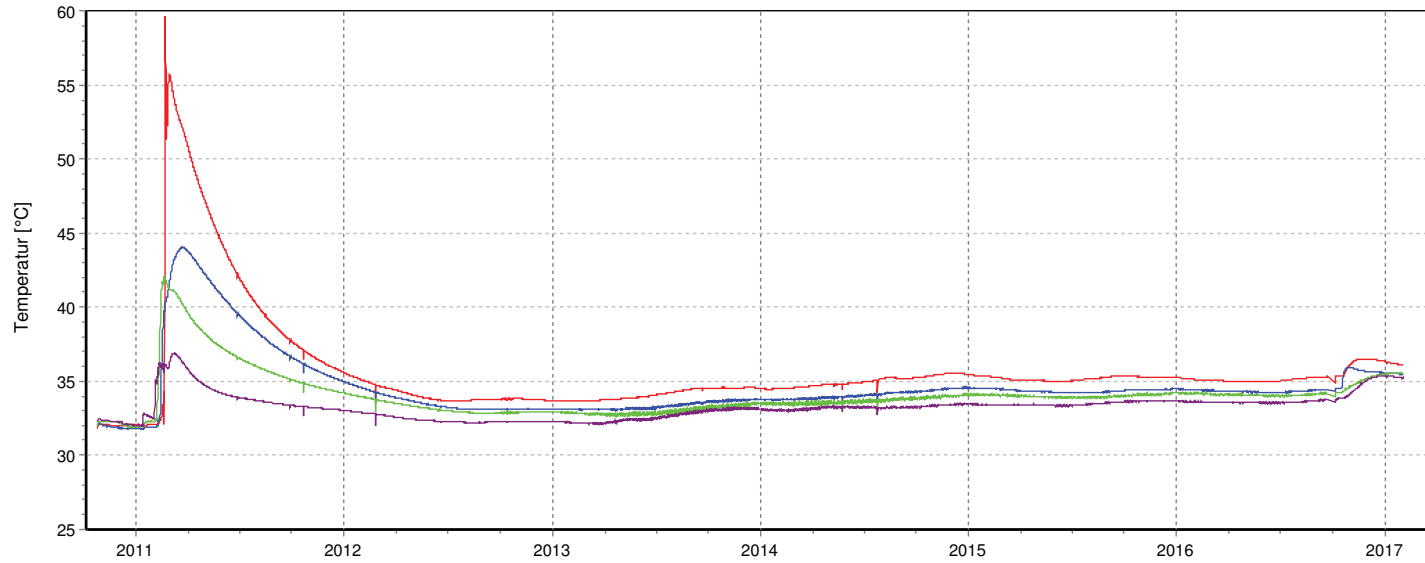
TB Standortüberwachung
Am Walde 2
D-38319 Remlingen

Projekt: Firstspaltverfüllung

511-m-Sohle, Abbau 4/511, Brg. ÜFV-15
Schwebe zwischen Abbau 4/511 und 4/490
Temperaturmessung

Datum: 22.02.2017
Seite: 1
Anlage: MCC 10-511
Prog.: GLA 8.8.1

Stand: 28.05.2014
Ausw.: ÜFV-15-Temp



Kurve	Messstelle	Position	Sensor	Rechtswert	Hochwert	Höhe	Zeitraum
—	10-511\444	23,0 m	182	4408924,69 m	5778131,80 m	-299,29 mNN	25.10.10 12:00:02 - 03.02.17 00:00:02
—	10-511\447	17,0 m	183	4408927,50 m	5778136,77 m	-301,15 mNN	25.10.10 12:00:02 - 03.02.17 00:00:02
—	10-511\450	11,0 m	184	4408930,30 m	5778141,74 m	-303,00 mNN	25.10.10 12:00:03 - 03.02.17 00:00:03
—	10-511\453	05,0 m	185	4408933,11 m	5778146,71 m	-304,85 mNN	25.10.10 12:00:03 - 03.02.17 00:00:03

Anhang 8.17: Temperaturüberwachung in der Schwebe zwischen Abbau 4/490 und 4/511

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
N/A/A	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMJÜ	GC	BT	0013	00

Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen
Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung

Blatt: 360

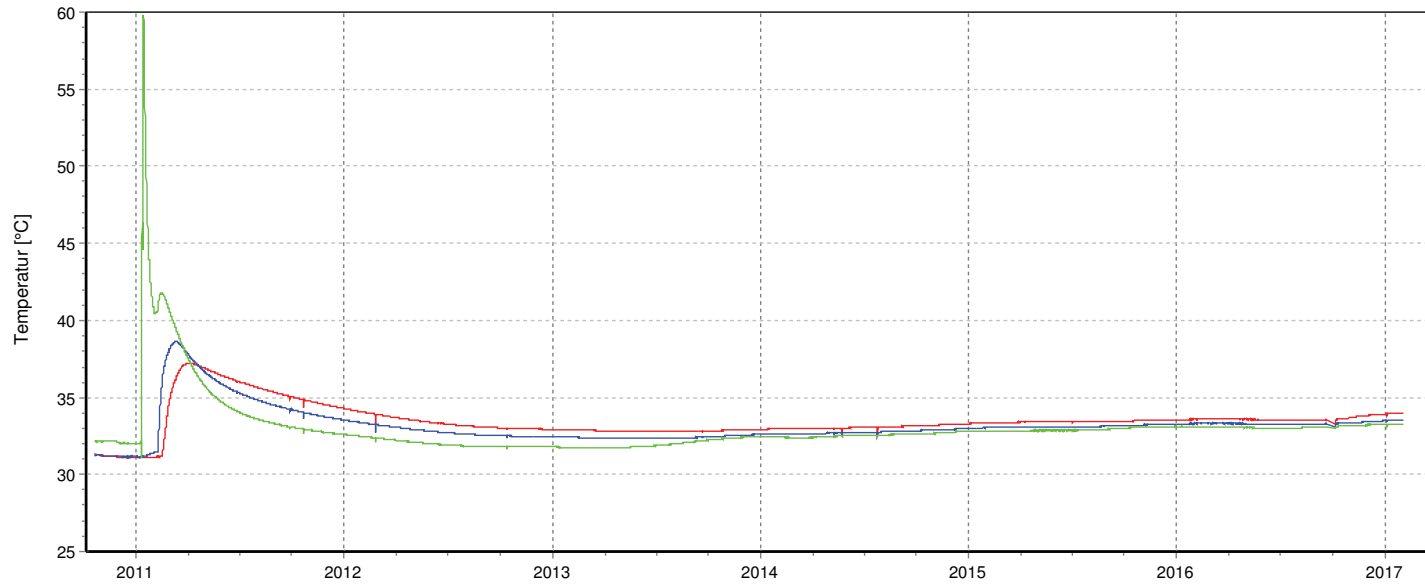


TB Standortüberwachung
Am Walde 2
D-38319 Remlingen

Projekt: Firstspaltverfüllung

511-m-Sohle, Abbau 4/511, Brg. ÜFV-14
Versatz (westlicher Zugang Abbau 4/511)
Temperturmessung

Datum: 22.02.2017
Seite: 1
Anlage: MCC 10-511
Prog.: GLA 8.8.1
Stand: 28.05.2014
Ausw.: ÜFV-14-Temp



Kurve	Messstelle	Position	Sensor	Rechtswert	Hochwert	Höhe	Zeitraum
—	10-511\273	11,8 m	125	4408911,38 m	5778142,36 m	-307,03 mNN	20.10.10 12:00:01 - 03.02.17 00:00:00
—	10-511\276	07,3 m	126	4408913,23 m	5778146,47 m	-307,03 mNN	20.10.10 12:00:02 - 03.02.17 00:00:00
—	10-511\279	02,8 m	127	4408915,07 m	5778150,57 m	-307,03 mNN	20.10.10 12:00:02 - 03.02.17 00:00:01

Anhang 8.18: Temperaturüberwachung im Versatz Abbau 4/511

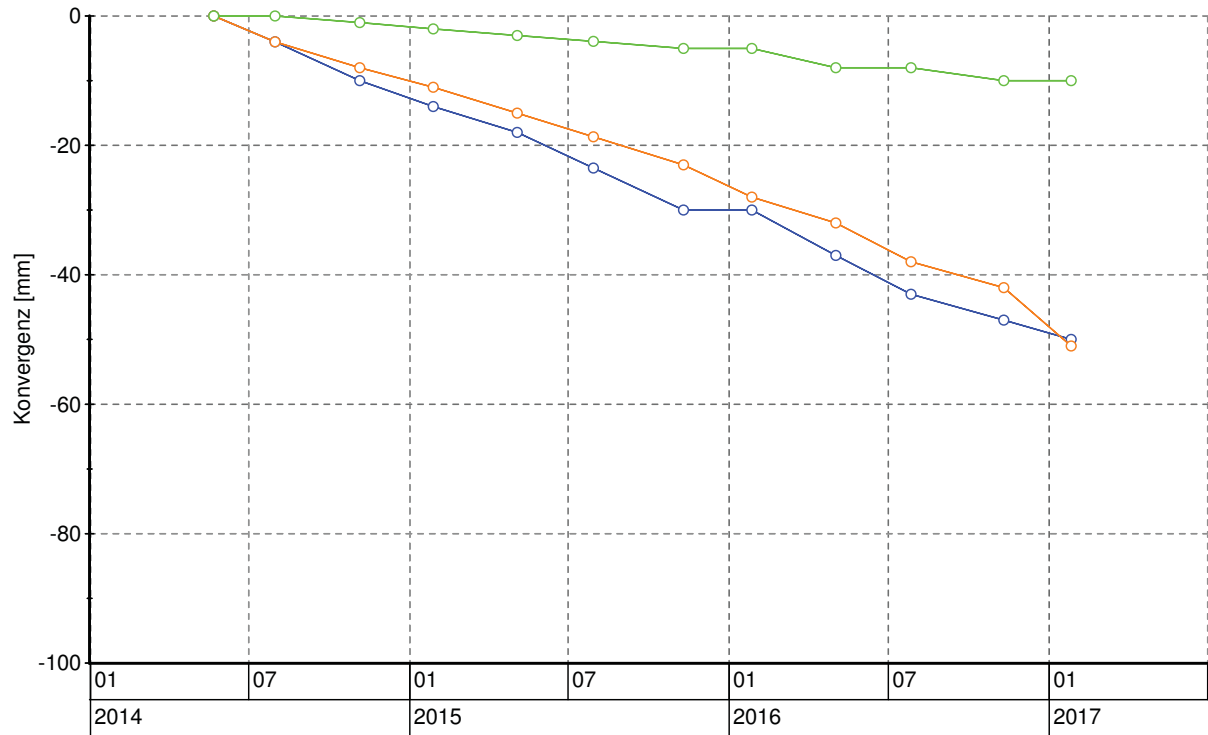
Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NINAA	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMJÜ	GC	BT	0013	00

Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen
Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung

Blatt: 361

Anhang 8.19: Konvergenzmessungen im Abbau 4/490

Konvergenzmessungen im Abbau 4/490



Symbol	Messstelle	Messrichtung	Grubenraum	Baufeld	Geologie (Kurzform)
—○—	4919-4920	Horizontal querschlägig	Abbau 4/490	Südflanke	Na3
—○—	4921-4922	Horizontal querschlägig	Abbau 4/490	Südflanke	Na3
—○—	4923-4924	Horizontal streichend	Abbau 4/490	Südflanke	Na3

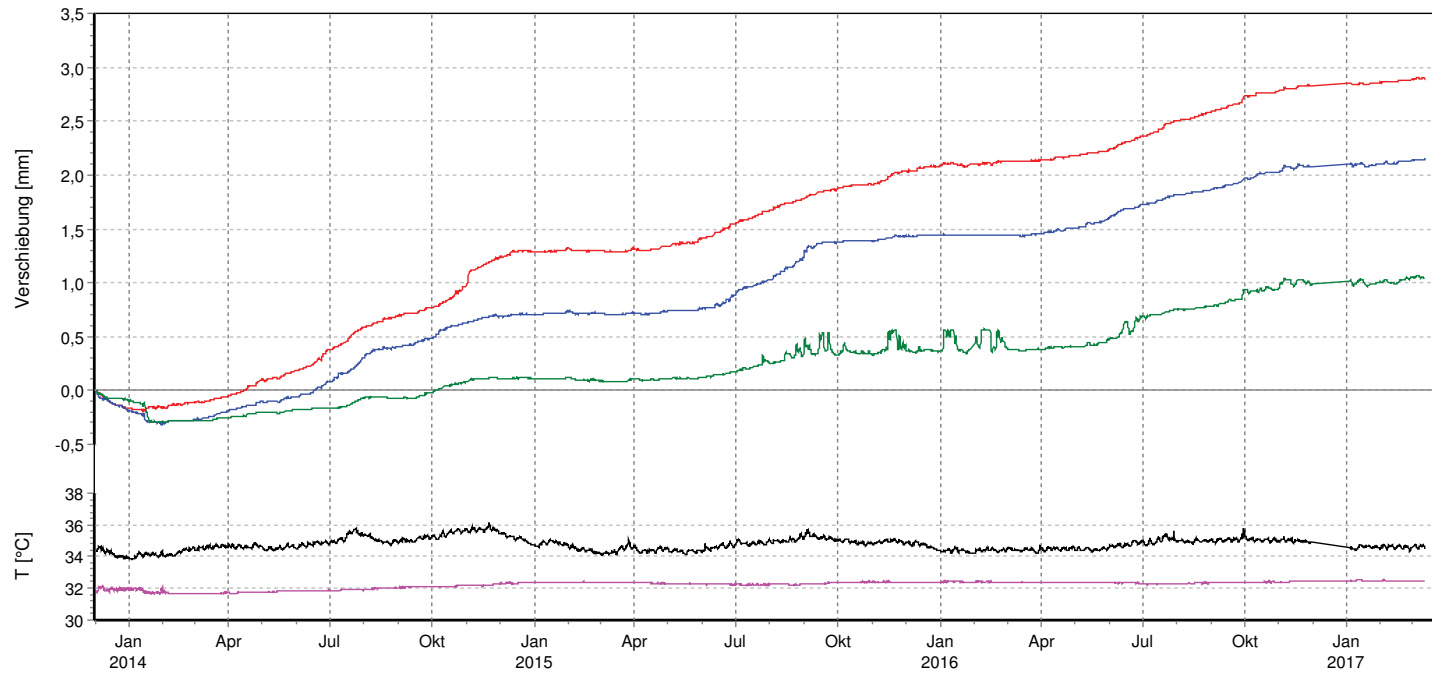


TB Standortüberwachung
Am Walde 2
38319 Remlingen

Datum: 13.03.2017
Seite: 1
Anlage: MFA 490-2
Prog.: GLA 8.8.0
Stand: 22.11.2016
Ausw.: FiEx-490002_mit_Temp

Extensometer- und Temperaturmessungen in der Firste des Abbaus 4/490

Projekt: MFA 490-2



Kurve	Messstelle	Messart	Messrichtung	Lokation	Einbautiefe	Höhe	Zeitraum
—	MFA 490-2_01	Extensometer	axial	Firste Abbau 4/490	09,00 m	-280,81 mNN	03.12.13 10:01:12 - 12.03.17 13:15:11
—	MFA 490-2_02	Extensometer	axial	Firste Abbau 4/490	06,00 m	-283,81 mNN	03.12.13 10:05:25 - 12.03.17 13:15:23
—	MFA 490-2_03	Extensometer	axial	Firste Abbau 4/490	03,00 m	-286,81 mNN	03.12.13 10:05:38 - 12.03.17 13:15:35
—	MFA 490-2_04	Temperatur	—	Firste Abbau 4/490	09,00 m	-280,81 mNN	03.12.13 10:05:50 - 12.03.17 13:15:47
—	MFA 490-2_05	Temperatur	—	Firste Abbau 4/490	Kopfpunkt	-289,81 mNN	03.12.13 10:06:01 - 12.03.17 13:15:59

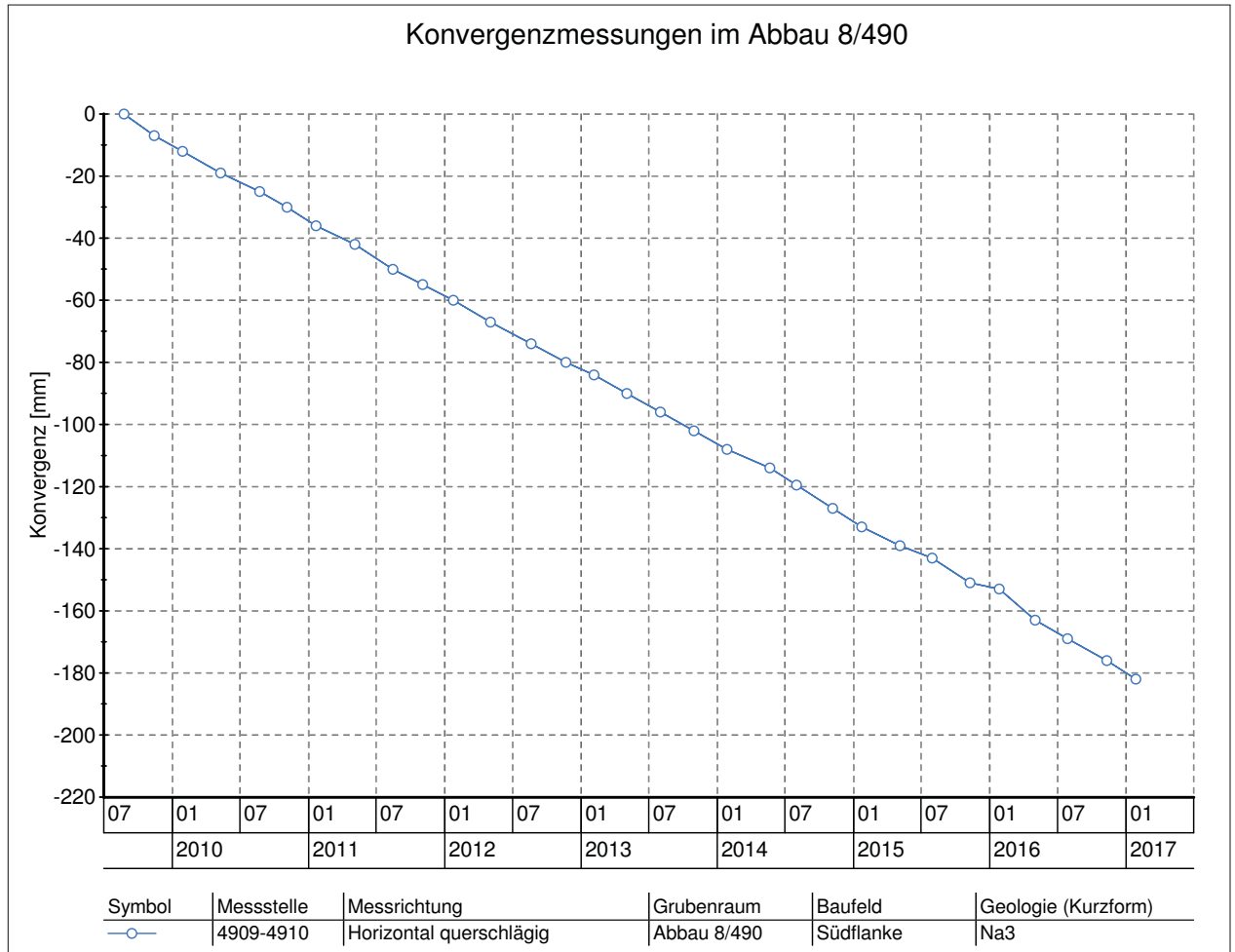
Anhang 8.20: Firstextensometer 4900002 im Abbau 4/490

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NINAA	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00

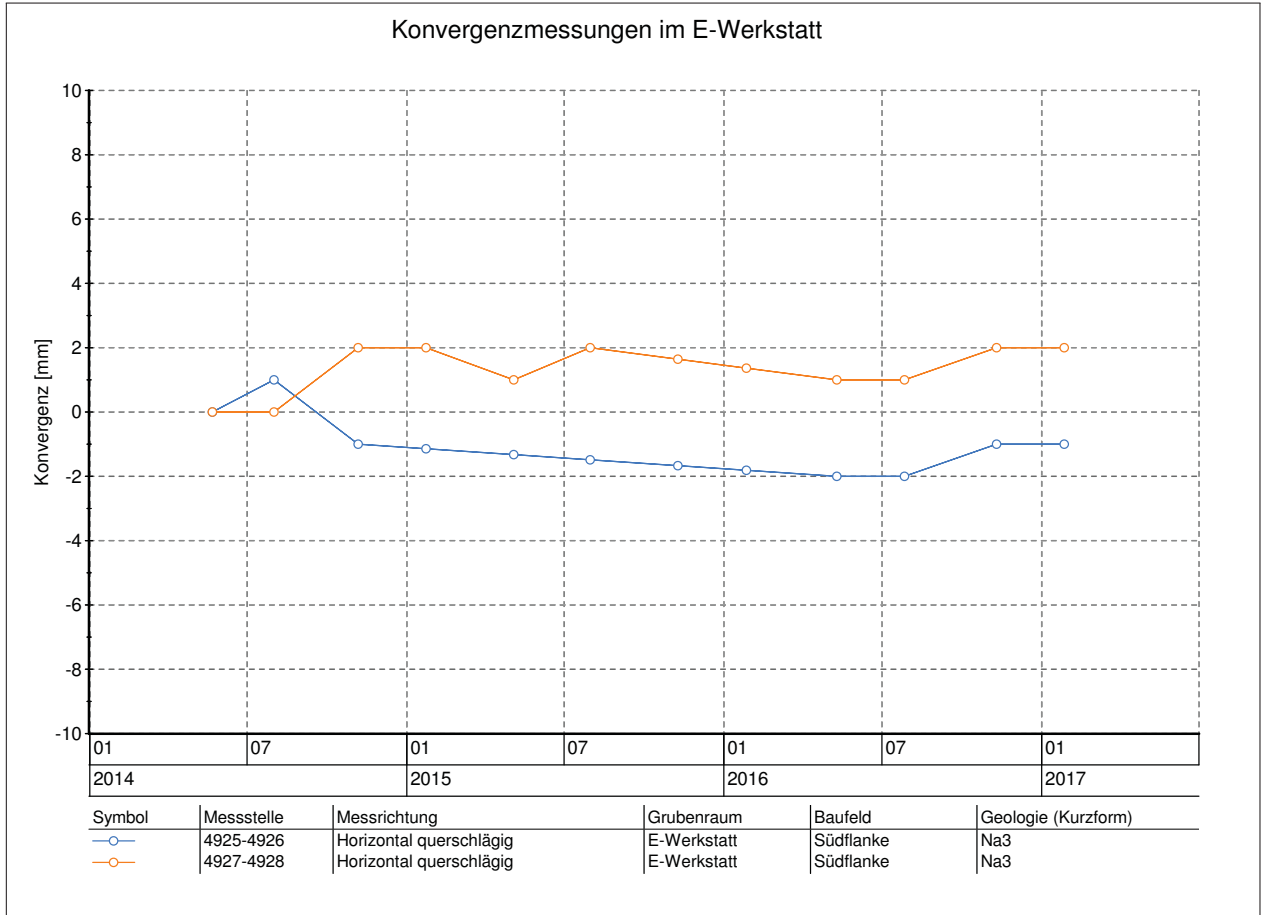
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen
Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung

Blatt: 363

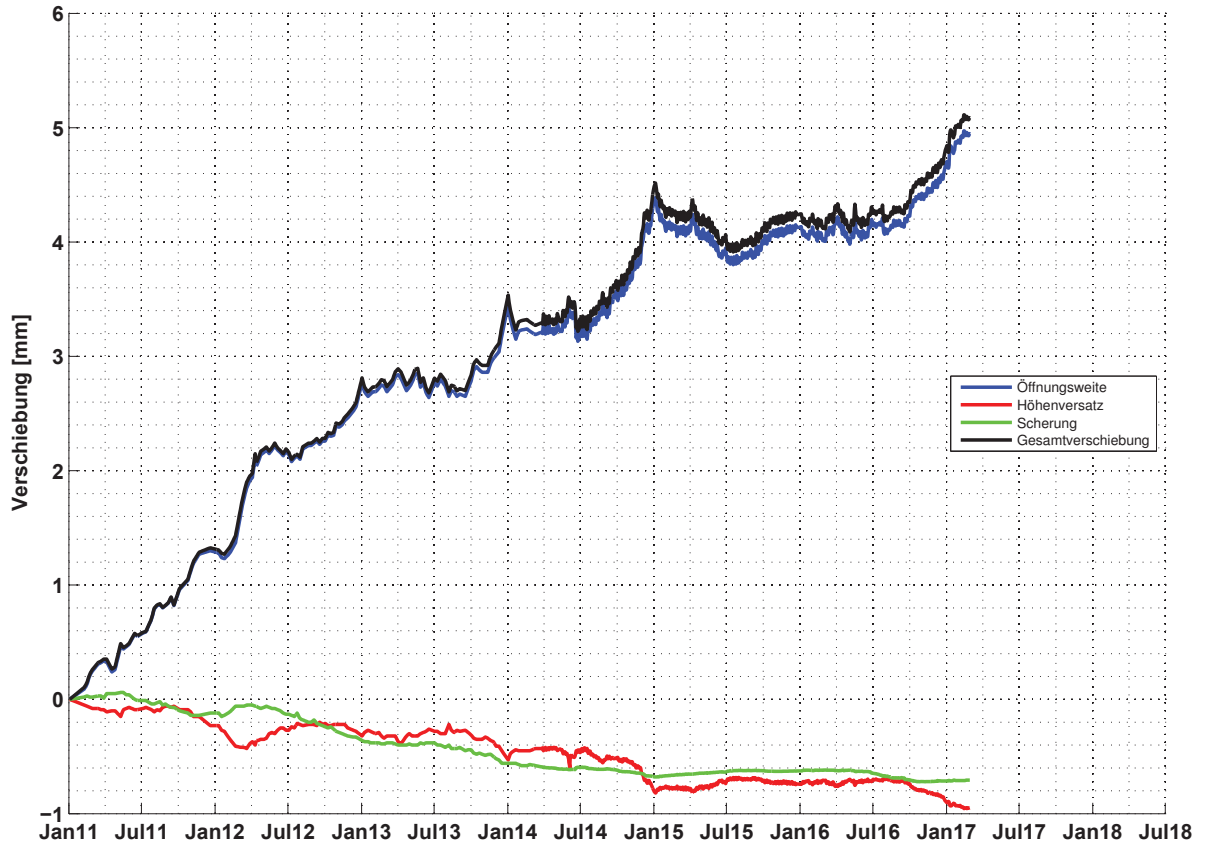
Anhang 8.21: Konvergenzmessungen im Abbau 8/490



Anhang 8.22: Konvergenzmessungen in der E-Werkstatt/490

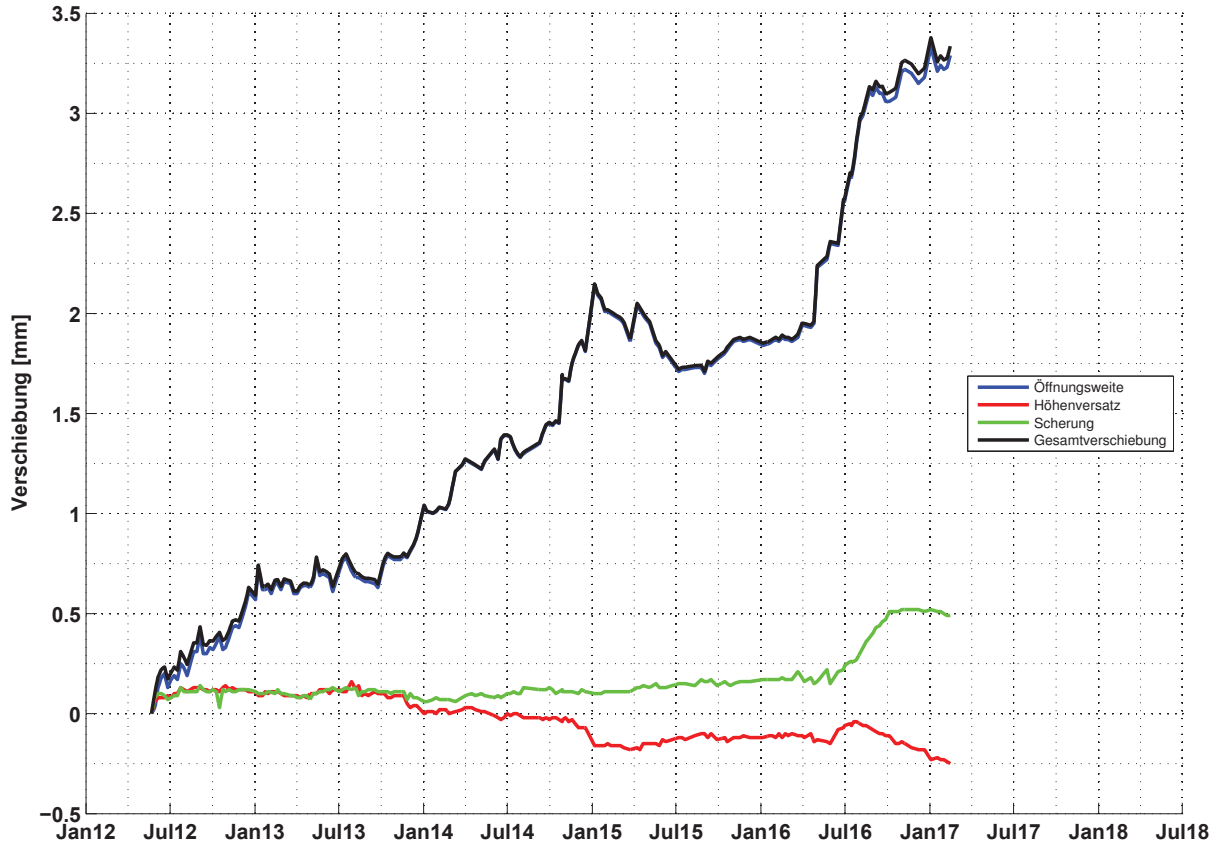


Anhang 8.23: Ergebnisse der Messstelle 012 F (Zeitraum: 03.01.2011 bis 28.02.2017)



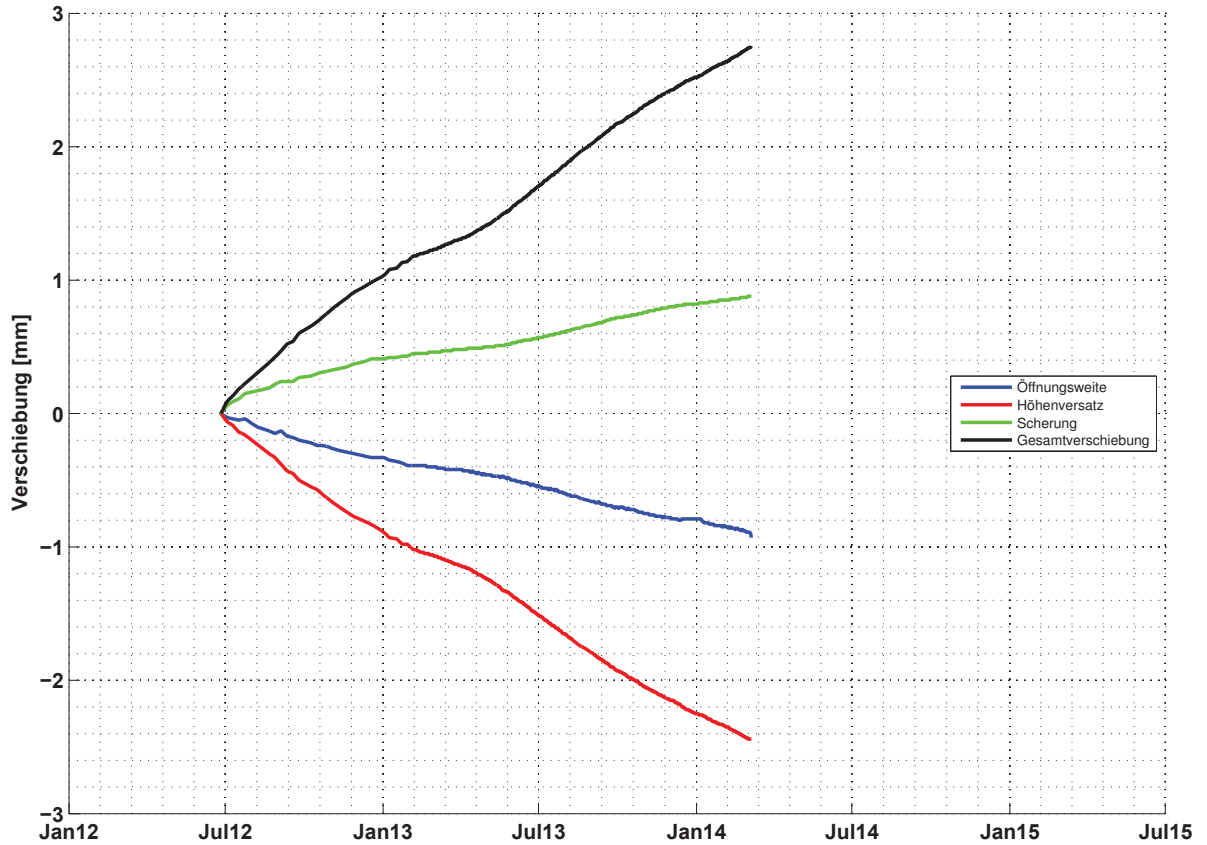
Messstelle:		012 F	Sohle:		490-m-Sohle
Messart:		Fissurometer	Grubenraum:		E-Werkstatt
Bezugsmessung am:		03.01.2011	Position:		Stoß
Status/Beendet am:		laufend			
<i>Bemerkung: Seit dem 27.03.2014 erfolgt die Messwertaufnahme durch elektr. Wegaufnehmer.</i>					
Jahr	Tage	Jahresmittelwerte der Verschiebungsraten in mm/a			
		Öffnungsweite	Höhenversatz	Scherung	Gesamtverschiebung
2011	363	1,30	-0,23	-0,12	1,32
2012	366	1,45	-0,08	-0,24	1,47
2013	365	0,66	-0,20	-0,20	0,70
2014	365	0,90	-0,27	-0,12	0,94
2015	365	-0,22	0,06	0,05	-0,23
2016	366	0,56	-0,16	-0,09	0,58
2017	59	1,55	-0,30	0,05	1,55

Anhang 8.24: Ergebnisse der Messstelle 020 F (Zeitraum: 22.05.2012 bis 14.02.2017)

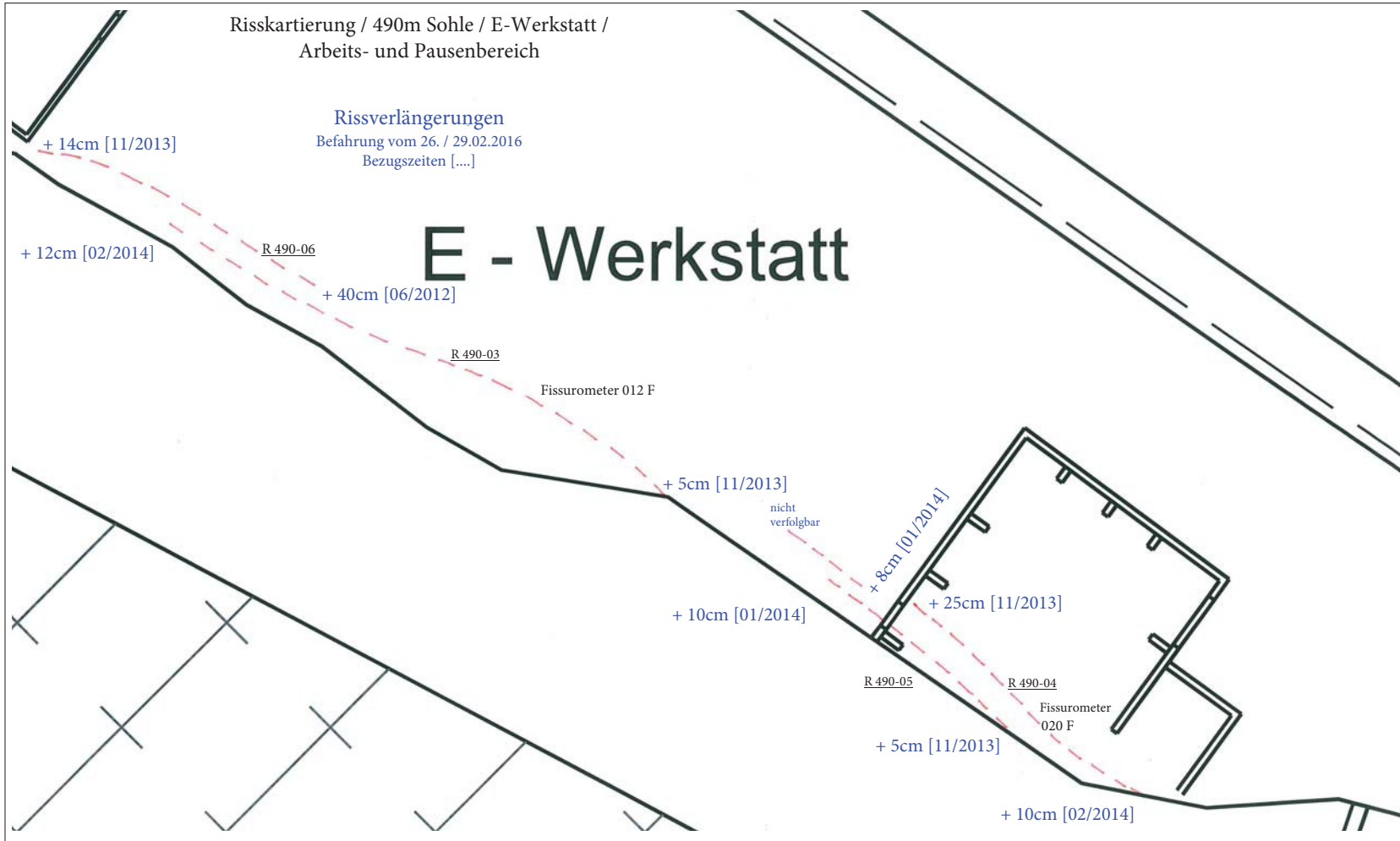


Messstelle:	020 F	Sohle:	490-m-Sohle		
Messart:	Fissurometer	Grubenraum:	E-Werkstatt		
Bezugsmessung am:	22.05.2012	Position:	Südstoß		
Status/Beendet am:	laufend				
<i>Bemerkung:</i>					
Jahr	Tage	Jahresmittelwerte der Verschiebungsraten in mm/a			
		Öffnungsweite	Höhenversatz	Scherung	Gesamtverschiebung
2012	224	0,94	0,18	0,18	0,97
2013	365	0,45	-0,10	-0,05	0,43
2014	365	1,01	-0,14	0,04	1,02
2015	365	-0,21	0,02	0,07	-0,21
2016	366	1,45	-0,10	0,35	1,49
2017	45	-0,15	-0,22	-0,23	-0,17

Anhang 8.25: Ergebnisse der Messstelle 021 F (Zeitraum: 26.06.2012 bis 06.03.2014)



Messstelle: 021 F		Sohle: 490-m-Sohle			
Messart: Fissurometer		Grubenraum: E-Werkstatt			
Bezugsmessung am: 26.06.2012		Position: Firste			
Status/Beendet am: 06.03.2014					
<i>Bemerkung: Ab dem 07.02.2014 erfolgte die Messwertaufnahme durch elektr. Wegaufnehmer. Am 06.03.2014 wurden die Messungen beendet und die Fissurometermessstelle entfernt.</i>					
Jahr	Tage	Jahresmittelwerte der Verschiebungsraten in mm/a			
		Öffnungsweite	Höhenversatz	Scherung	Gesamtverschiebung
2012	189	-0,64	-1,71	0,79	1,99
2013	365	-0,46	-1,36	0,41	1,49
2014	65	-0,79	-1,07	0,34	1,31

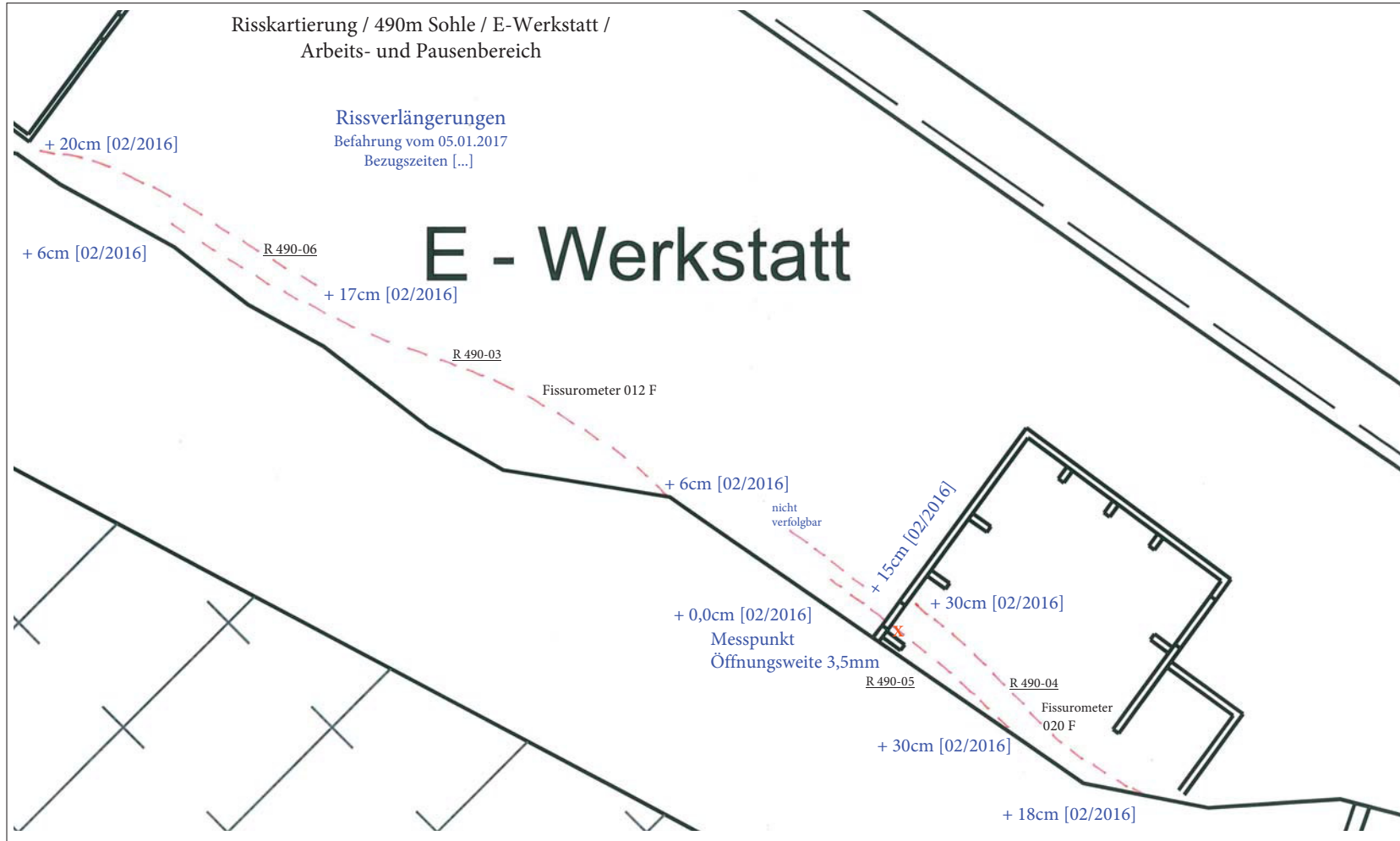


Anhang 8.26: Rissdokumentation 2016

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
N/NAA	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00

Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen
Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung

Blatt: 369



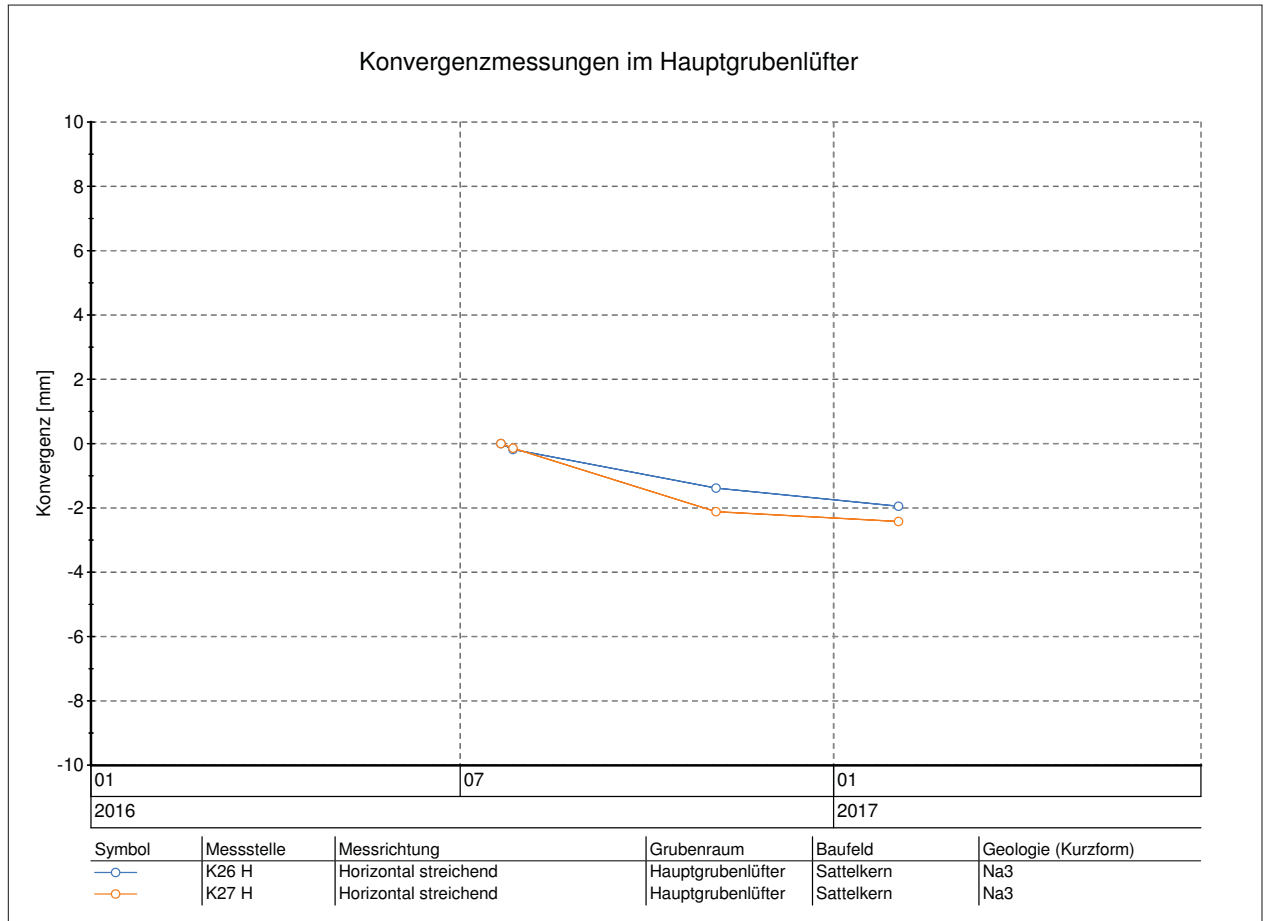
Anhang 8.27: Rissdokumentation 2017

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
N/NAA	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00

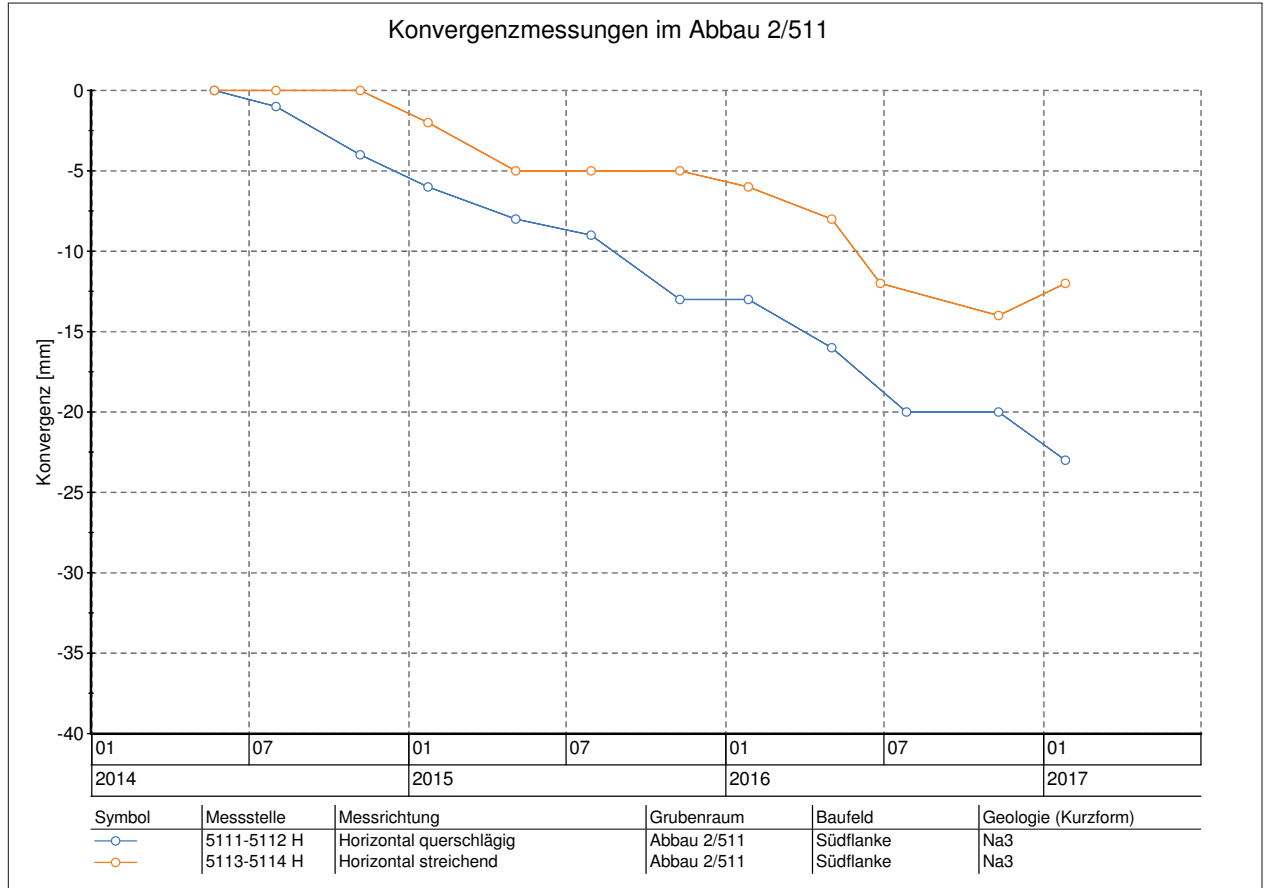
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen
Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung

Blatt: 370

Anhang 8.28: Konvergenzmessungen im Bereich des HGL/490



Anhang 8.29: Konvergenzmessungen im Abbau 2/511



Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NNA	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00

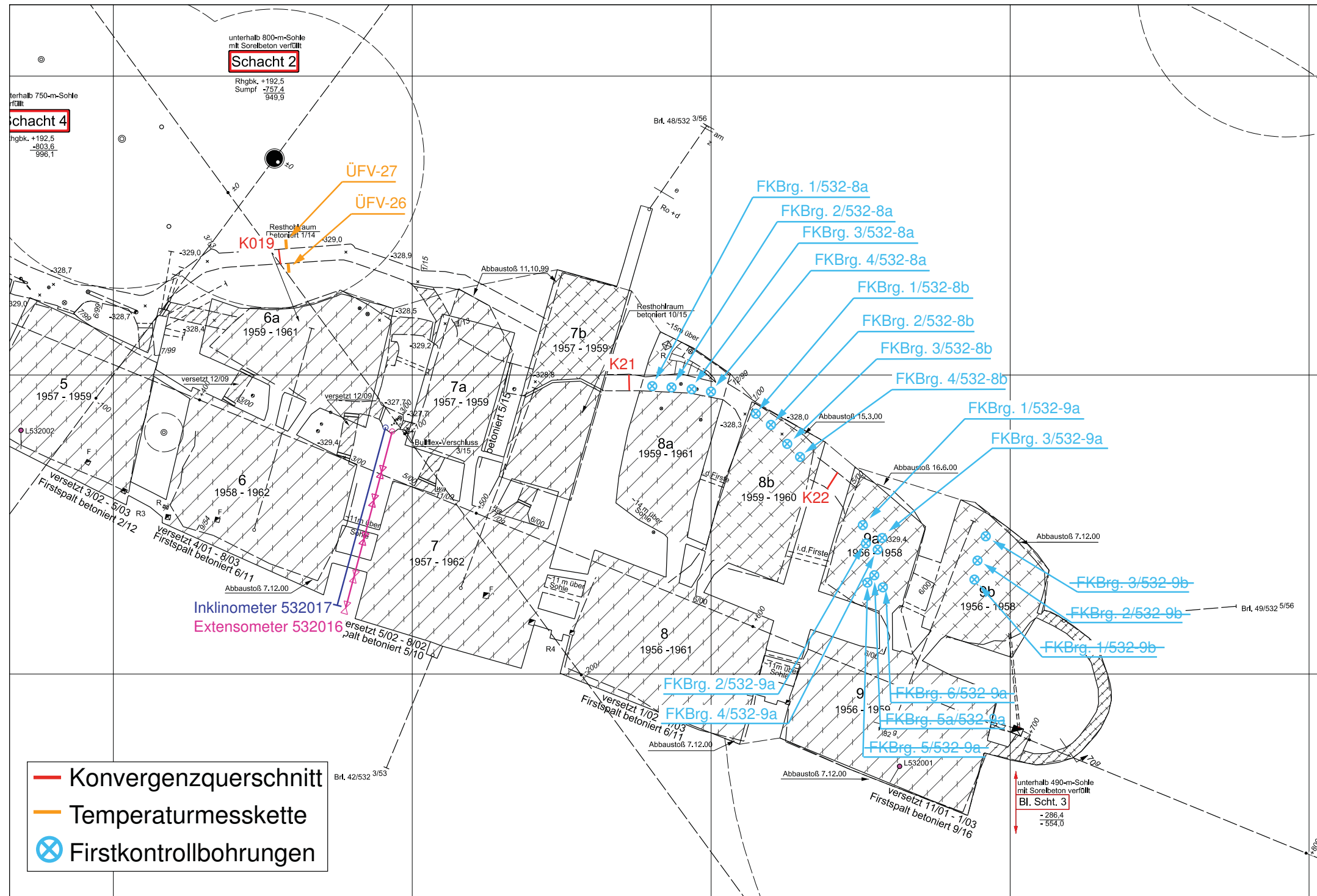
Anhang 9: Nebenabbaue auf der 532-m-Sohle (Abbaue 6a/532–9b/532)

Anhang 9.1: Draufsicht der 511- und 532-m-Sohle mit Lage des Fissurometers 003F



Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00

Anhang 9.2: Lageplan der Firstkontrollbohrungen, Konvergenzmessquerschnitte, Temperaturmessketten, Inklinometer- und Extensometerbohrungen (Grundrissausschnitt der 532-m-Sohle)



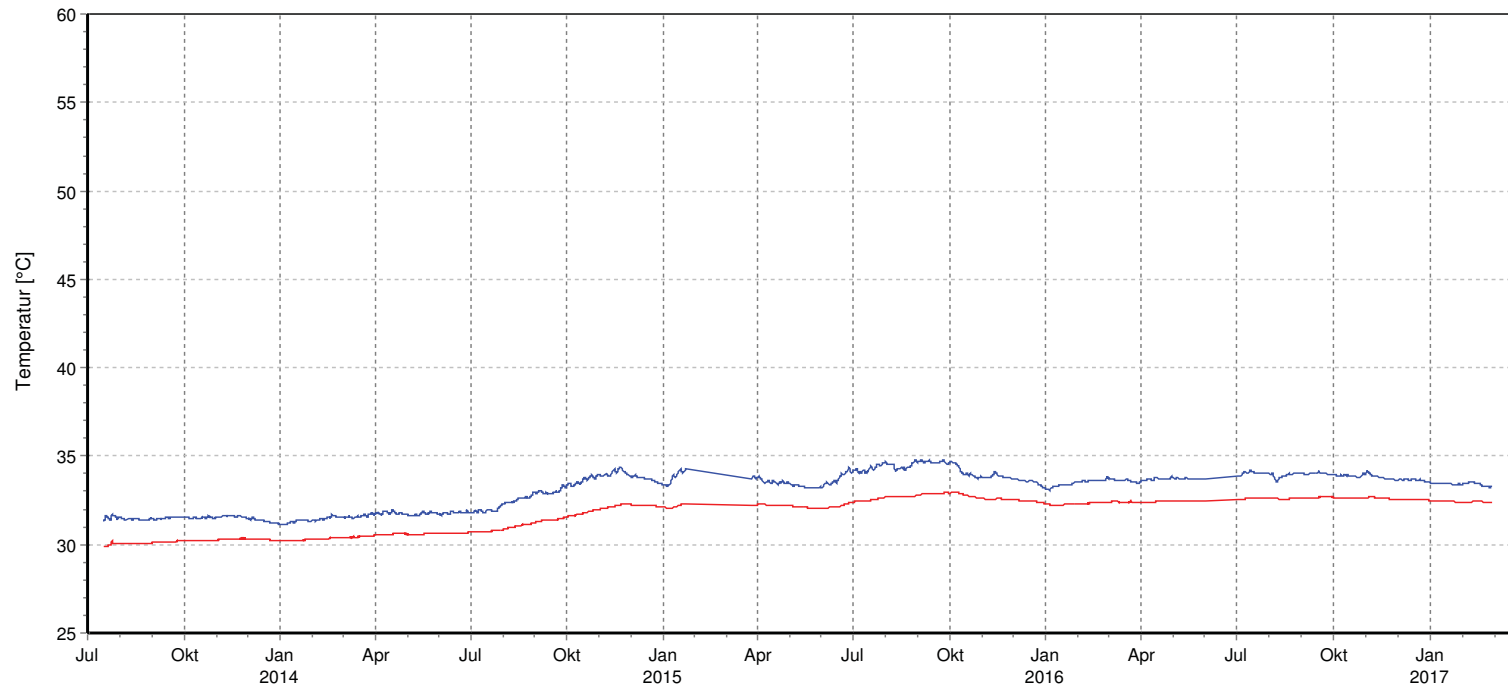


TB Standortüberwachung
Am Walde 2
D-38319 Remlingen

Projekt: Firstspaltverfüllung

532-m-Sohle, Umfahrung Abbau 6a/532, Brg. ÜFV-26
Schachtsicherheitspfeiler (Nordstoß Abbau 6a/532)
Temperaturmessung

Datum: 02.03.2017
Seite: 1
Anlage: GLA 8.8.0
Stand: 12.02.2016
Ausw.: ÜFV-26-Temp



Kurve	Messstelle	Position	Sensor	Rechtswert	Hochwert	Höhe	Zeitraum
—	19-532\3	3,0 m	3	44 09057,51 m	57 78144,68 m	-326,37 mNN	16.07.13 10:00:01 - 01.03.17 00:00:01
—	19-532\4	1,0 m	4	44 09057,91 m	57 78142,74 m	-326,17 mNN	16.07.13 10:00:01 - 01.03.17 00:00:01

Anhang 9.3: Ergebnisse der Temperaturmessungen

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
N/A/A	NNNNNNNNNN	NN/A/ANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung						
						Blatt: 375



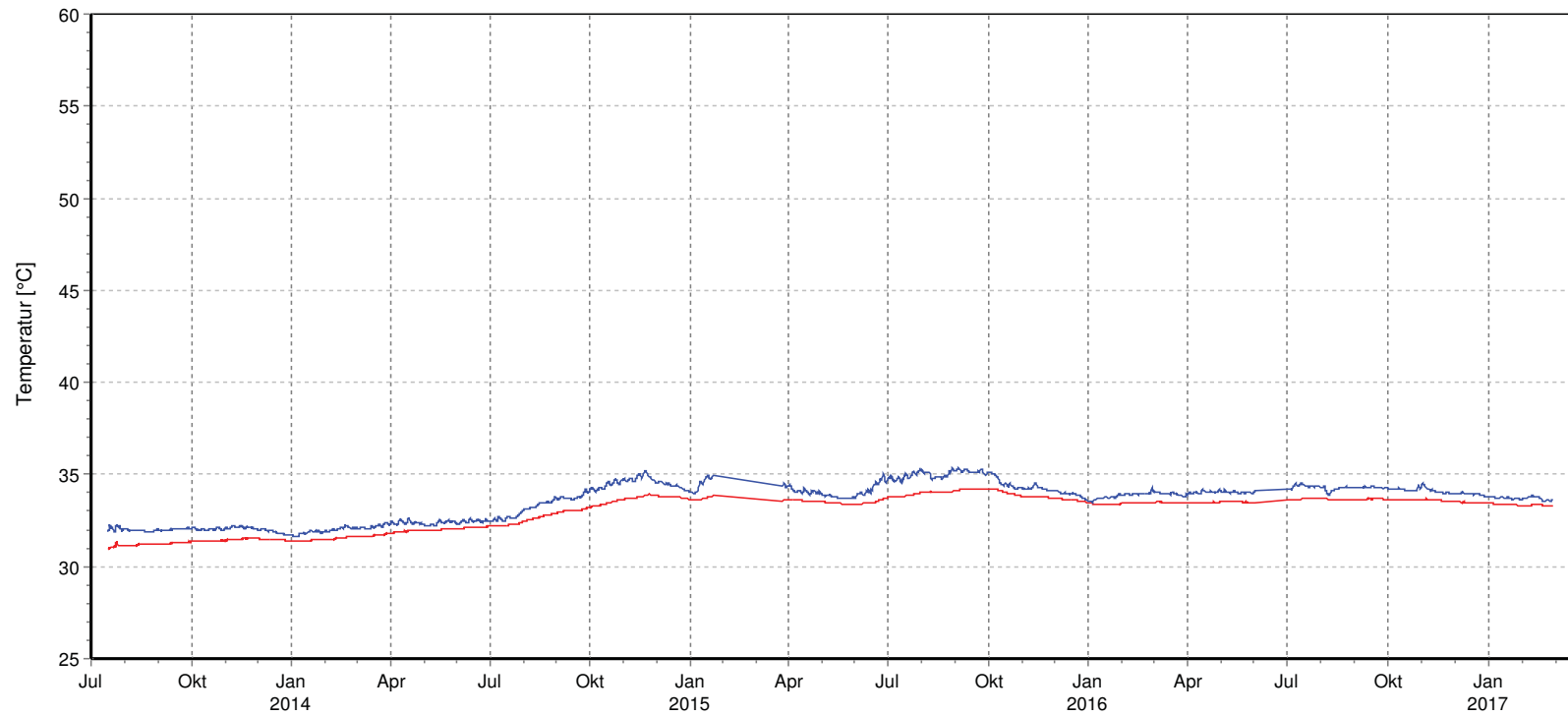


TB Standortüberwachung
Am Walde 2
D-38319 Remlingen

Datum: 02.03.2017
Seite: 1
Anlage: GLA 8.8.0
Stand: 12.02.2016
Ausw.: ÜFV-27-Temp

Projekt: Firstspaltverfüllung

532-m-Sohle, Umfahrung Abbau 6a/532, Brg. ÜFV-27
Schachtsicherheitspfeiler (Richtung Schacht 2)
Temperaturmessung

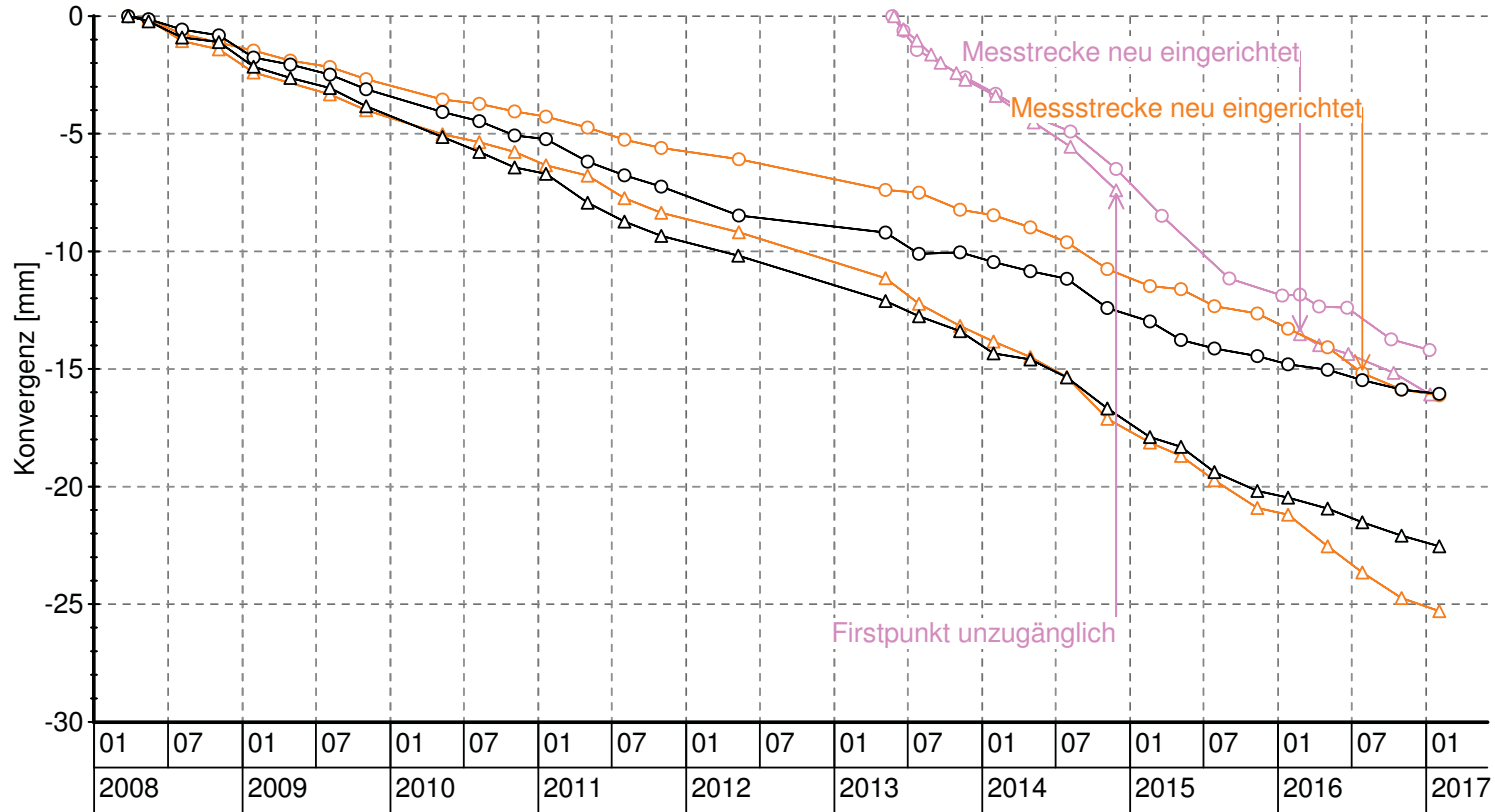


Kurve	Messstelle	Position	Sensor	Rechtswert	Hochwert	Höhe	Zeitraum
—	19-532/1	3,0 m	1	44 09057,51 m	57 78144,68 m	-326,37 mNN	16.07.13 10:00:00 - 01.03.17 00:00:00
—	19-532/2	1,0 m	2	44 09057,91 m	57 78142,74 m	-326,17 mNN	16.07.13 10:00:00 - 01.03.17 00:00:00

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NINAA	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung						
						Blatt: 376



Konvergenzmessungen auf der 532-m-S

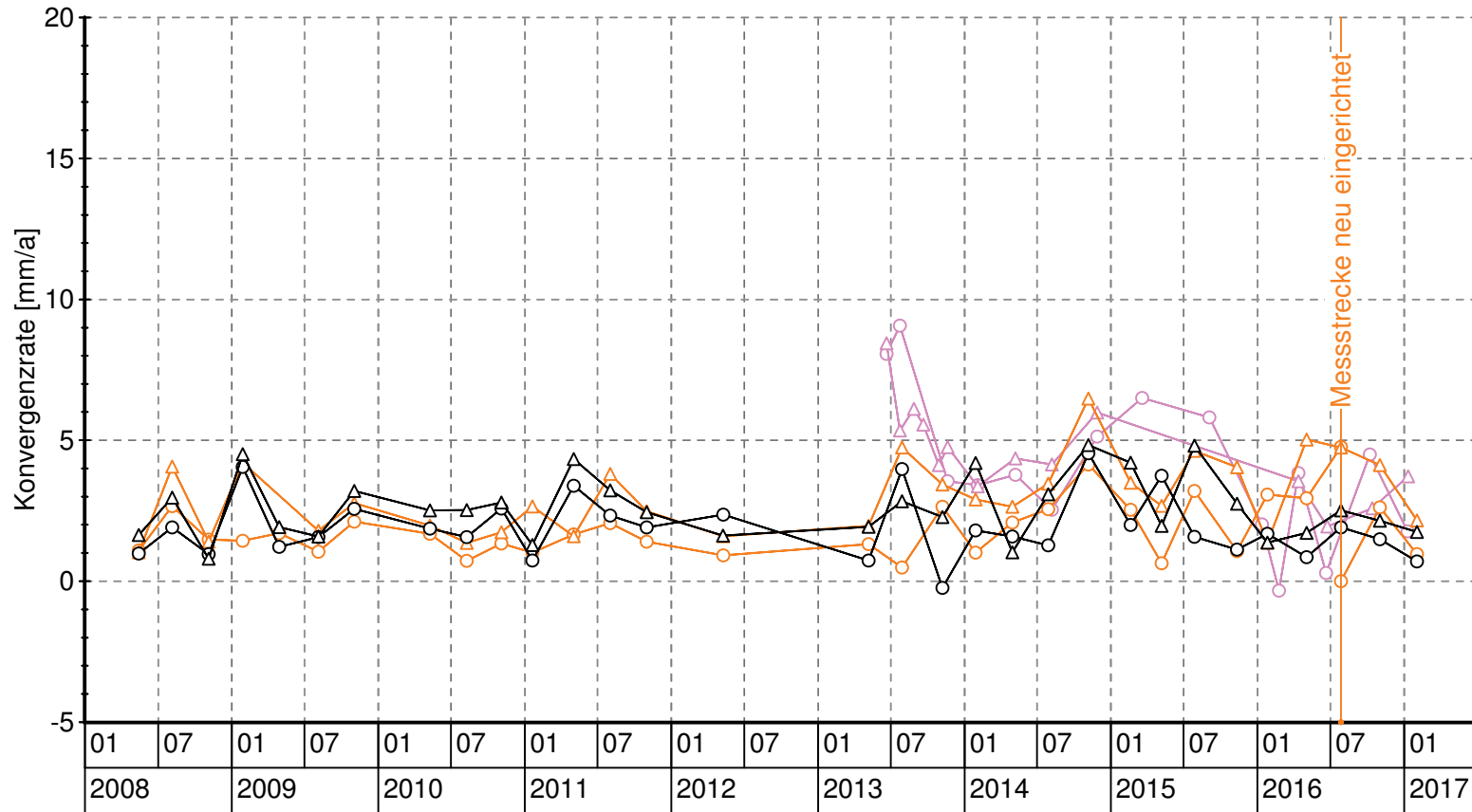


Symbol	aktive Messstelle	Messrichtung	Lokation	Grubenraum	Geologie
○	K019 H	Horizontal	Abbaubegleitstrecke	Umfahrung Abbau 6a	Na3
△	K019 V	Vertikal	Abbaubegleitstrecke	Umfahrung Abbau 6a	Na3
○	K21 H	Horizontal	Abbaubegleitstrecke	Bereich Pfeiler 7b-8a	Na3
△	K21 V	Vertikal	Abbaubegleitstrecke	Bereich Pfeiler 7b-8a	Na3
○	K22 H	Horizontal	Abbaubegleitstrecke	Bereich Pfeiler 8b-9a	Na3
△	K22 V	Vertikal	Abbaubegleitstrecke	Bereich Pfeiler 8b-9a	Na3

Anhang 9.4: Ergebnisse der Konvergenzmessungen

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NINAA	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen						
Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung						
						Blatt: 377

Konvergenzmessungen auf der 532-m-S



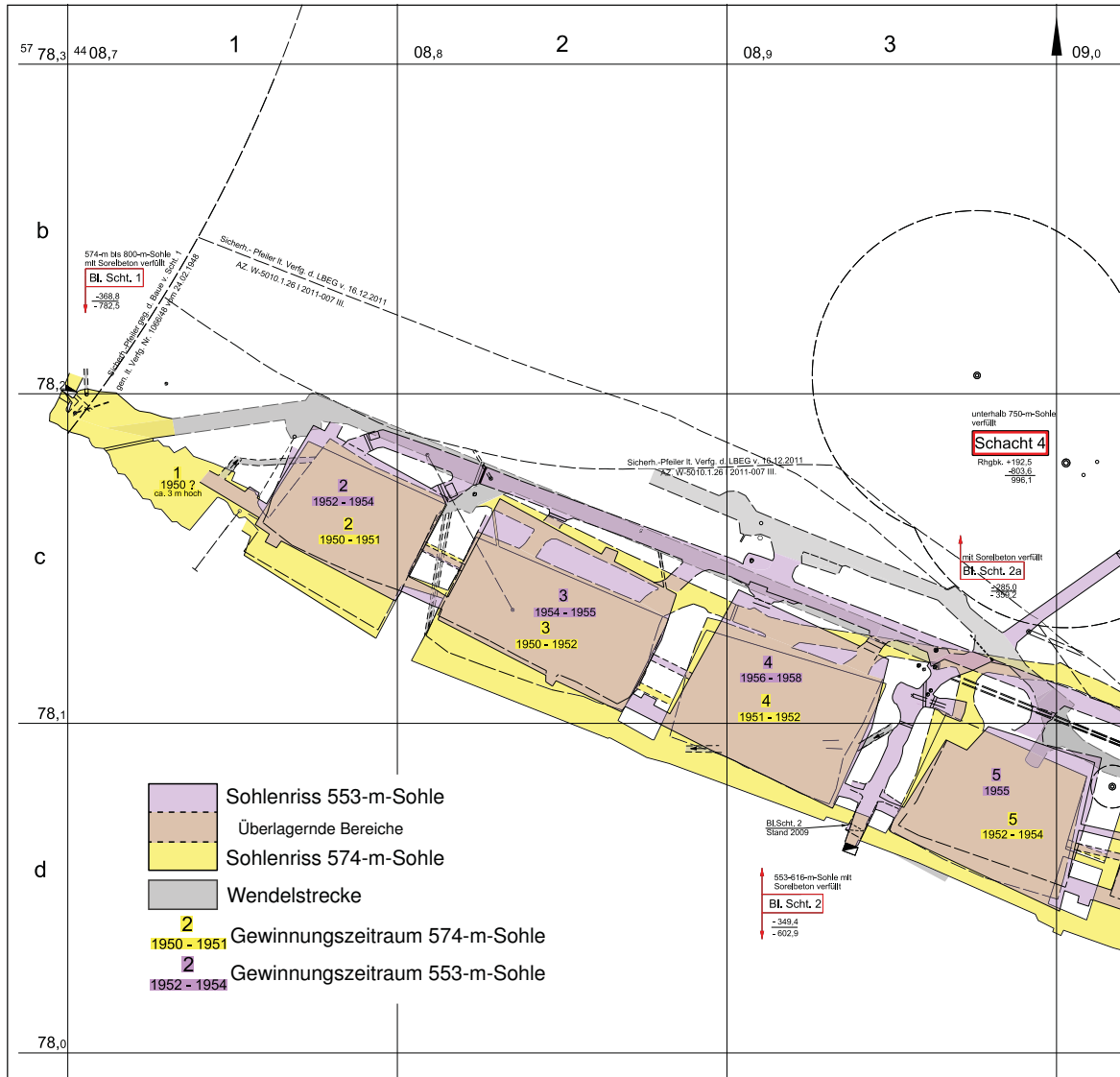
Symbol	aktive Messstelle	Messrichtung	Lokation	Grubenraum	Geologie
○ (purple)	K019 H	Horizontal	Abbaubegleitstrecke	Umfahrung Abbau 6a	Na3
△ (purple)	K019 V	Vertikal	Abbaubegleitstrecke	Umfahrung Abbau 6a	Na3
○ (orange)	K21 H	Horizontal	Abbaubegleitstrecke	Bereich Pfeiler 7b-8a	Na3
△ (orange)	K21 V	Vertikal	Abbaubegleitstrecke	Bereich Pfeiler 7b-8a	Na3
○ (black)	K22 H	Horizontal	Abbaubegleitstrecke	Bereich Pfeiler 8b-9a	Na3
△ (black)	K22 V	Vertikal	Abbaubegleitstrecke	Bereich Pfeiler 8b-9a	Na3

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
N/A/A	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen						
Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung						
						Blatt: 378

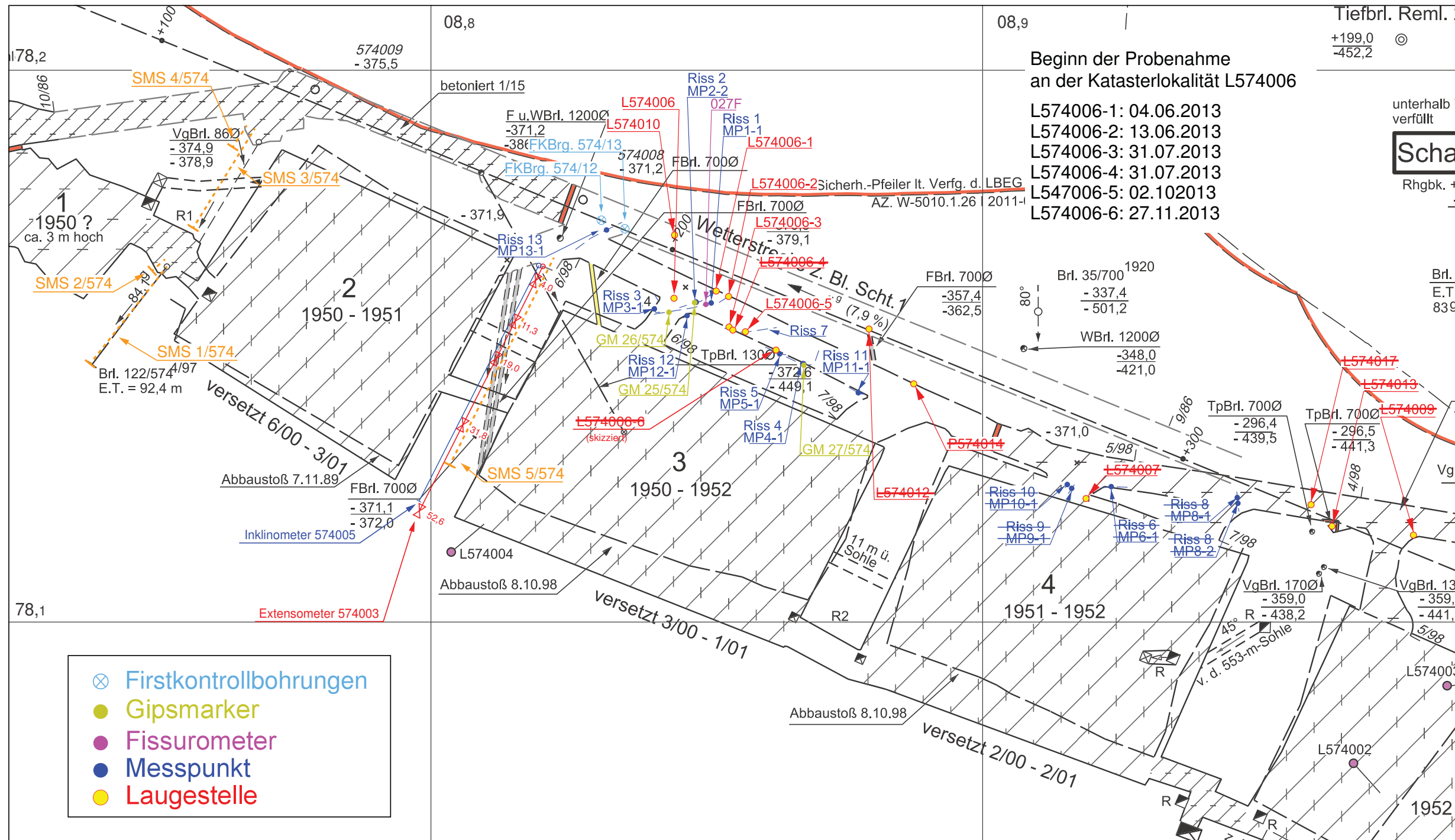
Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NNA	NNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00

Anhang 10: Westflügel der 574-m-Sohle

Anhang 10.1: Draufsicht der 553- und 574-m-Sohle

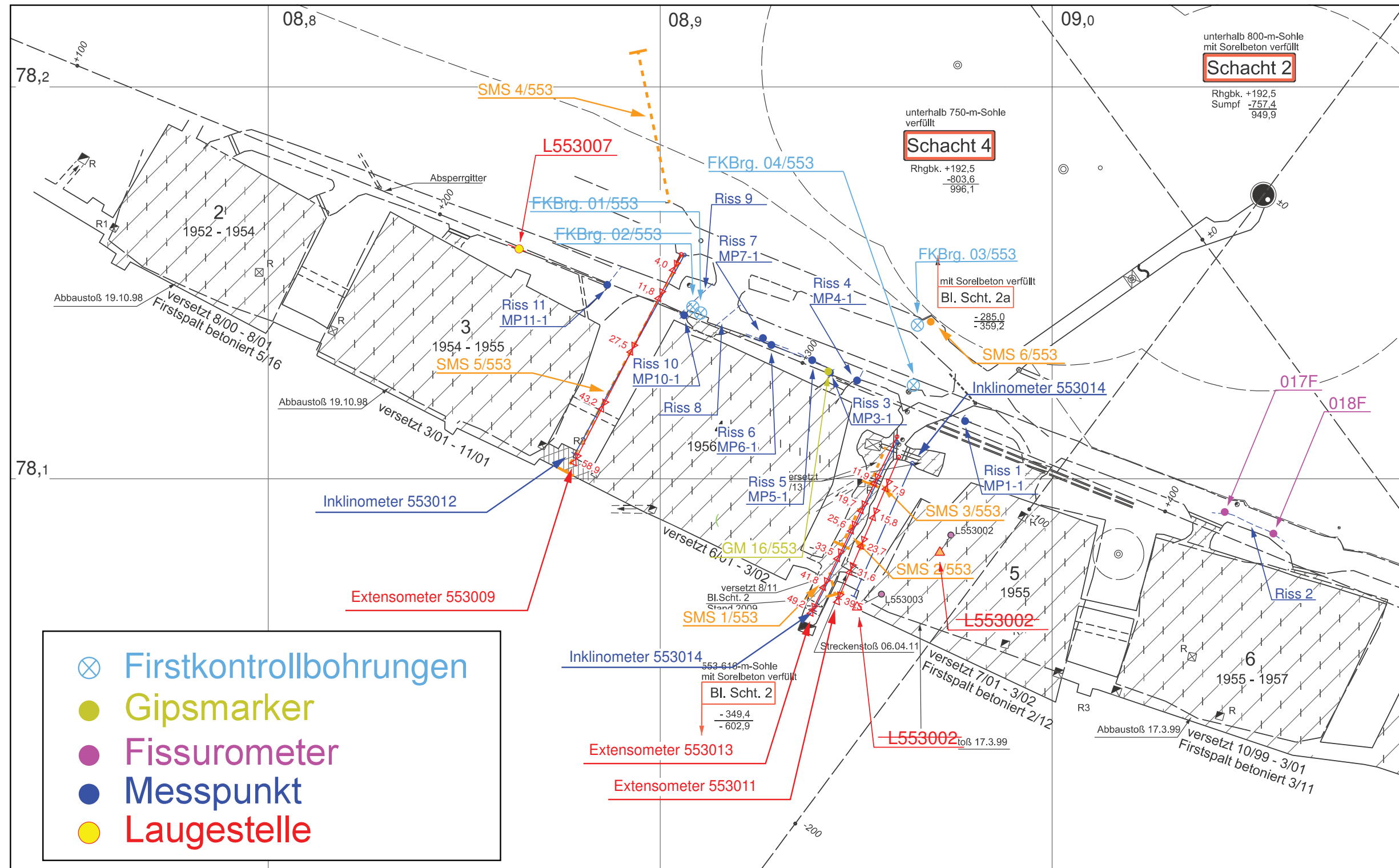


Anhang 10.2: Grundrissausschnitt der 574-m-Sohle im Bereich des Abbaus 3/574 mit Lage der Katasterlokaltäten, visuell aufgeschlossener Risse und geotechnischen Messstellen



Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00

Anhang 10.3: Grundrissausschnitt der 553-m-Sohle im Bereich der Abbaue 2/553 bis 6/553 mit Lage der Katasterlokaltäten, visuell aufgeschlossener Risse und geotechnischen Messstellen



Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	Lfd. Nr.	Rev.
NINAA	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMJÜ	GC	BT	0013 00
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung					
					Blatt: 382

Anhang 10.4: Rissaufnahme in der Abbaubegleitstrecke im Bereich der Abbaue 3/574 und 4/574

Riss-Aufnahme in der Abbaubegleitstrecke im Bereich der Abbaue 3 und 4 auf der 574-m-Sohle

Riss Nr.	Messpunkt Nr.	Streich-richtung [°]	Fall-richtung	Fall-Winkel [°]	Öffnungsweite am Messpunkt [mm]					Rissverlängerung seit 11/2013	Bemerkung
					22.11.2013	13.08.2014	12.08.2015	17.02.2016	08.03.2017		
R1	MP1-1	90	N	75	4,0	5,0	5,0	5,0	4,5	- ⁽²⁾	Tropfstelle L574006-2, Fissurometer F027, Höhenversatz ca. 7mm
R2	MP2-1	70	NW	75	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	ca. > 10 cm n.E.	Tropfstelle L574006-1, GM25/574 (Harrisse), GM26/574
R3	MP3-1	90	N	55	15,0	15,0	16,0	16,0	15,0	Nebenrissverlängerung um ca. 9 cm n. N, Parallelriss 2 cm n. S.	Netzwerk aus mehreren Rissen, zum Teil seit letzter Aufnahme verbunden
R4	MP4-1	30	NW	40	10,0	12,0	12,0	13,0	13,0	ca. 23 cm n. E	GM27/574 (2 Haarrisse), Riss taucht im Westen in die Sohle ab
R5	MP5-1	90	N	50	2,0	2,0	1,0	1,0	1,5	ca. 60 cm n. E ⁽³⁾	Tropfstelle L574006-6, Riss taucht im Westen in die Sohle ab
R6	MP6-1	70	SE	10	2,0	2,0	-	-	-	ca. 7 cm n. E und 1 cm n. W	-
R7	MP7-1	80	NW	55	2,0	2,0	- ⁽¹⁾	- ⁽¹⁾	- ⁽¹⁾	-	Tropfstellen L574006-3, L574006-4, L574006-5
R8	MP8-1 MP8-2	175	SW	70	8,0 5,0	8,0 5,0	-	-	-	ca. 6 cm n. N seit 03/2014	-
R9	MP9-1	30	NW	85	7,0	8,0	-	-	-	ca. 2 cm n. N	-
R10	MP10-1	40	NW	85	2,0	2,0	-	-	-	ca. 2 cm n. N	-
R11	MP11-1	5	SE	55	1,0	2,0	2,0	2,0	2,5	ca. 11 cm n. E und 14 cm n. W ; Nebenrissverlängerung um ca. 12 cm	-
R12	MP12-1	80	SE	75	2,0	2,0	2,0	2,0	1,5	ca. 14 cm n. E	Riss taucht in die Sohle ab
R13	MP13-1	50	NW	60	1,0	1,0	1,0	1,0	1,5	ca. 18 cm n. N. und 27 cm n.S. (Schale beraubt)	-

Bereiche von September bis November 2014 mit Sorelbeton verfüllt

⁽¹⁾ Messpunkt unzugänglich aufgrund Abdichtfolie

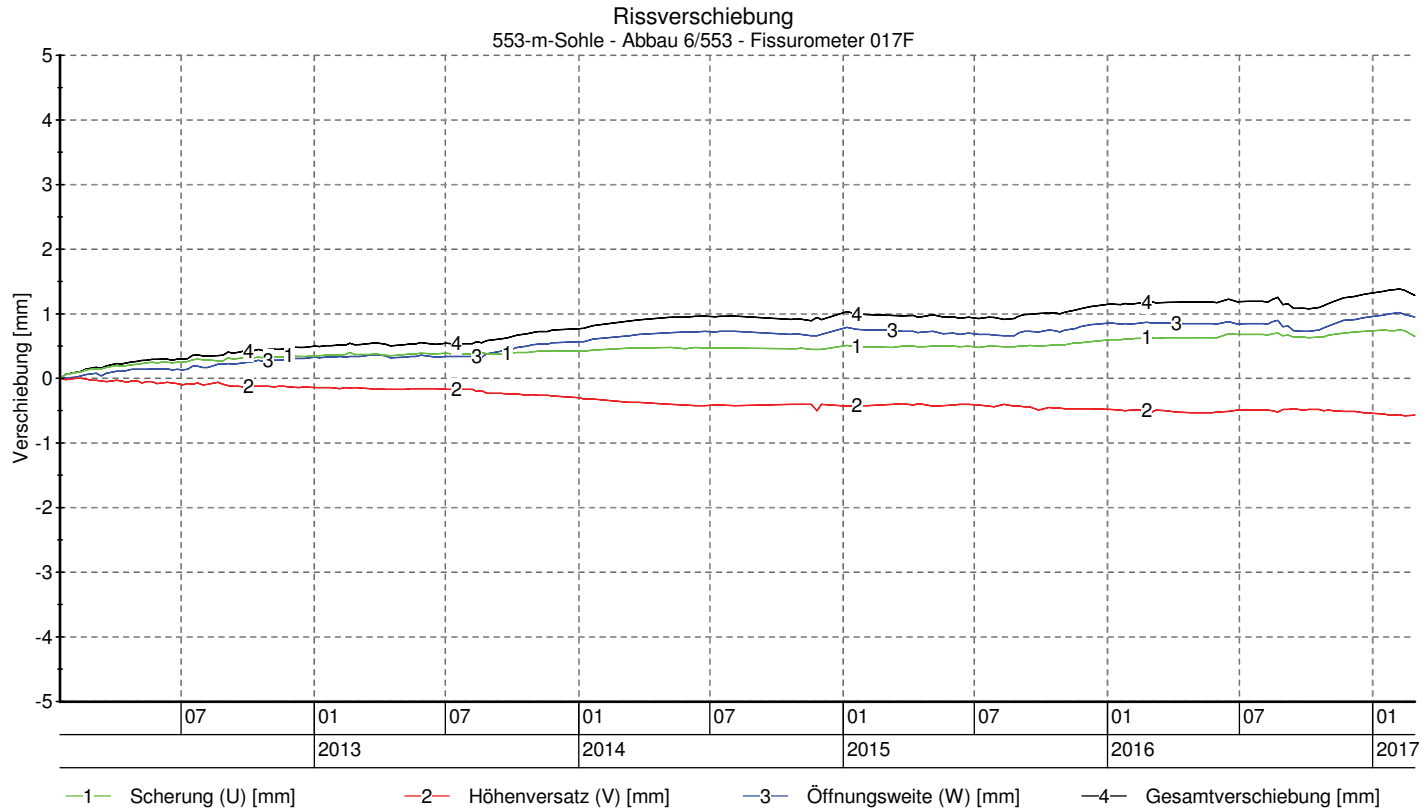
⁽²⁾ Rissenden nicht zugänglich

⁽³⁾ am Ausbruch der Fräse

Stand: 08.03.2017


Bearbeiter: Dr. Paul Eric Wolff, Holger Müller

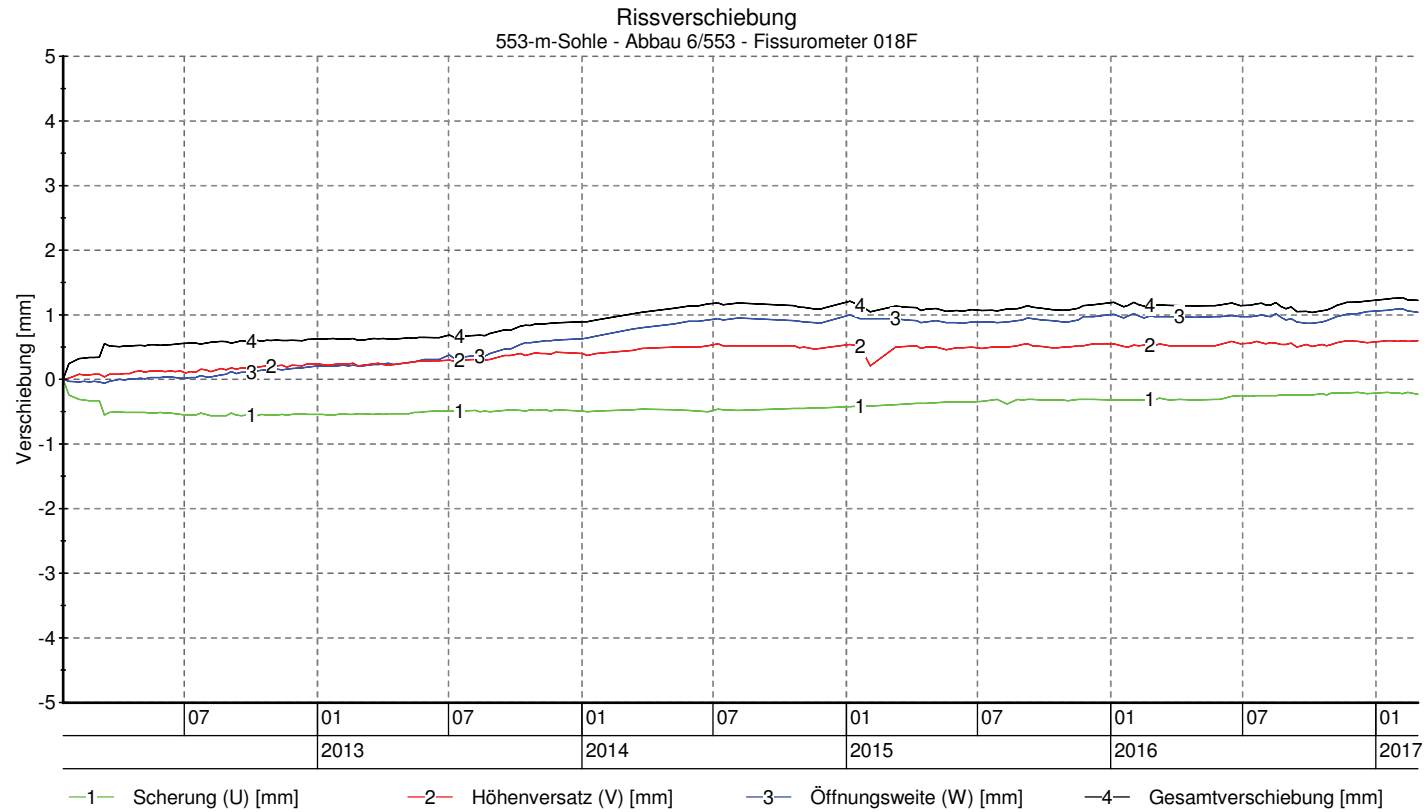





Projekt: Rissbeobachtung im Grubengebäude mittels Fissurometer			
	TB-Standortüberwachung Stand: 28.02.2017 Prüfer: geprüft am: 08.03.2017	Messstelle: 017F Sohle: 553-m-Sohle Grubenraum: Abbau 6/553 Lokation: Abbaubegleitstrecke Firste	Messzeitraum: 16.01.2012 - 28.02.2017 Geologie: Leine Steinsalz Rechtswert: 44 09045 m Hochwert: 57 78090 m Höhe: -346,19 mNN <small>erstellt mit GksProXP Version 10000.12.72</small>

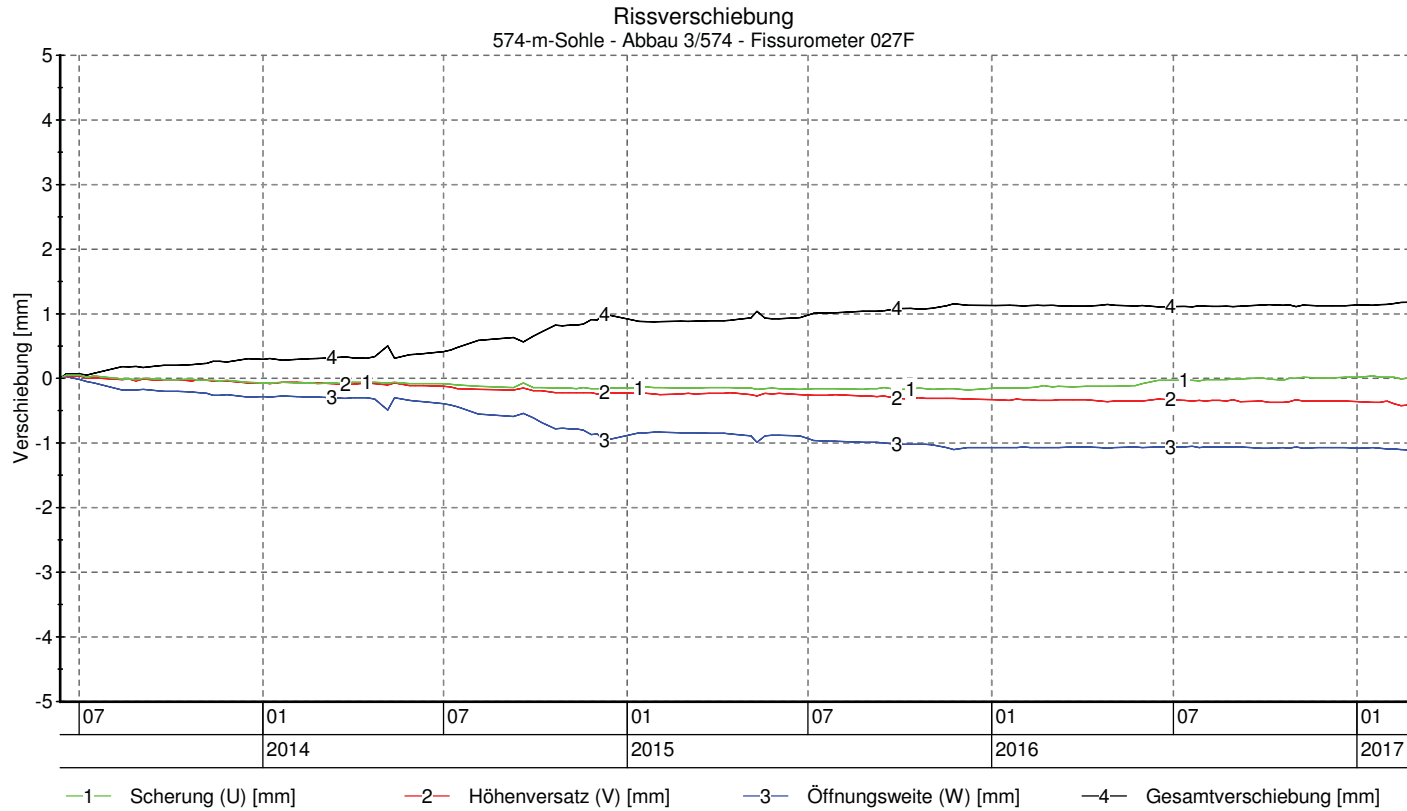
Anhang 10.5: Ergebnisse der Fissurometermessungen vor Abbau 6/553 (Firstbereich) – Messstelle 017F und 018F


Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	Ud. Nr.	Rev.
N/A/A	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	00
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung					
Blatt: 383					




Projekt: Rissbeobachtung im Grubengebäude mittels Fissurometer			
 <p>ASSE GMBH Verantwortlich handeln.</p>	TB-Standortüberwachung Stand: 28.02.2017 Prüfer: geprüft am: 08.03.2017	Messstelle: 018F Sohle: 553-m-Sohle Grubenraum: Abbau 6/553 Lokation: Abbaubegleitstrecke Firste	Messzeitraum: 16.01.2012 - 28.02.2017 Geologie: Leine Steinsalz Rechtswert: 44 09057 m Hochwert: 57 78085 m Höhe: -346,18 mNN <small>erstellt mit GksProXP Version 10000.12.72</small>

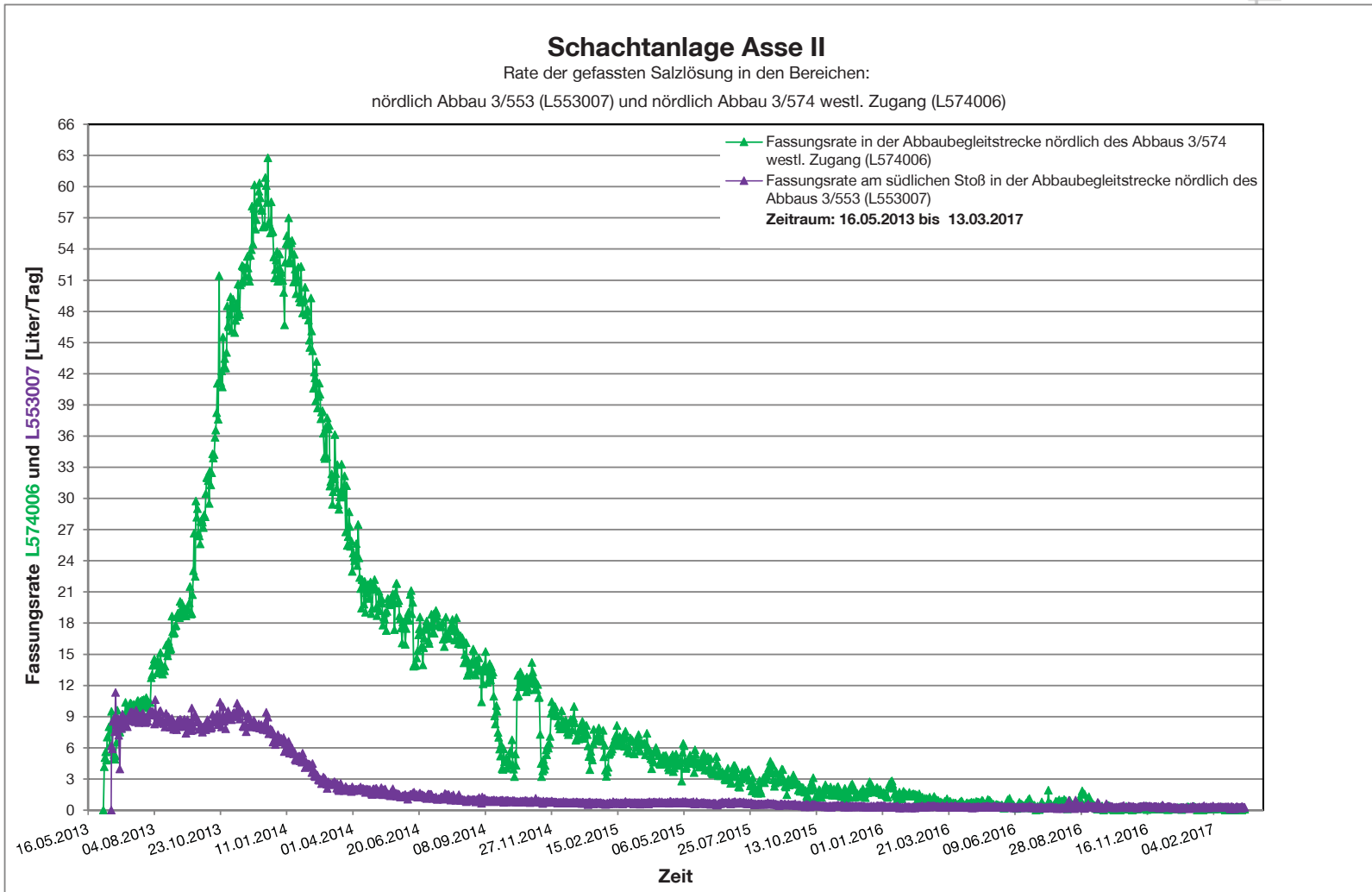
Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	Ud. Nr.	Rev.
NINAA	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	00
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung					
Blatt: 384					 <p>ASSE GMBH Verantwortlich handeln.</p>



Projekt: Rissbeobachtung im Grubengebäude mittels Fissurometer			
	TB-Standortüberwachung Stand: 28.02.2017 Prüfer: geprüft am: 08.03.2017	Messstelle: 027F Sohle: 574-m-Sohle Grubenraum: Abbau 3/574 Lokation: Abbaubegleitstrecke	Messzeitraum: 12.06.2013 - 28.02.2017 Geologie: Leine Steinsalz Rechtswert: 44 08849 m Hochwert: 57 78157 m Höhe: -367,44 mNN <small>erstellt mit GksProXP Version 10000.12.72</small>

Anhang 10.6: Ergebnisse der Fissurometermessungen am westlichen Zugang zum Abbau 3/574 (Firstbereich) – Messstelle 027F

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	Ud. Nr.	Rev.
N/A/A	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013 00
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung					
Blatt: 385					



Anhang 10.7: Fassungsraten an den Katasterstellen L553007 und L574006

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
N/AA	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMJÜ	GC	BT	0013	00

Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen
Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung



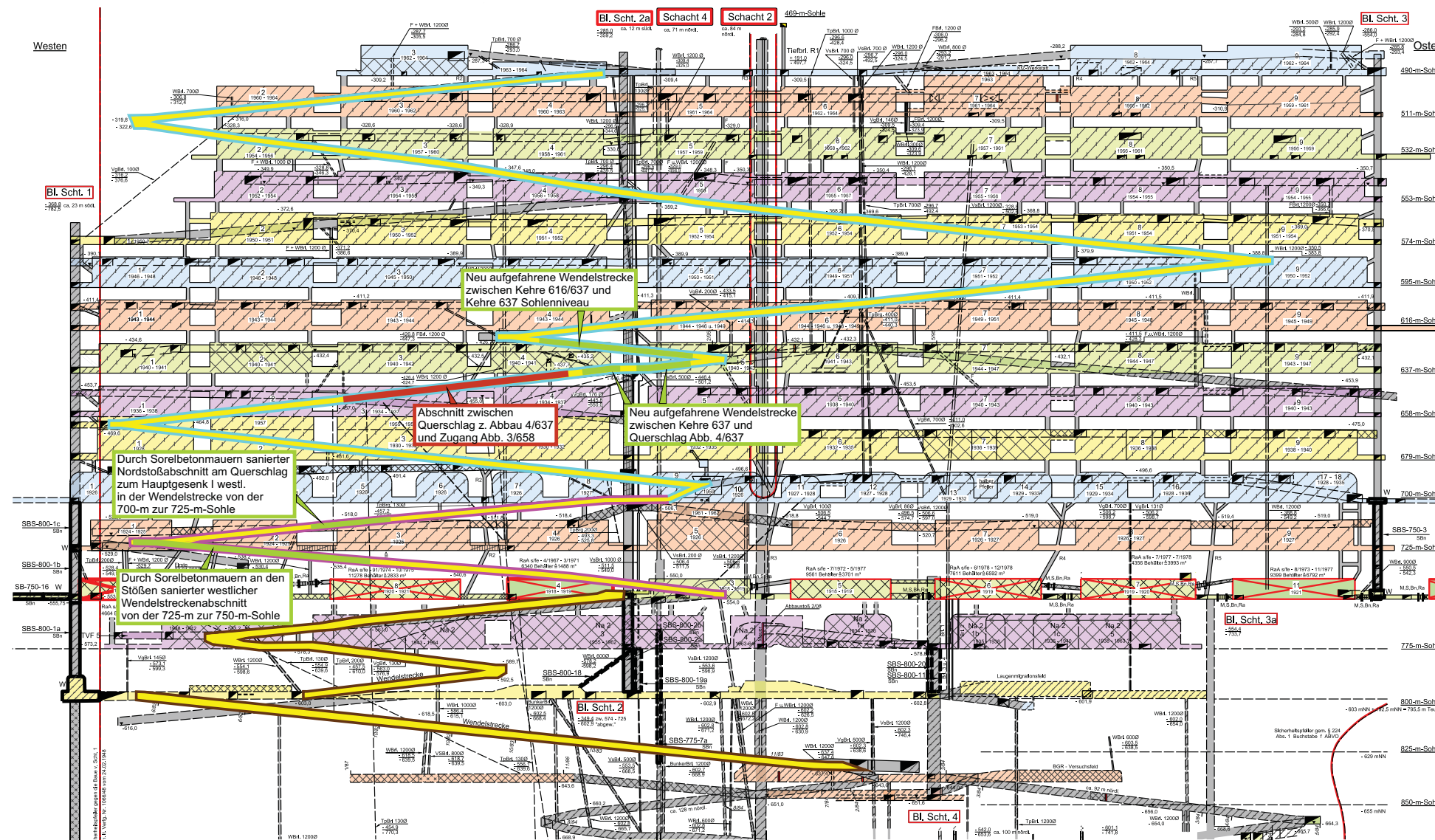
Blatt: 386

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00

Anhang 11: Gebirgsmechanische Situation im Bereich der Wendelstrecke von der 490- bis zur 850-m-Sohle


Anhang 11.1: Wendelstreckenverlauf mit Bewertung von Gebrauchstauglichkeit und Sanierungsbedarf

Verlauf der Wendelstrecke, dargestellt im streichenden Seiger- und Längsschnitt ① der SchachtanlageASSE II



- Langfristig offenzuhaltener Bereich mit kontinuierlichem intensiven Sanierungs- und Monitoringbedarf
- Geplant bis max. Ende 2023 offenzuhaltener Bereich mit intensivem Monitoringbedarf sowie vereinzelt vorgesehenen Sanierungsmaßnahmen
- Geplant bis max. Ende 2021 offenzuhaltener Bereich mit intensivem Monitoringbedarf und Sanierungsmaßnahmen nur bei akutem Erfordernis
- Gebrauchstauglichkeit wurde durch umfassende Sanierung weitgehend nachhaltig gewährleistet
- Gebrauchstauglichkeit aktuell gegeben, in Abhängigkeit vom weiteren Monitoringverlauf sind ggf. Sanierungsmaßnahmen notwendig
- Erhaltung der Gebrauchstauglichkeit nur unter kurzfristiger Durchführung von Maßnahmen bzw. Sofortmaßnahmen gegeben

Bearbeiter: T-BS 2 / Mat
Grundlage: Ausschnitt aus Seiger- und Längsschnitt 1 (Markscheiderlei, Stand 18.03.2016)

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 <small>ASSE</small> <small>Verantwortlich handelt.</small>
NNA	NNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	

Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen
 Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung

Blatt: 388

Anhang 11.2: Ausgewählte Abbildungen der Firstkontrollbohrungen FKBrG. 637-12, 750-50, 750-54 und 775-11



Bild 7: Ausgelöster Bischoffit und Salzausblüherungen (FKBrG.637-12, Teufe: 3,00 m)



Bild 8: Seitenblick auf geöffneten Riss (FKBrG.750-50, Teufe: 1,90 m)



Bild 9: Rissähnlicher Konturausbruch (FKBrG.750-50, Teufe: 2,40 m)




Bild 10: Riss mit geringer Öffnungsweite (FKBrG.750-54, Teufe: 2,40 m)



Bild 11: Geschlossener potentieller Riss (FKBrG.750-54, Teufe: 4,80 m)



Bild 12: Beanspruchung mit angedeutetem potentiellen Riss (FKBrG.775-11, Teufe: 2,10 m)

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	 <small>ASSE</small> <small>Verantwortlich handeln</small>
NNA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung							Blatt: 389

Anhang 11.3: Ausgewählte Abbildungen der Stoßkontrollbohrungen StKBrg. 750-55, 750-56 und 750-58



Bild 13: Riss mit geringer Öffnungsweite (StKBrg.750-55, Teufe: 1,10 m)



Bild 14: Riss mit Öffnungsweite von ca. 5 bis 6 mm (StKBrg.750-55, Teufe: 4,20 m)

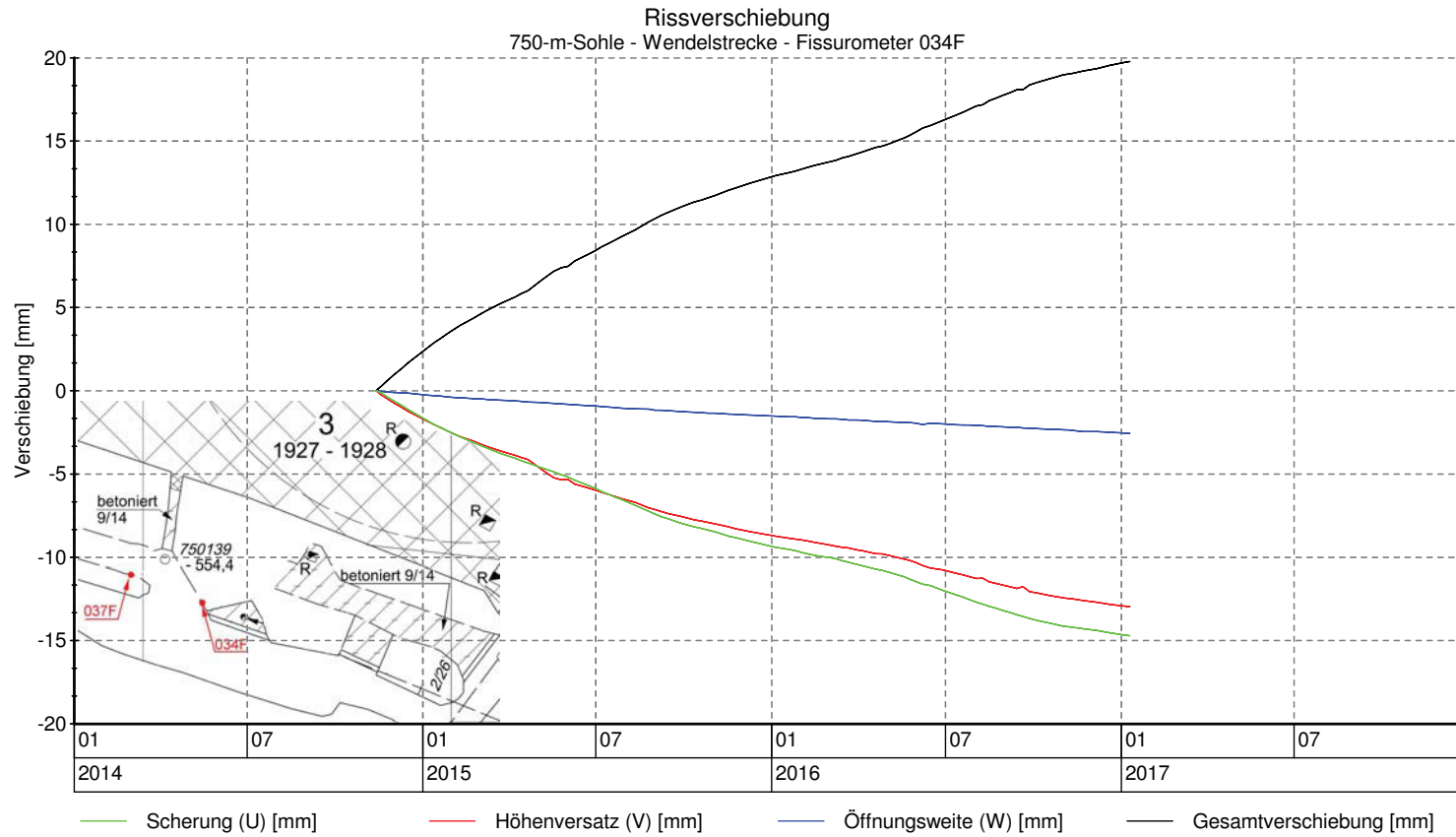


Bild 15: Riss mit Öffnungsweite von ca. 1 bis 4 mm (StKBrg.750-56, Teufe: 0,90 m)



Bild 16: Geschlossener potentieller Riss (StKBrg.750-58, Teufe: 3,50 m)

Bild 17: Zeitreihenverlauf Fissurometer 034F



Projekt: Rissbeobachtung im Grubengebäude mittels Fissurometer



TB-Standortüberwachung
Stand: 10.01.2017
Prüfer:
geprüft am: 10.01.2017

Messstelle: 034F
Sohle: 750-m-Sohle
Grubenraum: Wendelstrecke
Lokation: 750-m-Sohle zur 775-m-Sohle

Messzeitraum: 13.11.2014 - 10.01.2017
Geologie: Übergangssalz
Rechtswert: 44 08959 m Hochwert: 57 78119 m
Höhe: -551,93 mNN
erstellt mit GksProXP Version 10000.12.25

Anhang 11.4: Ergebnisse der Fissurometermessungen (exemplarisch)

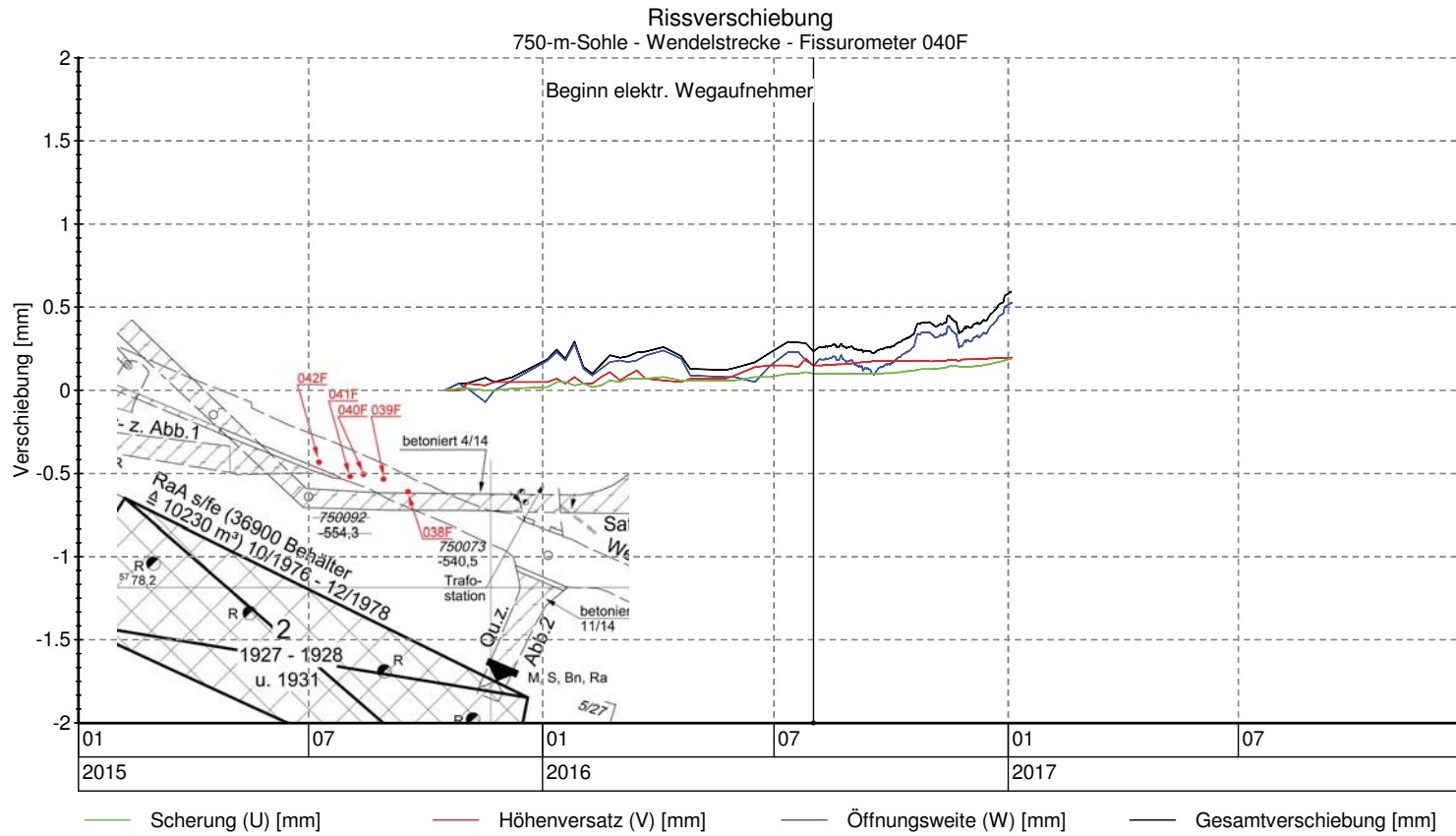
Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NINAA	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00


Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen
Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung

Blatt: 390



Bild 18: Zeitreihenverlauf Fissurometer 040F



Projekt: Rissbeobachtung im Grubengebäude mittels Fissurometer			
	TB-Standortüberwachung	Messstelle: 040F	Messzeitraum: 16.10.2015 - 03.01.2017
	Stand: 03.01.2017	Sohle: 750-m-Sohle	Geologie: Übergangssalz
	Prüfer:	Grubenraum: Wendelstrecke	Rechtswert: 44 08877 m Hochwert: 57 78219 m
	geprüft am: 10.01.2017	Lokation: 725-m-Sohle zur 750-m-Sohle	Höhe: -534,21 mNN erstellt mit GksProXP Version 10000.12.25

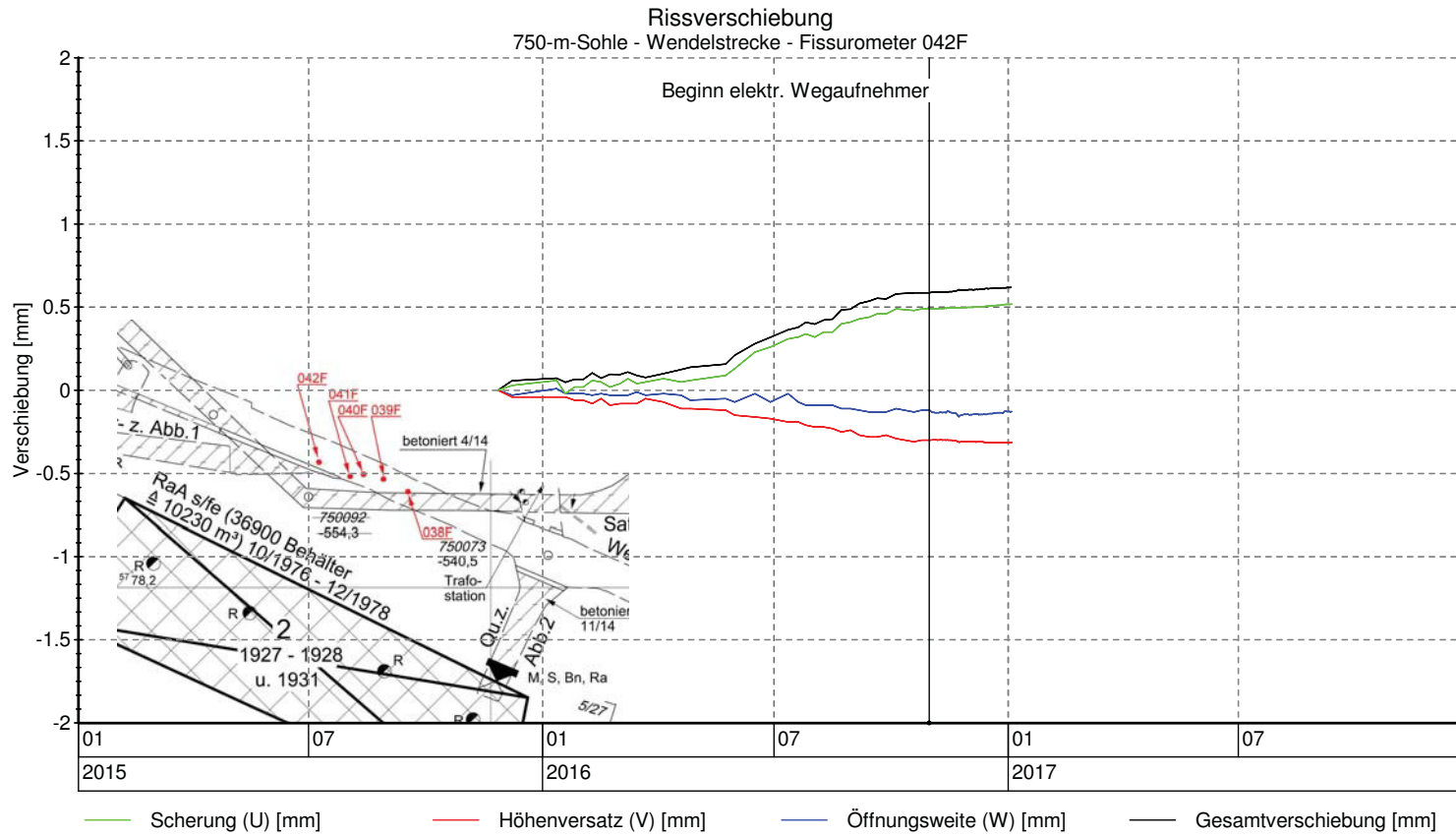
Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
N/A/A	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00

Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen
Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung


Blatt: 391



Bild 19: Zeitreihenverlauf Fissurometer 042F



Projekt: Rissbeobachtung im Grubengebäude mittels Fissurometer			
	TB-Standortüberwachung	Messstelle: 042F	Messzeitraum: 27.11.2015 - 03.01.2017
	Stand: 03.01.2017	Sohle: 750-m-Sohle	Geologie: Carnallit
	Prüfer:	Grubenraum: Wendelstrecke	Rechtswert: 44 08869 m Hochwert: 57 78222 m
	geprüft am: 10.01.2017	Lokation: 725-m-Sohle zur 750-m-Sohle	Höhe: -533,50 mNN
			erstellt mit GksProXP Version 10000.12.25

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
N/A/A	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen						
Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung						
						Blatt: 392
						

Anhang 11.5: Konvergenzmessungen

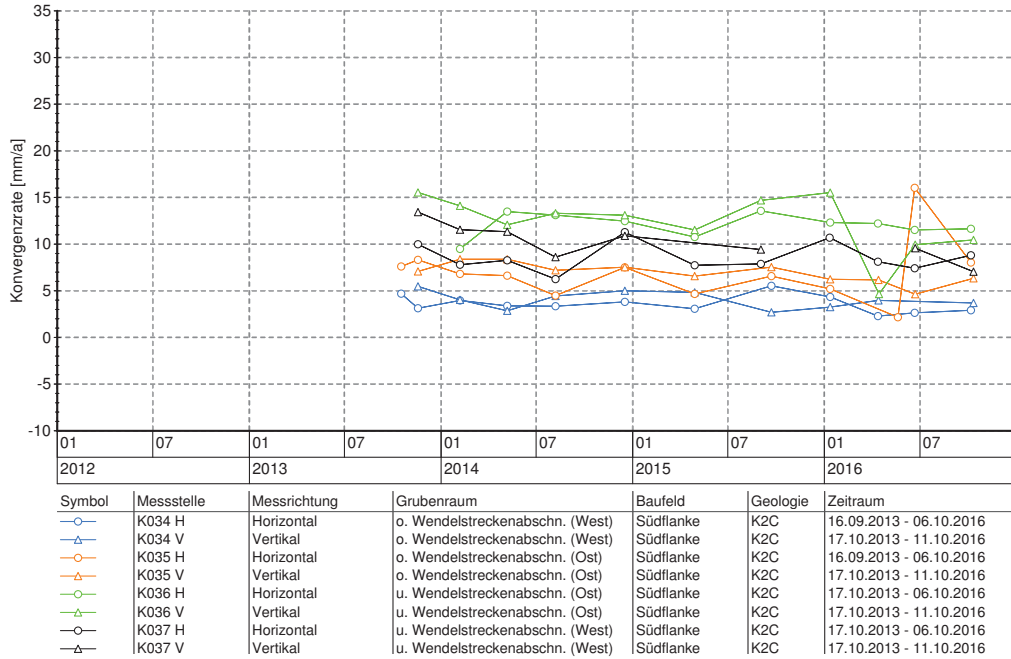


Bild 20: Konvergenzrate Messquerschnitte K034-K037

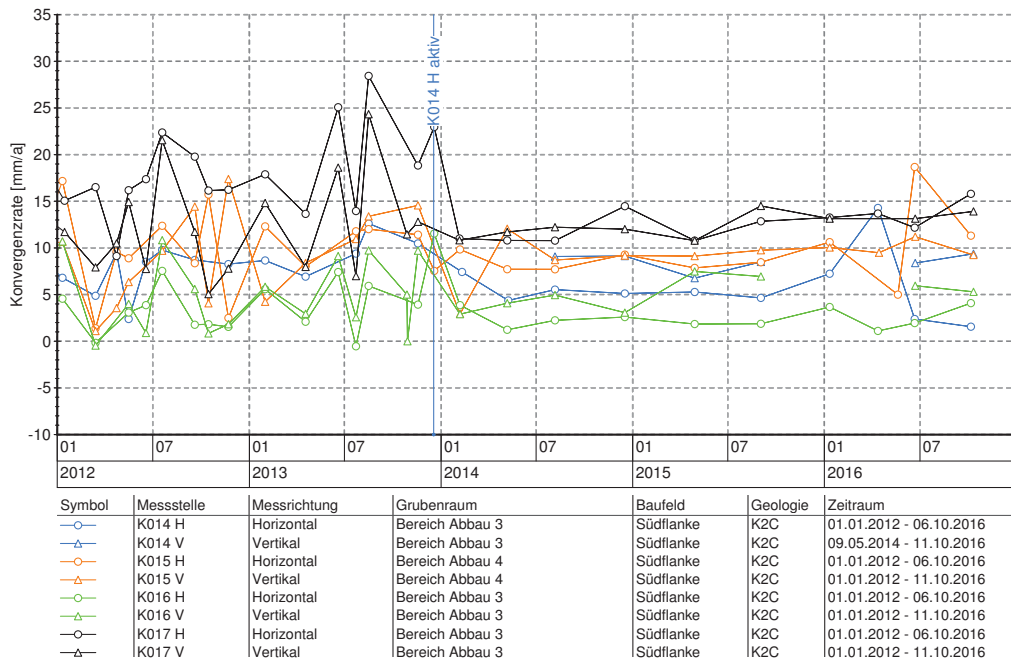
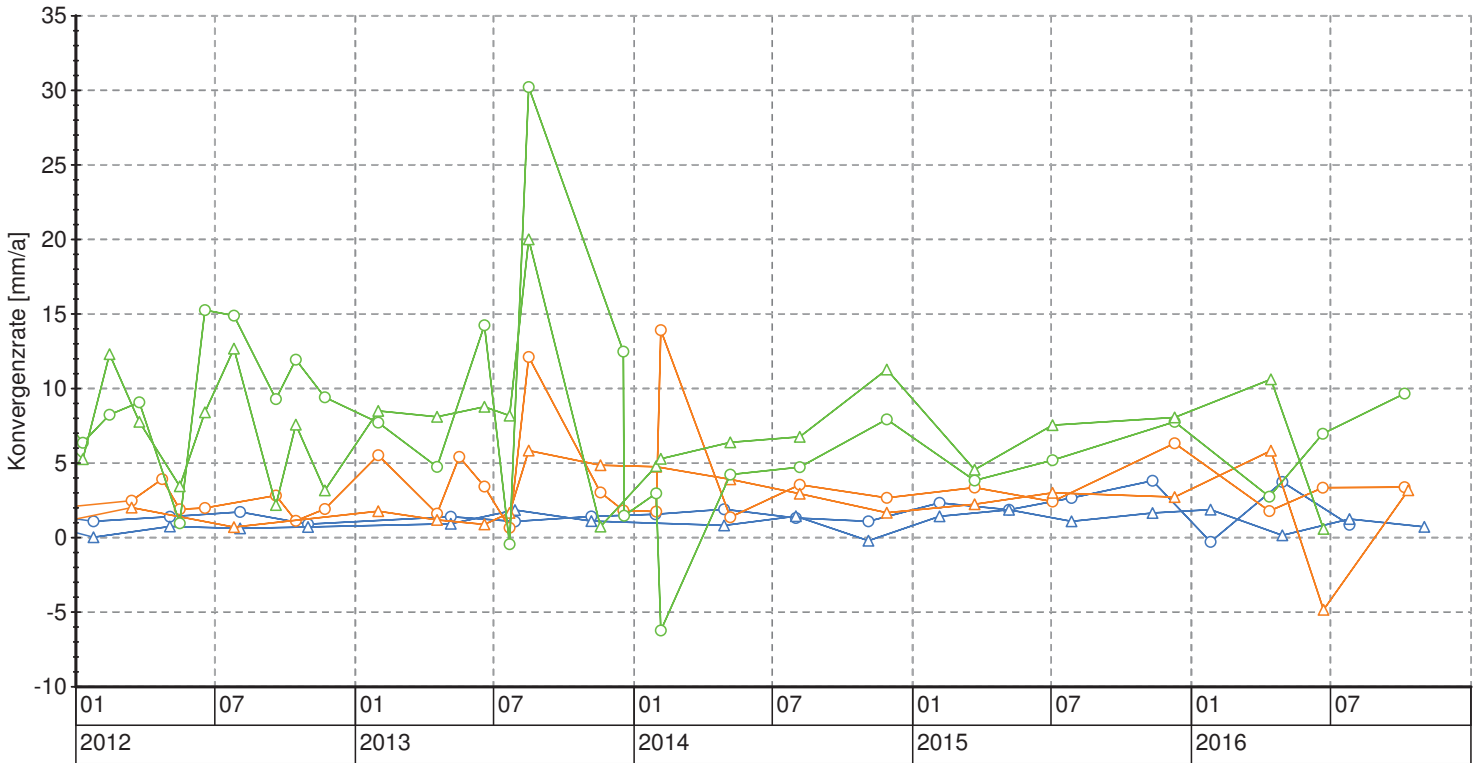


Bild 21: Konvergenzrate Messquerschnitte K014-K017

Bild 22: Konvergenzrate Messquerschnitte K17, K021, K022



Symbol	Messstelle	Messrichtung	Grubenraum	Baufeld	Geologie	Zeitraum
○	K17 H	Horizontal	700- zur 725-m-S	Sattelkern	Na2	01.01.2012 - 26.07.2016
△	K17 V	Vertikal	700- zur 725-m-S	Sattelkern	Na2	01.01.2012 - 01.11.2016
○	K021 H	Horizontal	700- zur 725-m-S	Sattelkern	Na2	01.01.2012 - 06.10.2016
△	K021 V	Vertikal	700- zur 725-m-S	Sattelkern	Na2	01.01.2012 - 11.10.2016
○	K022 H	Horizontal	Bereich Abbau 8 (Na2)	Sattelkern	K2C	01.01.2012 - 06.10.2016
△	K022 V	Vertikal	Bereich Abbau 8 (Na2)	Sattelkern	K2C	01.01.2012 - 22.06.2016

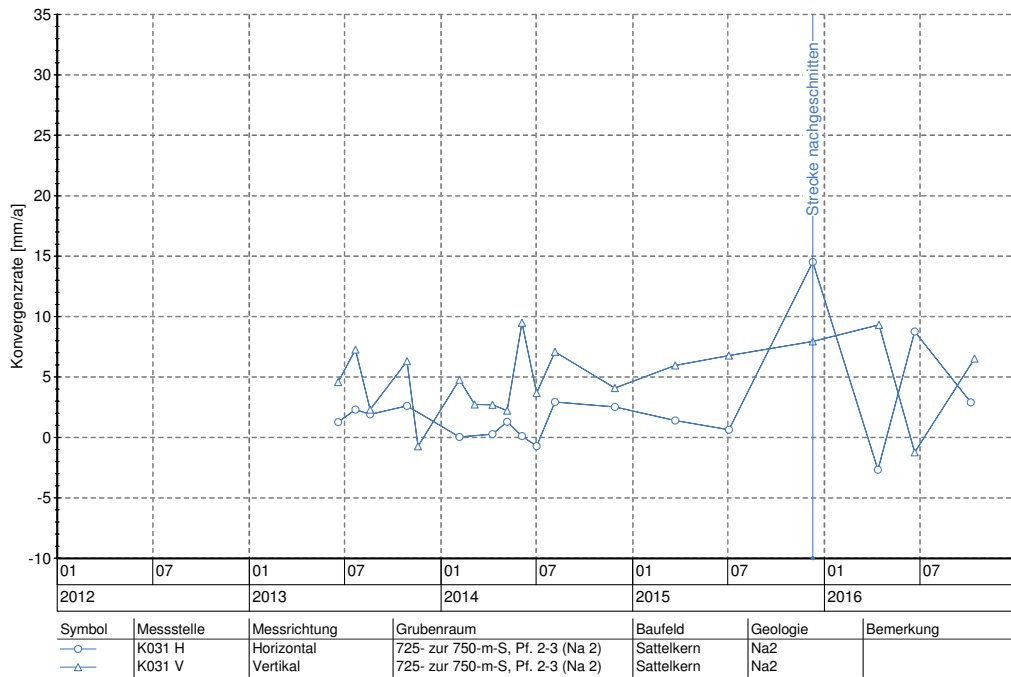


Bild 23: Konvergenzrate Messquerschnitt K031

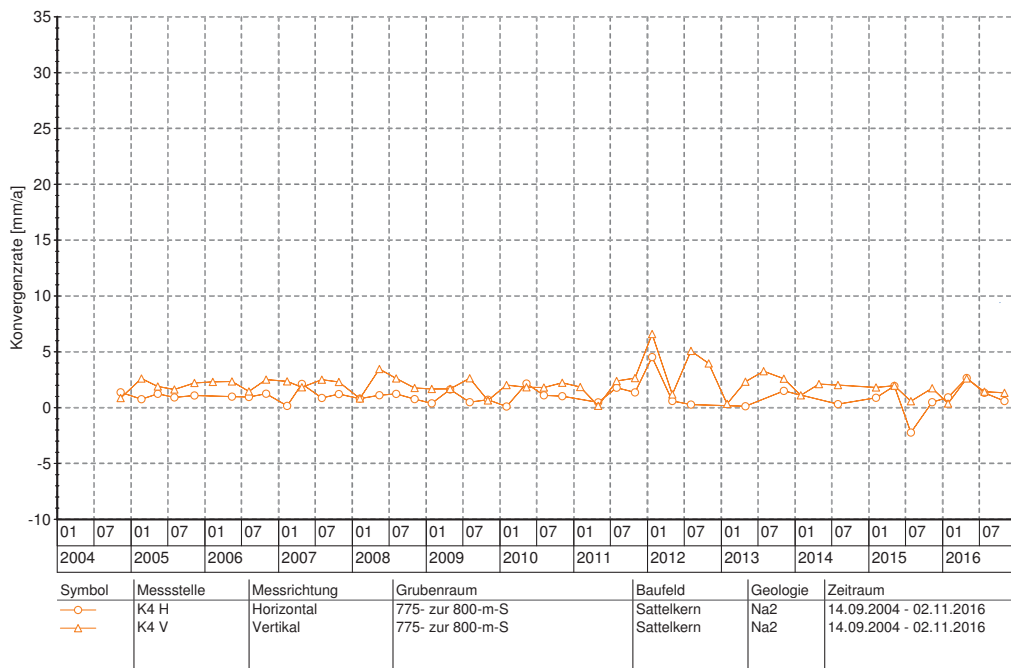
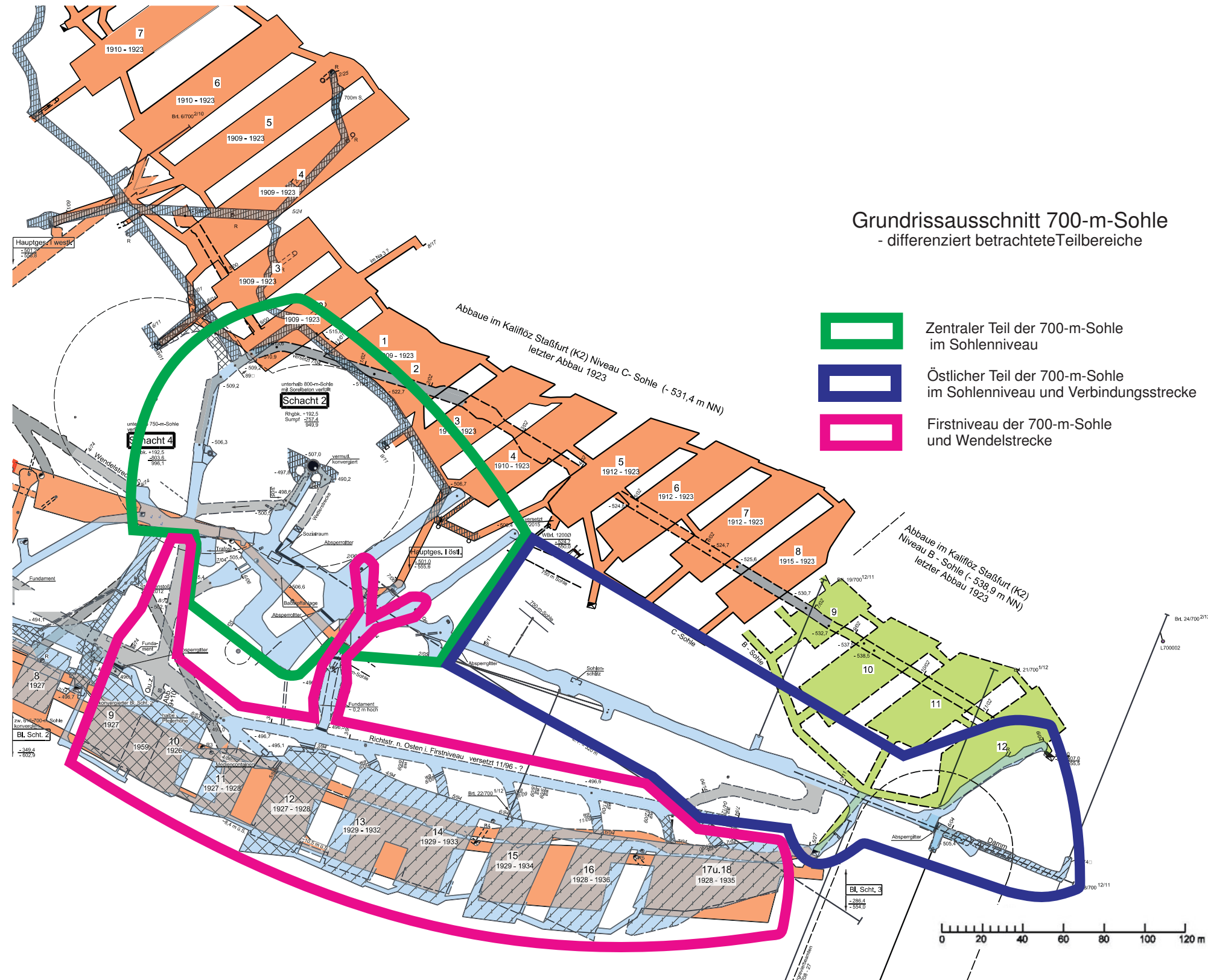


Bild 24: Konvergenzrate Messquerschnitt K045

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NNA	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00

Anhang 12.2: Lage der Monitoring-Teilbereiche



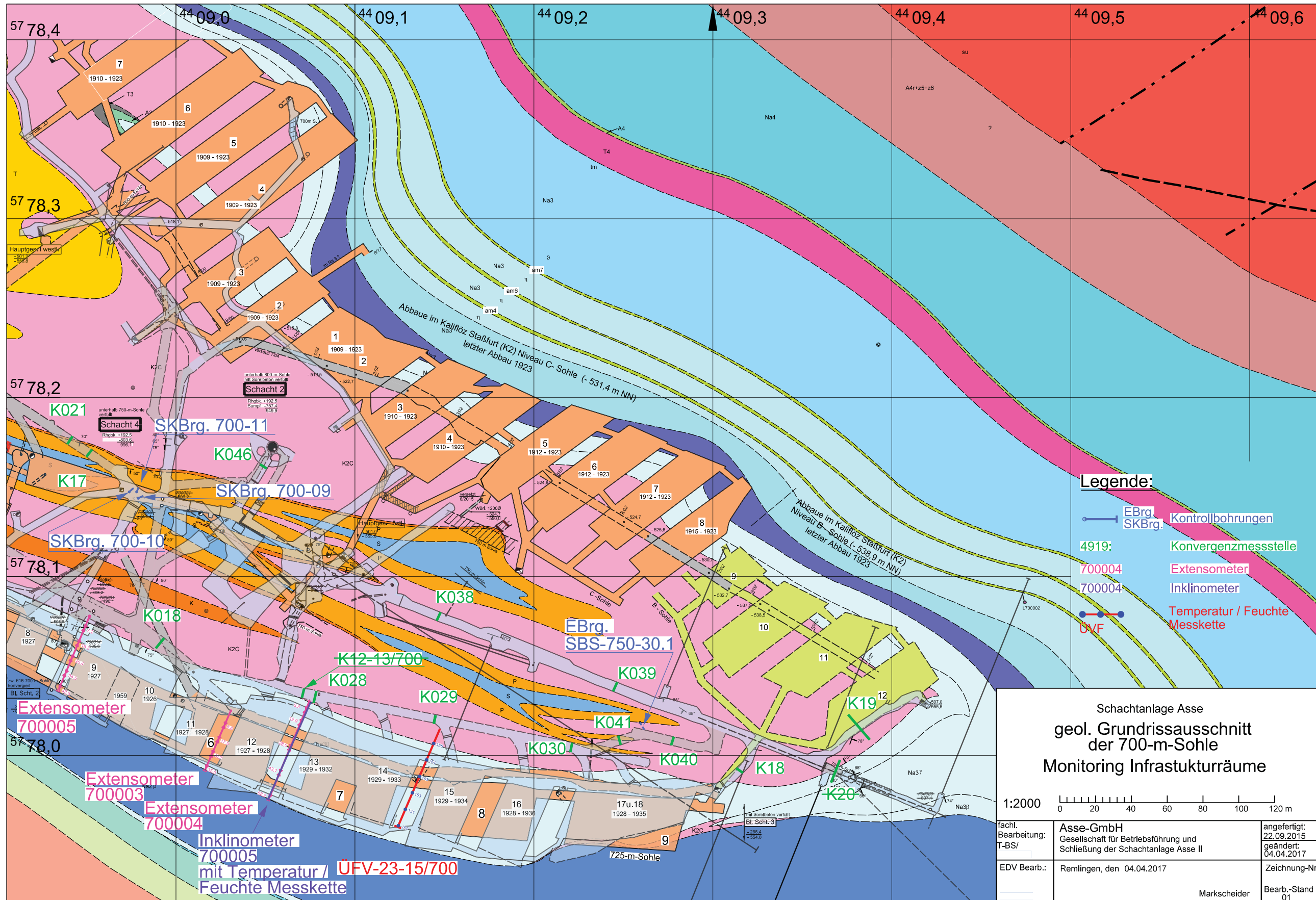
Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00



Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen
 Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung

Blatt: 398

Anhang 12.3: Lage der Kontrollbohrungen und geotechnischen Messstellen



KOM_Textblatt_REV09_Stand-2016-02-01

Anhang 12.5: Ergebnisse der Konvergenzmessungen

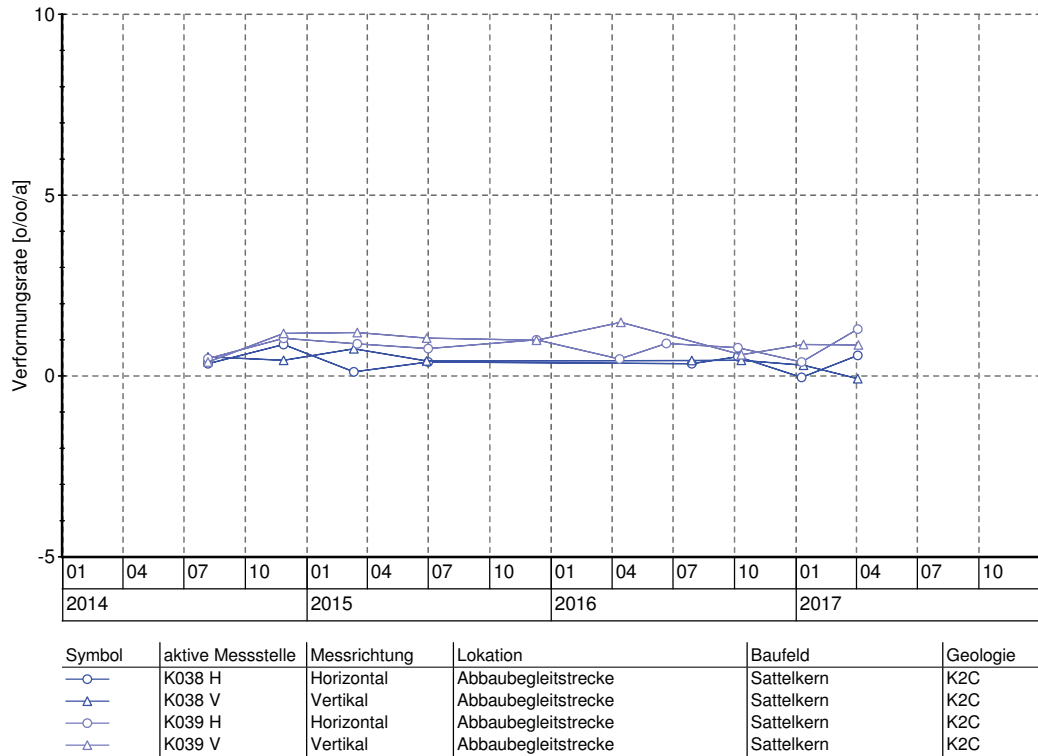


Bild 25: Verformungsraten im Bereich Vahlberger Strecke (Sohlenniveau)

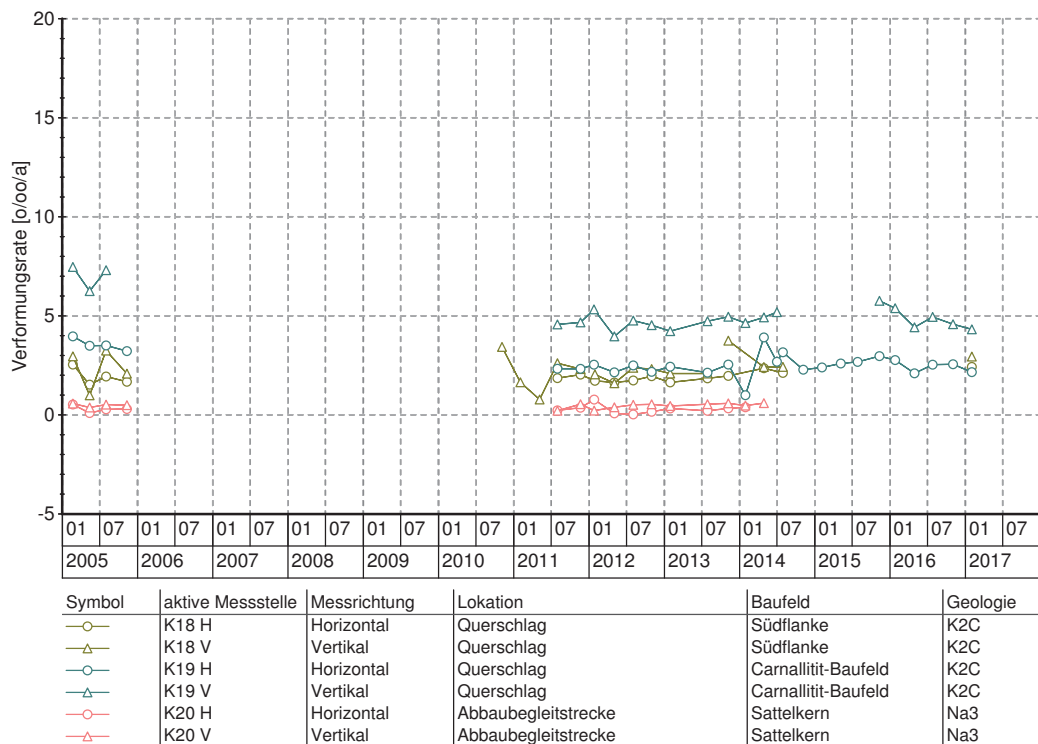


Bild 26: Verformungsraten im östlichen Bereich der 700-m-Sohle (Sohlenniveau)

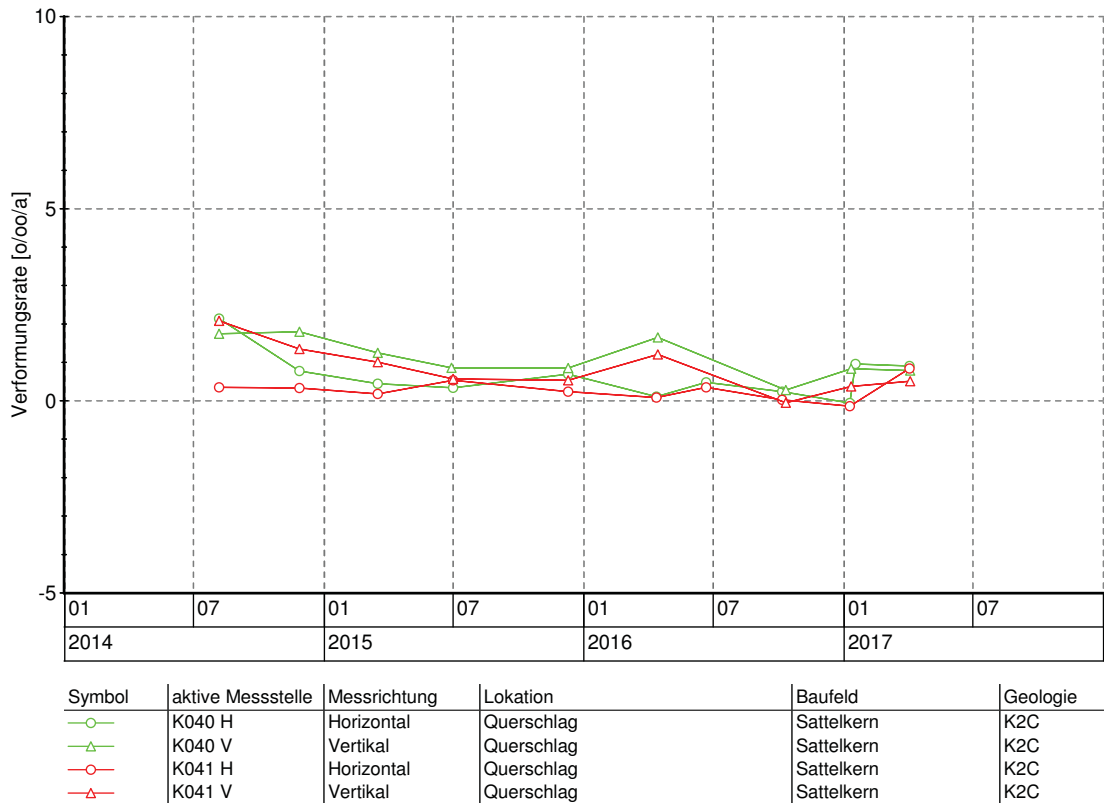


Bild 27: Verformungsdaten im Bereich der Verbindungsstrecke

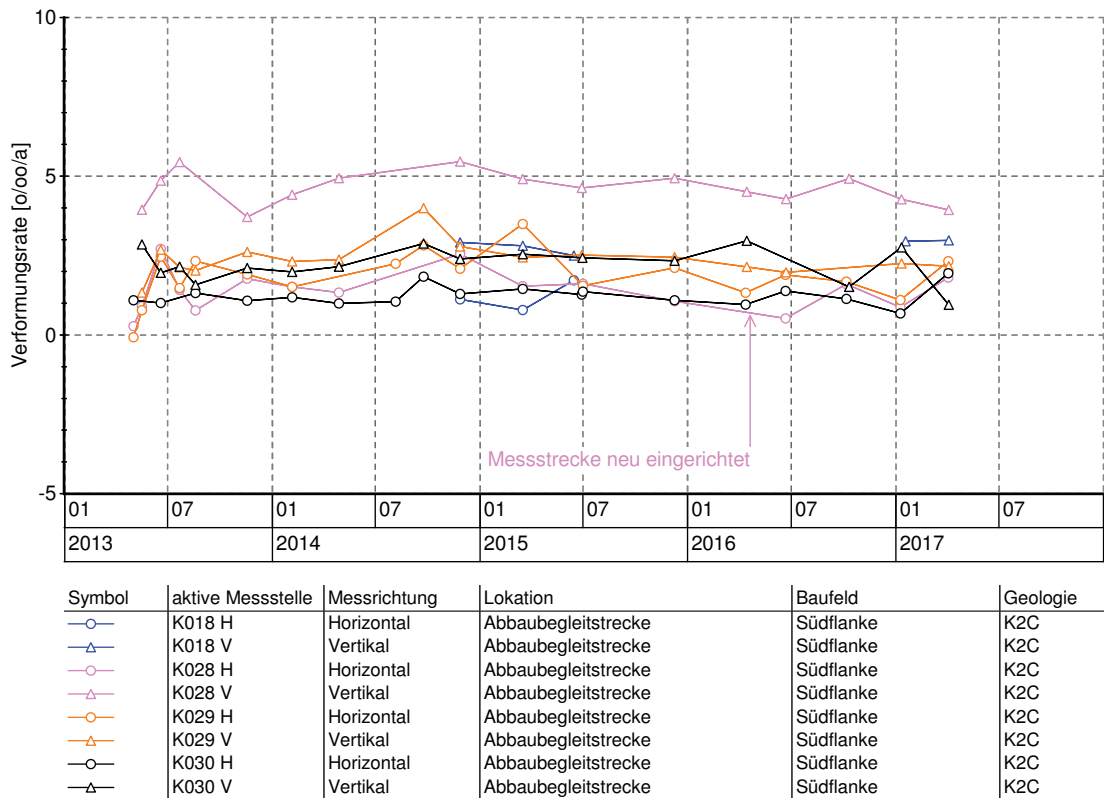
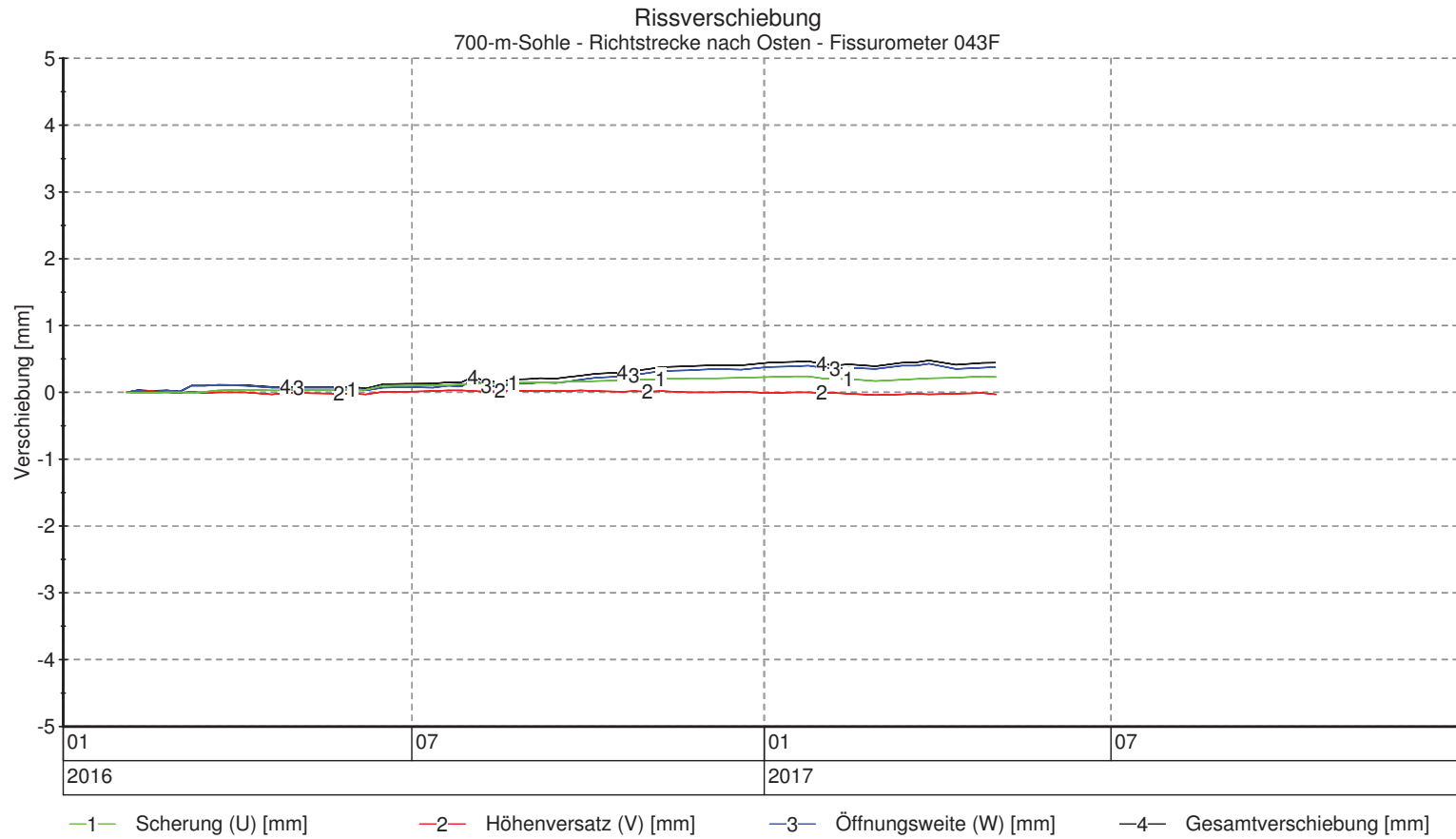


Bild 28: Verformungsdaten im Bereich Richtstrecke nach Osten im Firstniveau



Projekt: Rissbeobachtung im Grubengebäude mittels Fissurometer



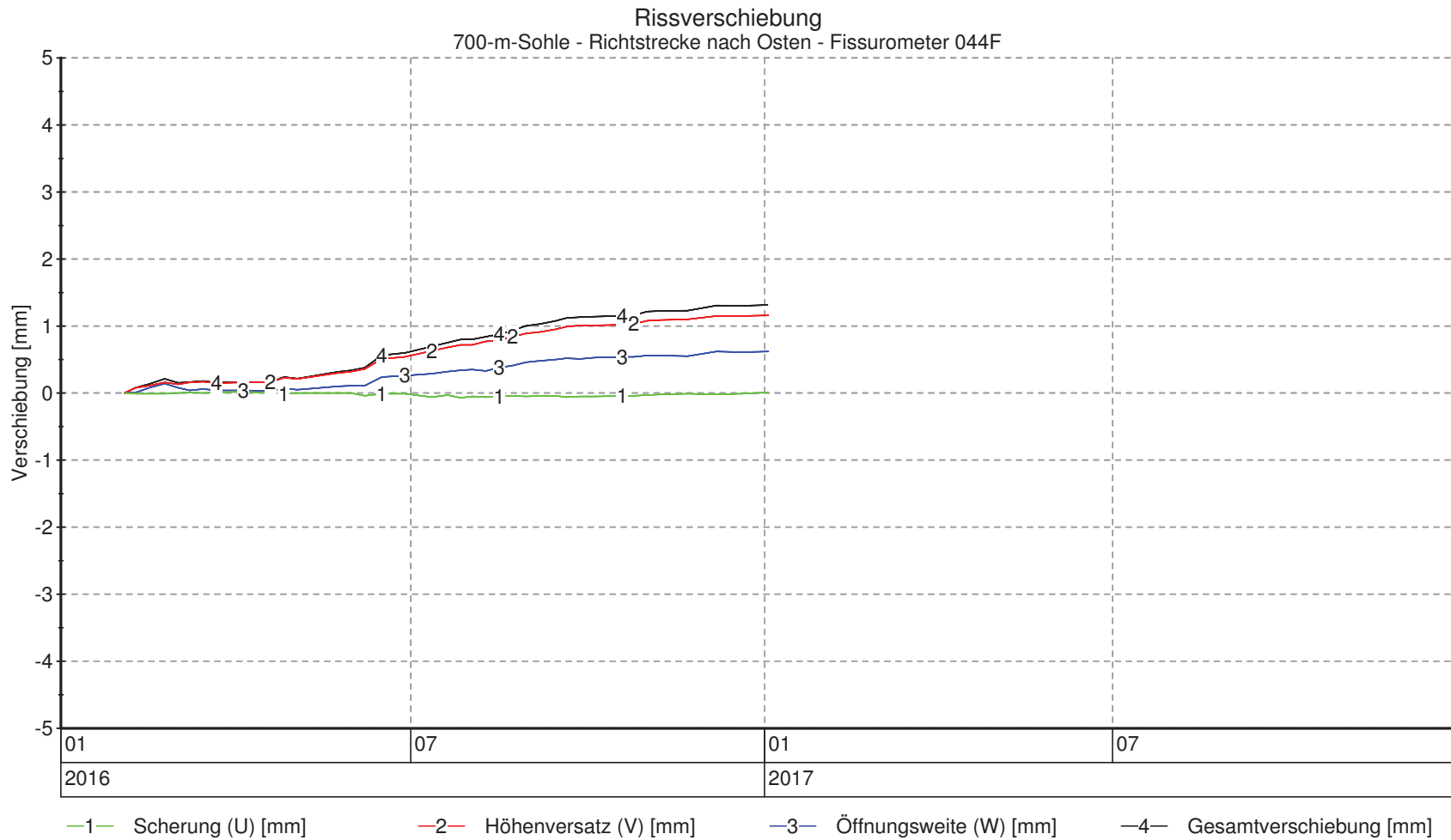
TB-Standortüberwachung
Stand:
Prüfer:
geprüft am: 04.05.2017


Messstelle: 043F
Sohle: 700-m-Sohle
Grubenraum: Richtstrecke nach Osten
Lokation: zwischen Wettertor T4 und T5


Messzeitraum: -
Geologie: Speisesalz
Rechtswert: 44 09016 m Hochwert: 57 78135 m
Höhe: -504,59 mNN
erstellt mit GKSPRO Version 10000.12.73

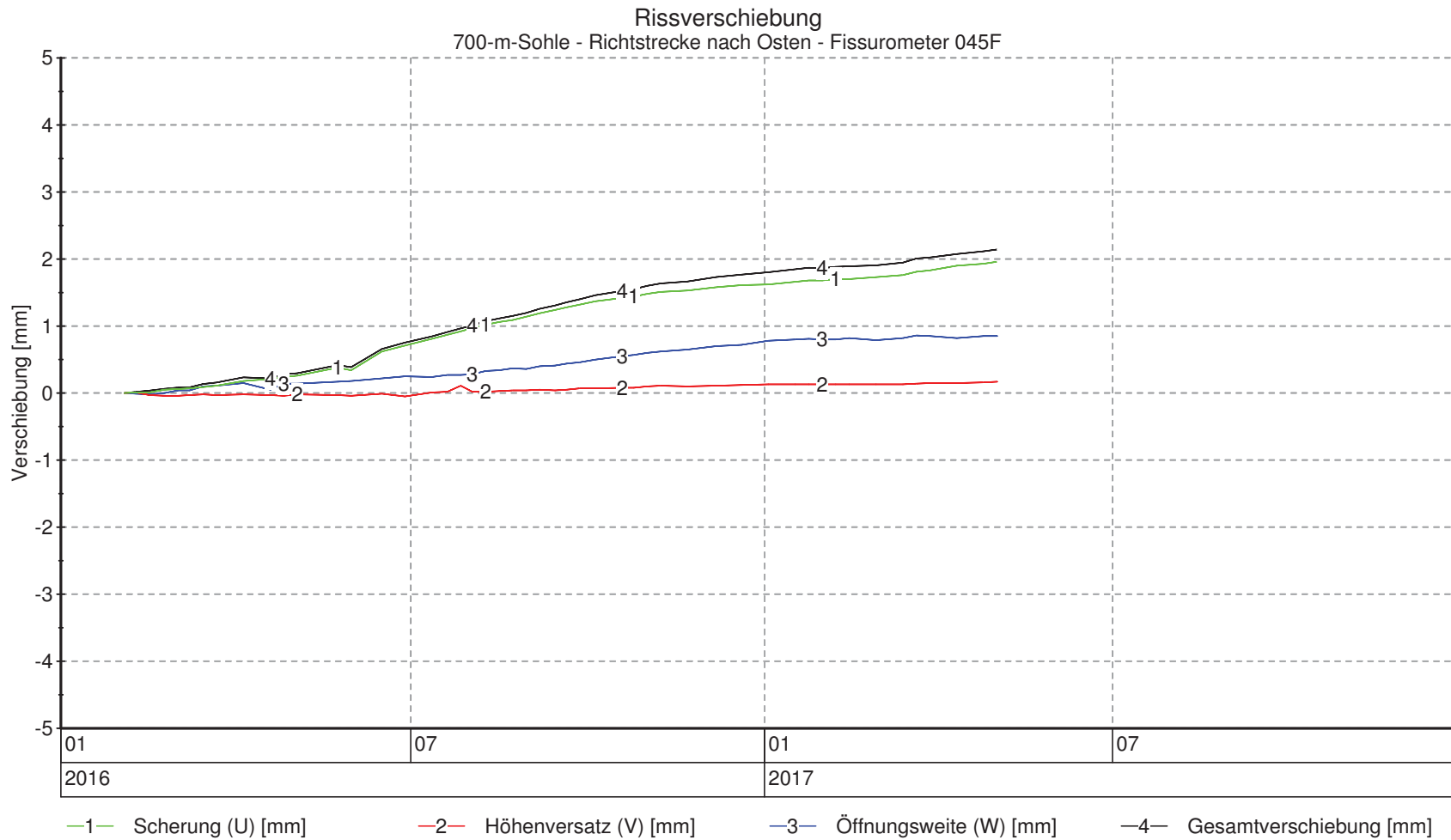
Anhang 12.6: Fissurometermessungen

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NINAA	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung						
Blatt: 402						



Projekt: Rissbeobachtung im Grubengebäude mittels Fissurometer			
	TB-Standortüberwachung Stand: Prüfer: geprüft am: 04.05.2017	Messstelle: 044F Sohle: 700-m-Sohle Grubenraum: Richtstrecke nach Osten Lokation: hinter Wettort T5	Messzeitraum: - Geologie: Speisesalz Rechtswert: 44 09024 m Hochwert: 57 78133 m Höhe: -504,50 mNN <small>erstellt mit GKSpro Version 10000.12.73</small>

Projekt	PSP Element	Thema	NNA	Aufgabe	9A	Lfd. Nr.	Rev.
	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	AA	NNNN	NN
	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung							
Blatt: 403							



Projekt: Rissbeobachtung im Grubengebäude mittels Fissurometer			
<p>ASSE GMBH</p>	TB-Standortüberwachung Stand: Prüfer: geprüft am: 04.05.2017	Messstelle: 045F Sohle: 700-m-Sohle Grubenraum: Richtstrecke nach Osten Lokation: Pfeiler BA20	Messzeitraum: - Geologie: Übergangssalz Rechtswert: 44 09028 m Hochwert: 57 78098 m Höhe: -503,70 mNN erstellt mit GKSpro Version 10000.12.73

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
N/A/A	NNNNNNNNNN	NN/A/ANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung						
Blatt: 404						

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00

Anhang 13: Füllort Schacht 2 auf der 750-m-Sohle

Anhang 13.1: Lage der Beobachtungs- und Messpunkte

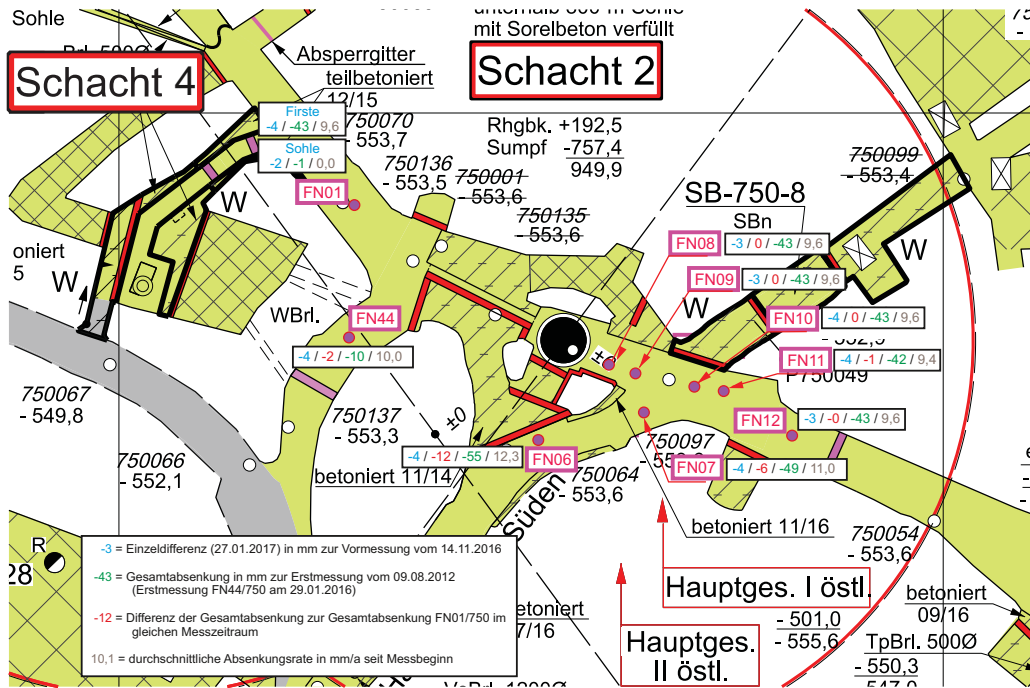


Bild 29: Grundrissausschnitt 750-m-S mit Lage / Senkungsdifferenzen der Firstnivellierungspunkte

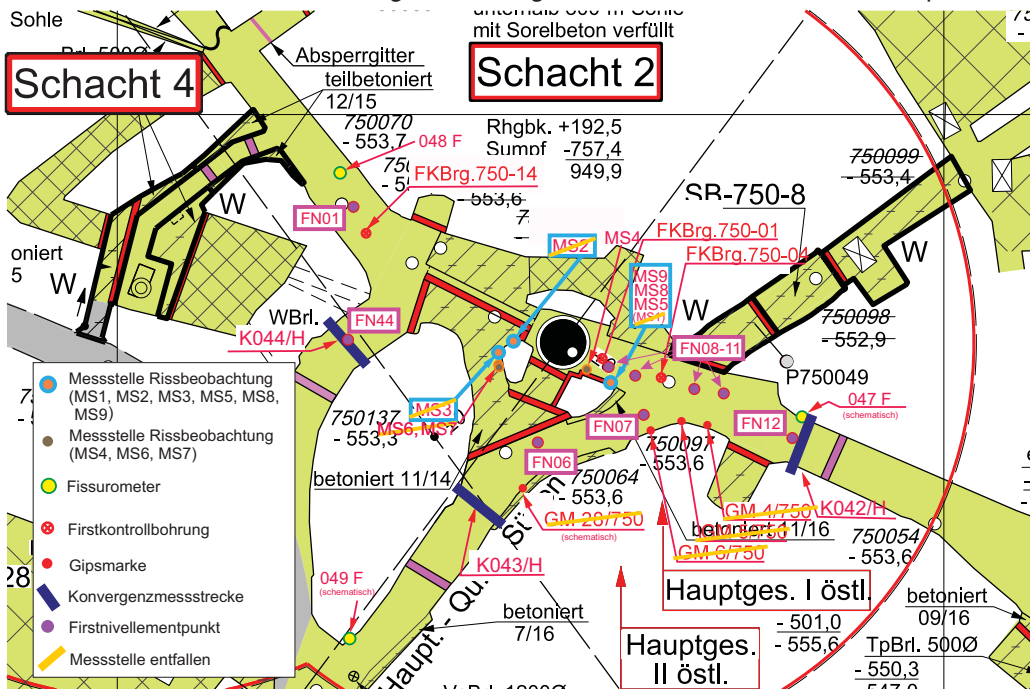



Bild 30: Grundrissausschnitt der 750-m-Sohle der Messbohrungen und -systeme

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	
NNA	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	

Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen
 Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung

Blatt: 406

Anhang 13.2: Ausgewählte Abbildungen der Firstkontrollbohrungen



Bild 31: Spuren des Bohrvorgangs und anhaftendes Bohrmehl (FKBrg.750-01, Tiefe: 1,90 m)



Bild 32: beginnende Ausblühungen in leicht feuchter Bohrlochkontur (FKBrg.750-04, Tiefe: 1,80 m)



Bild 33: Längliche Salzausblüfung und Kali-einsprenglinge (FKBrg.750-04, Tiefe: 6,30 m)



Bild 34: Konturausbruch mit Bohrmehlansammlungen (FKBrg.750-14, Tiefe: 2,10 m)



Bild 35: Spuren des Bohrvorgangs und anhaftendes Bohrmehl (FKBrg.750-14, Tiefe: 3,50 m)



Bild 36: Salzausblühungen in feuchter Bohrlochkontur (FKBrg.750-14, Tiefe: 4,40 m)

Anhang 13.3: Ergebnisse der Rissbeobachtungen und Konvergenzmessungen

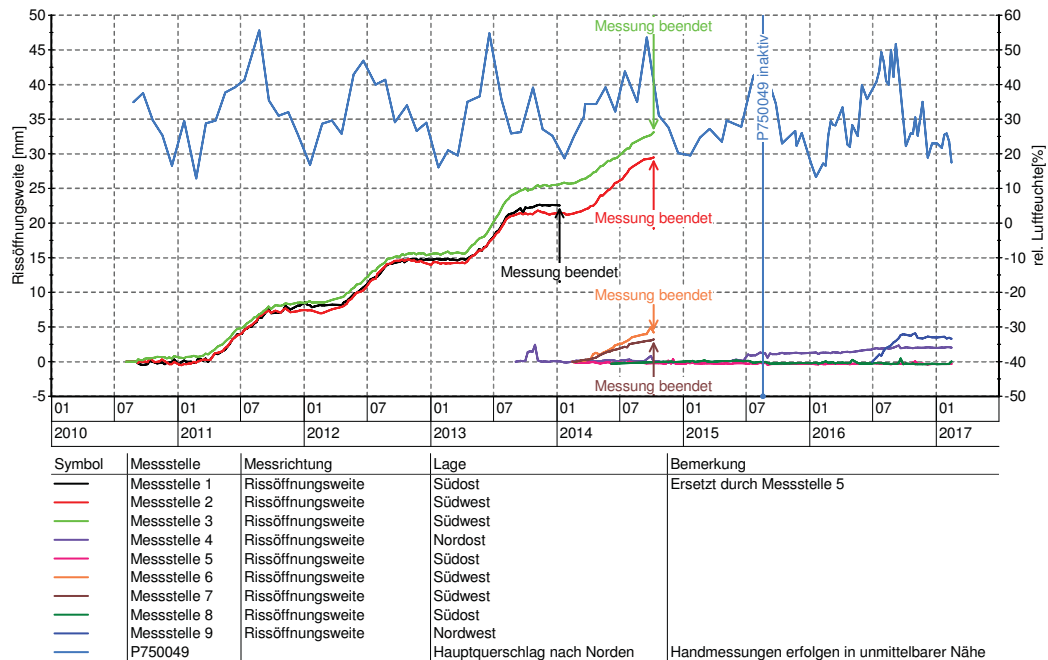
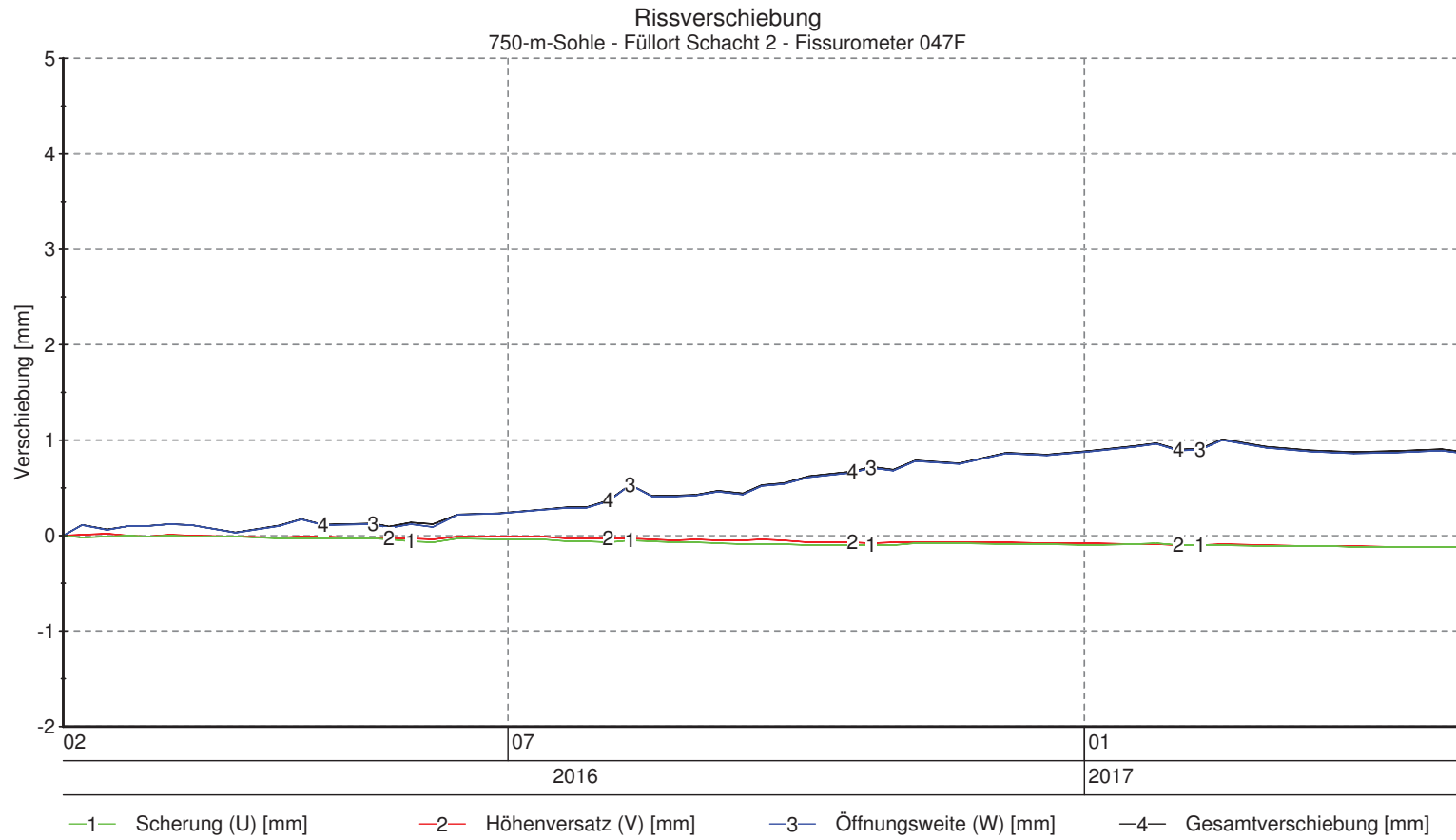


Bild 37: Rissbeobachtungen an den Messstellen 1–8 mit Abgleich der rel. Luftfeuchte



Bild 38: Ergebnisse der Konvergenzmessungen



Projekt: Rissbeobachtung im Grubengebäude mittels Fissurometer



TB-Standortüberwachung
Stand:
Prüfer:
geprüft am: 04.05.2017

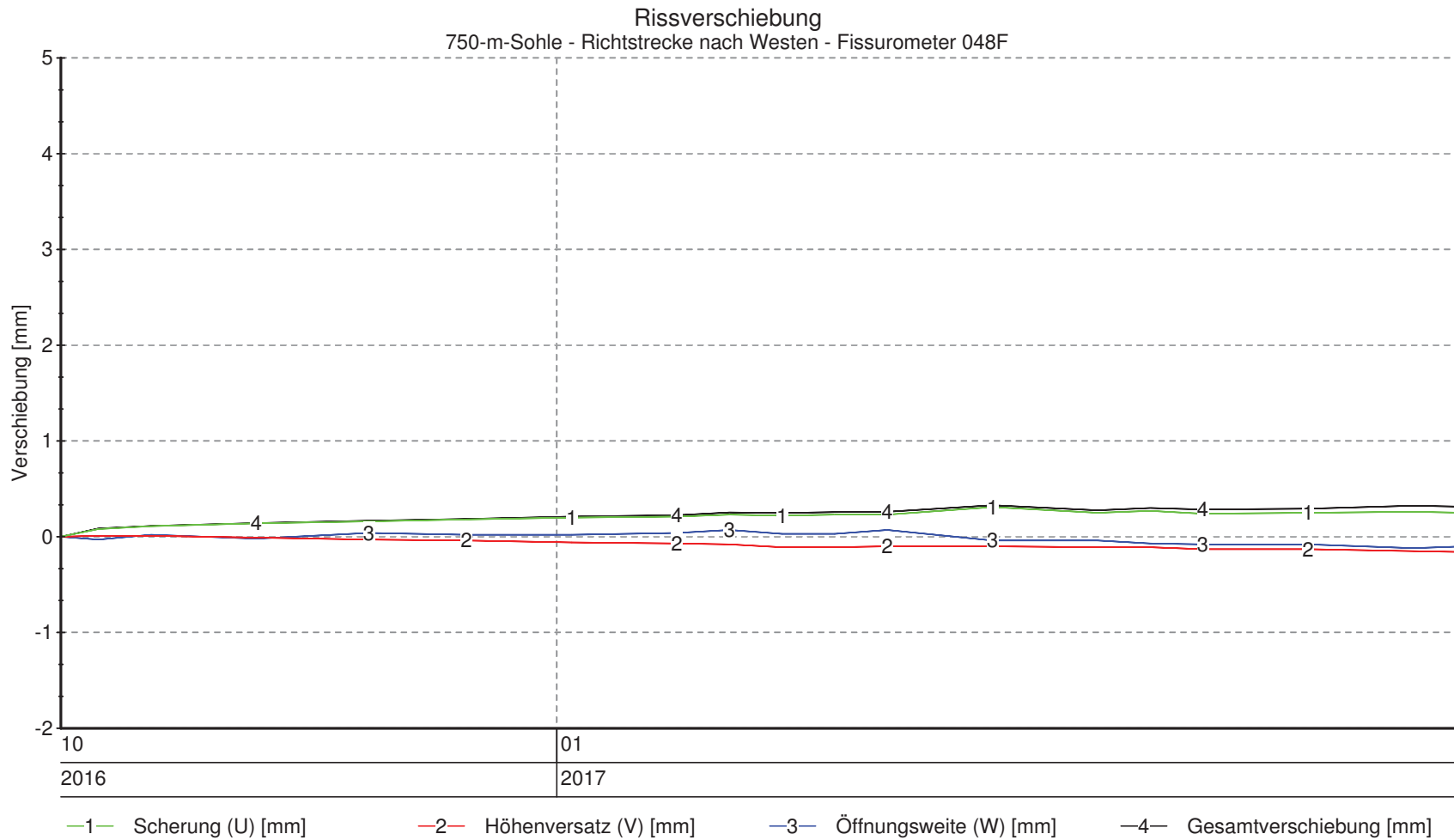
Messstelle: 047F
Sohle: 750-m-Sohle
Grubenraum: Füllort Schacht 2
Lokation: Nordstoß vor Wettertor

Messzeitraum: -
Geologie: Leine Steinsalz
Rechtswert: 44 09082 m Hochwert: 57 78162 m
Höhe: -551,56 mNN
erstellt mit GKSPRO Version 10000.12.73

Anhang 13.4: Fissurometermessungen

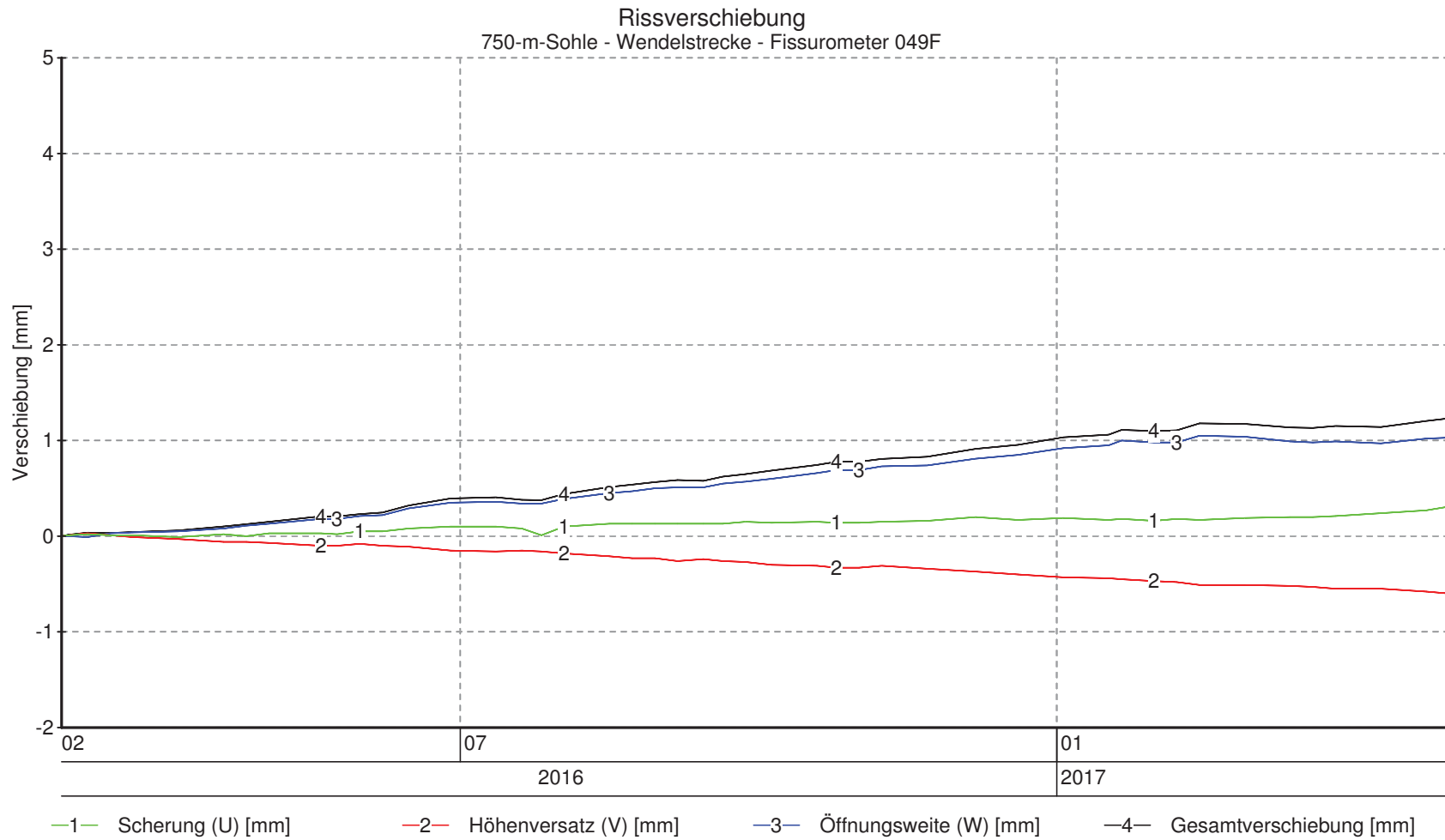
Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NINAA	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen						
Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung						
						Blatt: 408





Projekt: Rissbeobachtung im Grubengebäude mittels Fissurometer			
 <p>ASSE GMBH Verantwortlich handeln</p>	TB-Standortüberwachung Stand: Prüfer: geprüft am: 04.05.2017	Messstelle: 048F Sohle: 750-m-Sohle Grubenraum: Richtstrecke nach Westen Lokation: nördliche Richtstrecke n. Westen	Messzeitraum: - Geologie: <&Geologie> Rechtswert: 44 09027 m Hochwert: 57 78192 m Höhe: -549.85 mNN erstellt mit GKSpro Version 10000.12.73

Projekt	PSP Element	Thema	NNA	Aufgabe	NNAANN	Ud. Nr.	Rev.
9A	64300000	GMÜ	AA	BT	AA	0013	00
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung							
Blatt: 409							



Projekt: Rissbeobachtung im Grubengebäude mittels Fissurometer			
	TB-Standortüberwachung	Messstelle: 049F	Messzeitraum: -
	Stand:	Sohle: 750-m-Sohle	Geologie: Übergangssalz
Prüfer:	Grubenraum: Wendelstrecke	Rechtswert: 44 09028 m	Hochwert: 57 78136 m
geprüft am: 04.05.2017	Lokation: Hauptquerschlag nach Süden, Wendelfußße:	-552,26 mNN	
erstellt mit GKSPRO Version 10000.12.73			

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
N/A/A	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung						
Blatt: 410						

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00

Anhang 14: Nördliche und 2. nördliche Richtstrecke nach Osten auf der 750-m-Sohle

Anhang 14.1: Grundrissausschnitt der 750-m-Sohle mit Lage der Messbohrungen und Messsysteme

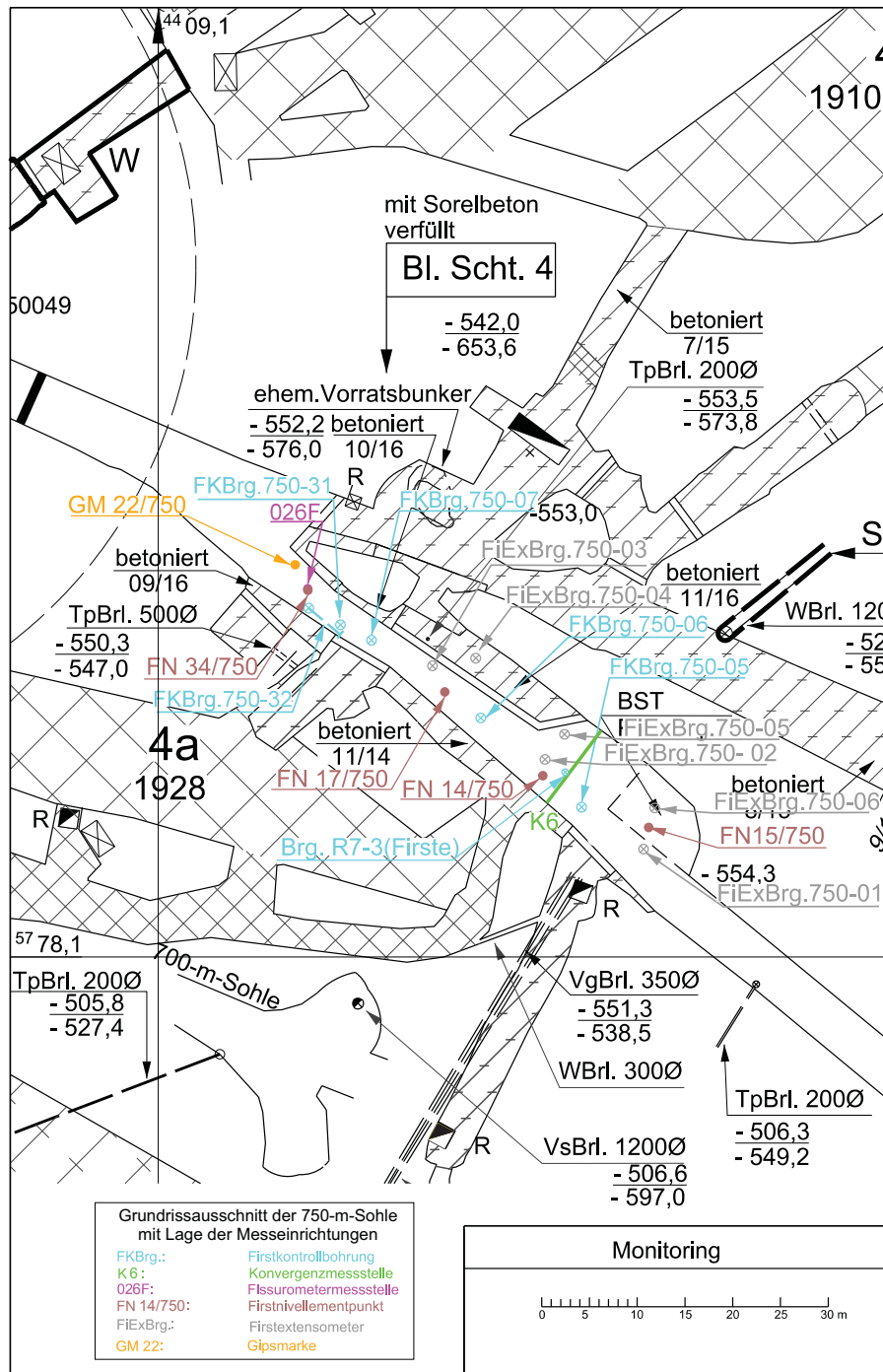


Bild 39: Lage der Firstkontroll-, Erkundungs- und First-Extensometerbohrungen, Firstextensometer, Fissurometer, Firstnivellementpunkte, Gipsmarken und Konvergenzmessstrecken

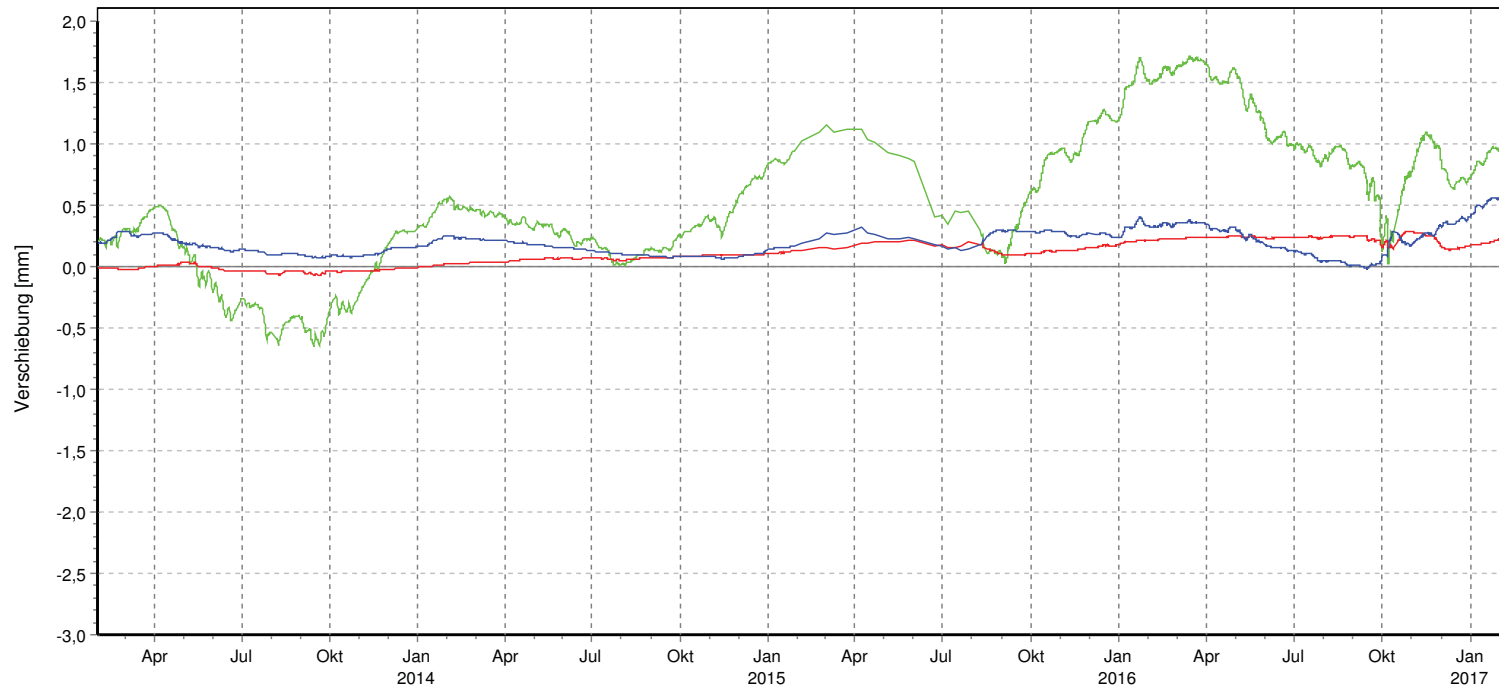


TB Standortüberwachung
Am Walde 2
D- 38319 Remlingen

Fissurometer 026F
750-m-Sohle, nördliche Richtstrecke n. Osten

Datum: 27.02.2017
Seite: 1
Anlage: GLA 8.8.1
Prog.:
Stand: 30.11.2015
Ausw.: Fiss 026 Rechenwert alle

Projekt: 750-m-S nördl. RS n. E

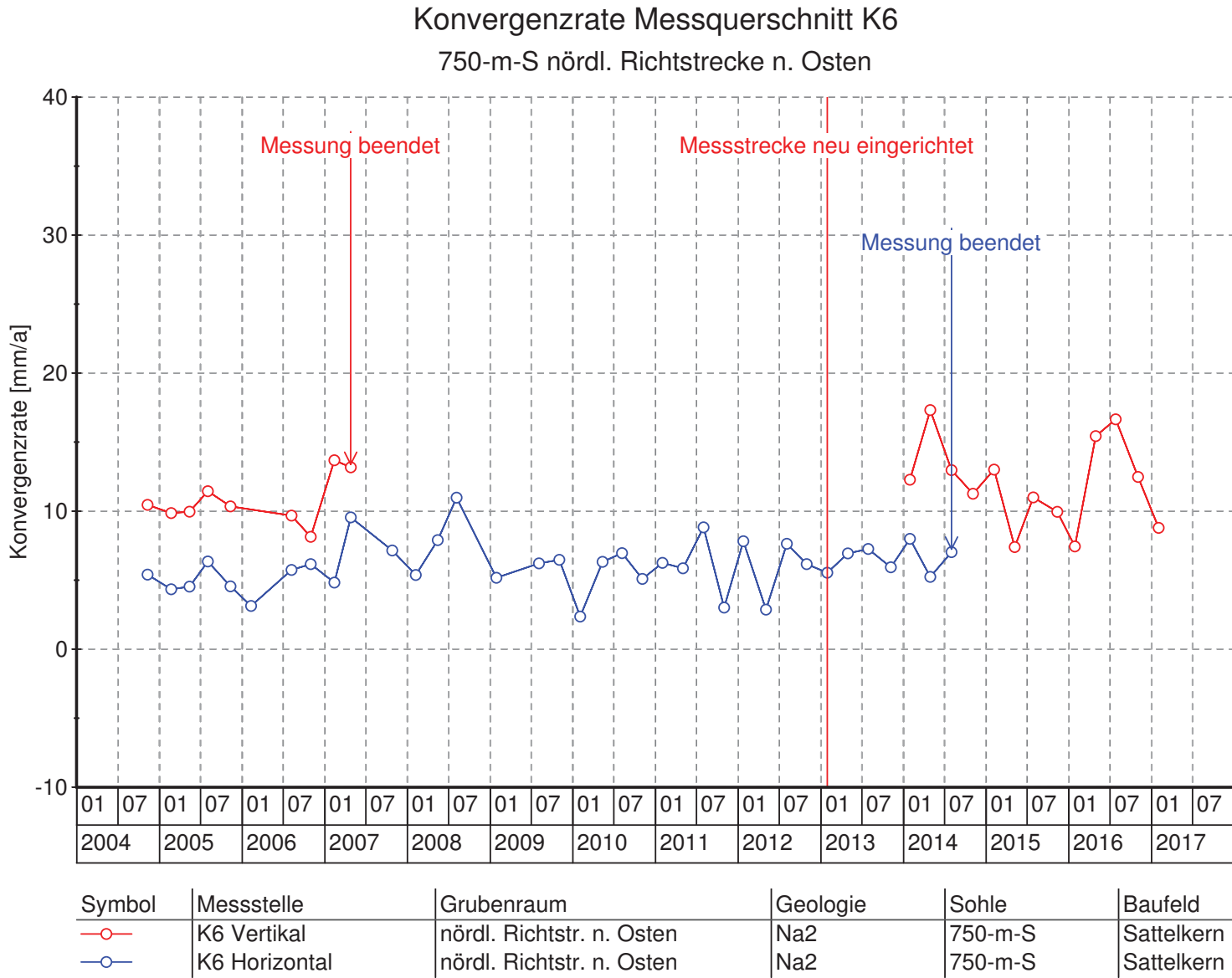


Kurve	Messstelle	Messart	Einbautiefe	Messrichtung	Richt./Neigung	Höhe	Zeitraum
—	MCC12000183\18	Fissurometer	Firste	Öffnungsweite	—	-549,87 mNN	01.02.13 00:00:00 - 16.02.17 10:00:00
—	MCC12000183\19	Fissurometer	Firste	Höhenversatz	—	-549,87 mNN	01.02.13 00:00:00 - 16.02.17 10:00:00
—	MCC12000183\20	Fissurometer	Firste	Scherung	—	-549,87 mNN	01.02.13 00:00:00 - 16.02.17 10:00:00

Anhang 14.2: Ergebnisse der Fissurometermessungen


Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
N/A/A	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung						
Blatt: 412						

Bild 41 : Konvergenzrate Messquerschnitt K6



Anhang 14.3: Konvergenzmessungen

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
N/A/A	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung						
Blatt: 413						 <small>ASSE</small> <small>Geotechnische Standortüberwachung</small>

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	
NNA	NNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung							Blatt: 414

Anhang 14.4: Ergebnisse der Videoinspektion in den Firstkontrollbohrungen

Firstkontrollbohrung FKBrG. 750-31



Bild 42: FKBrG. 750-31 – Position bei ca. 2,24 m
Öffnungsweite ca. 4 mm




Bild 43: FKBrG. 750-31 – Position bei ca. 2,45 m
Übergang Steinsalz–Sorelbeton Öffnungsweite ca. 4 mm



Bild 44: FKBrG. 750-31 – Position bei ca. 4,6 m
Übergang Sorelbeton–Steinsalz mit Firstspalt, Öffnungsweite ca. 8 mm



Bild 45: FKBrG. 750-31 – Position bei ca. 4,63 m
Öffnungsweite ca. 1-2 mm

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AA	AA	NNNN	NN	
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung							Blatt: 415

Firstkontrollbohrung FKBrG. 750-32



Bild 46: FKBrG. 750-32 – Position bei 4,1 m
Aufgeloekterter Bereich bis 4,5 m



Bild 47: FKBrG. 750-32 – Position bei 4,5 m
Übergang Steinsalz–Sorelbeton



Bild 48: FKBrG. 750-32 – Position bei 7,2 m
kraftschlüssiger Übergang Sorelbeton–
Steinsalz

Anhang 14.5: Zeitreihen der Firstextensometer- und Temperaturmessungen

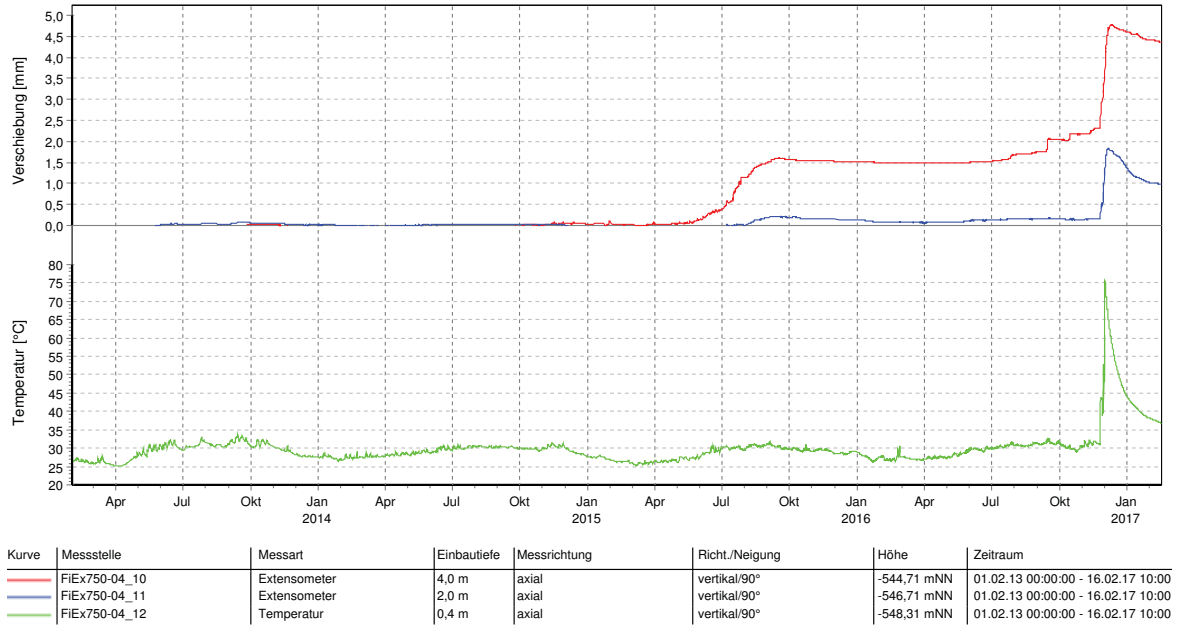


Bild 49: Zeitreihen der Extensometer- und Temperaturmessungen in der Bohrung FiEx750-04

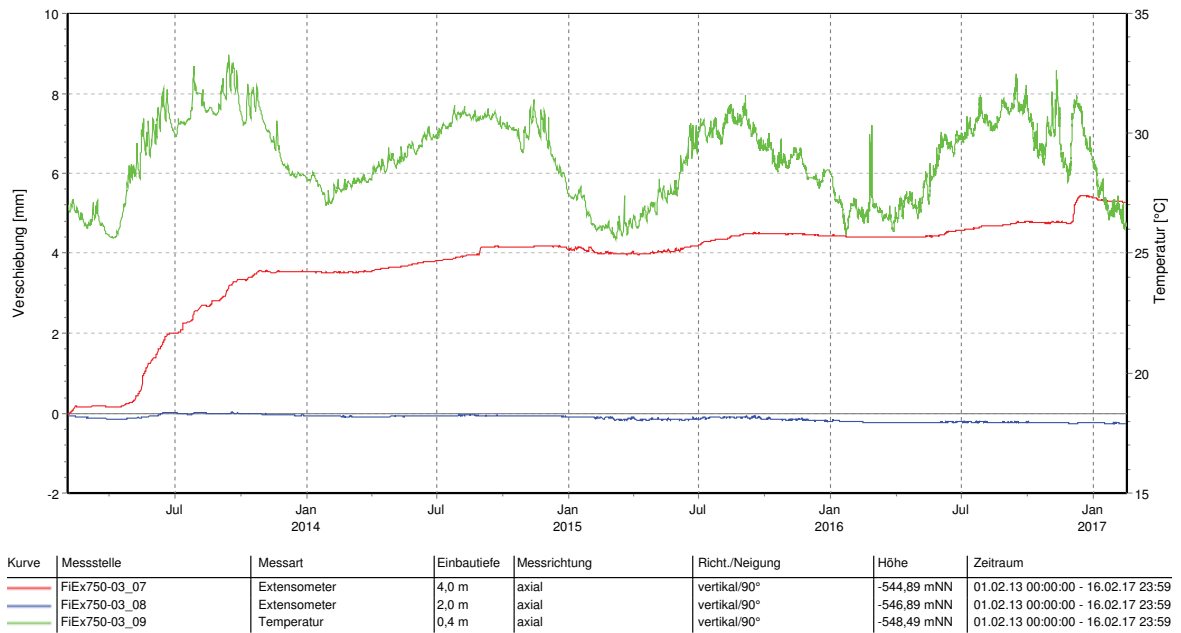


Bild 50: Zeitreihen der Extensometer- und Temperaturmessungen in der Bohrung FiEx750-03

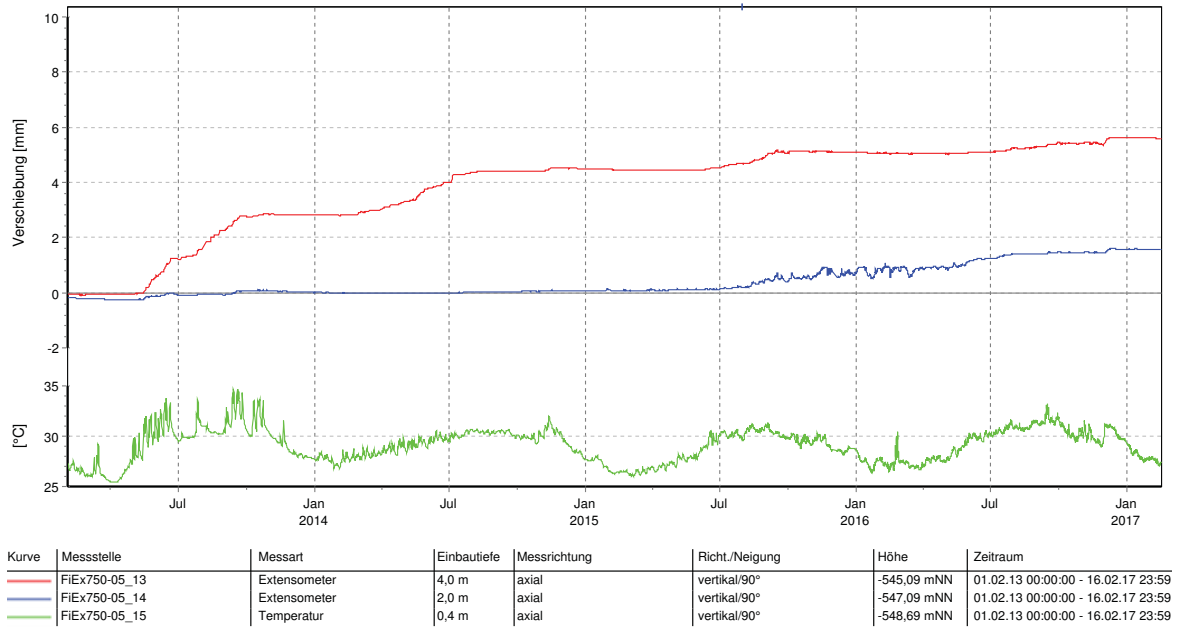


Bild 51: Zeitreihen der Extensometer- und Temperaturmessungen in der Bohrung FiEx750-05

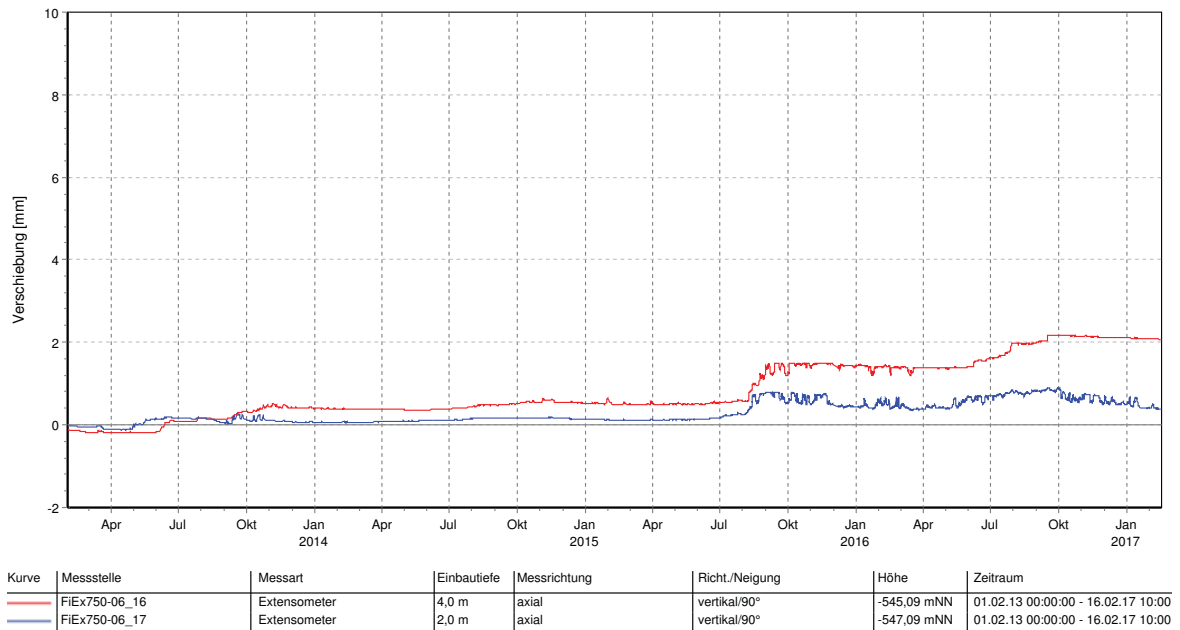
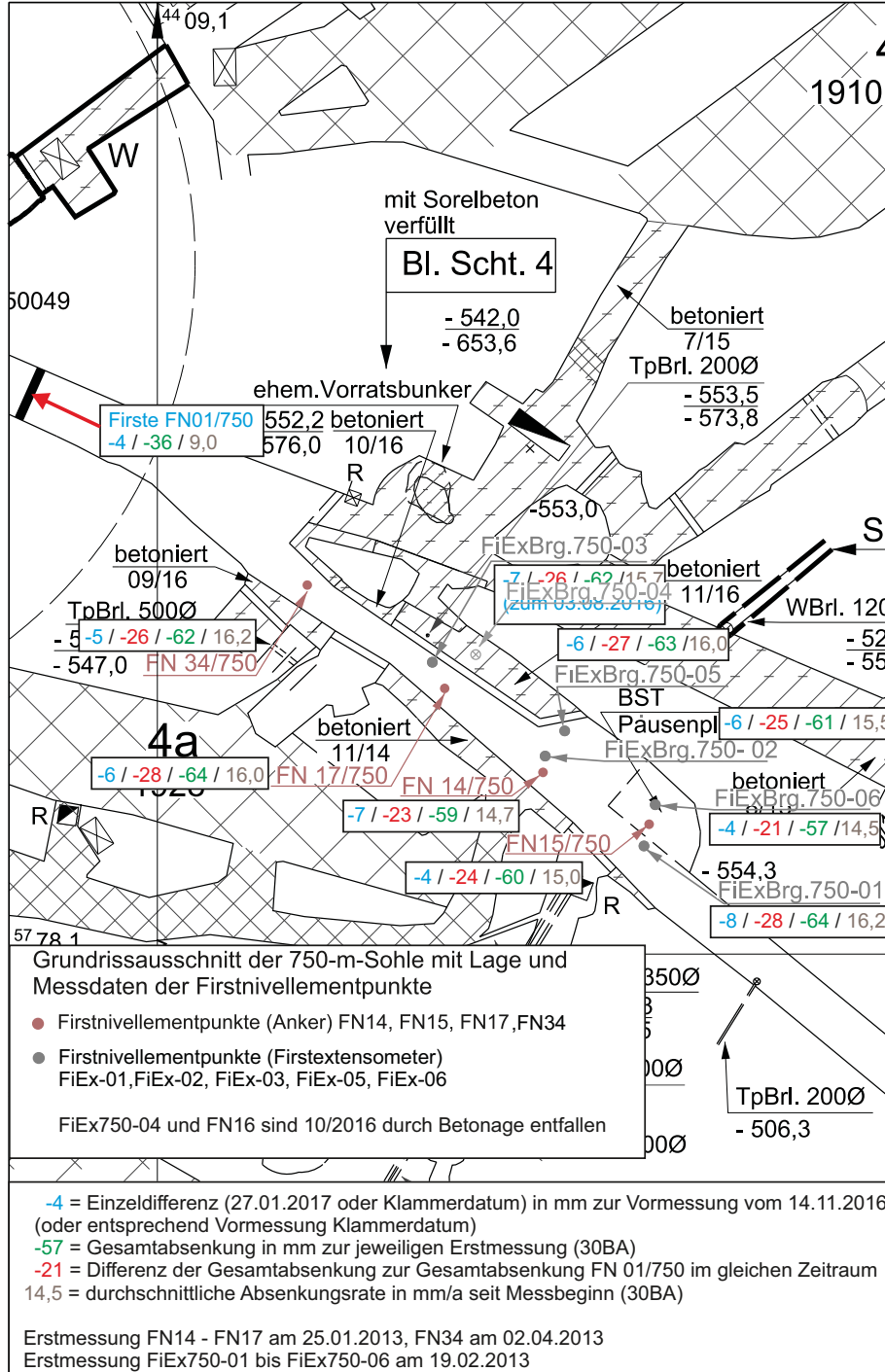
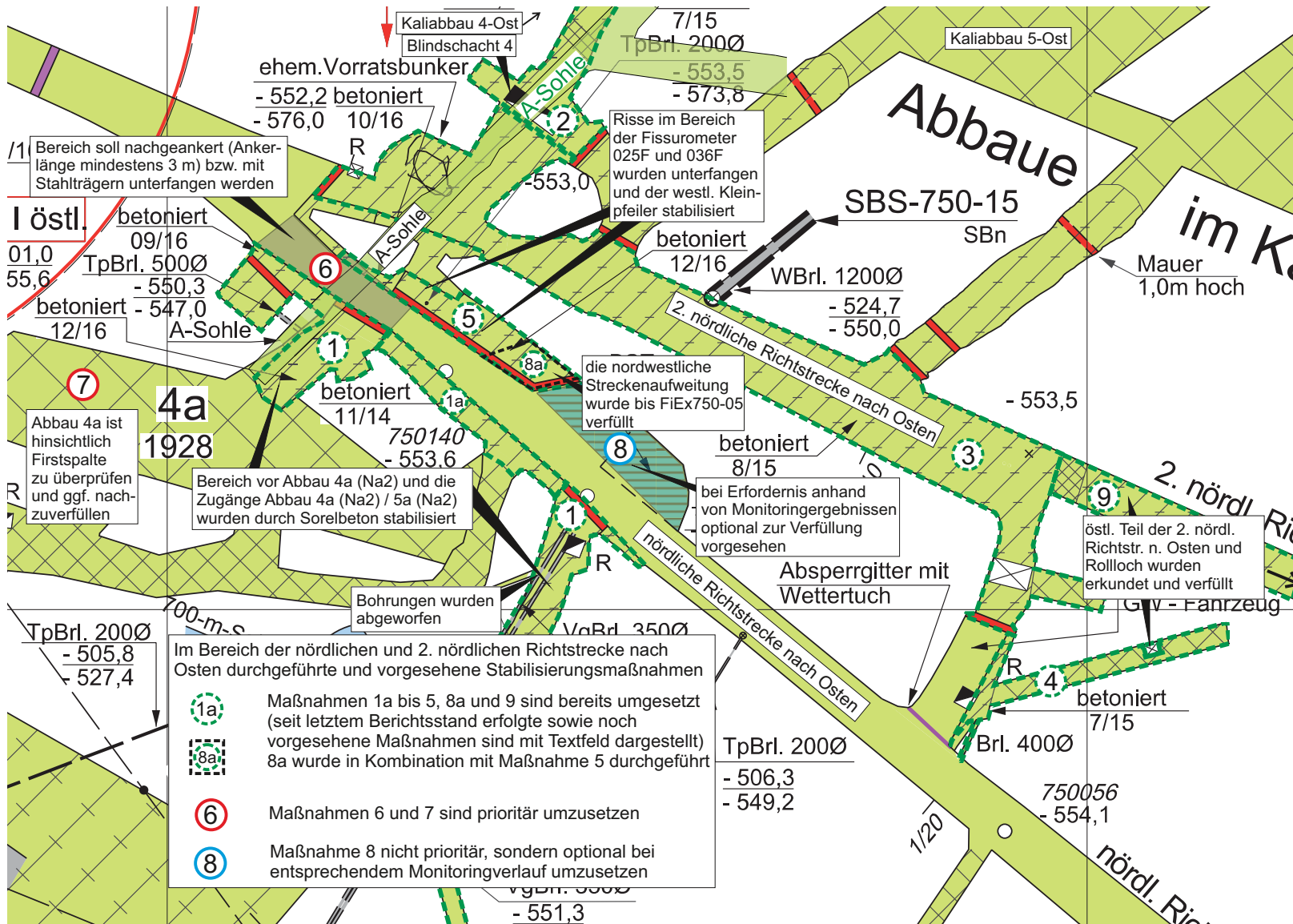


Bild 52: Zeitreihen der Extensometermessungen in der Bohrung FiEx750-06

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NNA	NNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00

Anhang 14.6: Firstnivellement





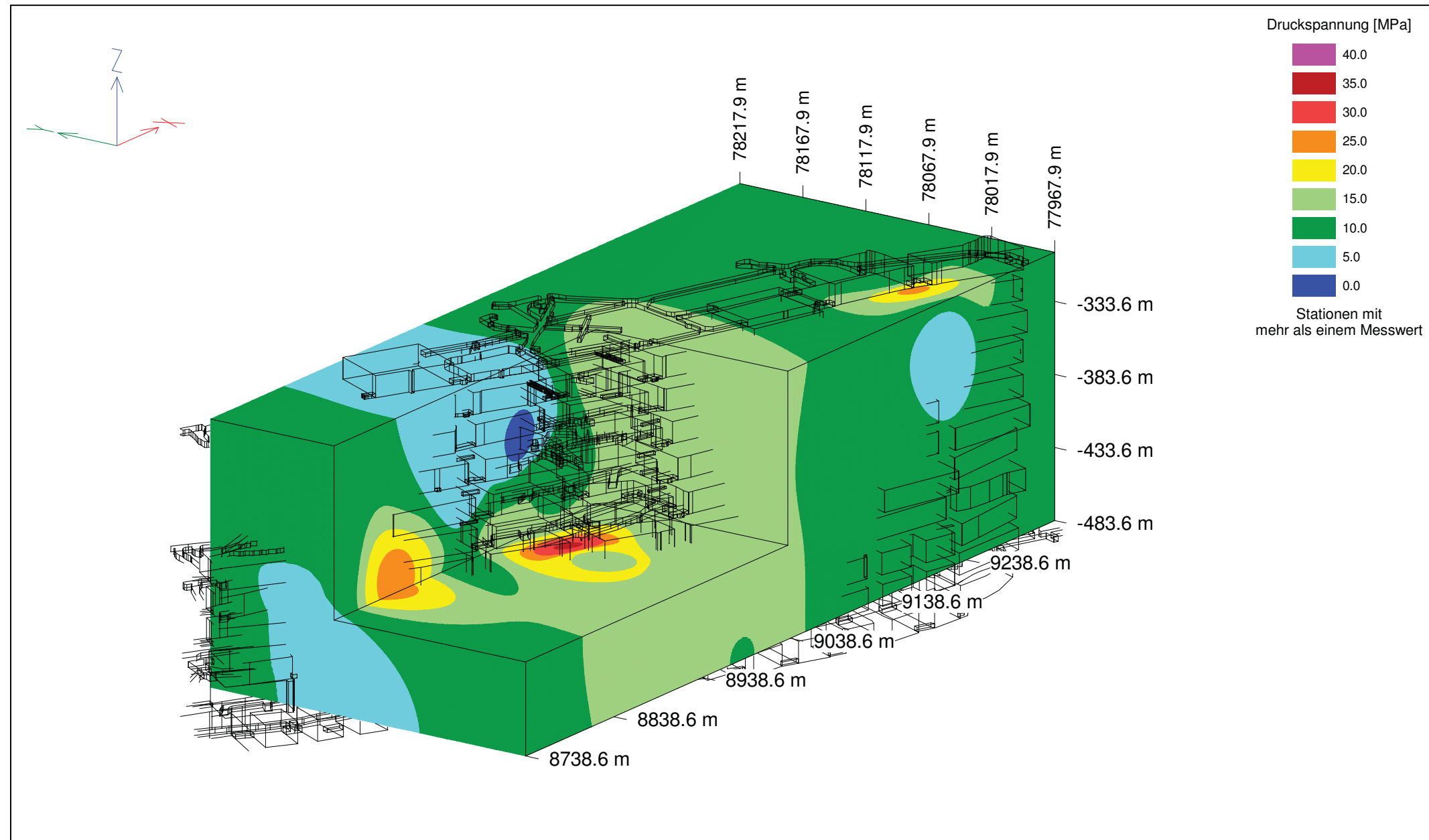
Anhang 14.7: Empfohlene sowie bereits umgesetzte Stabilisierungsmaßnahmen

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NINAA	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen						
Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung						
						Blatt: 419

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00

Anhang 15: Tabellarische Übersichten der Spannungswerte und Richtungen

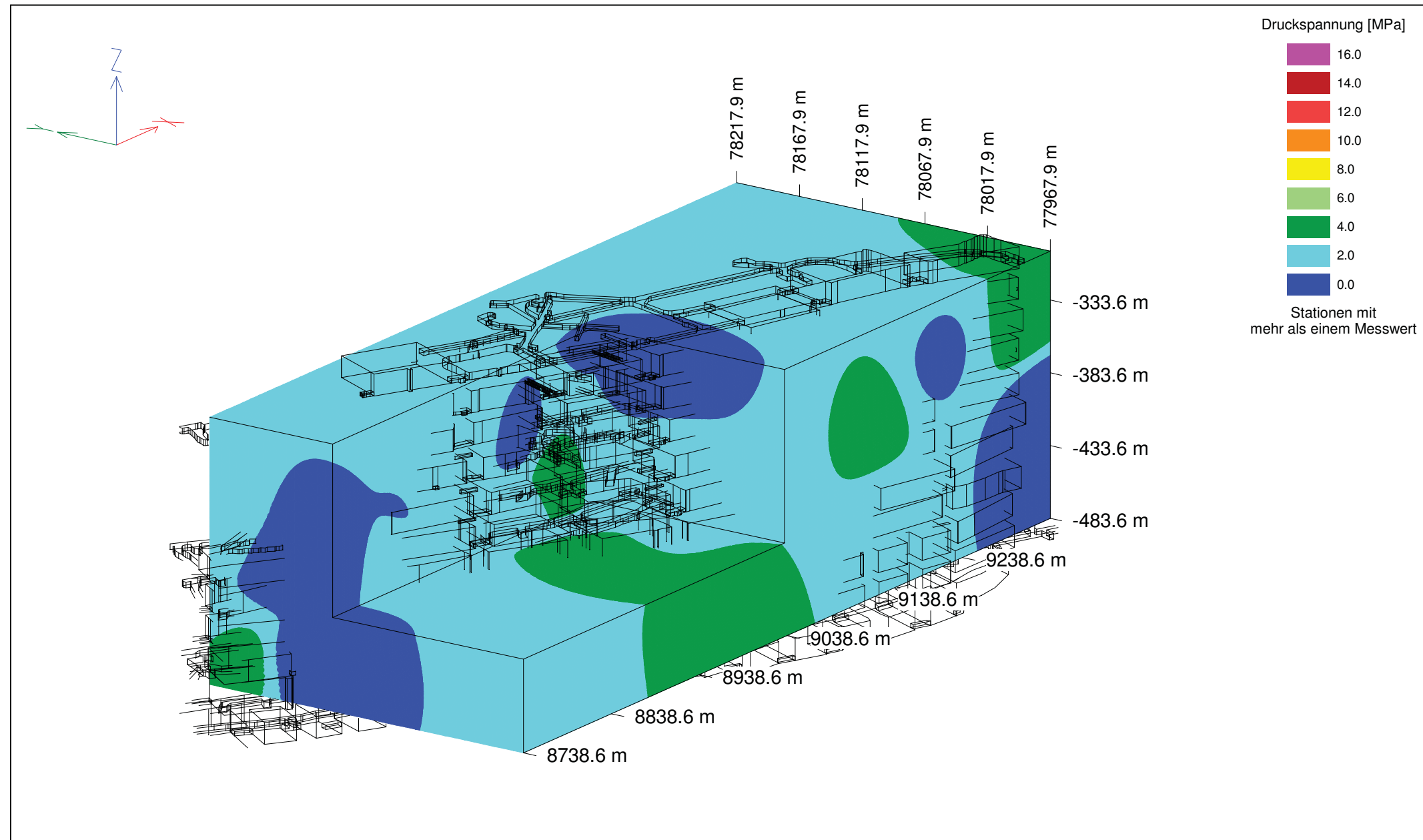
Anhang 15.1: Gesamte räumliche Verteilung der maximalen Spannungsmesswerte 11/2016



Projekt: Spannungsmessungen in Tragelementen des Grubengebäudes

Projekt	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
NNAA	NNNNNNNNNN	NNAANN	AA	AA	NNNN	NN
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00

Anhang 15.2: Gesamte räumliche Verteilung der minimalen Spannungsmesswerte 11/2016



Projekt: Spannungsmessungen in Tragelementen des Grubengebäudes

Maximale Spannungsmesswerte & Richtungen Westflügel Pfeiler 1/2, 2/3, 3/4 (Süd, Mitte, Nord)

SMS	Teufe/Pfeiler	rw	hw	Höhe	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	$\Delta\sigma_{2015}$		$\Delta\sigma_{2016}$		$\Delta\sigma_{2016} - \Delta\sigma_{2015}$	Veränderung der Spannungsdifferenz 2016-2015 [MPa]
												$\sigma_{\max 2016} - \sigma_{\max 2015}$ [MPa]	$\sigma_{\min 2016} - \sigma_{\min 2015}$ [MPa]	$\sigma_{\max 2016} - \sigma_{\max 2010}$ [MPa]	$\sigma_{\min 2016} - \sigma_{\min 2010}$ [MPa]		
1/574	661 12 S	8738,6	78146,7	-469,3	5,94	5,94	5,91	5,92	5,89	5,88	5,82	-0,06	-0,12	5,82	5,74	-0,08	
1/574	651 12 S	8740,4	78149,1	-457,3	4,72	4,77	4,80	4,87	4,92	4,95	4,93	-0,02	0,21	4,81	4,76	-0,05	
2/574	588 12 S	8749,3	78163,2	-394,0	6,28	6,31	6,36	6,27	6,38	6,38	6,32	-0,06	0,04	6,18	6,11	-0,07	
2/574	577 12 S	8751,1	78165,5	-383,0	7,63	7,65	7,46	7,66	7,34	8,77	9,65	0,88	2,02	7,67	8,61	0,94	
5/574	609 23 S	8804,1	78129,8	-415,4	12,17	12,08	11,97	11,94	11,69								
1/679	670 34 S	8866,7	78083,2	-477,5	9,36	10,39*											
5/553	534 34 S	8876,4	78105,6	-340,2	12,64	12,80	12,86	12,50	9,14								
Mittelwert Süd												0,19	0,54				0,19
5/574	598 23 M	8808,8	78138,8	-404,4	23,87	23,77	23,78	23,84	23,96	23,79	23,58	-0,21	-0,29	22,60	22,38	-0,22	
5/553	535 34 M	8884,3	78124,2	-341,2	41,00	39,90	40,40	40,80	40,43								
Mittelwert Mitte												-0,21	-0,3				-0,22
3/574	661 12 N	8757,2	78171,3	-470,5	9,15	9,41	9,51	9,70	9,90	10,02	10,09	0,07	0,94	6,61	6,68	0,07	
3/574	651 12 N	8758,6	78173,6	-458,7	8,49	8,77	8,91	9,17	9,34	9,28	9,32	0,04	0,83	5,42	5,49	0,07	
4/574	588 12 N	8764,5	78186,8	-395,1	10,03	10,02	10,01	10,16	10,20	10,55	10,03	-0,52	0,00	9,63	9,17	-0,46	
4/574	577 12 N	8765,8	78189,0	-384,3	9,74	9,22	9,22	9,09	8,86	8,63	8,60	-0,03	-1,14	6,38	6,70	0,32	
5/574	577 23 N	8818,0	78156,9	-382,3	5,70	5,84	5,93	6,03	6,17	6,24	6,33	0,09	0,63	5,60	5,59	-0,01	
1/679	676 34 N	8878,8	78111,1	-483,6	6,74	8,03	8,86	10,00	11,34	11,96	12,99	1,03	6,25	10,63	11,88	1,25	
1/658	658 34 N	8883,1	78109,1	-464,1	5,27	5,85	6,15	6,53	6,80	6,79	7,48	0,69	2,21	5,38	5,73	0,35	
Mittelwert Nord												0,20	1,39				0,23
Mittelwert im Bereich des Westflügels												0,06	0,55				0,06

Maximale Spannungsmesswerte & Richtungen im Bereich des Hauptpfeilers 4/5 (Süd, Mitte, Nord)

SMS	Teufe/Pfeiler	rw	hw	Höhe	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	$\Delta\sigma_{2015}$		$\Delta\sigma_{2016}$		$\Delta\sigma_{2016} - \Delta\sigma_{2015}$	Veränderung der Spannungsdifferenz 2016-2015 [MPa]
												$\sigma_{\max 2016} - \sigma_{\max 2015}$ [MPa]	$\sigma_{\min 2016} - \sigma_{\min 2015}$ [MPa]	$\sigma_{\max 2016} - \sigma_{\max 2010}$ [MPa]	$\sigma_{\min 2016} - \sigma_{\min 2010}$ [MPa]		
2/595	619 45 S	8943,3	78057,1	-417,0	12,07	13,53	14,30	15,16	15,98	16,64	17,19	0,55	5,12	11,84	12,31	0,47	
1/553	577 45 S	8945,7	78070,6	-384,7	13,83	14,00	14,40	*	*	*							
1/553	566 45 S	8944,7	78072,8	-373,9	15,91	15,60	15,00	14,51	14,84	15,24							
6/490	553 45 S	8936,1	78072,0	-356,3	7,78	8,60	7,89	7,93	8,10	8,28	8,53	0,25	0,75	7,87	8,03	0,16	
Mittelwert Süd												0,40	2,94				0,32
2/595	609 45M	8951,4	78080,5	-403,5	30,91	32,71	33,79	34,53	34,62	34,59	34,66	0,07	3,75	30,89	30,97	0,08	
2/553	577 45M	8947,2	78083,2	-384,1	27,73	23,30	43,50	48,20									
Mittelwert Mitte																	0,08
2/595	599 45 N	8958,6	78101,0	-391,7	8,64	10,52	11,73	12,77	12,88	13,24	13,30	0,06	4,66	12,81	12,95	0,14	
3/553	577 45 N	8955,1	78100,3	-383,1	6,74	6,88	6,87	6,85	7,00	8,90	12,34	3,44	5,60	4,96	8,44	3,48	
3/553	566 45 N	8956,9	78104,4	-372,0	7,08	6,95	7,62	8,25	8,22	9,24	9,55	0,31	2,47	7,76	8,65	0,89	
7/490	553 45 N	8951,8	78118,0	-374,1	5,64	6,01	6,33	7,31	6,82								
10/490	550 45 N	8950,8	78117,6	-356,1													
Mittelwert Nord												1,27	4,24				1,50
Mittelwert im Bereich des Hauptpfeilers												0,56	2,39				0,63

Maximale Spannungsmesswerte & Richtungen Ostflügel Pfeiler 5/6, 6/7, 7/8, 8/9 (Süd, Mitte, Nord)

SMS	Teufe/Pfeiler	rw	hw	Höhe	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	$\Delta\sigma_{2015}$		$\Delta\sigma_{2016}$		$\Delta\sigma_{2016} - \Delta\sigma_{2015}$	Veränderung der Spannungsdifferenz 2016-2015 [MPa]
												$\sigma_{\max 2016} - \sigma_{\max 2015}$ [MPa]	$\sigma_{\min 2016} - \sigma_{\min 2015}$ [MPa]	$\sigma_{\max 2016} - \sigma_{\max 2010}$ [MPa]	$\sigma_{\min 2016} - \sigma_{\min 2010}$ [MPa]		
1/616	666 56 S	8990,0	78010,4	-467,9	10,51	10,40	9,80	10,22	10,01	10,25	10,61	0,36	0,10	5,87	6,11	0,24	
2/616	597 67 S	9062,6	78001,2	-402,3	1,71	1,45	1,70	*	*								
1/595	651 78 S	9130,2	77967,9	-457,8	8,52	8,66	8,08	8,26	8,10	8,27	8,40	0,13	-0,12				
1/490	588 78 S	9140,7	77992,4	-394,3	11,71	11,36	10,71	10,32	10,13	10,22	10,30	0,08	-1,41				
1/490	577 78 S	9141,5	77995,3	-382,8	11,31	11,00	10,89	10,90	10,76	10,84				10,43			
1/490	566 78 S	9142,3	77998,1	-371,8	9,26	9,33	9,47	9,60	9,66	9,82	10,21	0,39	0,95	6,32	6,44	0,12	
4/490	525 89 S	9216,3	77981,6	-330,6	3,17	3,25	3,12	2,99	2,97	2,90	3,08	0,18	-0,09	2,53	2,45	-0,08	
Mittelwert Süd												0,23	-0,11				0,09
1/616	654 56 M	8995,0	78022,2	-456,7	23,19	22,92	22,22	22,37	22,20	21,57	21,70	0,13	-1,49	21,57	21,70	0,13	
9/490-2	555 56 M	9010,8	8059,0	-361,7						12,14	13,95	1,81		10,82	11,95	1,13	
9/490-2	534 56 M	9011,4	8060,9	-340,7						13,52	14,95	1,43		13,50	14,74	1,24	
9/490-2	513 56/ M	9012,0	8062,7	-319,8						12,74	15,38	2,64		12,42	14,98	2,56	
5/490	556 56 M	9012,9	78066,3	-362,7	43,60	45,00	46,29	46,86									
5/490	535 56 M	9012,94	78066,28	-341,7	aus	aus	37,80	41,0									
5/490	514 56 M	9012,94	78066,28	-320,7	47,1	48,3	49,47	48,59	46,77								
1/595	640 78 M	9134,9	77978,6	-446,9	12,77	12,74	11,88	12,15	11,70	11,57	11,60	0,03	-1,17				
4/490	514 89 M	9220,9	77998,2	-320,4	26,68	25,95	25,63	25,42	25,47	25,22	24,88	-0,34	-1,80	22,27	21,80	-0,47	
Mittelwert Mitte												0,95	-1,49				0,92
1/616	640 56 N	8999,6	78033,3	-446,2	14,56	14,12	14,06	14,12	14,18	14,30	14,39	0,09	-0,17	11,90	11,99	0,09	
2/616	599 67 N	9079,0	78036,5	-404,6	11,45	11,80	12,20	12,03	12,07	12,10	11,91	-0,19	0,46	9,73	9,69	-0,04	
1/595	619 78 N	9143,9	77999,2	-425,6	9,34	9,35	9,75	10,04	10,66	11,07	11,28	0,21	1,94	8,95	9,19	0,24	
2/490	588 78 N	9149,8	78023,4	-394,3	7,08	7,44	7,35	7,80	7,89	8,16	8,32	0,16	1,24	8,16	8,32	0,16	
2/490	577 78 N	9150,6	78026,3	-382,8	4,25	4,59	4,67	4,81	4,94	5,11	5,36	0,25	1,11	2,18	2,16	-0,02	
2/490	566 78 N	9151,2	78028,3	-374,8	7,34	7,84	8,17	8,48	8,79	9,15	9,77	0,62	2,43	8,35	9,77	1,42	
4/490	493 89 N	9230,3	78032,2	-299,5	8,20	8,71	9,08	8,81	8,79	9,17	9,06	-0,11	0,86	7,43	7,11	-0,32	
Mittelwert Nord												0,15	1,12				0,22
Mittelwert im Bereich des Ostflügels												0,44	-0,16				0,41

Maximale Spannungsmesswerte & Richtungen Östlicher Baufeldrand Pfeiler 9/0

SMS	Teufe/Pfeiler	rw	hw	Höhe	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	$\Delta\sigma_{2015}$		$\Delta\sigma_{2016}$		$\Delta\sigma_{2016} - \Delta\sigma_{2015}$	Veränderung der Spannungsdifferenz 2016-2015 [MPa]
												$\sigma_{\max 2016} - \sigma_{\max 2015}$ [MPa]	$\sigma_{\min 2016} - \sigma_{\min 2015}$ [MPa]	$\sigma_{\max 2016} - \sigma_{\max 2010}$ [MPa]	$\sigma_{\min 2016} - \sigma_{\min 2010}$ [MPa]		
3/616	604 90 E	9330,9	77976,0	-414,0	11,42	11,53	11,66	11,73	11,83	11,80	12,09	0,29	0,67	11,76	12,07	0,31	
3/490	514 90 E	9316,7	77976,8	-321,1	9,04	9,20	9,58	9,75	10,06	10,17	11,33	1,16	2,29	6,28	6,76	0,48	
Mittelwert im Bereich des östlichen Baufeldrand												0,73	1,48				0,40

Maximale Spannungsmesswerte & Richtungen im Liegenden

SMS	Teufe/Pfeiler	rw	hw	Höhe	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	$\Delta\sigma_{2015}$		$\Delta\sigma_{2016}$		$\Delta\sigma_{2016} - \Delta\sigma_{2015}$	Veränderung der Spannungsdifferenz 2016-2015 [MPa]
												$\sigma_{\max 2016} - \sigma_{\max 2015}$ [MPa]	$\sigma_{\min 2016} - \sigma_{\min 2015}$ [MPa]	$\sigma_{\max 2016} - \sigma_{\max 2010}$ [MPa]	$\sigma_{\min 2016} - \sigma_{\min 2010}$ [MPa]		
4/553	539 34K	8896,5	78210,4	-345,4	6,28	6,50	6,60	6,71	6,50	6,50	6,60	0,00	0,22				
6/553	577 45 K	8969,3	78140,0	-389,9	8,53	8,70	8,75	8,70	8,83	8,94	9,00	0,11	0,41	3,14	3,10	-0,04	
Mittelwert im Liegenden												0,05	0,32				-0,04

Legende

1-45°/strei 2-h/45°quer 3-h/quer 4-45°(23°)/qu 5-h/strei 6-vertikal

Minimale Spannungsmesswerte & Richtungen Westflügel - Pfeiler 1/2, 2/3, 3/4 (Süd, Mitte, Nord).

SMS	Teufe/Pfeiler	rw	hw	Höhe	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	$\sigma_{\min 2016} - \sigma_{\min 2015}$ [MPa]	$\sigma_{\min 2016} - \sigma_{\min 2010}$ [MPa]
1/574	661 12 S	8738,6	78146,7	-469,3	0,04	0,04	0,01	0,04	0,04	0,06	0,08	0,02	0,04
1/574	651 12 S	8740,4	78149,1	-457,3	0,04	0,04	0,04	0,17	0,15	0,14	0,17	0,03	0,13
2/574	588 12 S	8749,3	78163,2	-394,0	0,22	0,23	0,22	0,23	0,22	0,20	0,21	0,01	-0,01
2/574	577 12 S	8751,1	78165,5	-383,0	1,21	1,25	1,17	1,50	1,20	1,10	1,04	-0,06	-0,17
5/574	609 23 S	8804,1	78129,8	-415,4	1,77	1,7	1,50	1,77	1,53				
1/679	670 3/4 S	8866,7	78083,2	-477,5	2,11	2,16	2,30	2,40	2,50	2,56	2,54	-0,02	0,43
5/553	534 34 S	8876,4	78105,6	-340,2	1,54	1,9	1,98	1,80	1,90				
Mittelwert Süd												0,00	0,08
5/574	598 23 M	8808,8	78138,8	-404,4	1,59	1,49	1,45	1,38	1,25	1,19	1,20	0,01	-0,39
5/553	535 34 M	8884,3	78124,2	-341,2	2,00	2,30	3,15						
Mittelwert Mitte												0,01	-0,39
3/574	661 12 N	8757,2	78171,3	-470,5	2,93	3,06	3,30	3,47	3,48	3,41	3,41	0,00	0,48
3/574	651 12 N	8758,6	78173,6	-458,7	2,66	2,91	3,22	3,55	3,76	3,86	3,83	-0,03	1,17
4/574	588 12 N	8764,5	78186,8	-395,1	0,94	0,95	0,96	0,99	0,94	0,92	0,86	-0,06	-0,08
4/574	577 12 N	8765,8	78189,0	-384,3	2,13	2,03	2,14	2,13	2,07	2,25	1,90	-0,35	-0,23
5/574	577 23 N	8818,0	78156,9	-382,3	0,28	0,36	0,41	0,49	0,58	0,64	0,74	0,10	0,46
1/679	676 34 N	8878,8	78111,1	-483,6	0,77	0,91	1,46	1,81	1,48	1,33	1,11	-0,22	0,34
1/658	658 34 N	8883,1	78109,1	-464,1	1,25	1,44	1,50	1,48	1,32	1,41	1,75	0,34	0,50
Mittelwert Nord												-0,03	0,38
Mittelwert im Bereich des Westflügels												-0,01	0,02

Minimale Spannungsmesswerte & Richtungen im Bereich des Hauptpfeilers 4/5 (Süd, Mitte, Nord)

SMS	Teufe/Pfeiler	rw	hw	Höhe	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	$\sigma_{\min 2016} - \sigma_{\min 2015}$ [MPa]	$\sigma_{\min 2016} - \sigma_{\min 2010}$ [MPa]
2/595	619 45 S	8943,3	78057,1	-417,0	4,08	4,34	4,47	4,58	4,70	4,80	4,88	0,08	0,80
1/553	577 45 S	8945,7	78070,6	-384,7	3,66	0,8	0,01	*					
1/553	566 45 S	8944,7	78072,8	-373,9	0,24	0,15							
6/490	553 45 S	8936,1	78072,0	-356,3	1,51	2,78	0,94	0,70	0,47	0,41	0,50	0,09	-1,01
Mittelwert Süd												0,09	-0,11
2/595	609 45 M	8951,4	78080,5	-403,5	4,19	4,25	4,17	4,01	3,84	3,70	3,69	-0,01	-0,50
2/553	577 45 M	8947,2	78083,2	-384,1	9,10	9,30	8,96	9,40					
Mittelwert Mitte												-0,01	-0,50
2/595	599 45 N	8958,6	78101,0	-391,7	0,08	0,24	0,32	1,01	0,74	0,43	0,35	-0,08	0,27
3/553	577 45 N	8955,1	78100,3	-383,1	0,95	1,45	2,00	2,24	2,70	3,94	3,90	-0,04	2,95
3/553	566 45 N	8956,9	78104,4	-372,0	0,08	0,10	0,10	1,30	1,39	1,48	0,90	-0,58	0,82
7/490	553 45 N	8951,8	78118,0	-374,1	0,98	2,76	2,88	3,11	2,67				
10/490	550 45 N	8950,8	78117,6	-356,1									
Mittelwert Nord												-0,23	1,35
Mittelwert im Bereich des Hauptpfeilers												-0,05	0,25

Minimale Spannungsmesswerte & Richtungen Ostflügel - Pfeiler 5/6, 6/7, 7/8, 8/9 (Süd, Mitte, Nord)

SMS	Teufe/Pfeiler	rw	hw	Höhe	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	$\sigma_{\min 2016} - \sigma_{\min 2015}$ [MPa]	$\sigma_{\min 2016} - \sigma_{\min 2010}$ [MPa]
1/616	666 56 S	8990,0	78010,4	-467,9	5,39	5,12	4,54	4,54	4,43	4,38	4,50	0,12	-0,89
2/616	597 67 S	9062,6	78001,2	-402,3	1,16	1,35	1,60						
1/595	651 78 S	9130,2	77967,9	-457,8	2,82	2,75	2,32	2,38					
1/490	588 78 S	9140,7	77992,4	-394,3	2,31	2,14	1,58	1,42					
1/490	577 78 S	9141,5	77995,3	-382,8	0,46	0,42	0,50	0,47	0,43	0,41			
1/490	566 78 S	9142,3	77998,1	-371,8	2,65	2,66	2,96	3,24	3,36	3,50	3,77	0,27	1,12
4/490	525 89 S	9216,3	77981,6	-330,6	0,67	0,77	0,71	0,74	0,39	0,37	0,63	0,26	-0,04
Mittelwert Süd												0,22	0,06
1/616	654 56 M	8995,0	78022,2	-456,7	0,57								
9/490-2	555 56 M	9010,8	8059,0	-361,7						1,32	2,00	0,68	
9/490-2	534 56 M	9011,4	8060,9	-340,7						0,02	0,21	0,19	
9/490-2	513 56/M	9012,0	8062,7	-319,8						0,32	0,40	0,08	
5/490	556 56 M	9012,9	78066,3	-362,7	7,54	15,0*	24,75	25,55					
5/490	535 56 M	9012,94	78066,28	-341,7	aus	aus	15,19	18,81					
5/490	514 56 M	9012,94	78066,28	-320,7	16,12	18,40	20,40	33,12	38,78				
1/595	640 78 M	9134,9	77978,6	-446,9									
4/490	514 89 M	9220,9	77998,2	-320,4	4,05	3,67	3,24	3,23	3,06	2,95	3,08	0,13	-0,97
Mittelwert Mitte												0,27	-0,97
1/616	640 56 N	8999,6	78033,3	-446,2	3,03	2,90	2,84	2,46	2,50	2,40	2,40	0,00	-0,63
2/616	599 67 N	9079,0	78036,5	-404,6	2,81	2,78	2,74	2,60	2,42	2,37	2,22	-0,15	-0,59
1/595	619 78 N	9143,9	77999,2	-425,6	1,37	1,50	1,48	1,50	2,06	2,12	2,09	-0,03	0,72
2/490	588 78 N	9149,8	78023,4	-394,3	0,86							0,00	-0,86
2/490	577 78 N	9150,6	78026,3	-382,8	1,85	2,52	2,58	2,73	2,80	2,93	3,20	0,27	1,35
2/490	566 78 N	9151,2	78028,3	-374,8	0,65	0,54	0,55	0,64	0,70	0,80		-0,80	-0,65
4/490	493 89 N	9230,3	78032,2	-299,5	1,78	1,85	1,91	2,00	1,78	1,74	1,95	0,21	0,17
Mittelwert Nord												-0,07	-0,07
Mittelwert im Bereich des Ostflügels												0,14	-0,33

Minimale Spannungsmesswerte & Richtungen östlicher Baufeldrand

SMS	Teufe/Pfeiler	rw	hw	Höhe	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	$\sigma_{\min 2016} - \sigma_{\min 2015}$ [MPa]	$\sigma_{\min 2016} - \sigma_{\min 2010}$ [MPa]
3/616	604 90 E	9330,9	77976,0	-414,0	0,04	0,06	0,07	0,05	0,05	0,04	0,02	-0,02	-0,02
3/490	514 90 E	9316,7	77976,8	-321,1	3,67	3,89	3,80	3,93	3,90	3,89	4,57	0,68	0,90
Mittelwert im Bereich des östlichen Baufeldrand												0,33	0,44

Minimale Spannungsmesswerte & Richtungen im Liegenden

SMS	Teufe/Pfeiler	rw	hw	Höhe	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	$\sigma_{\min 2016} - \sigma_{\min 2015}$ [MPa]	$\sigma_{\min 2016} - \sigma_{\min 2010}$ [MPa]
4/553	539-34K	8896,5	78210,4	-345,4	0,17	0,50	0,05	0,05					
6/553	577 45 K	8969,3	78140,0	-389,9	5,21	5,30	5,45	5,53	5,70	5,80	5,90	0,10	0,59
Mittelwert im Liegenden												0,10	0,59

Legende

1-45°/strei 2-h/45°quer 3-h/quer 4-45°(23°)/qu 5-h/strei 6-vertikal

Anhang 15.4: Tabellarische Übersicht der minimalen Spannungsmesswerte und Richtungen von 2010 bis 2016

Projekt	INAA	PSP Element	Thema	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
9A	64300000	GMÜ	GC	BT	0013	00	
Geotechnisches, geophysikalisches Monitoringprogramm und Baustoffuntersuchungen				Jahresbericht 2016 des Teilbereiches Standortüberwachung			
				Blatt: 423			

